

Evaluering av primærnæringsinstituttene

Samfunnseffekter av instituttenes forskning

Evaluering
Område for vitenskap og forskningssystemet

Evaluering av primærnæringsinstituttene

Samfunnseffekter av instituttenes forskning

Evaluering
Område for vitenskap og forskningssystemet

© Norges forskningsråd 2018

Norges forskningsråd
Postboks 564
1327 Lysaker

Telefon: +47 22 03 70 00
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no/

Design omslag: Design et cetera AS
Foto omslag: Shutterstock

Oslo, juni 2018

ISBN 978-82-12-03722-9 (pdf)

Publikasjonen kan lastes ned fra:
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Underlagsrapport:

"Impact cases" for primærnæringsinstituttene

Dette dokumentet omfatter 55 innleverte eksempler på samfunnseffekter av primærnæringsinstituttens forskning. Eksemplene er valgt og levert av instituttene selv som del av egenevalueringen.

Eksemplene gjengis her i den formen de er sendt inn, med ett unntak:

- Referanse til navngitte enkeltpersoner og opplysninger av privat karakter (slik som gjengivelser av e-poster) er utelatt fra teksten under punkt E. Disse opplysningene har vært tilgjengelige for evalueringsutvalget.

Alle eksemplene er basert på den etterfølgende malen, gitt i bestillingen fra Forskningsrådet.

Instituttene bes om **å beskrive og dokumentere** konkrete eksempler på verdiskaping og/eller samfunnseffekter av sin forskning, fortrinnsvis fra de siste 5-10 årene. Alle instituttene bes om å gi **minimum to eksempler, maksimalt ett eksempel pr. tjuende årsverk** utført av forskere og annet faglig personale (se definisjonen foran). Instituttet må ha bidratt vesentlig til den forskningen som ligger til grunn for de eksempler som presenteres.

Eksempler på verdiskaping kan være forskning utført ved instituttet som har bidratt til:

- å fremme innovasjon i offentlig eller privat sektor
- utvikling av nye produkter, prosesser og/eller tjenester
- nye og viktige lisenser, patenter eller bedriftsetableringer
- økt lønnsomhet i næringen eller etablerte bedrifter
- bedret forskningsbasert rådgivning og tilhørende politikkutforming (se også beskrivelsen av samfunnseffekter)
- osv.

Samfunnseffekter¹ av forskning kan inkludere, men er ikke begrenset til, endringer i aktiviteter, holdninger, økonomi, kapasitet, oppmerksomhet, atferd, kompetanse, politikk, praksis eller forståelse hos individer, i grupper, i organisasjoner, hos et publikum, eller i samfunnet for øvrig. Endringene kan være lokale, nasjonale eller internasjonale. Effekter av instituttets forskning på annen forskning, eller effekter internt i egen organisasjon, regnes i denne sammenheng ikke som samfunnseffekter.

For hvert eksempel skal malen under benyttes.

Institutt: Tittel på eksempel: Kontaktperson ved instituttet:

A. Sammendrag. (Maks. 100 ord)

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn. (Maks. 400 ord)

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant. (Maks. 400 ord)

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc. (Hvis mange, oppgi de 5 mest aktuelle og relevante.)

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer. (Hvis mange, oppgi de 5 mest aktuelle og relevante.)

¹ Definisjon benyttet ved evalueringen av de samfunnsvitenskapelige instituttene.

Innhold

Norsk senter for bygdeforskning (nå Ruralis).....	1
1. Modernisering av landbrukets verdikjeder	2
2. Landbruksbefolkningens ve og vel	7
Veterinærinstituttet	11
3. Algetoksiner.....	12
4. Infeksiøs lakseanemi.....	15
5. Utvikling av effektive verktøy for diagnostikk og overvåkning av krepspest	18
6. Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus CC398 in Humans and Pigs in Norway: A “One Health” Perspective on Introduction and Transmission	21
7. Identifisering og karakterisering av nye fiskevirus	23
8. Prionforskning	26
Havforskningsinstituttet.....	29
9. Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett.....	30
10. Lakselusforskning som grunnlag for nytt forvaltningsregime for realisering av potensialet for miljømessig bærekraftig havbruk - Trafikklyssystemet	33
11. Rømt fisk og genetisk interaksjoner – Forskning og forvaltningsstøtte	36
12. Fiskevelferd – Forskning og rådgivningsstøtte	39
13. Forskning og rådgiving som grunnlag for vellykket forvaltning av torsken i Barentshavet	42
14. Forskning og forvaltningsstøtte sjøpattedyr	45
15. Nasjonalt program for kartlegging av marine naturtyper	47
16. Helhetlige forvaltningsplaner for Barentshavet med Lofoten, Norskehavet og Nordsjøen med Skagerrak.....	49
17. Miljø- og ressursvennlige fangstmetoder	51
18. Kunnskap og teknologi for å unngå neddreping av pelagisk fisk i notfiske.....	53
19. Overvåkning og forskning på forurensning i marint miljø.....	55
20. Lydforurensning under vann og påvirkning på marint liv – effekter av seismikk	58
21. Innovasjon innen overvåkningsteknologi - Deep Vision	60
22. Innovasjon innen havbruksteknologi - Snorkelmerd / tubenot	62
23. Bioprospektering - Marbank – nye medisiner.....	64
24. Marin klimaforskning og klimarådgivning - IPCC AR5 WG2 2014	67
NIFES.....	69
25. Plantevernmiddelet endosulfan i fiskefôr og oppdrettslaks	70

26. Overvåkning av uønskede stoffer i norsk sjømat	72
NIBIO	75
27. Multi-sensorikk for bærekraftig intensivering av norsk hvetedyrking	76
28. Arealregnskap for utmark	79
29. VIPS – Varsling Innen PlanteSkadegjørere	81
30. Presisjonsplantevern: ugrasbekjempelse i korn og radkulturer basert på bildeanalyse (maskinsyn).....	84
31. Overvåkning av rognebærmøll ved bruk av feller	86
32. Økonomiske virkemidler i ernæringspolitikken	88
33. Utvidet sesong for bærproduksjon - klimatilpassede sorter.....	91
34. Miljøvennlig trebeskyttelse med elektropuls.....	92
35. Forskningsbaserte klimatiltak i skogbruket.....	95
36. Miljøregistrering i skog (MiS)	97
37. Miljøforurensing i nedbørfelt.....	99
38. Nanopartikler og miljø.....	102
39. Utviklingen av biogass i Norge	104
40. Jord - en kilde til utslipp av CO ₂ og et mulig lager for karbon	107
SINTEF Fiskeri og havbruk AS.....	110
41. Avskjerming mot lus (luseskjørt) og dukbasert avlusning.....	111
42. Redusert rømming av fisk.....	113
43. Elektrobedøving og bløgging av fisk.....	116
44. Oppstart av selskapet C-Feed.....	118
45. Hybrid fremdriftssystem for kystfiskefartøy	120
46. Dragerbrønn	122
Nofima AS	124
47. Ny emballeringsteknologi ved bruk av CO ₂ -emitter.....	125
48. Prosesstyring i matindustrien basert på on-line avbildende NIR spektroskopi	128
49. Bygg til mat, bruk av fraksjoner av bygg med høyt innhold av β-glukan	131
50. Funksjonelle fôr til oppdrettslaks og forebyggende fiskehelse.....	134
51. Effektiv QTL knyttet til IPN-resistens.....	136
52. Produksjon og utvikling av lukka anlegg for laks.....	138
53. Levendelagring – fangstbasert akvakultur	141
54. Utvikling av dynamiske minstepriser for førstehåndsmarked	144
55. Kjølte ferdigretter.....	147

Norsk senter for bygdeforskning (nå Ruralis)

Norsk senter for Bygdeforskning (nå Ruralis)

2 case

1. Modernisering av landbrukets verdikjeder

Kontaktperson ved instituttet: Harald A. Lein

A. Sammendrag

Landbruket har de siste tiårene gjennomgått betydelig modernisering: Fra produksjonsorientering og planøkonomi til økt markedsorientering som samtidig skal ivareta biologiske og samfunnsmessige hensyn. Lokalmat, gårds- og utmarksturisme, grønn omsorg og andre servicenæringer har vært en revolusjon i mangfold. Samtidig øker maktkonsentrasjonen i tradisjonelle verdikjeder. Eierstruktur og skala i jord- og skogbruk krever nye samarbeidsformer. Nå står landbruket i omstillingen til ny bioøkonomi. Bygdeforskning har bidratt til denne moderniseringen ved å levere kunnskapsgrunnlag for nye næringer og utfordringene rundt bærekraft og klima. Bygdeforskning har bidratt til å forstå mekanismer og maktforhold, og utvikle samarbeid og tiltak innen jord-, skogbruk- og matsektoren.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Landbrukspolitik: Strukturendringene i jordbruket er kraftige, og delvis villet politikk.

Bygdeforskning har gjennom tre tiår forsket på landbrukspolitiske tema. Bygdeforskere leverte analyser om landbrukets multifunksjonelle rolle til OECD og Landbruksdepartementet 1999-2001. Med forskning rundt landbrukets multifunksjonelle rolle, komparative analyser av internasjonal og norsk landbrukspolitikk, trender i norsk landbruk og flere prosjekt om strukturendringer, klima og scenarier for landbruks- og arealutvikling, og nå pågående forskning om overgangen til bioøkonomi, er vi i forskningsfronten innen landbrukspolitikk.

Den nye skogeieren og skogeiersamarbeid: Overgangen til fullmekanisert hogst og strukturutviklingen i gårdsskogbruket har endret skogeierrollen. Med økt avvirkning fra norske skoger og utvikling av en konkurransedyktig skogindustri som mål, har samfunnsvitenskapelig kunnskap om skogeieren, behov, mulighetene og vanskene med dagens eiendomsstruktur for (økt) skogaktivitet, vært avgjørende. Med det såkalte grønne skiftet og utvikling av bioøkonomien kan skogen få større betydning som fornybar bioressurs.

Samarbeid i landbruket: På oppdrag fra avtalepartene i jordbruksoppgjøret i 1992 ledet Bygdeforskning en utredning om mer samarbeid i landbruket. Et direkte resultat av dette og vår videre forskning ble samarbeidsmodellen «Bygdeservice» for tjenester fra landbruket og utviklingen av samarbeidsformer som maskinsamarbeid og samdrift.

Differensiering i jordbrukets verdikjeder: Noen av de synligste endringene i norsk jordbruk de siste tiåra er framveksten av lokal mat, matspesialiteter, bygdeturisme og «Inn på tunet»-tjenester. I prosjektet «Tak for ny næring» (oppdragsgiver: TINE Norske Meierier) var Bygdeforskning med og endret meierisamvirkets holdning til etablering av lokale ysteri. For å utvikle disse småbedriftene og nye verdikjeder, var det nødvendig med kunnskap om virkemiddelbruk, flaskehals for bedriftene og hvordan samarbeid og organisering kan styrke småbedriftene, logistikken fram til forbrukerne og ekspansjon uten kvalitetsforringelse. Vi har siden gjort analyser av samarbeid, ny-samvirke og forretningsmodeller, som direkte og indirekte har blitt tatt i bruk, blant annet i Rørosregionen, som har blitt et flaggskip for utvikling av lokalmat. En avgjørende faktor er samarbeidet som er etablert lokalt og med nasjonale aktører. Vårt bidrag med kunnskap om hvordan lokalmat og reiseliv kan kombineres, har bidratt til enda flere alternativ i differensieringen.

Våre analyser av matmakt viser samtidig makten i verdikjedene og hvordan maktkonsentrasjon i dagligvareleddet påvirker produsentledd og varetilbudet til forbrukerne.

Landbrukets multifunksjonelle rolle: Kulturlandskap og andre fellesgoder har betydning for landbrukspolitikkenes legitimitet og er grunnlag for differensieringen i landbruket med ny produkt- og næringsutvikling. I forlengelsen følger økte interessekonflikter om arealene og utmarka. Vår forskning og utredning har bidratt nasjonalt og internasjonalt på dette feltet.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant

Politikkutforming:

Bygdeforskning leverte analyser om landbrukets multifunksjonelle rolle til OECD og Landbruksdepartementet 1999-2001, og om landbrukets rolle for kulturav på oppdrag fra Landbruksdepartementet i 2006. Dette bidro inn til utforming av dagens miljøvirkemidler. Våre analyser har også vært benyttet av ulike partipolitiske grupperinger. Boka «Omstart» (2016) med forslag til ny landbrukspolitikk ga dialog med politikere, organisasjoner og forvaltning. Andre eksempler er: Meld. St. 9 om landbruks- og matpolitikk, som refererer 15 ganger til ulike undersøkelser fra Bygdeforskning; i Prop. 133 S fra Jordbruksoppjøret 2010 er innspill fra Bygdeforskning med under punkt 7.3.3 "Utviklingsprogram for matspesialiteter fra norsk landbruk".

Begrepet «skogeierpolitikk» vokste ut av samarbeidet med Kystskogbruket og Skognæringa i Trøndelag. Skogeierpolitikk er blitt løftet fram som et viktig og nødvendig tema innenfor skogbruket. Arbeidene fra Bygdeforskning har også bidratt til at SSB har begynt å opplyse om sameier og sameiende skogeiere i skogstatistikken etter 2011.

Prosjektet «Biosmart», som ledes av Bygdeforskning, er i regjeringens bioøkonomistrategi trukket fram som ett av tre forskningsprosjekter om den sirkulære (bio)økonomien.

Praktisk politikk på lokalnivå:

Det er i dag mer enn 60 bygdeserviceforetak og 1500 melkesamdrifter med bakgrunn i arbeidet Bygdeforskning har gjort om samarbeidsformer og samarbeidsmodeller i landbruket. Bygdeforskning har i ulike faser gitt direkte innspill til organisering innen lokalmatfeltet, for eksempel *Oi! Trøndersk Mat og Drikke*, *Rørosmeieriet* og *Rørosmat*, *Tenkeloft Trøndersk landbruk*, *Landbruk21Trøndelag* og *Grønn forskning*. Som et viktig forskningsmiljø på tematikken har Bygdeforskning bidratt til framveksten av en næring som i 2016 hadde en lokalatomsetning i butikk på 4,8 milliarder kroner, og det er registrert 1146 produkter fra 486 produsenter. Det er anslått å være om lag 1500 lokalmatprodusenter totalt.¹

Uttrykkene «skogkoordinatorer» og «eiendomsoverbyggende samarbeid» kommer direkte fra «Den nye skogeier»-undersøkelsen, og har vært brukt som vitenskapelig underbygging for arbeidet med å få på plass LENSEA og skogpådriverprosjektet i Trøndelag. Dette har bidratt til økt virksomhet i skogen.

Forståelser av landbruk i den norske offentligheten:

Bøkene «Norges landbrukshistorie» har gitt varige kunnskapsbidrag. Forståelsen av at skogeier = mann har endret seg. «Kvinnelig skogeier» er normalisert, og uttrykket «den nye skogeieren» har blitt et begrep i vanlig bruk; man innser at skogeierne har endret seg i måten å tenke, forstå og agere på. «Matmakt»-analyser har bidratt med selvstendige perspektiver knyttet til maktkonsentrasjon i verdikjeder for mat. Begrepet «ny-produktivism» har gitt en breiere forståelse av det forsterkede produksjons- og matsikkerhetsfokuset i landbrukspolitikk og landbruksnæring.

¹ Om lokalmat og spesialiteter se Matmerk: <http://www.lokalmatstatus.no/>

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Viktigste publikasjoner for eksempel som er presentert:

Almås, R. (2002): *Norges landbrukshistorie Bind IV. Frå bondesamfunn til bioindustri*. Oslo: Det Norske Samlaget.

Bjørkhaug, H., R. Almås og J. Vik (red.) (2015). *Norsk matmakt i endring*. Bergen: Fagbokforlaget.

Follo, G. (2014): *Eiendomsoverbyggende samarbeid for skogeiere i kystskogbruket – utfordrende, men med stort potensiale*. Rapport 4/2014. Norsk senter for bygdeforskning: Trondheim. [Prosjektet omtalt som «Fra ti til en».]

Haugen, M.S. and J. Vik (2008): Farmers as entrepreneurs: The case of farm-based tourism. *Int. J. Entrepreneurship and Small Business*, 6(3):321-336.

Kvam, G-T., T. Magnus, and E.P. Stræte (2014): *Product strategies for growth in niche food firms*, *British Food Journal*, Vol. 116 Iss: 4, pp.723 – 732.

Andre utfyllende viktige publikasjoner:

Almås, R. and H. Campbell (2012): *Rethinking Agricultural Policy Regime. Food Security, Climate Change and the Future Resilience of Global Agriculture*. Bingley, UK: Emerald Publishing.

Almås, R. 1999. How to secure a multifunctional agriculture in Norway. (Report to the OECD). Report 11/1999 Centre for Rural Research. Trondheim

Almås, R., H. Bjørkhaug, H. Campbell, Chr. A. Smedshaug (red) (2013): *Fram mot ein berekraftig og klimatilpassa norsk landbruksmodell*. Trondheim: Akademika forlag.

Blekesaune, A. (2001): Agriculture's importance for the viability of rural areas. (Report to the OECD) https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/ld/bro/2001/0014/ddd/pdfv/183936-viability_of_rural_areas.pdf

Brandth, B. og Haugen, M. S. (2012): Farm tourism and dilemmas of commercial activity in the home. *Hospitality & Society*, 2(2):179-196.

Brandth, B., G. Follo og M.S. Haugen (2004): Women in Forestry: Dilemmas of Separate Women's Organizing. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 19, no. 5: 466-472.

Daugstad, K., K. Rønningen & B. Skar (2006.) *Jordbrukets rolle som kulturbærer*. Rapport 8/06. Norsk senter for bygdeforskning, Trondheim

Daugstad, K., K. Rønningen & B. Skar 2006: Agriculture as an upholder of cultural heritage? Conceptualisations and value judgements – A Norwegian perspective in international context. *Journal of Rural Studies* 22 (2206) 67-81

Flemsæter, F. 2009. Home matters: The role of home in property enactment on Norwegian smallholdings. *Norsk Geografisk Tidsskrift [Norwegian Journal of Geography]* 63: 204-214.

Flemsæter, F., Storstad, O. og Kroken, A. 2011. Det handler om følelser. En utredning om ubebodde landbrukseiendommer. Rapport 3/2011. Bygdeforskning

- Follo, G. (2008): *Det norske familieskogbruket, dets kvinnelige og mannlige skogeiere, forvaltningsaktivitet — og metaforiske forbindelser*. Doktoravhandling for graden doctor rerum politicarum. Doktoravhandlinger ved NTNU 2008:173. NTNU: Trondheim.
- Follo, G., M. Forbord, R. Almås, A. Blekesaune og J.F.Rye (2006): *Den nye skogeieren. Hvordan øke hogsten i Trøndelag?* Rapport 1/2006. Norsk senter for bygdeforskning: Trondheim.
- Forbord, Magnar (2016): Food as attraction: connections between a hotel and suppliers of specialty food. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism* 16(3): 297-314.
- Forbord, Magnar, Hilde Bjørkhaug and Rob J. F. Burton (2014): Drivers of change in Norwegian agricultural land control and the emergence of rental farming. *Journal of Rural Studies* 33(0): 9-19.
- Forbord, M. og E.P. Stræte (2008): *Hva betyr reiseliv, kultur og lokal mat for omsetning og sysselsetting i distriktene?* Rapport 4/08. Trondheim: Norske senter for bygdeforskning.
- Rønningen, K. 2001. Environmental commodities and rural viability in Norway. A literature study. Report to the OECD. OECD Paris
- Rønningen, K., Fjeldavli, F. & B. E. Flø 2005: Multifunksjonelt landbruk - hva slags legitimitet har fellesgodeproduksjon innad i landbrukssektoren? R-8/05. Norsk senter for bygdeforskning, Trondheim
- Rønningen, K. and Flemsæter, F. (2016) Multifunctionality, Rural Diversification and the Unsettling of Rural Land Use Systems. I: Brown, D. and Shucksmith, M. (eds) *Routledge International Handbook of Rural Studies*. Routledge
- Soliva, R., K. Rønningen, I. Bella, P. Bezak, T. Cooper, B.E. Flø, P. Marty and C. Potter (2008): Envisioning upland futures: Stakeholders responses to scenarios for Europe's mountain landscapes. *Journal of Rural Studies*, 24 (2008) 56 – 71
- Storstad, O., M. Forbord og R. Almås (2009): *Boplikt i landbruket – bolyst eller botvang? Resultater fra en spørreundersøkelse blant eiere av landbrukseiendommer*. Rapport 02/09. Trondheim: Norsk senter for bygdeforskning.
- Stræte, E. P. og R. Almås (red) (2007): *Samdrift i melkeproduksjonen: En samvirkestrategi for økt velferd og fleksibel drift*. Rapport 3/07. Trondheim: Norsk senter for bygdeforskning.
- Stræte, E. P., T. Stavrum, G.-T. Kvam og R. Almås (2000): *Omstilling i meierisamvirket: Erfaringer fra prosjektet "Tak for ny næring" 1995-2000*. Rapport 12/2000, Senter for bygdeforskning, Trondheim.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Offentlige dokumenter:

- Departementene (2016). *Kjente ressurser - uante muligheter. Regjeringens bioøkonomistrategi*. Nærings- og fiskeridepartementet. Oslo.
- Landbruksdirektoratet (2015). *Leiejord - avgjørende for økt norsk matproduksjon. Utredning om drivepliktbestemmelsen og leiejordandelen i norsk jordbruk*. Rapport 27/15. Oslo, se. s 33-35. Viktig premisreferanse: Forbord mfl (2014).

Meld. St. 9 (2011) *Landbruks- og matpolitikken. Velkommen til bords*. Landbruks- og matdepartementet: Oslo.

Meld. St. 6 (2016-2017) *Verdier i vekst. Konkurransedyktig skog- og trenæring*. Landbruks- og matdepartementet: Oslo.

Skog22 (2014). Nasjonal strategi for skog- og trenæringen.

Andre dokumenter

Meld. St. 11 (2016-2017) *Endring og utvikling. En fremtidsrettet jordbruksproduksjon*. Landbruks- og Matdepartementet: Oslo.

Melding om kystskogbruket fra 2008 og 2015.

OECD (2003). Multifunctionality – The Policy Implications. Paris 2003
<http://www.oecd.org/tad/agricultural-policies/40782915.pdf>

Stortingsmelding no 19 (1999-2000) Om norsk landbruk og matproduksjon. Landbruks- og matdepartementet

Annet:

<https://tale.holderdeord.no/search>.

Rønningen, Katrina (2016): Kampen om arealene. Innledning til debattmøte med politikerpanel under Arendalsuka 2016.

Rønningen, Katrina og Flemsæter, Frode (2017): Arealpress i reindriftsområder – ha, få og skape rett i endra landskap. Tråante 2017. Reindriften i et 100-årsperspektiv – veien videre? Landbruksdirektoratet – Norske Reindriftssamers Landsforbund Scandic Lerkendal 7. februar

Konferanse om sirkulær bioøkonomi i København 25.-26. oktober 2016. Samarbeide mellom forskningsprosjektene Biosmart, SusValueWaste og Cycle

Referanser fra nøkkelpersoner:

2. Landbruksbefolkningens ve og vel

Kontaktperson ved instituttet: Harald A. Lein

A. Sammendrag

I 35 år har Bygdeforskning gjennom forskning på arbeid, miljø, helse og likestilling bidratt med kunnskap som styrker landbruksbefolkningens ve og vel. Landsomfattende undersøkelser om bønders arbeidsmiljø og helse har hatt løpende innflytelse på forebyggende helsearbeid og reformer i landbruket gjennom å bli tatt inn i politikktutforming, rådgiving og agendasetting. Forskning på likestilling og betydningen av kjønn har bidratt til økt oppmerksomhet, debatt og politisk innsats for likestilling i hele landbruksnæringa, fra gårdsbruk til styrerom. Bygdeforskning har siden 2002 fulgt bondens opplevelse av egen og næringas situasjon gjennom spørreundersøkelsen «Trender i norsk landbruk», som gir analyser til debatt og politikktutforming.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Arbeidsmiljø og helse: Landets første arbeidsmiljøundersøkelse for landbruket ble gjennomført av Bygdeforskning (1982-1985), og som en oppfølging ble det satt i gang et større prosjekt om forebyggende helsearbeid i landbruket. I 2011-2015 ble undersøkelsen gjentatt i prosjektet «Ulykker i landbruket» sammen med IRIS i Stavanger og Arbeidsmedisinsk avdeling ved St.Olavs hospital (NTNU). Landbruket er en av de mest ulykkesutsatte næringene, og det er viktig å framskaffe kunnskap om sikkerhetskultur, arbeidsrelatert helse og ulykker. I rapporten «Ikke en bonde å miste» er kunnskapen omsatt til konkrete tiltak og anbefalinger som gjennomføres av landbruksorganisasjoner for å redusere antall ulykker.

Sosiokulturelle forhold i landbruket: Gjennom undersøkelsen «Trender i norsk landbruk» har Bygdeforskning hvert andre år siden 2002 analysert utviklingen i landbruket. Dette er en landsdekkende, representativ spørreundersøkelse blant bønder. Den kartlegger sosiokulturelle trekk ved gårdsbruk, bonden og bondens familie, så vel som motivasjoner, holdninger og framtidsplaner. Datamaterialet er et viktig supplement til eksisterende statistikkproduksjon. Analyser basert på «Trender i norsk landbruk» bidrar med kunnskap til forvaltning, politikktutforming og strategisk planlegging for landbrukets aktører og regionaliserte analyser er solgt til landbruksavdelingene i en rekke fylker.

Likestilling og kjønnsforskning: Landbrukets likestillingsutfordringer har vært et sentralt tema for Bygdeforskning siden starten. Bygdeforskning har gjennom forskning på kvinner i jord- og skogbruk, odelsjenter, rekruttering, eierskifte og kvinner i styrerommene bidratt med kunnskap om hvilke kjønnete prosesser som fører til manglende likestilling og usynliggjøring av kvinnene. Forskningen om kvinners rolle i landbruket har gitt mye av kunnskapsgrunlaget til arbeidet for økt likestilling, og forskningen har vist at likestilling ikke bare er et spørsmål om prosenter, men at det også dreier seg om holdninger, verdier og forestillinger. Omfattende familieendringsprosesser med flere samboerskap, skilsmisser og samlivsbrudd kan bety en stor utfordring for landbrukshushold som har spesielle rammebetingelser og næringsinteresser. Prosjektet «Kjærlighet i landbruket - en risikosport?» satte søkelys på hvordan landbrukspar organiserer økonomi og eierforhold, og på hva som skjer i tilfelle skilsmisse eller samlivsbrudd. Forskningsprosjektet ga konkrete råd om informasjon og veiledning til par som etablerer seg på gård.

Lys i vinduene: På oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet utredet Bygdeforskning hvorfor 35 000 landbrukseiendommer i Norge står ubebodde. Prosjektlederen ble invitert til statsråden for å gi råd om utforming av eiendomspolitik til St.meld. 9 (2011-2012). Utredningen og prosjektlederens doktorgrad på samme tema ble referert til i stortingsmeldingen. Prosjektet har ført til en rekke medieoppslag og foredrag blant brukere som arbeider for økt omsetning og bosetting på disse eiendommene.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Samfunnseffektene av Bygdeforsknings forskning ligger i forlengelsen av vår brukernære praksis og formidling til beslutningstakere, forvaltningen, næringsutøvere og deres organisasjoner og allmennheten. Forskningen har bidratt til ny forståelse, nyttige begrep og konkrete beslutninger.

Som et av resultatene fra de forebyggende arbeidsmiljøstudiene (1982-85) ble det etablert samtalegrupper for bønder med psykiske utfordringer. Disse spredte seg og eksisterer fortsatt. Data fra «Ulykkesprosjektets» survey «Landbruk og arbeidshelse 2012», bidro til at «HMS» ble en del av KSL-standarden (Kvalitetssystem i landbruket) i 2013. Registrering av ulykker og skader i landbruket ble fra oktober 2014 inkludert i bøndenes egne rapporteringer til KSL. Denne endringen var et resultat av samarbeid mellom prosjektets forskere og næringsaktørene. Resultatene fra Ulykkesprosjektet er implementert hos Norges Bondelag som basis for handling. Rapporten «Ikke en bonde å miste» er tatt i bruk av HMS-rådgivere i Norsk Landbruksrådgiving. Oppmerksomheten på beredskap og forebygging av ulykker fra rapporten kan ha bidratt til registrert nedgang i dødsulykker. Som et resultat av blant annet samarbeidet mellom prosjektets forskere og næringsaktører, arbeides det nå for å etablere et flerfaglig fagkompetansesenter for landbrukshelse.

Gjennom «Trender i norsk landbruk» har Bygdeforskning bidratt til at næringsaktører (fra bonde til landbrukssamvirkebedriftene), næringsorganisasjoner, forvaltning og politikere tar kunnskapsbaserte beslutninger der norsk landbruks mangesidighet er ivaretatt. I tillegg til vitenskapelig publisering benyttes analyser i betydelig grad til kronikker, foredrag og innledninger for politiske partiers og næringsorganisasjoners strategiske arbeid. Undersøkelsen er med sin vitenskapelige måling av bondens egenopplevde situasjon, holdninger og framtidstro et unikt supplement til den registerbaserte landbrukskunnskapen.

Bygdeforsknings forskning på likestillingsutfordringer i landbruket har bidratt til synliggjøring av kvinner som bønder. Den dokumenterer kjønnsstereotype forestillinger («god bonde = mann»), synliggjør hvordan kvinner og menn organiserer arbeid og beslutningsprosesser på gårdene, belyser likestillingsproblemstillinger i generasjonsskifte og gir økt bevissthet om at det trengs variert og ny type kompetanse i de landbruksbaserte nye bygdenæringene (servicetilbydere og turistverter). Begrep utformet i denne forskningen, som for eksempel «kvinnebonden» og «traktorgenet», har blitt etablert i samfunnsdebatten om likestilling i landbruket.

Prosjektet «Kjærlighet i landbruket» har ført til større oppmerksomhet og bevissthet rundt betydningen av privatrettslige avtaler mellom ektefeller/samboere. Gjennom medieoppslag, foredrag, kronikker og bidrag til landbruksorganisasjonenes opplysningsarbeid er det skapt større åpenhet, noe som gjør det enklere for landbrukspar å diskutere avtaler ved inngåelse av parforhold. Som et resultat av «Kjærlighetsprosjektet» har Norges Bondelag, Norges bygdeungdomslag og Bygdekvinnelaget utarbeidet «10 gode råd for samliv i landbruket», og det er arrangert temamøter og en konferanse om temaet.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Viktigste publikasjoner for eksempel som er presentert:

Bjørkhaug, H. og B. Brandth (2015): Litt Jane og litt Tarzan: Om makt og innflytelse i landbrukssamvirkets styrerom. I: G. Alsos, H. Bjørkhaug, A. Bolsø og E. Ljunggren (red.) *Kjønn og næringsliv i Norge*. Oslo: Cappelen Damm.

Follo, G. (red.), O. Aas, R. Almås, K. A. Holte, K. Kjestveit, B. Logstein og O. Storstad (2016): Ikke en bonde å miste – om ulykker og arbeidsevne i landbruket. R- 3/16. Trondheim: Norsk senter for bygdeforskning.

Flemsæter, F., O. Storstad, and A. Kroken. 2011. Det handler om følelser: en utredning om ubebodde landbrukseiendommer. R- 3/11. Trondheim: Norsk senter for bygdeforskning.

Haugen, M. S., B. Brandth & G. Follo (2015): Farm, family, and myself: farm women dealing with family break-up. *Gender, Place and Culture*, Vol 22(1-2):37-49.

Heggem, R. (2014): Exclusion and inclusion of women in Norwegian agriculture: Exploring different outcomes of the 'tractor gene'. *Journal of Rural Studies*, Vol 34 (2014) 263-271.

Andre relevante publikasjoner:

Almås, R. (1993) Arbeidsmiljøet i landbruket. Oslo: Landbruksforlaget.

Almås, R., M.S. Haugen, J.F. Rye og M. Villa (red.) (2008): Den nye bygda. Trondheim: Tapir akademisk forlag. (Kap 5,6,14,15,22).

Bjørkhaug, H. og A. Blekesaune (2008): Gender and work in Norwegian family farm business. *Sociologia Ruralis* 48/2:152-165.

Follo, G., M.S. Haugen og B. Logstein (2012): Skal – skal ikke? Om avtaler og samlivsbrudd i landbruket. R-12/12. Trondheim: Norsk senter for bygdeforskning.

Heggem, R. (2014): Den nye «bonden» - mellom endring og kontinuitet. Empiriske studier av rekruttering til norske landbrukseiendommer sett i lys av det multifunksjonelle landbruket. Dr. gradsavhandling, NTNU.

Storstad, O., K. A. Holte og O. Aas (2013): Ulykker og arbeidsmiljø i landbruket. Et første overblikk over sentrale HMS-forhold. R-10/13. Trondheim: Norsk senter for bygdeforskning.

Storstad, O. og L. Rønning (2014): Trender i norsk landbruk 2014. med utviklingstrekk fra 2002 til 2014. R-6/14. Trondheim: Norsk senter for bygdeforskning.

Vik, J. (2016). Fôrproduksjon, strukturutvikling og landbrukspolitikk. R-4/16. Trondheim: Norsk senter for bygdeforskning.

Vik, J. og McElwee (2011). Diversification and the Entrepreneurial motivations of farmers in Norway. *Journal of Small Business Management* 49(3): 390-410.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Offentlige dokumenter:

Meld. St. 9 (2011) *Landbruks- og matpolitikken. Velkommen til bords*. Landbruks- og matdepartementet: Oslo.

Landbruksmelding for Møre og Romsdal. Vedteke i fylkestinget 12.12.2012 (s 13-16):

<https://www.fylkesmannen.no/Images/Bilder%20FMMR/14%20Landbruk/Landbruksmelding%20-%20vedteke.pdf>

Annet:

«10 gode råd for samliv i landbruket» - utarbeidet av Norges Bondelag, Norges bygdeungdomslag og Bygdekvinnelaget (bygdekvinnelaget.no 04.04.14):

<https://www.bondelaget.no/getfile.php/13653474/Nettbutikk/Kunnskapsmaterieell/10%20Gode%20r%C3%A5d%20for%20samliv.pdf>

www.bondelaget.no: «Vil ta i bruk ny kunnskap for å få ned antall ulykker i landbruket», publisert 16.10.15.

Temakonferansen «Å elske en bonde» www.bondelaget.no publisert 9.10.2015

Vik Jostein: «Tre landbruksscenarier og et alternativ?» Innlegg på et seminar med Arbeiderpartiets programkomite, Trondheim, 29.02.2016, Vik, Jostein: «Landbrukspolitiske veivalg». Innledning til debatt om nytt næringspolitisk program for Norges bondelag. Landbrukets hus, Oslo 29.9.2015, Vik, Jostein: «Landbrukets nye politiske økonomi. Innspill til en ny landbrukspolitikk». Landbrukspolitisk seminar – Forskning for politikk. Oslo, 17.03.2016

Nyhetsoppslag:

www.bondebladet.no 03.02.17 «Færre dødsulykker i landbruket»

www.regjeringen.no 03.02.17. Viser til Ulykkesprosjektet og link til rapporten «Ikke en bonde å miste».

Nationen 14.03.2016: Krever et vedtak fra mannstoppen

Nationen 8.03.2016: Mannstungt på toppen i landbruket

Nationen 8.03.2016: Holdninger stenger odelsjentene ute

Bondebladet 22.09.16: 2,5 siders oppslag – resultater hentet fra rapporten «Ikke en bonde å miste», og en halv side om tiltakene som foreslås i rapporten

www.bondebladet.no 03.02.17 «Færre dødsulykker i landbruket»

www.regjeringen.no 03.02.17. Viser til Ulykkesprosjektet og det er link til rapporten «Ikke en bonde å miste».

Bondebladet 3.03.2015: Slik fordeler de arbeidet på gården (Video) Hun: jobber i fjøset Han: jobber med jorda (Nyhetsoppslag)

Nationen 22.10.15: HMS i landbruket – hva nå?

Bondebladet 05.11.15: Færre dødsulykker i landbruket

Bondebladet 19.11.2015: Økt kvinnefokus kan bidra til å sikre landbrukets fremtid

Hallingdølen 07.06.2014: Seks av hundre bønder skadar seg årleg

Nationen 22.12.2014: Landets farligste arbeidsplass. Kommentar av politisk redaktør Kato Nykvist.

VG 27.02.2014: Mange unge som vil inn i (inngår i en serie om generasjonsskifte i landbruket på VG-nett 24-27/2 2014) [https://web.retriever-](https://web.retriever-info.com/services/archive/displayDocument?documentId=02001920140227600d73264273b0d6c5ee388ac9c535c1&serviceld=2)

[info.com/services/archive/displayDocument?documentId=02001920140227600d73264273b0d6c5ee388ac9c535c1&serviceld=2](https://web.retriever-info.com/services/archive/displayDocument?documentId=02001920140227600d73264273b0d6c5ee388ac9c535c1&serviceld=2)

Bondebladet 21.06.12 «Lever ikke av luft og kjærlighet»

Nynorsk pressekontor 28.09.2012: «Skilsmisse verre for bønder»

Forskning.no 06.09.2012: «Tøff kjærlighet på landet»

Kilden 9.11.2012: “Tough love on the farm”.

<http://eng.kilden.forskningsradet.no/c52778/nyhet/vis.html?tid=82723>

Bondebladet 24.04.12 “Kjærlighetens økonomi-ABC”

Fylkesmannen i Rogaland: Oppslag basert på Trender: Rogalandsbønder er mer fornøgde:

<https://www.fylkesmannen.no/Rogaland/Landbruk-og-mat/Naringsutvikling/Rogalandsbonder-er-meir-fornogde/>

Referanser fra nøkkelpersoner:

Veterinærinstituttet

Veterinærinstituttet

6 case

3. Algetoksiner

Kontaktperson ved instituttet: Ingunn Samdal

A. Sammendrag

Alger produserer toksiske forbindelser som utgjør et mattrygghetsproblem og skaper store problemer for skjellnæringa. Den kjemiske strukturen på toksinene og toksisiteten varierer svært mye. Veterinærinstituttet har identifisert en rekke metabolitter fra alger som er toksiske for mennesker og dyr. Instituttet har utviklet og etablerte kjemiske metoder for kartlegging, opprensning og strukturbestemmelse av algetoksiner. Videre har instituttet produsert materiale til bruk i toksisitetsstudier samt utviklet antistoffbaserte hurtigmetoder for påvisning av algetoksiner. Veterinærinstituttet har sammen med sine internasjonale partnere rensert opp algetoksiner og bidratt i produksjonen av standarder som brukes av laboratorier som tester skjell for matmyndighetene nasjonalt og internasjonalt.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Algegiftene som kan forekomme langs norskeskysten er hovedsaklig "Diarrhetic Shellfish Poisoning" (DSP) toksiner og "Paralytic Shellfish Poisoning" (PSP) toksiner. Disse giftstoffene gir henholdsvis diaré sykdom og paralysen ved lammelser som påvirker nervesystemet. Andre grupper algegifter som pectenotoksiner (PTX), yessotoksiner (YTX) og azaspirasider (AZA) forekommer også langs kysten.

I samarbeid med nasjonale og internasjonale forskningsinstitusjoner har instituttet ved dyrking av algekulturer og høsting av algeoppblomstringer fremskaffet nok materiale til produksjon av toksinstandarder som ikke tidligere har vært kommersielt tilgjengelige. Veterinærinstituttet utviklet egne pumpe- og filteringsystemer som samlet opp alger fra sjøvann. I tillegg har vi identifisert hittil ukjente algetoksinanaloger. Isolering av toksiner fra alger tar noen uker sammenlignet med måneders arbeide ved å isolere toksiner fra giftige skjell. Derimot dannes det analoger/metabolitter i skjell som ikke kan isoleres fra alger, men for noen toksiner har det ved hjelp av enzymatiske prosesser vært mulig å framstille disse metabolittene i stor skala. Strukturbestemmelse av blant annet nye toksiner/metabolitter og renhetstest av standarder ved bruk av NMR er gjort i nært samarbeid med Universitetet i Oslo og University of Waikato, New Zealand.

Rene algetoksiner (YTX, DTX-1, pectenotoxin-2, pectenotoxin-2 secosyre og Okadasyre, framstilt av Veterinærinstituttet har blitt sendt til andre laboratorier som så har gjennomført toksisitetsstudier slik at giftigheten av de ulike toksinene kunne beskrives. I samarbeid med Norges veterinærhøgskole hvor vi har gjort sammenlignende studier av oral og intraperitoneal (i.p.)-toksisitet for yessotoksin, ble grenseverdien for yessotoksin i EUs direktiv (2002/225) hevet. Pectenotoxin -2, pectenotoxin -2 secosyre og 7-epi-pectenotoxin-2 er blitt brukt i studier av akutt toksisitet i mus (Miles et al. 2006). Pectenotoxin -2 er også blitt benyttet i toksisitetsstudier som viser toksisitet på actin cytoskjelett i humane kreftceller.

I tillegg til de overnevnte toksinene har instituttet også framstilt cyanobakterietoksiner (cylindrospermopsin, [Dha7]-microcystin-LR og nodularin-R) som er levert til National Research Center, Canada (NRC) som distribuerer disse som sertifiserte referansestandarder globalt.

Veterinærinstituttet har utviklet antistoffer og immunologisk baserte metoder for påvisning av flere algetoksiner (YTX, OA and DTXer, AZAer, Microcystiner og Pinnatoksiner). Slike metoder skal være raske og rimelige slik at de kan tas i bruk i kommersiell virksomhet. De immunologiske metodene for microcystiner og azaspiracid analysene er mest aktuelle for kommersialisering. Instituttet har nylig

startet et samarbeid med IRTA i Spania om utvikling av biosensorer basert på antistoffer utviklet ved Veterinærinstituttet.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Inntil relativt nylig var man gjennom EUs regelverk pålagt å test toksiteten av skjell ved å sprøyte ekstrakter fra skjell intraperitonealt på mus. Veterinærinstituttet har bidratt til utvikling av kjemiske og immunologiske metoder som erstatter bruk av musetesten. Resultatene fra Veterinærinstituttets forskning har vært en viktig forutsetning for endringer i EUs regelverk. Gjennom denne endringen i regelverket har antallet dyr brukt i smertevoldene forsøk i Europa falt dramatisk. Bare i New Zealand som også følger EUs regelverk, spares livet til 100 000 mus per år, etter overgang til kjemisk analyse (<https://www.sciencelearn.org.nz/videos/172-mouse-bioassays>).

Sikker tilgang på kjemiske standarder er en forutsetning for at man skal kunne gjennomføre skjelltesting ved bruk av kjemiske metoder. Metoder utviklet ved Veterinærinstituttet og materiale rensert opp ved instituttet og sertifisert gjennom en canadisk samarbeidspartner, brukes rutinemessig av kjemiske laboratorier som undersøker skjell for forekomst av toksiner.

Videre har Veterinærinstituttet med sitt materiale bidratt i gjennomføringen av toksistetsstudier av skjelltoksiner. Resultatene fra disse undersøkelsene har vist at tidligere satte grenseverdier for toksiner i skjell ikke alltid har vært korrekte. Codex Alimentarius Committee for Fish and Fishery Products (CCFFP) har på bakgrunn av funn gjort ved Veterinærinstituttet økt grenseverdien for YTX-gruppen i skjell.

Resultater fra instituttets forskning har også bidratt til bedre risikovurderinger. Etter en forgiftningsepisode i 2002 med DSP toksin i krabbe, har det vært behov for å sette en nasjonal grense for DSP-toksiner i krabbe. Instituttets forskning har frambragt resultater som har gjort det mulig å sette en nasjonal grenseverdi for DSP i krabbekjøtt. Tilsvarende ledet instituttets bidrag til at Vitenskapskomiteen for mattrygghet i 2007 kunne komme med en anbefaling mhp en grenseverdi på azaspiracider i krabbe. I 2016 utarbeidet FAO/WHO en rapport med anbefalinger over toksiske ekvivalensfaktorer (TEF) for de ulike gruppene av marine biotoksiner. Denne rapporten refererer til 30 vitenskapelige publikasjoner hvor Veterinærinstituttet har bidratt.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Miles, C. O.; Wilkins, A. L.; Munday, R.; Dines, M. H.; Hawkes, A. D.; Briggs, L. R.; Sandvik, M.; Jensen, D. J.; Cooney, J. M.; Holland, P. T.; Quilliam, M. A.; MacKenzie, A. L.; Beuzenberg, V.; Towers, N. R., Isolation of pectenotoxin-2 from *Dinophysis acuta* and its conversion to pectenotoxin-2 seco acid, and preliminary assessment of their acute toxicities. *Toxicon* 2004, 43, 1–9.

Miles, C. O.; Samdal, I. A.; Aasen, J. A. B.; Jensen, D. J.; Quilliam, M. A.; Petersen, D.; Briggs, L. M.; Wilkins, A. L.; Rise, F.; Cooney, J. M.; MacKenzie, A. L., Evidence for numerous analogs of yessotoxin in *Protoceratium reticulatum*. *Harmful Algae* 2005, 4, 1075–1091.

Rundberget, T.; Sandvik, M.; Larsen, K.; Pizarro, G. M.; Reguera, B.; castberg, T.; Gustad, E.; Loader, J. I.; Rise, F.; Wilkins, A. L.; Miles, C. O. Extraction of microalgal toxins by large scale pumping of sea water in Spain and Norway, and Isolation of okadaic acid and dinophysistoxin-2. *Toxicon* 2007, 50, 960-970.

C O Miles, T. Rundberget, M. Sandvik, A.J. Aasen, A.I. Selwood: The presence of pinnatoxins in Norwegian mussels. 01/2010; National Veterinary Institute.

Rundberget, T.; Gustad, E.; Samdal, I. A.; Sandvik, M.; Miles, C. O., A convenient and cost-effective method for monitoring marine algal toxins with passive samplers. *Toxicon* 2009, 53, 543–550.
Samdal, I. A.; Løvberg, K. E.; Briggs, L. R.; Xu J; Forsyth CJ; Miles, C. O. "Development of an ELISA for the Detection of Azaspiracids". *J. Agric. Food Chem.* 2015, 63, 7855–7861.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Webside hos National Research Council hvor referansematerialer/standarder basert på materiale fra Veterinærinstituttet er inkludert (bl.a. YTX, DTX-1, PTX-2):

http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/solutions/advisory/crm/list_product.html

FAO/IOC/WHO In *Report of the joint FAO/IOC/WHO ad hoc expert consultation on biotoxins in bivalve molluscs*, Oslo, Norway, 26.-30. Sept. 2004, 2004; p 40.

EC, Commission regulation (EU) No 2074/2005 of 5 December 2005 laying down implementing measures for certain products under Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council and for the organisation of official controls under... *Off.J.Eur.Comm.* 2005, L338, 40-41.

EC, Commission regulation (EU) No 15/2011 of 10 January 2011 amending Regulation (EC) No 2074/2005 as regards recognised testing methods for detecting marine biotoxins in live bivalve molluscs. *Off. J. Eur. Commun.* 2011, L6, 3-6.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet. Risikovurdering av azaspiracidtoksiner i krabbe og vurdering av påviste funn, Oslo, 27. febr. 2017, 2007; p 10.

FAO/WHO Technical paper: *Toxicity Equivalency Factors for Marine Biotoxins Associated with Bivalve Molluscs*; 2016; p 133. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/250663/1/9789241511483-eng.pdf?ua=1>

4. Infeksiøs lakseanemi

Kontaktperson ved instituttet: *Ikke oppgitt*

A. Sammendrag

Infeksiøs lakseanemi hos oppdrettslaks ble beskrevet ved Veterinærinstituttet i 1988, ILA-virus ble isolert i 1995 og karakterisert i 1997. Det er beskrevet to hovedvarianter av viruset; lav-virulente HPRO som er utbredte uten å gi sykdom, og høy-virulente HPR-deleterte som er årsaken til ILA-utbrudd. Studier av smittespredning har vist at smitten sprer seg mellom individer i en populasjon, mellom nærliggende populasjoner (merder i samme anlegg), og mellom naboanlegg. Over lengre avstander kan smitten spre seg med flytting av infisert fisk. Tiltak basert på kunnskap om sykdommen og spredningsmekanismer har ført til en kraftig reduksjon i antall tilfeller per år.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Basert på diagnostisk materiale innsendt til Veterinærinstituttet midt på 1980-tallet ble sykdommen infeksiøs lakseanemi beskrevet. Studier av patologiske forandringer førte, sammen med smittetest, til at sykdommen ble karakterisert som infeksiøs og overførbart. Videre studier av smittestoffet ledet til isolering og karakterisering av *Infeksiøs lakseanemi virus*. Forskningen videre har hatt tre overlappende retninger;

- Karakterisering av smitteagens/virus
- Patogenese
- Epidemiologi/smittespredning

Studier av ILA-virus har omfattet karakterisering av overflatestrukturer og -antigene forhold, virulensegenskaper og -faktorer, samt genetisk karakterisering. Viruset er vist å være et orthomyxovirus beslektet med bla influensavirus. Det er vist at viruset finnes i to hovedvarianter; en lav-virulent som er utbredt og ikke gir klinisk sykdom, og en høy-virulent som er årsak til ILA. Det er vist at genet for hemagglutinin-esterase er viktig for virulens, og hos alle virulente isolater har det skjedd en delesjon i HE-genet (HPR-deletert). De lav-virulente isolatene har komplett gensekvens i HE-genet (HPRO). Nye studier har fokusert mye på betydning av HPRO og på risiko for utvikling av HPRO til virulente stammer. For første gang er det vist hvordan HPRO utvikler seg til virulent ILAV i felt.

Patogenesestudier seinere år har vært rettet mot tropisme; hvilke celler og vev som infiseres, samt interaksjonen mellom viruset og de røde blodlegemene. Infeksjon med ILA-virus har vist at opptak av virus i fisken sannsynligvis skjer over gjellene og gjennom huden. I starten infiserer viruset epitelceller i huden, før det går inn i fisken og angriper hovedmålcellene som er endotel og røde blodlegemer. Interaksjonen mellom viruset og de røde blodlegemene er trolig essensiell for sykdomsutviklingen.

Instituttet har gjennomført epidemiologiske studier basert på innsamlede data fra ILA utbruddslokalteter, havbruksdata (populasjonsdata), og resultater fra laboratorieundersøkelser. Bruk av molekylær epidemiologi, der isolater fra utbrudd/anlegg sammenlignes, har gjort det mulig å identifisere sannsynlige smitteforbindelser mellom de enkelte utbruddene. Forskningen har omfattet både deskriptive og analytiske studier, og det er utviklet en spredningsmodell for ILA. Det er vist at horisontale smitteveier har stor betydning. Flytting av infisert fisk er en viktig smittekilde. Nær halvparten av ILA-utbruddene er sannsynligvis blitt smittet fra infisert naboanlegg, og at sannsynligheten for spredning til andre anlegg synker med økende sjøavstand. Sannsynlighet for videre smitte til nabolokalitet øker ved forsinket utslakting.

Den lav-virulente varianten av ILA virus (HPR0 ILAV) er hyppig forekommende, og den finnes både i marint- og ferskvannsmiljø. HPR0 har et geografisk mønster, og det sannsynliggjør at HPR-deletert kan utvikles fra HPR0 med en lav frekvens. Nyere studier fokuserer på å kartlegge mulige risikoindikatorer for ILA-utbrudd der smitteskilden er ukjent.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Tidlige studier som dokumenterte at ILA var en smittsom sykdom la grunnlaget for at forvaltningen innførte generelle smittehygieniske krav ved fiskeoppdrett, samt spesielle rettet mot ILA, for å bryte smitteoverføring mellom fiskegenerasjoner på samme lokalitet, samt spredning mellom lokaliteter og regioner. Det førte til en kraftig reduksjon i antall tilfeller av ILA, fra et maksimum på 100 i 1990 til om lag 10 per år de siste 15 årene (variasjon fra ett til 16). Nyere forskning har gitt bedre diagnostiske metoder og mer kunnskap om smittespredning. Dette har bidratt til mer effektiv kontroll og bekjempelse ved utbrudd. Kunnskapen blir benyttet av forvaltningen blant annet til å definere bekjempelsessoner rundt enkeltinnlegg eller områder hvor det forekommer ILA-utbrudd.

Forskningen om smitteopptak og patogenese er også viktig i forbindelse med forståelse av hvorfor fisken blir syk. Slik kunnskapen kan bidra i utvikling av nye vaksiner og vaksinasjonsstrategier mot ILA.

I et oppslag på ilaks.no høsten 2015 ble kostnadene ved ILA-epidemiene i 2014/2015, som omfattet 15 utbrudd, anslått til opp mot 1,4 mrd NOK, bare i tapt slakteverdi for destruert fisk. Dette illustrerer betydningen av sykdomsovervåking, tidlig diagnose, samt rask og effektiv bekjempelse når utbrudd oppstår, for å hindre videre spredning.

ILA har også gitt utbrudd hos oppdrettslaks på Færøyene, Skottland, Canada og Chile, med tildels katastrofale konsekvenser for oppdrettsindustrien. ILA er derfor blitt en internasjonalt meldepliktig sykdom i følge regelverket til Verdens dyrehelseorganisasjon (OIE). Veterinærinstituttet er, basert på forskningsbasert kunnskap om sykdommen, oppnevnt som OIE-referanselaboratorium for ILA, samt i utvikling av nye strategier for overvåking av viruset.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

De fem artiklene under er av de mest aktuelle og relevante for dagens forskningsaktivitet ved Veterinærinstituttet relatert til ILA. Den sjette er akseptert, men ikke publisert enda.

- Aldrin M, Lyngstad TM, Kristoffersen AB, Storvik, B, Borgan Ø & Jansen PA. Modelling the spread of infectious salmon farms based on seaway distances between ISA virus isolates. *Journal of the Royal Society Interface* 2011, 8: 1346-1356.
- Lyngstad TM, Hjortaas MJ, Kristoffersen AB, Markussen T, Karlsen ET, Jonassen CM & Jansen PA. Use of molecular epidemiology to trace transmission pathways for infectious salmon anaemia virus (ISAV) in Norwegian salmon farming. *Epidemics* 2011, 3: 1-11.
- Aamelfot M, Dale OB, Weli SC, Koppang EO & Falk K. Expression of the infectious salmon anemia virus receptor on Atlantic salmon endothelial cells correlates with the cell tropism of the virus. *Journal of Virology* 2012, 86: 10571-10578.
- Lyngstad TM, Kristoffersen AB, Hjortaas MJ, Devold M, Aspehaug V, Larsen RB & Jansen PA. Low virulent infectious salmon anaemia virus (ISAV-HPR0) is prevalent and geographically structured in Norwegian salmon farming. *Diseases of Aquatic Organisms* 2012, 101:197-206.
- Aamelfot M, Christiansen DH, Dale OB, McBeath A, Benestad SL & Falk K. Localised infection of Atlantic salmon epithelial cells by HPR0 infectious salmon anaemia virus. *Plos One* 2016, 11(3): e0151723. DOI.org/10.1371/journal.pone.0151723.

- Christiansen DH, McBeath AJA, Aamelfot M, Matejusova I, Fourrier M, White P, Petersen PE & Falk K. First field evidence of the evolution from a non-virulent HPR0 to a virulent HPR-deleted infectious salmon anaemia virus (ISAV). *Journal of General Virology*, accepted.

De fire artiklene under er eldre publikasjoner som er helt grunnleggende for forskningsaktiviteten som pågår mot ILA i dag ved Veterinærinstituttet.

- Thorud KE & Djupvik HO. Infectious salmon anaemia in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 1988, 8: 109-111.
- Dannevig BH, Falk K & Namork E. Isolation of the causal virus of infectious salmon anaemia (ISA) in a long-term cell line from Atlantic salmon head kidney. *Journal of General Virology* 1995, 76(6): 1353-1359.
- Falk K, Namork E, Rimstad E, Mjaaland S & Dannevig BH. Characterization of infectious salmon anemia virus, an orthomyxo-like virus isolated from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Virology* 1997, 71: 9016-9023.
- Mjaaland S, Hungnes O, Teig A, Dannevig BH, Thorud K & Rimstad E (2002) Polymorphism in the infectious salmon anemia virus hemagglutinin gene: importance and possible implications for evolution and ecology of infectious salmon anemia disease. *Virology* 2002, 304: 379-391.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

- iLaks 04.10.2015. 7,6 millioner destruert ILA-laks hemmer Nord-Norge.
<http://ilaks.no/76-millioner-destruert-ila-laks-hemmer-nord-norge/>
- Skjeret F, Hagen KP & Nøstbakken L. Samfunnsøkonomisk analyse av Veterinærinstituttets innsats innen fiskehelse. Samfunns og næringslivsforskning AS, Rapport 05/16, 68 pp.
- OIE World Organisation for Animal Health 2016. Manual of diagnostic tests for aquatic animals, Infection with infectious salmon anaemia virus.
http://www.oie.int/index.php?id=2439&L=0&htmfile=chapitre_isav.htm
- --
- --

5. Utvikling av effektive verktøy for diagnostikk og overvåking av krepsepest

Kontaktperson ved instituttet: Trude Vrålstad

A. Sammendrag

Veterinærinstituttet har gjennom forskning utviklet effektive molekylære verktøy for krepsepestdiagnostikk og eDNA-basert smittesporing i vann. Diagnostikkmetoden er implementert i OIE. Den har sikret rask sykdomsoppløring, avslørt nye arter som bærere av krepsepest, og gjeneskapt norsk krepsepesthistorie gjennom analyse av historisk materiale. eDNA basert sporing av krepsepestsmitte i vann ble implementert i nasjonal overvåking av krepsepest 2016, og medfører redusert bruk av levende dyr i sykdomsovervåkingen og muliggjør flerartsovervåking. Samlet har forskningen bidratt til faglig fundert grunnlag for forskrifter og smittereduserende tiltak, økt bevissthet om krepsepest i samfunnet, avslørt nye smittereservoarer, og påvirket vurderinger rundt import av eksotiske krepsdyr for akvakultur.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Edelkreps er rødlistet i Norge og IUCN, og anses for sterkt truet etter introduksjon av Nordamerikansk kreps. Disse er friske smittebærere av eggsporesoppen *Aphanomyces astaci*, en av Europas [100 verste invaderende arter](#), som forårsaker krepsepest og total dødelighet hos europeisk ferskvannskreps. Sykdommen ble første gang observert i Europa på 1860-tallet, og rammet Norge i 1971. Etter dette har den herjet flere norske vassdrag. Repeterte, kostnadskrevende forsøk på å reetablere edelkreps på 1990-tallet har mislyktes på grunn av tilbakevendende utbrudd av krepsepest, kombinert med begrenset kunnskap om sykdommens persistens og smittereservoarer. Veterinærinstituttet har alltid hatt en aktiv rolle i å bistå myndighetene med sykdomsoppløring og råd for å minimere smittespredning av krepsepest. Imidlertid var tilgjengelig diagnostisk metode basert på dyrkning og smiteforsøk, som kunne ta flere måneder i Europas beste laboratorier. I perioden 1971-2004 lyktes det aldri Veterinærinstituttet å stille en sikker krepsepestdiagnose. I 2005 satset instituttet på å styrke krepsepestdiagnostikk og forskning. Det ledet til utviklingen av en molekylær metode¹ som påviser og kvantifiserer DNA fra *A. astaci* i vevsprøver på 1-2 dager. Metoden ble testet og validert i Norge og internasjonalt, og regnes som svært spesifikk og den mest sensitive hurtigmetoden for påvisning og kvantifisering av krepsepest. Den ble også et nytt verktøy for bestemmelse av smittestatus og prevalens hos nordamerikansk kreps, og bidro videre til å oppklare norsk krepsepesthistorie tilbake til 1971². De siste 10 år har Veterinærinstituttet ledet eller deltatt i forskningsaktivitet som har resultert i 15 internasjonale fagfelleurderte artikler på tema kreps og krepsepest, og nærmere 10 rapporter for forvaltningen. Spesielt har prosjektet «Advanced monitoring of the introduced crayfish plague (*Aphanomyces astaci*) for improved management of endangered freshwater crayfish» [NFR183986](#) bidratt til å utvikle effektive og pålitelige verktøy for å påvise krepsepestsmitte i naturlige vannsystemer³. Bidragene og funnene i prosjektet oppsummeres i Forskningsrådets faktaark fra Miljø 2015 programmet⁴. I det oppfølgende og pågående forskningsprosjektet «Targeted strategies for safeguarding noble crayfish against alien and emerging threats» [NFR243907](#) videreutvikler Veterinærinstituttet miljø-DNA (eDNA) baserte sporingssystemer for påvisning av krepsepest, edelkreps og signalkreps i samme vannprøve. Forskningsaktiviteten har bragt Veterinærinstituttet inn i styringskomiteen i COST-aksjonen [DNAqua-Net](#) (CA15219; Developing new genetic tools for bioassessment of aquatic ecosystems in Europe), hvor hovedmålet er å etablere juridisk bindende gullstandarder for genetiske verktøy til bioovervåking av Europas vannressurser. Internasjonalt promoterer eDNA overvåking som en miljøvennlig, dyrevelferdsfremmende og kostnadseffektiv overvåkingsteknologi, og gjennom krepsepestforskningen ligger Veterinærinstituttet langt framme i å etablere dette for akvatisk sykdomsovervåking⁵.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant

For at Mattilsynet og Miljødirektoratet skal kunne iverksette fungerende tiltak for sykdomskontroll og vern av edelkreps er tidlig oppdagelse av krepsepestsmitte og signalkreps en forutsetning. Veterinærinstituttets forskning har forbedret forutsetningene og vesentlig påvirket forvaltningen av, og bevisstheten om, krepsepest og truet edelkreps. Impact av forskningen inkluderer:

- Bruk av ny analysemetode både for krepsepestdiagnostikk og bestemmelse av smittestatus hos introdusert Nordamerikansk kreps i Norge, Europa og internasjonalt (Asia, Amerika). Metoden ble implementert i OIE-manualen for akvatiske dyresykdommer i 2012⁶. Metoden har drastisk forbedret oppklaringstid og analytisk pålitelighet, som har gitt myndighetene solid vitenskapelig fundert grunnlag for rask fastsetting av forskrifter og nødvendige, ofte kontroversielle, tiltak for å hindre smittespredning, eksempelvis stengningen av Ørje sluser⁷.
- Implementering av et nytt eDNA-konsept for nasjonal overvåking av krepsepest⁵. Fram til 2015 ble overvåkingen utført med levende edelkreps i bur, hvor dødelighet og positiv krepsepestdiagnose hos burkreps avgjorde smittestatus på lokaliteten. Veterinærinstituttets forskning, som også oppnådde omtale i Europakommisjonens «Science for Environment Policy»⁸, muliggjør sporing av krepsepestsmitte direkte i vannprøver ved lave konsentrasjoner og med høy presisjon. Det reduserer bruk av levende edelkreps i sykdomsovervåking⁵. Sporingemetoden er også benyttet til oppklaring av krepsepestutbrudd (Mossevasdraget 2016).
- Økt bevissthet om krepsepest i samfunnet, spesielt i lokalsamfunn der krepsefiske står sentralt. Det reflekteres gjennom en rekke nyhetsinnslag (NRK og lokalaviser) og lokale tiltak for økt bevisstgjøring, f.eks. Østfoldmuseenes utstilling «Stopp pesten, redd edelkrepsen!»⁹.
- Avsløring av at flere arter enn Nordamerikanske kreps kan være bærere av krepsepestsmitte, eksempelvis ferskvannskrabber og Australsk kreps. Dette har økt oppmerksomheten om mulige konsekvenser av import av eksotiske krepsdyr. Veterinærinstituttets forskning og forskere bidro til VKMs konklusjon om at import av Australsk rødklokrepser for akvakultur i Norge vil kunne ha med seg følgeorganismer som kan være skadelig for norsk fauna, inkludert krepsepest¹⁰.

Samfunnsverdien ved vern av truede arter kan vanskelig tallfestes, men kontrolltiltak og reparasjon etter ødeleggelse kan være kostnadskrevenende. Føre-vår prinsipper, juridiske reguleringer og teknologisk gode overvåkningsmetoder er verktøy som setter land i stand til å verne og forvalte truede arter. Selv om edelkreps fremdeles finnes i mange Europeiske land er Norge i bedre posisjon til å sikre varig vern av edelkreps p.g.a. egnende lokaliteter, godt regelverk og god metodikk. Veterinærinstituttets forskere har, i samhandling med andre miljøinstitutter og norsk forvaltning, modernisert diagnostikk og overvåkningsmetoder, økt kunnskapsgrunnlaget, påvirket myndighetenes beslutninger, og bidratt med faglig funderte argumenter til å holde fanen høyt for føre-vår prinsippet og til dels upopulære tiltak og beslutninger.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

1. Vrålstad T, Knutsen AK, Tengs T, Holst-Jensen A. 2009. A quantitative TaqMan® MGB real-time polymerase chain reaction based assay for detection of the causative agent of crayfish plague *Aphanomyces astaci*. *Veterinary Microbiology* **137**: 146-155. doi: 10.1016/j.vetmic.2008.12.022
2. Vrålstad T, Strand DA, Grandjean F, Kvellestad A, Håstein T, Knutsen AK, Taugbøl T, Skaar I. 2014. Molecular detection and genotyping of *Aphanomyces astaci* directly from preserved crayfish

samples uncovers the Norwegian crayfish plague disease history. *Veterinary Microbiology* **173**: 66-75. doi: 10.1016/j.vetmic.2014.07.008

3. Strand DA, Jussila J, Johnsen SI, Viljamaa-Dirks S, Edsman L, Wiik-Nielsen J, Viljugrein H, Enghdahl F, Vrålstad T, **2014**. Detection of crayfish plague spores in large freshwater systems. *Journal of Applied Ecology* **51**: 544-553. doi: 10.1111/1365-2664.12218
4. Faktaark fra Miljø2015. Kan edelkrepsen reddes? [Faktaark 3-14](#). Norges forskningsråd.
5. Vrålstad T, Strand DA, Rusch JC, Toverud Ø, Johnsen SI, Tarpai A, Møller PR, Gjevre AG. 2017. The surveillance program for *Aphanomyces astaci* in Norway 2016. ISSN 1894-5678. *Surveillance programmes for terrestrial and aquatic animals in Norway. Annual report 2016*. Oslo: Norwegian Veterinary Institute; 2016. Publiseres i løpet av april på <http://www.vetinst.no/overvaking/krepsepest>

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

6. OIE, 2016. [Crayfish plague \(*Aphanomyces astaci*\)](#). In: Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals. OIE (World Organisation of Animal Health), Chapter 2.2.1. (accessed 26.03.17).
7. [Krepsekrigen i Haldenvassdraget](#). Uniforum 23.08.2012.
8. [Science for Environment Policy, 27 February 2014, Issue 363: Crayfish plague detection: new techniques tested. European Commission DG Environment News Alert Service](#)
9. Utstillingen "Stopp pesten! Redd edelkrepsen!" åpnet i 2012 på Haldenvassdragets kanalmuseum: <https://arkiv.ostfoldmuseene.no/ukategorisert/stopp-pesten-redd-edelkrepsen/>
10. VKM. 2016. Risk assessment on import of Australian redclaw crayfish to Norway. Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare, ISBN: 978-82-8259-254-3, Oslo, Norway. <http://vkm.no/dav/9919c33c6b.pdf>

6. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* CC398 in Humans and Pigs in Norway: A “One Health” Perspective on Introduction and Transmission

Kontaktperson ved instituttet: Carl Andreas Grøntvedt

A. Sammendrag

Methicillin-resistent *Staphylococcus aureus* (MRSA) er årsak til infeksjoner hos dyr og mennesker, og noen typer MRSA kalt husdyr-MRSA (vanligst CC398) kan etableres og spres i husdyrpopulasjoner (særlig svinebesetninger) som et smittereservoar til mennesker. Norge har som eneste land i verden valgt å bekjempe husdyr-MRSA i svinepopulasjonen. I vår studie ble alle rapporterte tilfeller av MRSA CC398 fra mennesker og svin i Norge mellom 2008-2014 undersøkt. Studien identifiserte smitteveier for introduksjon og spredning med avgjørende betydning for å forebygge MRSA-smitte til og mellom norske husdyrbesetninger, og i et én-helse perspektiv hindre at svinebesetninger blir en kilde for MRSA-smitte til mennesker.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Norge har valgt en unik overvåkning- og kontrollstrategi for husdyr-MRSA (MRSA CC398) i svinebesetninger. Denne strategien danner grunnlag for en studie gjort i samarbeid mellom veterinær- og humanmedisinske fagmiljø, forvaltningsmyndigheter, og mellom norske og danske referanselaboratorier.

Allerede i 2008 viste en tverrsnittstudie fra EFSA en høy forekomst av MRSA hos svin mange sør- og mellom-europeiske land, mens det i den norske svinepopulasjonen har vært dokumentert lav forekomst gjennom NORM-VET og overvåkningsprogram fra 2011 og fremover. Norge regnes også som et lav-prevalens land hva gjelder forekomst av MRSA blant mennesker, og MRSA hos mennesker er en meldepliktig sykdom.

Den aktuelle studien beskriver epidemiologiske data fra alle rapporterte og identifiserbare funn av MRSA CC398 fra svinebesetninger og mennesker i perioden 2008 til og med 2014. På husdyrsiden gjelder dette funn gjort gjennom overvåkning, kontaktsporing, utbruddsopklaring og funn i rutinediagnostikk. I tillegg, er alle MRSA-isolatene undersøkt med helgenomsekvensering. Fylogenetiske studier, i kombinasjon med sammenlignende undersøkelser med MRSA fra andre land er i studien brukt for å verifisere og utdype de epidemiologiske observasjonene.

Samlet sett gis det i studien en fullstendig oversikt over alle funn av MRSA CC398 fra svin og mennesker i studieperioden. Studien gir ny viten om menneskers betydning for introduksjon av husdyr-MRSA til den norske svinepopulasjonen. Dette er funn som også kan ha betydning for andre lukkede svinepopulasjoner (fra nasjonalt nivå til besetningsnivå). Videre dokumenteres ulike smitteveiers betydning for videre spredning til andre svinebesetninger, hovedsakelig gjennom handel med levende svin, men også via mennesker og bil til livdyrtransport, og til mennesker med yrkesmessig tilknytning til svineproduksjon. Det ble i studieperioden ikke observert smitte med husdyr-MRSA fra norske svinebesetninger til befolkningen for øvrig, noe som indikerer at kontrollstrategien er en suksess med tanke på målsetningen om å hindre MRSA-smitte fra svinebesetninger til mennesker.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant

I flere land med lav prevalens av MRSA i befolkningen, som Nederland og Danmark, har husdyr-MRSA bidratt til en betydelig økning i forekomsten av MRSA blant mennesker. I Norge vil en etablering og spredning av husdyr-MRSA blant produksjonsdyr, særlig svinebesetninger, kunne føre til en liknende

utvikling der landbruket blir en vedvarende innenlandsk kilde for MRSA-smitte til mennesker. Folkehelseinstituttet har beregnet at en endemisk forekomst av husdyr-MRSA i svinepopulasjonen vil medføre årlige ekstrakostnader for helsevesen og samfunn på i overkant av 200 millioner norske kroner. Overvåkning og bekjempelse av husdyr-MRSA i svinepopulasjonen har også betydelige kostnader, men en samfunnsøkonomisk analyse offentliggjort av Mattilsynet i 2016 viser at det i et 10-årsperspektiv vil være samfunnsøkonomisk lønnsomhet knyttet til en forvaltningsstrategi som har som mål å holde den norske svinepopulasjonen fri for MRSA. Studien omtalt i dette dokumentet har hatt stor betydning i utarbeidelsen til den samfunnsøkonomiske analysen og spredningsmodellen fra Veterinærinstituttet som den bygger på. Funnene har også hatt stor betydning for å optimalisere råd, regelverk og retningslinjer om forebyggelse av introduksjoner og spredning til svinepopulasjonen og andre husdyrpopulasjoner, og innretning av overvåkningsprogram.

Gjennom nært samarbeid mellom myndigheter, fagmiljø og husdyrnæring har man i Norge gjennomført en unik nasjonal strategi i svinepopulasjonen som så langt har bidratt til å forebygge at husdyr-MRSA etableres og spres i landbruket og fra svinebesetninger til befolkningen for øvrig. Den aktuelle studien og den norske strategien har fått omfattende interesse fra fagfolk, politikere og presse i Norge så vel som i utlandet. Studien ble presentert sammen med den samfunnsøkonomiske analysen og overrekkelse av NORM-VET rapporten for 2015 på et seminar ved Veterinærinstituttet i september 2016. På dette seminaret var representanter fra myndigheter og departement, inkludert Landbruks- og matminister Jon Georg Dale, næring, medier og andre institutt tilstede. Av mediedekning kan nevnes deltagelse i TV-dokumentar produsert av Danmarks Radio som senere også sendt i sin helhet på NRK som URIX spesialsending, intervju i NRK Ekko, omtale i NRK distriktssendinger/Norge i dag og i avisartikler i forskjellige andre medier. Studien og den norske strategien er også presentert ved flere nasjonale og internasjonale seminar og kongresser i 2016. Veterinærinstituttet er også inviterte deltagere i den danske MRSA-ekspertgruppen nedsatt av Fødevareministeriet, og presenterte sammen med representant fra Mattilsynet de norske erfaringene i en høring om husdyr-MRSA ved det danske Folketinget i mars 2017.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Grøntvedt CA, Elstrøm P, Stegger M, Skov RL, Andersen PS, Larssen KW, et al. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* CC398 in Humans and Pigs in Norway: A "One Health" Perspective on Introduction and Transmission. *Clinical Infectious Diseases*. 2016;63(11):1431-8.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Samfunnsøkonomisk analyse av aktuelle tiltak for å forebygge spredning av MRSA i norsk svinehold. Mattilsynet, rapport, 2016. URL:

https://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/dyrehelse/smitte_mellom_dyr_og_mennesker/MRSA/

Spredningsmodell og samfunnsøkonomisk analyse av tiltak mot LA-MRSA. Veterinærinstituttet, Rapport 13 – 2016. URL: <http://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2016/spredningsmodell-og-samfunnsokonomisk-analyse-av-tiltak-mot-la-mrsa>

NORM/NORM-VET 2015. Usage of Antimicrobial Agents and Occurrence of Antimicrobial Resistance in Norway. Tromsø / Oslo 2016. ISSN:1502-2307 (print) / 1890-9965 (electronic).

NORM/NORM-VET 2014. Usage of Antimicrobial Agents and Occurrence of Antimicrobial Resistance in Norway. Tromsø / Oslo 2015. ISSN:1502-2307 (print) / 1890-9965 (electronic).

7. Identifisering og karakterisering av nye fiskevirus

Kontaktperson ved instituttet: Atle Lillehaug

A. Sammendrag

Infeksiøs lakseanemi virus var det første «nye» viruset som ble beskrevet hos oppdrettsfisk ved Veterinærinstituttet i 1995. I 2010 ble *Piscint orthoreovirus* (PRV), satt i sammenheng med hjerte- og skjelettmuskelbetennelse hos laks (HSMB), beskrevet i samarbeid med forskere ved Columbia University, USA. Viruset er patentert, og videre forskning har vært rettet mot utviklingen av diagnostiske metoder, kartlegging av utbredelse, patogenesestudier og vaksineutvikling. Tilsvarende metodikk med «high-throughput sequencing» som for PRV er seinere benyttet for å beskrive *Piscint myocarditt virus* (2010), årsak til cardiomyopati syndrom hos laks (CMS), *Salmon gill poxvirus* (SGPV) og en ny variant av *Piscint orthoreovirus* i regnbueørret, PRV- *Oncorhynchus mykiss*.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Identifisering og karakterisering av nye virus som gir sykdom hos oppdrettsfisk tar utgangspunkt i diagnostisk materiale som Veterinærinstituttet mottar fra fiskehelsetjenester og oppdrettsaktører. Sykdomsoppløring er basert på patologiske studier, i første rekke histologi, som basis for å karakterisere sykdomsforandringene og identifisere fellestrekk mellom utbrudd. Sammen med epidemiologiske analyser og infeksjonsstudier for å reproducere sykdommen gir dette grunnlag for å karakterisere tilstanden som sannsynlig infeksjons.

Banebrytende teknologi innen sekvensering av nukleinsyrer i stor skala sammen med bioinformatikk er benyttet for å identifisere ukjente infeksjøs agens fra fisk med den aktuelle sykdomstilstanden, såkalt pyrosekvensering. Pyrosekvenseringsteknikker er også tatt i bruk for å beskrive genuttrykk til immunceller fra laks i kultur, og kan derfor benyttes for å karakterisere fiskens ulike aktiverte gener fra B-celler kan identifiseres med PCR-metodikk.

Sekvens-resultatene for de nye virusene danner grunnlag for diagnostiske metoder (PCR-metodikk) for påvisning av de aktuelle smittestoffene i fisk. Gensekvenser er også benyttet til å produsere proteinkomponenter fra virusene, selv om det ikke er mulig å dyrke dem. Basert på slike rekombinante virusproteiner kan metoder som immunhistokjemi utvikles.

For mange virussykdommer har forsøk på å utvikle vaksiner mislyktes eller de er ikke effektive nok til å forhindre utbrudd. Veterinærinstituttet jobber aktivt med å generere kunnskap om samspillet mellom ulike patogener og verten. Dette benyttes inn i utvikling av nye målstyrte vaksinestrategier der vaksiner kan skreddersys til å gi beskyttende immunresponser. Erfaringer fra modeller fra kjente virus, kan også overføres til vaksineutvikling for nye virus i norsk oppdrettsfisk.

Norsk oppdrettsnæring er i stadig endring, og nye arter tas i bruk, da spesielt i form av rensefisk for bekjempelse av lakselus. Dette øker risiko for introduksjon av nye smittsomme sykdommer. Kohabitering av ulike arter øker også muligheten for overføring av nye sykdommer. Veterinærinstituttet er involvert i flere prosjekter hvor sykdomsstatus hos de nye artene overvåkes og hvor risiko for introduksjon av sykdommer undersøkes.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Identifisering og karakterisering av nye virus som gir sykdom har gjort det mulig å utvikle metoder for å påvise og identifisere viruset i syk fisk og friske smittebærere, både villfisk og i oppdrett. Studier av patogenese benytter slik metodikk sammen med patologi-studier. Metodene er benyttet direkte i forbindelse med sykdomsutbrudd, men også i overvåkingssammenheng, både i ville og oppdrettede fiskepopulasjoner.

Smittespredningsmekanismer og studier av smittereservoar er andre forskningstemaer basert på PCR-metodikk og sekvenseringsanalyser. Sekvensering og sammenligninger av isolater av samme virus benyttes for å beskrive spredningsmønster og opprinnelse for smittestoffene.

Kunnskap om og muligheter til spesifikt å kunne påvise sykdomsagens er grunnleggende for å kunne evaluere betydningen av sykdommen, samt legge strategier for sykdomsovervåking og -kontroll.

Et eksempel på betydningen av å kunne påvise virus i vev, er utredningen av årsakssammenhenger ved melanin i muskulaturen til laks ved slakting. Slike pigmentflekker i filéene er det største kvalitetsproblemet norsk lakseproduksjon har; om lag 25% av filéene har melaninflekker. De fører til store tap pga lavere pris og merarbeid ved foredling. Patologistudier av melaninflekkene har vist at disse er assosiert med funn av PRV, og epidemiologiske studier pågår for å avklare i hvilken grad det er sammenheng mellom melanin ved slakting og forekomst av PRV og andre virusinfeksjoner.

En diagnostisk metode for påvisning av SGPV er lisensiert fra Veterinærinstituttet til Patogen Analyse, Pharmaq Analytic og Fish Vet Group gjennom ikke-eksklusive kommersielle lisenser for å både kunne sikre Veterinærinstituttet tilgang til data om utbredelse av viruset på nasjonalt nivå og samtidig bidra til verdiskapingen for de kommersielle lisenstakerne.

En diagnostisk metode for påvisning av PRV, utviklet av University of Colombia i samarbeid med Veterinærinstituttet er lisensiert til Patogen Analyse AS og har bidratt til verdiskaping i næringen gjennom store volumer av analyser fra næringen nasjonalt som igjen har bidratt til optimalisering av lakseproduksjon. Denne optimaliseringen av produksjonen har bidratt til lavere dødelighet i næringen og således mer effektiv produksjon.

Identifisering av virale agens og videre karakterisering av både virus og immunresponser er helt sentralt for å kunne utvikle effektive vaksiner mot virussykdommer. Veterinærinstituttet er en viktig bidragsyter til dette arbeidet gjennom en rekke samarbeidsprosjekter med ulike næringsaktører, med fokus både på vaksinedesign, kvantifisering av immunresponser etter vaksiner og epidemiologiske studier av vaksineringsseffekt i felt.

Det er ikke mulig å angi noen økonomisk verdi på disse oppdagelsene da de bidrar til et ikke-kvantifiserbart redusert tap i næringa både på kort og lang sikt.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Palacios G, Løvoll M, Tengs T, Hornig M, Hutchison S, Hui J, Kongtorp RT, Savji N, Bussetti AV, Solovyov A, Kristoffersen AB, Celone C, Street C, Trifonov V, Hirschberg DL, Rabadan R, Egholm M, Rimstad E & Lipkin WI. Heart and skeletal muscle inflammation of farmed salmon is associated with infection with a novel *Reovirus*. PLoS ONE 2010, 5(7): e11487. DOI: 10.1371/journal.pone.0011487.
- Løvoll M, Wiik-Nielsen J, Grove S, Wiik-Nielsen CR, Kristoffersen AB, Faller R, Poppe T, Jung J, Pedamallu CS, Nederbragt AJ, Meyerson M, Rimstad E & Tengs T. A novel totivirus and piscine reovirus (PRV) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) with cardiomyopathy syndrome (CMS). Virology Journal 2010, 7:309. DOI: 10.1186/1743-422X-7-309.
- Markussen T, Dahle MK, Tengs T, Løvoll M, Finstad ØW, Wiik-Nielsen CR, Grove S, Lauksund S, Robertsen B & Rimstad E. Sequence analysis of the genome of *Piscine orthoreovirus* (PRV) associated with heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) in Atlantic Salmon (*Salmo salar*). PLoS ONE 2013, 8(7): e70075. DOI:10.1371/journal.pone.0070075.
- Gjessing MC, Yutin N, Tengs T, Senkevich T, Koonin E, Rønning HP, Alarcon M, Ylving S, Lie KI, Saure B, Tran L, Moss B & Dale OB. *Salmon gill poxvirus*, the deepest representative of the *Chordopoxvirinae*. Journal of Virology 2015, 18:9348-9367. DOI.org/10.1128/JVI.01174-15.

- Olsen AB, Hjortaas M, Tengs T, Hellberg H, Johansen R. First description of a new disease in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)) similar to heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) and detection of a gene sequence related to *Piscine orthoreovirus* (PRV). PLoS ONE 2015, 10(7): e0131638. DOI:10.1371/journal.pone.0131638.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

- Skjeret F, Hagen KP & Nøstbakken L. Samfunnsøkonomisk analyse av Veterinærinstituttets innsats innen fiskehelse. Samfunns- og næringslivsforskning AS, Rapport 05/16, 68 pp.
- ---
- ---
- ---

8. Prionforskning

Kontaktperson ved instituttet: Sylvie Benestad

A. Sammendrag

Forskningen på prionsjukdommer hos dyr utført ved Veterinærinstituttet de siste 20 årene har gitt meget gode resultater. Disse har hatt stor betydning for håndteringen av sjukdommene med betydelige positive økonomiske ringvirkninger for både næring og forvaltning. Identifisering og karakterisering av Nor98 skrapesjuka og den nylige diagnostiseringen av skrantesjuka hos hjortedyr, har satt instituttet i førersetet internasjonalt. Forskningen utført ved Veterinærinstituttet viser at det sannsynligvis er 2 typer skrantesjukaerprioner i Norge. Sjukdommen som er diagnostisert på reinsdyr er meget lik den som er beskrevet i Nord Amerika, mens den som er påvist på elg ikke har vært beskrevet tidligere.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

I 1998 ble en ny type skrapesjuka hos sau diagnostisert ved Veterinærinstituttet. Sjukdommen ble kalt Nor98. Smittestoffet (prioner) viste seg å være så forskjellig fra klassisk skrapesjuka at Nor98 ble utfordrende å diagnostisere med de diagnostiske testene man da hadde tilgjengelig. På grunn av uoverensstemmelse mellom testresultatene, tok det flere år før EUs referanselaboratorium godkjente diagnosen. Veterinærinstituttets forskning har bidratt til at en av produsentene av diagnostiske tester har klart å utvikle en test som skiller Nor98 fra klassisk skrapesjuka. Denne testen (ELISA TeSeE test) er en av de mest brukte i TSE diagnostikk internasjonalt.

Veterinærinstituttet deltok aktivt i flere Europeiske prosjekter, og i dag er sjukdommen vel karakterisert. Instituttets arbeid har tilført ny kunnskap om diagnostikk, genetikk, epidemiologi, patogenese og overførbarehet av sjukdommen. Nor98 er nå påvist i de fleste landene i Europa. I tillegg er den påvist i USA, Canada, Japan, og ikke minst i tilsynelatende skrapesjukaefrie land som Australia og New Zealand.

Veterinærinstituttets forskning og resultater fra skrapesjukaarbeidet, gjorde instituttet i stand til raskt å stille diagnosen skrantesjuka på en rein fra Nordfjella (grensetraktene mellom Buskerud og Sogn og Fjordane) i mars 2016. Senere på våren ble skrantesjukediagnosen stilt på to elger fra Sør Trøndelag. Resultater fra instituttets undersøkelser viste at forandringene hos rein var forskjellige fra de man så hos elgene. Landbruks- og matmyndighetene så at det var stort behov for ny kompetanse på feltet, og Veterinærinstituttet ble bedt om å starte forskning på skrantesjuka. Dette lot seg gjøre fordi Veterinærinstituttet kunne bygge på omfattende kompetanse og viktig erfaring fra tidligere forskning på skrapesjuka.

Hittil har forskningen på skrantesjuka ved Veterinærinstituttet gått på å karakterisere de to typene av skrantesjuka som er diagnostisert i Norge. Sjukdommen på rein ser ut til å være forårsaket av samme priontype som forekommer hos hjortedyr i Amerika. Dette er godt beskrevet i en rekke vitenskapelige publikasjoner. Elgtypen av smittestoffet er imidlertid ikke tidligere beskrevet på verdensbasis, og dette åpner for spørsmål i forhold til opprinnelse, epidemiologi og potensiale for å smitte mennesker.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Diagnostikk: atypisk skrapesjuka (Nor98) var meget utfordrende å diagnostisere. Enkelte validerte europeiske tester fungerte ikke optimalt. Veterinærinstituttet har hatt tett samarbeid med EU's referanselaboratorium (England) for å informere testbrukerne. Forskning på Nor98 i samarbeid med Bio-Rad førte til både optimalisering av en ELISA test (TeSeE ELISA) som screening test og til

utviklingen av en ny test (: TeSeE western blot) som i dag er den mest brukte testen for å bekrefte TSE-funn.

Siden 2004 har Benestad deltatt i «TSE community reference laboratory strain typing expert group (STEG)». I 2005 ble en geit i Frankrike funnet smittet med BSE (zoonose) og en omfattende testing ble implementert for å sjekke om hvert skrapesjuketilfelle ikke egentlig var BSE. Norsk forskning har vist at Nor98 kan skilles klart fra klassisk skrapesjuka og fra BSE. For tilfeller av Nor98 ble det da unødvendig å bruke tid og ressurser for å avkrefte BSE.

Forvaltning: Alle sauer i en flokk hvor skrapesjuka var diagnostisert ble tidligere slaktet og destruert og gården stengt for småfe i 5 år. Norske epidemiologiske studier har vist at Nor98 er lite smittsom, og den norske forvaltningen for Nor98 ble derfor mindre omfattende enn for klassisk skrapesjuka. For Nor98 har EU-kommisjonen implementert det norske forvaltningsregimet i hele EU.

OIE (den internasjonale dyrehelseorganisasjonen) har fjernet atypisk/Nor98 skrapesjuka fra skrapesjuka-kapittelet. Derfor har New Zealand og Australia, selv om de har påvist Nor98 i landet, beholdt statusen som skrapesjukaefrie land.

I 2015 ble en norskfødt ku diagnostisert med BSE. Erfaringen fra arbeidet med Nor98 gjorde at vi raskt fastslo at den foreliggende BSE var atypisk, BSE-H, det vil si en spontan sykdom som ikke er relatert til konsum av kjøtt- og benmel. Dette sparte Norge, og norsk landbruk spesielt, for store kostnader, f.eks. masse-testing av alle slaktede storfe som kunne ha påløpt pga. BSE-restriksjoner.

I 2016 diagnostiserte VI det første europeiske tilfelle av prionsjukdommen CWD (Chronic Wasting Disease/ skrantesjuka) på reinsdyr i Norge. Dette var også første gang sykdommen var diagnostisert hos reinsdyr på verdensbasis. Dette uventede funnet (nå 5 positive dyr, 3 reinsdyr og 2 elg) har ført til stor internasjonal oppmerksomhet (bl. a. i Nature) og alvorlig bekymring. Rapporten fra en ekspertgruppe fra EFSA (Sylvie Benestad et al.) har gjort at EU-kommisjonen nå planlegger å påby testing av hjortedyr i Norge og 6 naboland.

Erfaringer fra prionforskning og diagnostikk har avdekket at de 2 elgene som har fått påvist skrantesjuka, sannsynligvis har en annen type prionsykdom enn den som tidligere er beskrevet hos hjortedyr. Tiden vil vise om dette medfører et eget forvaltningsregime.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

1. Benestad S.L., Thu B., Schönheit J., Sarradin P., Tranulis M., Bratberg B. (2003). Cases of skrapesjuka with unusual features in Norway, Nor98. *Veterinary Record* 153: 202-208.
2. Moum T, Olsaker I, Hopp P, Moldal T, Valheim M, Moum T, BENESTAD SL. (2005) Polymorphisms at codons 141 and 154 in the ovine prion protein gene are associated with skrapesjuka Nor98 cases. *J Gen Virol.* Jan; 86(Pt 1):231-5.
3. Benestad SL, Arsac JN, Goldmann W, Nöremark M. (2008) Atypical/Nor98 skrapesjuka: properties of the agent, genetics, and epidemiology. *Vet Res.* Jul-Aug;39(4):19. Epub 2008 Jan 11.
4. Hopp P, Bratberg B, Moldal T, Benestad SL (2010) Skrapesjuka Nor98 - er det en smittsom sykdom? *Norsk veterinærtidsskrift* 2010; 122: 14-24.
5. Benestad SL, Mitchell G, Simmons M, Ytrehus B, Vikøren T. (2016) First case of chronic wasting disease in Europe in a Norwegian free-ranging reindeer. *Vet Res.* Sep 15;47(1):88. doi: 10.1186/s13567-016-0375-4.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

1. EFSA (2005) Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on classification of atypical Transmissible Spongiform Encephalopathy (TSE) cases in Small Ruminants (Question number

EFSA-Q-2005-073), Adopted on 26 October 2005, The EFSA Journal 276, 1-30.

www.efsa.europa.eu/science/biohaz/biohaz_opinions/1216/biohaz_op_ej_276_atypicalskrapesjukedefinition_en_vf1.pdf

2. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals 2016. Skrapesjuka.
http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.07.12_SKRAPESJUKE.pdf
3. EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards), Ricci A, Allende A, Bolton D, Chemaly M, Davies R, Fernández Escámez PS, Gironés R, Herman L, Koutsoumanis K, Lindqvist R, Nørrung B, Robertson L, Sanaa M, Skandamis P, Snary E, Speybroeck N, Kuile BT, Threlfall J, Wahlström H, Benestad S, Gavier-Widen D, Miller MW, Ru G, Telling GC, Tryland M, Ortiz Pelaez A and Simmons M, 2017. Scientific opinion on chronic wasting disease (CWD) in cervids. EFSA Journal 2017;15(1):4667, 62 pp. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2017.4667/full>
4. TeSeE™ Western Blot, Reagents for in vitro confirmation of suspected TSE positive samples, instructions manual from Bio-Rad
http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Our_scientific_expertise/docs/pdf/TeSeEWESTERNBLOT_Kitinsert_v062014.pdf
5. ---

Havforskningsinstituttet

16 case

9. Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett

Kontaktperson ved instituttet: Terje Svåsand

A. Sammendrag

Havforskningsinstituttet har bidratt med en vesentlig del av kunnskapsgrunnlaget for bærekraftig utvikling av norsk oppdrettsnæring. Instituttet har gitt ut *Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett* hvert år siden 2011. Rapporten gir status på miljøvirkninger fra fiskeoppdrett og vurderer risiko for de viktigste risikofaktorene, inkludert risiko for dårlig fiskevelferd. Risikovurderingen er blitt en av forvaltningens viktigste kilder til oppdatert kunnskap, og dekker havbruksnæringas påvirkning både på miljøet og fiskevelferd.

Havforskningsinstituttet har bidratt med en vesentlig del av kunnskapsgrunnlaget som risikovurderingen bygger på innen områdene rømming og genetisk påvirkning av villaks, utslipp og påvirkning av lakselus, andre patogener, næringssalter og partikulært materiale, effekter av legemidler og fremmedstoffer og faktorer som påvirker fiskevelferd.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Siden 2011 har instituttet gitt ut årlige risikovurderinger av norsk fiskeoppdrett¹. Metoder for risikovurderinger av påvirkning av marine økosystem har vært lite utviklet, og instituttets arbeid har bidratt til å utvikle området, bl.a. gjennom en vitenskapelig publikasjon (Taranger et al. 2015), som er blitt vurdert som et «highly cited paper» i *Web of Science*. De årlige risikovurderingene gir status på miljøvirkninger fra fiskeoppdrett og vurderer risiko for de viktigste risikofaktorene og inkluderer vurdering av fiskevelferd.

Lakselusa begrenser i dag videre oppdrettsvekst, og forskere ved instituttet er sentrale i arbeidet med å ferdigstille det faglige grunnlaget for at oppdrettsnæringen skal kunne reguleres utfra hvordan lus fra oppdrett påvirker vill laksefisk. Arbeidet er beskrevet i en egen case om "Trafikklyssystemet", men som eksempel er det nylig publisert en metode for å beregne smittetrykk langs kysten basert på næringens lusetellinger, data på temperatur, saltholdig og strømmønster, og lakselusa sin biologi³. Andre patogener enn lakselus utgjør også en fare ift. smittespredning til villfisk, og er grundig vurdert i risikovurderingene^{1,2}

Forskere ved Havforskningsinstituttet publiserte nylig en review-artikkel som oppsummerer status etter 50 års interaksjoner mellom oppdrettsfisk⁴, som sammen med lakselus utgjør de største miljøutfordringene med dagens oppdrett (nærmere beskrevet i en egen case om rømt laks).

Utslipp av næringssalter og partikulært material er betydelig fra en næring som de siste fem år har produsert mellom 1,2-1,4 millioner tonn laks og regnbueørret^{1,2}. Havforskningsinstituttet har et omfattende arbeid med å undersøke effekter av havbruk på lokal og regional skala⁵, forbedre lokalisering av anlegg, forbedre overvåkningsmetodikk, samt utvikle og validere spredningsmodeller.

Problem med lakselus på oppdrettsfisk har medført en betydelig bruk av legemidler, spesielt i de seinere år med økende utvikling av resistens mot de vanligst benyttede lusemidlene. Restkonsentrasjoner av legemidler som kommer ut i miljøet vil påvirke "non-target" organismer, og risikovurderingen¹ gir oppdatert kunnskap som grunnlag for tiltak i forvaltning og næring.

Rensefisk, både ulike arter leppefisk og rognkjeks, er i dag mye brukt for å holde lusetallene nede, men med rensefisk følger også utfordringer knyttet til overfiske av de ville bestandene, smittespredning og velferd til rensefisken. Problemkomplekset omhandles i et eget kapittel i risikovurderingen¹, samt i vitenskapelige publikasjoner.

Storskala produksjon av fisk, setter strenge krav til dokumentasjon av god fiskevelferd. Havforskningsinstituttet har en egen forskningsgruppe med en stor forskningsaktivitet innen fiskevelferd, og har vært den viktigste kunnskapsleverandøren til Mattilsynet som forvalter fiskevelferd. Instituttets har også utviklet metoder for overvåking og vurdering av fiskevelferd i ulike produksjonsformer (se egen case).

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant

Havbruk utgjør en stadig økende andel av sjømatproduksjonen i Norge, og eksportinntekter fra laks og ørret utgjorde i 2016 hele 71,3 % av den samlede eksportverdien av sjømat på 91,6 milliarder kroner (kilde: Norges sjømatråd).

Det er et politisk ønske med fortsatt bærekraftig vekst i havbruk⁶. I tildelingsbrevet til Havforskningsinstituttet for 2017 skriver Nærings- og fiskeridepartementet at *«Havforskningsinstituttet skal bidra til å sikre det faglige grunnlaget for havbruksforvaltningens beslutninger, slik at potensialet for økt sjømatproduksjon fra havbruk kan realiseres. Instituttet skal på anmodning fra tildelingsmyndighetene for akvakulturtillatelse, gi kunnskapsstøtte ved deres behandling av søknader om tillatelse til akvakultur og havbeite»*

De viktigste rådene fra Havforskningsinstituttet blir samlet i de årlige risikovurderingene, og etter publisering av Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett 2016¹ skrev direktørene for Fiskeridirektoratet, Mattilsynet og Miljødirektoratet i en kronikk⁷ at *«Havforskningsinstituttets risikovurdering av norsk fiskeoppdrett som nylig ble lagt frem for sjetten året er en av forvaltningens viktigste kilder til oppdatert kunnskap. Den dekker havbruksnæringas påvirkning både på miljøet og etter hvert også fiskevelferd.»*

Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett har således maktet å sette sammen et kunnskapsgrunnlag og en vurdering av risiko knyttet til oppdrett av laks som blir akseptert hos ulike forvaltningsmyndigheter, og dermed gitt forvaltningen det faglige grunnlaget for å tilrettelegge for videreutvikling av oppdrettsnæringen.

De årlige risikovurderingene blir presentert på en pressekonferanse med streaming⁸, og har medført bred pressedekning. Forskere bak risikovurderingene har også vært invitert på ulike møter, seminarer og diskusjonsmøter rundt om i landet. Nedslagsfeltet for risikovurderingene har således fått et stort nedslagsfelt, og er blitt et viktig dokument også utenfor forvaltningssystemet.

Videre oppdrettsvekst i Norge er i dag først og fremst begrenset av lakselus (se eget case), selv om det også er andre miljøutfordringer som rømming (beskrevet i en egen case), sykdom, bruk av legemidler, utslipp av næringsalter og organisk materiale, samt krav til god fiskevelferd (beskrevet i en egen case). Nærings- og fiskeridepartementet har nå vedtatt produksjonsområder, etter råd fra Havforskningsinstituttet, og handlingsregler for regulering av vekst og har som ambisjon å realisere potensialet for bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett ved å ta i bruk miljøindikatorer som skal avgjøre om produksjonen kan øke, holdes stabil eller må reduseres i produksjonsområdene⁹ (beskrevet i egen case om "Trafikklyssystemet").

Forskning på tiltak har også resultert i fullskala produksjon av triploid fisk for å hindre genetisk påvirkning når fisk rømmer, både i FoU løyver og i grønne løyver, samt at instituttet har vært en viktig bidragsyter inn mot nye merdssystem som skal hindre lusepåslag (begge er beskrevet i egne case).

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Svåsand T, Karlsen Ø, Kvamme BO, Stien LH, Taranger GL, Boxaspen KK (red.) (2016). Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2016. Fisken og havet, særnr. 2-2016, 171 s.

Taranger GL, Karlsen Ø, Bannister RJ, Glover KA, Husa V, Karlsbakk E, Kvamme BO, Boxaspen, KK, Bjørn PA, Finstad B, Madhun AS, Morton HC, Svåsand T. (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. ICES J Mar Sci 72, 997-1021

Sandvik AD, Bjørn PA, Ådlandsvik B, Asplin L, Skardhamar J, Johnsen IA, Myksvoll M, Skogen MD. (2016). Toward a model-based prediction system for salmon lice infestation pressure. Aquacult Environ Interact, 8:527-542.

Glover, K. A., Solberg, M. F., McGinnity, P., Hindar, K., Verspoor, E., Coulson, M., W., Hansen, M.M., Araki, H., Skaala, Ø., Svåsand, T. (2017). Half a century of interaction between farmed and wild Atlantic salmon: summary of knowledge and unanswered questions. Fish and Fisheries early online DOI: 10.1111/faf.12214.

Husa V, Kutti T, Ervik A, Sjøtun K, Hansen PK, Aure J. (2014). Regional impact from fin-fish farming in an intensive production area (Hardangerfjord), Norway. Marine Biology Research 10, 241-252.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer

St. meld. St. 16 (2014-2015), 2016. Forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett. Oslo, Nærings- og fiskeridepartementet

Havbruk: Har ingenting skjedd? Kronikk av av fiskeridirektør Liv Holmefjord, adm. dir. Harald Gjein i Mattilsynet og direktør Ellen Hambro i Miljødirektoratet.

<http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Nyheter/2016/0616/Havbruk-Har-ingenting-skjedd>

Presentasjon av Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett 2016.

http://www.imr.no/nyhetsarkiv/2016/april/risikovurdering_norsk_fiskeoppdrett_2016/nb-no

Produksjonsområdeforskriften (2017). Forskrift om produksjonsområder for akvakultur av matfisk i sjø av laks, ørret og regnbueørret. FOR-2017-01-16-61. Hentet fra:

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-01-16-61>.

10. Lakselusforskning som grunnlag for nytt forvaltningsregime for realisering av potensialet for miljømessig bærekraftig havbruk - *Trafikklyssystemet*

Kontaktperson ved instituttet: Ørjan Karlsen

A. Sammendrag

Havforskningsinstituttet har gjennom sin forskning og sine råd vært en sentral premissgiver for politiske beslutninger og utforming av et nytt forvaltningsregime for norsk lakse-, og ørretoppdrett. Veksten i norsk oppdrett skal reguleres basert på effekten lakselus som produseres i oppdrettsanleggene har på dødelighet til vill laksefisk - *Trafikklyssystemet*. En vurdering av effekten, og dermed reguleringen av næringen, inkluderer kunnskap om spredning og fordeling av lakselus i sjøen, kunnskap om hvor og når vill laksefisk er eksponert for lakselus og effekten av lakselus på vill laksefisk. Havforskningsinstituttet er en helt sentral kunnskapsleverandør på betydningen av lakselus fra oppdrett har på vill laksefisk.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Et nytt forvaltningsregime⁷ (*Trafikklyssystemet*) er basert på at kysten deles opp i produksjonsområder, og innenfor hver av disse skal det vurderes i hvilken grad lakselus medfører økt dødelighet på vill laksefisk. Dette forutsetter en vitenskapelig metode for å kunne dele kysten inn i produksjonsområder, kunnskap om spredning av og fordeling av lakselus, hvor og når villfisk er eksponert, og effekten av den opplevde eksponeringsgraden på vill laksefisk.

Forskning ved Havforskningsinstituttet har dokumentert at det er en sammenheng mellom intensiv produksjon av laksefisk og infestasjon av lakselus på vill laksefisk^{1,2}. Effekten av lakselus på vill laksefisk er dokumentert gjennom forskning hvor laksefisk som er kjemisk beskyttet mot infestasjoner sammenholdes med ubehandlede kontrollgrupper³. Denne typen forsøk er brukt for å studere effekten av lakselus på vekst, alder ved kjønnsmodning og dødelighet på laks og ørret, og på beiteatferden og prematur tilbakevandring hos sjøørret. Forsøk ved instituttet hvor villfanget laksefiske er tatt inn i laboratoriet for å studere sammenhengen mellom infestasjonsgrad og fysiologiske effekter er brukt for å kunne beregne risiko for dødelighet hos vill laksefisk ved ulike smittepress. Lus ble valgt som en egnet indikator på miljøeffekt ved tidligere studier som hadde vist en sammenheng mellom oppdrett i områder og infestasjon av lakselus på vill laksefisk.

Instituttet leder overvåkingen av infestasjon av lakselus på vill laksefisk. Dette arbeidet baserer seg i økende grad på bruk av hydrodynamiske smitte modeller som benyttes for å beregne transport av og tetthet av kopepoditter⁴. Denne modellen ble benyttet da Nærings- og fiskeridepartementet bestilte en oppdeling av kysten basert på naturvitenskapelige kriterier for å sikre minst mulig transport av lakselus mellom sonene.

Modellen som er utviklet ved instituttet er landsomfattende og kjøres som en del av overvåkingen ukentlig og presenteres instituttets internettsider slik at tetthet av kopepoditter gjennom året. Modellen er kalibrert mot kjente verdier, og slik kan en omsette beregnet smittepress til forventet effekt på laksefisk som opplever dette smittepresset⁵. Denne informasjonen brukes for å kartlegge status i produksjonsområdene ihht. *Trafikklyssystemet*. Denne modellen kjøres ukentlig for hele landet (http://www.imr.no/forskningsdata/smittepress_lakselus/).

Hvor og når fisken er eksponert forutsetter kunnskap om når fisken vandrer ut fra elvene, hvor den vandrer, og hvor lenge den er i eksponert sone. Forskere ved instituttet er ledende i undersøkelser av

utvandring fra elvene, vandringsruter og vandringshastigheter, leveområder, og hvordan disse influeres av lakselus.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Førstehåndsverdien av norsk oppdrettsfisk passerte 60 milliarder i 2016. Det er et politisk ønske med fortsatt havbruksvekst. For å sikre at videre vekst er innen miljømessig bærekraftige rammer var det et behov for et helt nytt forvaltningsregime, ikke minst siden vi har et internasjonalt ansvar for villaks. Basert på sammenhengene vist ovenfor ble lakselus som produseres i norske oppdrettsanlegg valgt som indikator på miljøeffekt⁶. Utviklingen av overvåkingsmetodene inkludert modellene nevnt ovenfor er derfor helt sentrale i å kunne sikre en bærekraftig vekst av norsk oppdrettsnæring. Dette arbeidet har medført at det nå er etablert et nytt forvaltningsregime for norsk oppdrett⁷.

Siden forvaltning av oppdrettsnæringen i stor grad er basert på forskning og rådgivning ledet av Havforskningsinstituttet, har denne instituttets virksomhet stor effekt på verdiskapingen, og da indirekte også sysselsetning og bosetning langs kysten. Verdiskapingen og samfunnseffekten er derfor begge basert på at med bruk av oppnådd kunnskap kan næringen innrette seg slik at den har en akseptabel miljøeffekt, og slik kunne oppnå vekst og dermed økt verdiskaping.

Kunnskap om spredningen av lakselus via havstrømmene, og kunnskap om når vill laksefisk er eksponert kombinert med forskning om effekten av disse infestasjonene gjør det mulig å videreutvikle næringen innen miljømessig bærekraftige rammer. Forskningen ved instituttet har bidratt til å gjøre dette mulig ved at metodene som ligger til grunn fra etableringen av produksjonssonen til de fysiologiske effektene av lakselus er basert på naturvitenskapelig objektive kriterier.

Instituttets forskning er ofte omtalt i samme ordelag som Trafikklyssystemet og diskutert i ulike medier⁸⁻¹⁰, og instituttet har deltatt aktivt i samfunnsdebatten. Slik sett bidrar forskningen ved Havforskningsinstituttet både til en bedre forvaltning av næringen, og muliggjør at potensialet for fortsatt miljømessig bærekraftig vekst kan realiseres.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Bjørn, P.A., Sivertsgård, R., Finstad, B., Nilsen, R., Serra-Llinares, R.M. & Kristoffersen, R. (2011). Area protection may reduce salmon louse infection risk to wild salmonids. *Aquaculture Environment Interactions* 1, 233-244.

Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M. & Asplin, L. (2014). Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian "National Salmon Fjords". *Aquaculture Environment Interactions* 5, 1-16.

Skilbrei, O.T., Finstad, B., Urdal, K., Bakke, G., Kroglund, F. & Strand, R. (2013). Impact of early salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis*, infestation and differences in survival and marine growth of sea-ranched Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts 1997–2009. *Journal of Fish Diseases* 36, 249-260.

Asplin, L., Boxaspen, K.K. & Sandvik, A.D. (2011). Modeling the distribution and abundance of planktonic larval stages of *Lepeophtheirus salmonis* in Norway. In *Salmon Lice: An Integrated Approach to Understanding Parasite Abundance and Distribution* (Jones, S. & Beamish, R., eds.). Oxford, UK.: Wiley-Blackwell.

Sandvik, A.D., Bjørn, P.A., Ådlandsvik, B., Asplin, L., Skarðhamar, J., Johnsen, I.A., Myksvoll, M.S. & Skogen, M.D. (2016). Toward a model-based prediction system for salmon lice infestation pressure. *Aquaculture Environment Interactions* 8, 527-542.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer

Meld. St. 16 (2014-2015) (2015). Forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett. (Nærings-og Fiskeridepartementet).

Produksjonsområdeforskriften (2017). Forskrift om produksjonsområder for akvakultur av matfisk i sjø av laks, ørret og regnbueørret. FOR-2017-01-16-61.

Presseoppslag: <https://fiskeribladet.no/nyheter/default.asp?artikkel=46772>

Pressemelding: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/kunnskapsstatus-som-grunnlag-for-kapasitetsjustering-innen-produksjons-omrader-basert-pa-lakselus-som-indikator/id2484235/>

Presseoppslag: <https://www.nrk.no/trondelag/nytt-vekstregime-for-oppdrettsnaeringen-1.13326702>

11. Rømt fisk og genetisk interaksjoner – Forskning og forvaltningsstøtte

Kontaktperson ved instituttet: Kevin Glover

A. Sammendrag

Havforskningsinstituttet er en sentral bidragsyter til politikktutforming og forvaltningen knyttet til utfordringen med at rømt oppdrettsfisk fører til genetiske endringer i villfisk. Instituttet er et internasjonalt ledende institutt på rømming av fisk og genetisk påvirkning av villfisk som er en av hovedmiljøutfordringer ved dagens fiskeoppdrett. Instituttet er en sentral bidragsyter til politikktutforming og forvaltningen knyttet til denne utfordringen. De viktigste vitenskapelig bidrag inkluderer kvantifisering av genetisk forskjeller mellom oppdrett- og villaks, kartlegging spredning av rømt laks og utvikling av DNA sporingsmetode for identifisering av urapporterte rømt fisk tilbake til anlegg. Instituttet leder også et omfattende og overvåkningsprogram av rømt fisk i nærmere 200 vassdrag i samarbeid med andre institusjoner som grunnlag for tiltak i elver med for mye rømt fisk.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Rømt oppdrettslaks og genetisk påvirkning av villaks har lenge vært et internasjonalt viktig forskningsfelt knyttet til miljøpåvirkning fra akvakultur, der Havforskningsinstituttet har hatt en internasjonale ledende rolle. Instituttets innsats er godt dokumenterte i et nylig review paper med tilhørende referanseliste¹, bl.a. innen områdene:

- Dokumentasjon av innkryssing og genetisk forandringer i ville populasjoner²
- Kvantifisering av genetiske forskjeller mellom oppdrettet og vill laks^{1,4}
- Kartlegging av spredning av rømt fisk og omfanget av urapporterte rømming⁵
- Utvikling av DNA metoder for å spore rømt oppdrettslaks tilbake til anlegg³

Ved bruk av diagnostisk genetiske markører som instituttet var med på å utvikle, klarte forskere ved instituttet for første gang å kvantifisere innkryssing av rømt oppdrettslaks, og dokumenterte innkryssing mellom 0-47% i 20 bestander som dekket hele Norge². Samtidig har vi vist at både relativ forekomst av rømt laks, og tetthet av den ville bestanden var viktig variabler for å forklare forskjeller i innkryssing mellom bestander.

Gjennom et titalls forsøk utført på forskningsstasjonen Matre og i Guddalselva i Hardangerfjorden er det produsert omfattende kunnskap om genetiske forskjeller mellom oppdrettet og vill laks¹. I Guddalselva er det gjennomført et langtidsforsøk med DNA-identifiserte egg plantet ut fra familie av oppdrettet, hybrid og vill laks for å studere vekst og overlevelsen i naturen⁴. Det er kun to andre slike studier i verden. Resultatene viser at avkom fra oppdrettslaks har en lavere overlevelse enn avkom fra villaks i naturen, og representerer dermed en viktig brikke i det samlede forståelse av konsekvens av innkryssing. Forsøk ved instituttet har vært ledende i dokumentasjonen av vekstforskjeller mellom oppdrett og vill laks ved forsøk på Matre – der avkom fra oppdrettslaks vokste inntil fem ganger fortere enn avkom på vill laks¹.

Gjennom simulerte rømmingsforsøk har en fått en omfattende kunnskap om spredning, overlevelsen og gjenfangstmuligheter av rømt oppdrettslaks⁵. Forskingen har også avdekket at urapporterte rømming er utbredt, og at den reelle antall laks som rømme fra anlegg kan være 2-4 ganger høyere enn de offisielle rømmingstall fra oppdrettere selv. Havforskningsinstituttet har utviklet verdens første DNA-metode for sporing av urapporterte rømt oppdrettslaks tilbake til anlegg^{3,6,7}, og har videreutviklet metoden for å spore rømt regnbueørret og torsk tilbake anlegg.

I alt har forskere ved Havforskningsinstituttet produserte >50 vitenskapelig artikler om dette temaet i løpet av de ti siste årene.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant

For å dekke fiskeriforvaltningens behov for å kunne identifisere umerket rømt oppdrettslaks tilbake til anlegg/selskap, har instituttet utviklet DNA-beredskapsmetoden^{3,6,7}. Metoden har vært svært vellykket og fra 2007 har den bidratt til å oppklare nærmere 20 rømmingsepisoder med ukjent rømming^{3,6,7}. Protokoller og prosedyrer er utviklet i samarbeid med Fiskeridirektoratet, og i hvert regionskontor er det utstyr for prøvetaking. Instituttet har også bidratt med opplæring av ansatte i direktoratet i bruk av metoden.

Resultatene fra DNA-sporings sakene har også vært brukt av lokalt politi og økokrim⁷. Flere av etterforsknings sakene har ført til bot, og genetikklaboratoriet til instituttet står til disposisjon for å analysere prøver i dialog med Fiskeridirektoratet^{6,7}. I tillegg til oppklaring av viktige rømmingsepisoder har implementeringen av denne metoden ført til bedre kunnskap og bevissthet om rømming, og dermed bidratt til tiltak og holdningsendringer for å redusere rømming.

Instituttet leder det nye nasjonale overvåkningsprogram for rømt laks som ble etablerte i 2014⁸. I samarbeid med flere nasjonale samarbeidspartnere kartlegge vi årlig mengde og andel rømt oppdrettslaks i nærmere 200 vassdrag i Norge. Forskning på rømming og genetisk påvirkning av villaks har dannet grunnlag for politikktutforming og forvaltningsrettet tiltak. I 2015 vedtok Nærings- og fiskeridepartementet en Utfiskingsforskrift¹⁰, hvor *Oppdrettsnæringens sammenslutning for utfisking av rømt oppdrettsfisk* (OURO)⁹, er hjemlet. Her er det fastsatt at det skal gjøres tiltak for å redusere mengde rømt fisk i elver med mer enn 10% rømt fisk i elver dokumentert gjennom overvåkningsprogrammet.

Instituttets kunnskap om spredning av rømt oppdrettslaks⁴ har gitt forvaltningsmyndighetene grunnlag til å spisse tiltak for gjenfangst av rømt laks, og setter trykk på underrapportering. Instituttets forskning^{1, 2} har også bidratt til fastsetting av grenseverdier for genetisk integritet i lakseelver som er et av kvalitetselementene i Kvalitetsnormen for villaks. I tillegg til å gi viktig kunnskap til forvaltningsmyndighetene har kunnskap etablert gjennom omfattende eksperimentelle forsøk^{1, 4} vært til nytt for industrien, bl.a. for å dokumentere resultater fra avlsarbeid.

Instituttets forskning har vært hyppig referert og diskutert i pressen, og instituttet har deltatt aktivt i samfunnsdebatten knyttet til rømming og genetisk påvirkning. Den nylig publisert review artikkel om genetisk interaksjoner¹ ble dekket av Dagens Næringsliv, NRK og mange andre.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Glover, K. A., Solberg, M. F., McGinnity, P., Hindar, K., Verspoor, E., Coulson, M., W., Hansen, M. M., Araki, H., Skaala, Ø., Svåsand, T. 2017. Half a century of interaction between farmed and wild Atlantic salmon: summary of knowledge and unanswered questions. Fish and Fisheries early online DOI: 10.1111/faf.12214.

Glover, K. A., Pertoldi, C., Besnier, F., Wennevik, V., Kent, P., Skaala, Ø. 2013. Atlantic salmon populations invaded by farmed escapees: quantifying genetic introgression with a Bayesian approach and SNPs. BMC Genetics 14:74.

Glover, K. A. 2010. Forensic identification of farmed escapees: a review of the Norwegian experience. *Aquaculture Environment Interactions* 1:1-10.

Skaala, Ø., Glover, K. A., Barlaup, B. T., Svåsand, T., Besnier, F., Hansen, M. M., Borgstrøm, R. 2012. Performance of farm, hybrid and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) families in a natural river environment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 1994-2006.

Skilbrei, O. T., Heino, M., Svåsand, T. 2015. Using simulated escape events to assess the annual numbers and destinies of different life stages, from farm sites in Norway. *ICES Journal of Marine Science* 72: 670-685.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Link til **Fiskeridirektoratet**; rapport for oppklaring av en DNA-sporings sak med metode utviklet av forskere ved Havforskningsinstituttet.

<http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Nyheter/2014/DNA-sporing-angir-kilden-for-roemmingen-i-Ryfylke-hoesten-2013>

Link til **Økokrim** sin web-side DNA sporing av urapporterte rømt laks tilbake til anlegg ved bruk av DNA beredskapsmetoden som vi utviklet er omtalt:

http://www.okokrim.no/miljokrim/nor/tidligere-utgaver/2_august_2013/artikler/sporing-av-roemt-oppdrettslaks

Anon. 2016. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale Overvåkningsprogrammet 2015. Fisken og havet, særnummer 2b-2016. Tilgjengelig på:

http://www.imr.no/publikasjoner/andre_publicasjoner/romt_oppdrettslaks_i_vassdrag/nb-no

Programmet er ledet av forskere fra Havforskningsinstituttet.

Link til **Oppdrettsnærings sammenslutning for utfisking av rømt oppdrettslaks (OURO)**. Den lovpålagte utfiskingen bruke data direkte fra overvåkningsprogrammet ledet av

Havforskningsinstituttet for å velge ut elver der man skal iverksette tiltak. <http://utfisking.no/>

Forskrift om fellesansvar for utfisking mv. av rømt oppdrettsfisk (2015). Lovdata: FOR-2015-02-05-89.

Hentet fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-02-05-89>.

12. Fiskevelferd – Forskning og rådgivningsstøtte

Kontaktperson ved instituttet: Tore S Kristiansen

A. Sammendrag

Dyrevelferd hos oppdrettsfisk er en avgjørende premis for at norske myndigheter tillater drift av oppdrettsanlegg. Havforskningsinstituttet (HI) er hovedrådgiver overfor for Mattilsynet innen området dyrevelferd hos akvatiske organismer. Havforskningsinstituttet har en egen forskningsgruppe dedikert til dette området, samt at flere andre forskningsgrupper utfører relevant forskning. Havforskningsinstituttet er en sentral bidragsyter til politikkutforming og forvaltning og teknologi og metodeutvikling i oppdrettsnæringen. De viktigste vitenskapelige bidragene er å utforske hvilke krav en må stille til oppdrettsmiljø og metoder for å sikre dyrene akseptabel velferd og gode produksjonsforhold, og hva de ulike livsstadiene kan tolerere av potensielt stressende belastninger. Havforskningsinstituttet er også ledende innen utvikling av teknologi og metoder for å overvåke fiskevelferd.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Kunnskap om dyrenes krav til levested og hvordan de opplever og tåler sine livsbetingelser og håndtering er nødvendig grunnleggende kunnskap for en bærekraftig oppdrettsnæring og etisk og juridisk forsvarlig oppdrett i henhold til Dyrevelferdsloven. Havforskningsinstituttet har det siste tiåret utført viktig grunnleggende og forskning en rekke sentrale områder som:

- variasjoner i merdmiljø og laksens mestring av miljøet
- bruk av undervannsløys for å hindre kjønnsmodning og styre atferd hos laks
- krav til oppdrettsbetingelser for steril (triploid) laks
- miljø-, ernærings-, og vaksinerelaterte deformasjoner og skader hos laks
- toleranse for hypoksi, krav til oksygenmetning for laks av ulik størrelse ved ulike temperaturer
- toleranse for eksponert oppdrettsmiljø med sterk strøm hos laks
- kriterier og grenser for bruk av nedsenkete merder hos laks
- kriterier for bruk av snorkelmerder og annen skjermingsteknologi mot lakselus
- hindring av lakseluspåslag ved å utnytte laksens og lusas naturlige atferd og biologi
- grunnleggende kunnskap om hvordan oppdrettsorganismer mestrer akutt og kronisk stress
- grunnleggende kunnskap om ernæringsrelatert stress
- læringsevner hos fisk og hvordan fiskens atferd kan fortelle oss hvordan fiskens tilstand er og hvordan den oppfatter ulike miljøfaktorer
- metoder, verktøy og velferdsindikatorer for helhetlig overvåking av fiskevelferd
- levendefangst og lagring av villfisk
- krav til oppdrettsmiljø og ernæring for rensefisk og marine oppdrettsarter
- laksens toleranse for og reaksjon på CO₂ og CO som bedøvelse før slakt
- Målemetoder for dyrevelferd ved bruk av elektrobedøvelse

Havforskningsinstituttet har utført og utfører forskning som kunnskap både som grunnlag for forvaltningsmessige tiltak, men kanskje viktigst, grunnleggende kunnskap for å oppdrett fisk på en velferdsmessig forsvarlig måte og basiskunnskap som må ligge i bunnen for ny oppdretts- og fiskehåndteringsteknologi. Havforskningsinstituttet har vært viktig forskningspartner i *SFI CREATE* og pågående *SFI EXPOSED* hvor det ble lagt ned stor forskningsinnsats for å undersøke laksens toleranse for varierende grad av hypoksi og de biologiske kriteriene for å kunne bruke nedsenkbare merder hos laks, og de siste årene pågående forskning på laksens kapasitet til å tåle sterk vannstrøm og eksponerte oppdrettsforhold.

Havforskningsinstituttet har ledet tre fiskevelferdsrelaterte EU prosjekter (*WEALTH*, *FASTFISH*, *COPEWELL*) og rekke NFR-prosjekter og FHF/Industriprosjekter, som bl.a. har sett på grunnleggende kunnskap om stressfysiologi, neurobiologi, ernæring og atferd hos oppdrettsfisk, m.m.

Havforskningsinstituttet har svært gode forskningsfasiliteter for studier av laksefisk og marin fisk ved forskningsstasjonene i Matre og Austevoll, og er et attraktivt sted for dr. gradsstudenter, som har gjennomført en rekke fiskevelferdsrelaterte doktorgrader de siste årene. Havforskningsinstituttet er partner i nettverket av de fremste forskningsfasilitetene for studier av akvatiske organismer i Europa: AQUAEXCEL <http://www.aquaexcel2020.eu/consortium>

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

God dyrevelferd er et fundament for en lønnsom næring og næringens omdømme. Laks og ørretnæringen er en av våre største eksportnæringer og er en kunnskapsintensiv og innovativ næring som er bygd opp på et fundament av svært mye grunnleggende forskning. Forskingen som er gjennomført på Havforskningsinstituttet, som riktig bruk av vaksiner, bruk av lys for å time smoltifisering og hindre kjønnsmodning, reduksjon av miljø- og stressrelaterte feilutvikling, toleransegrenser og optimalisering av oppdrettsmiljø og ernæring for både marine oppdrettsarter og laksefisk, osv. har hatt stor betydning for oppdrettsnæringens lønnsomhet og utvikling som næring og grunnlag for lover og reguleringer. Nyere forskning som krav til oksygenforhold og strømstyrker er viktig grunnlag for riktig lokalisering og design av oppdrettsanlegg, og forskning på fiskens evne til å tolerer nedsenking og snorkelmerder for å unngå lakselusinfeksjon kan gi store innsparinger og bedre fiskevelferds ved å redusere lakselusproblemet.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Folkedal, Ole; Pettersen, Jostein Mulder; Bracke, Marc B M; Stien, Lars Helge; Nilsson, Jonatan; Martins, C.; Breck, O.; Midtlyng, Paul; Kristiansen, Tore S. On-farm evaluation of the Salmon Welfare Index Model (SWIM 1.0) - Theoretical and practical considerations. *Animal Welfare* 2016, Volum 25. s. 135-149
- Madaro, A., Olsen, R. E., Kristiansen, T. S., Ebbesson, L. O. E., Nilsen, T. O., Flik, G., & Gorissen, M. (2015). Stress in Atlantic salmon: response to unpredictable chronic stress. *The Journal of Experimental Biology*, 4(June), jeb.120535-. <http://doi.org/10.1242/jeb.120535>
- Oppedal, F., Dempster, T., & Stien, L. H. (2010). Environmental drivers of Atlantic salmon behaviour in sea-cages: A review. *Aquaculture*, 311(1-4), 1-18. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.11.020>
- Remen, M., Sievers, M., Torgersen, T., & Oppedal, F. (2016). The oxygen threshold for maximal feed intake of Atlantic salmon post-smolts is highly temperature-dependent. *Aquaculture*, 464, 582-592. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.07.037>
- Stien, L. H., Bracke, M. B. M., Folkedal, O., Nilsson, J., Oppedal, F., Torgersen, T., ... Kristiansen, T. S. (2013). Salmon Welfare Index Model (SWIM 1.0): a semantic model for overall welfare assessment of caged Atlantic salmon: review of the selected welfare indicators and model presentation. *Reviews in Aquaculture*, 5(1), 33-57. <http://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01083.x>
- Solstorm, Frida; Solstorm, David; Oppedal, Frode; Fernø, Anders; Fraser, Thomas; Olsen, Rolf Erik. Fast water currents reduce production performance of post-smolt Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture Environment Interactions* 2016 ; Volum 7.(2) s. 125-134

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Havforskningsinstituttets forskning og råd ligger til grunn for lover og reguleringer
https://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskevelferd/
https://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/

Havforskningsinstituttets forskning kan redusere skadene fra rømt laks, men vi må samtidig sikre at den triploide laksen har god velferd og gode produksjonsegenskaper.

[https://www.imr.no/filarkiv/2016/03/velferd til triploid laks i kommersielt oppdrett.pdf/nb-no](https://www.imr.no/filarkiv/2016/03/velferd%20til%20triploid%20laks%20i%20kommersielt%20oppdrett.pdf/nb-no)

13. Forskning og rådgiving som grunnlag for vellykket forvaltning av torsken i Barentshavet

Kontaktpersoner ved instituttet: Erik Olsen, Maria Fossheim, Bjarte Bogstad, Harald Gjørseter, Asgeir Aglen, Daniel Howell, Edda Johannesen

A. Sammendrag

Havforskningsinstituttet er forvaltningens hovedrådgiver innen bestandsestimering og grunnlag for bærekraftige kvoteråd på torsk. Den rekordstore torskebestanden vi har i dag i Barentshavet skyldes en kombinasjon av heldige miljøforhold, grundig overvåking og forskning, føre-var-baserte høstingsregler, gjennomtenkt forvaltning av fiskeriene og grundig kontroll (inspeksjoner). Torskebestanden i Barentshavet nådde i 2013 3,9 millioner tonn, et nivå som ikke har blitt sett de siste 50 årene. Ikke bare er bestanden svært stor, størrelsen på fiskene er også rekordstor. Sammen gir dette grunnlaget for et torskefiskeri med en førstehåndsverdi på 6,2 milliarder i 2016 som skaper økonomisk vekst og muligheter i hundrevis av lokalsamfunn langs hele norskekysten.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Hvert år i januar starter det årlige vintertoktet, ett av tre bunnfisktokt i Barentshavet og langs kysten av Nord-Norge som har som mål å overvåke bestandsutviklingen hos våre viktige bunnfiskbestander, fremst av alt den nordøstarktiske torsken (skreien). Sammen med skreitoktet under torskens gyting i Vesterålen – Lofoten i mars-april og økosystemtoktet for Barentshavet i august til september gir vintertoktet data om torskebestandens utbredelse, størrelse og aldersstruktur. Sammen med detaljert statistikk over fangster av torsk gjennom året fra fiskemottak, prøvetaking gjennom kystvakten og fra våre russiske samarbeidspartnere danner dette datagrunnlaget for å beregne størrelsen på dagens bestand, og kunne anslå hvordan bestanden vil utvikle seg i de kommende årene. Overvåkingen og rådgivingen skjer i tett samarbeide med forskere i Russland, som Norge deler forvaltningen av torsken med. Selve rådet utvikles og gis av det internasjonale rådet for havforskning (ICES), mens den endelige kvoten fastsettes av den blandede *Norsk-Russiske fiskerikommisjonen*. Rådgivingen tar også i bruk informasjon om miljøforholdene (klimaendringer), og gjennom årlige analyser av torskens diett forstår man hva torsken spiser og hvem som igjen spiser den.

Forvaltningen av torsken har blitt gradvis mer føre-var basert i løpet av de siste tiårene gjennom innføring av minste maskevidde i redskap, minstemål på fisken, reduksjon av subsidier, tiltak mot ulovlig fiske, men ikke minst innføring av vitenskapelige høstingsstrategier som tar et føre-var perspektiv og sette klarer grenseverdier for minimumsstørrelse av gytebestanden, og hvor stort fiskeri som kan tillates ved ulike bestandsstørrelser. Dette har ført til at man i de siste årene har hatt en forvaltning som i stor grad har fulgt føre-var baserte råd. Sammen med gunstige miljøforhold og god tilgang på mat har dette gitt grobunn for en gjenoppbygging av torskebestanden fra et nivå under føre-var grensene på midten av 1980-tallet frem til rekordbestanden i dag. Alle nye forvaltningsmodeller, innføring av høstingsstrategier, redskaptiltak som seleksjonsrister og økt maskestørrelse er basert på forskning utviklet og testet ved Havforskningsinstituttet.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Fisket etter nordøstarktisk torsk har siden vikingtiden hatt stor økonomisk verdi for Norge. Lofotfisket dannet grunnlaget for Hansakjøpmennenes rikdom, og tørrfisk av skrei var og er en ettertraktet vare i det sørlige Europa. Torskens repeterende vandringsmønster og relativt stabile rekruttering gjør at

fiskerne kan stole på at den kommer tilbake hvert år og gir grunnlaget for et rikt fiske. For kystfiskerne spesielt er torsken svært viktig og blir av mange sett på som penger i banken.

Verdien av torskefisket har økt med økende bestandsstørrelse fra ca. 3,5 milliarder i 2005 til 6,2 milliarder i 2016. Havforskningsinstituttet sin forskningsbaserte overvåking og forvaltningsråd har vært med å danne grunnlaget for en vellykket forvaltning som har gitt mulighet til en slik vekst. Med de enorme verdiene som er i dagens fiskeri så er god forskning viktigere enn noen sinne. Endringer i torskekvoten på noen få prosent betyr endringer i inntektene i hundremillionersklassen, og dette setter store krav til en høy kvalitet i Havforskningsinstituttet sin forskning og rådgiving. Gjennom ICES blir bestandsrådgivingen etterprøvd i flere ledd. Nye metoder kvalitetssikres før de tas i bruk i rådgivingsarbeidet, og metoder, redskap og modeller sammenlignes mellom Norske og Russiske forskere og forskningsfartøy.

Uten den store innsatsen som legges i høy kvalitet på Havforskningsinstituttet sin overvåking og rådgiving ville det vært betydelig større usikkerhet knyttet til kvoterådet, en usikkerhet som under føre-var prinsippet ville føre til en lavere kvote, som igjen ville bety et stort økonomisk tap for torskefiskeriene. Havforskningsinstituttet opplever derfor stor grad av støtte for den overvåking og forskning vi gjennomfører fordi fiskerne vet at vi bidrar direkte til å maksimere deres økonomiske utbytte fra torskefisket.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Forskningen bygger på nitid og langvarig innsamling av data fra vitenskapelige tokt og kommersielle fangster. Dette rapporteres i tokt og datarapporter. Overvåkingstoktene i Barentshavet gjennomføres i samarbeid med Russland og rapporteringen fra toktene skjer da i form av felles toktrapporter

TOKTRAPPORTER (eksempel)

Mehl, S., Aglen, A., Bogstad, B., Dingsør, G. E., Gjørseter, H., Godiksen, J., ... & Wienerroither, R. (2014). Fish investigations in the Barents Sea winter 2013-2014.

Forskningsdata fra tokt og fangster analyseres hvert år av det Internasjonale Havforskningsråd (ICES) arbeidsgruppe 'Arctic Fisheries Working Group'. Denne gruppen bruker kvalitetssikrede modeller for å beregne torskens nåbestand samt bestandsutviklingen for neste år. Dette danner grunnlaget for ICES sitt råd om fangstkvote for torskebestanden i Barentshavet.

ARBEIDSGRUPPERAPPORTER (eksempel)

ICES (2016) Report of the Arctic Fisheries working group. ICES CM 2016/ACOM:06, 615 pp.

Forskning er nødvendig for kunne sette endringer i torskebestanden og økosystemet i en sammenheng slik artiklene til Kjesbu m. fl (2014) samt Hollowed og Sundby (2014) er eksempler på. Fagfellevurdert forskning er også viktig for å sikre at rådgivingen holder et høyt faglig nivå. Havforskningsinstituttet etterstreber å publisere forskning som bygger på vår overvåking og støtter opp vår rådgiving, slik som Bogstad m. fl (2015) viser.

VITENSKAPELIGE ARTIKLER

Kjesbu, O. S., Bogstad, B., Devine, J. A., Gjøsæter, H., Howell, D., Ingvaldsen, R. B., et al. (2014). Synergies between climate and management for Atlantic cod fisheries at high latitudes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3478–3483. <http://doi.org/10.1073/pnas.1316342111>

Hollowed, A. B., & Sundby, S. (2014). Change is coming to the northern oceans. *Science*, 344(6188), 1084–1085. <http://doi.org/10.1126/science.1251166>

Bogstad, B., Gjøsæter, H., Haug, T., & Lindstrøm, U. (2015). A review of the battle for food in the Barents Sea: cod vs. marine mammals. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 3. <http://doi.org/10.3389/fevo.2015.00029>

Havforskningsinstituttet sin forskning og rådgiving på torsk har stor og direkte relevans for samfunnet, og popularisering av vår kunnskap gjennom kronikker slik som kronikken til Olsen og Rogne om usikkerhet bestandsrådgivingen av torsk er et godt eksempel på.

POPULARISERING

Olsen, E og Rogne, S. (2016). Torsken – en feit og fin og norsk en. Kronikk i Bergens Tidende 30.06.2016

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

I sine artikler fra 2014 og 2015 beskriver tidligere fiskeridirektør Peter Gullestad (m. flere) hvordan Havforskningsinstituttet sin omfattende overvåking og forskning på torskebestanden og torskens biologi er ett av fundamentene for at Norge nå har en rekordstor torskebestand som er bærekraftig forvaltet og effektivt beskattet.

Gullestad, P., Aglen, A., Bjordal, Å., Blom, G., Johansen, S., Krog, J., et al. (2014). Changing attitudes 1970–2012: evolution of the Norwegian management framework to prevent overfishing and to secure long-term sustainability. *ICES Journal of Marine Science: Journal Du Conseil*, 71(2), 173–182. <http://doi.org/10.1093/icesjms/fst094>

Gullestad, P., Blom, G., Bakke, G. and Bogstad, B. (2015). The “Discard Ban Package”: experiences in efforts to improve the exploitation pattern in Norwegian fisheries. *Marine Policy* 54(5): 1-9.

14. Forskning og forvaltningsstøtte sjøpattedyr

Kontaktperson ved instituttet: Tore Haug

A. Sammendrag

Havforskningsinstituttet har i sin forvaltningsrettede forskning og rådgivning på hval og sel fokus på arter som beskattes og/eller som spiller viktige roller i økosystemet. Instituttet driver rutinemessig oppdatering av rådgivningsgrunlaget for økosystembasert forvaltning av sjøpattedyrene gjennom overvåking av tallrikkhet, produksjonsevne, bestandsstruktur og romlig fordeling, økologisk betydning (diett, konsum), interaksjon med fiskerier (bifangst etc.) og dyrevelferdsspørsmål. Det er denne type ressursovervåking og forskning som primært setter rammebetingelsene for all utnyttelse av marine ressurser – samfunnseffekten av dette er formidabel.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Bestandsovervåking: Havforskningsinstituttet har siden 1980-tallet drevet systematisk bestandsovervåking av aktuelle sel- og hvalarter og kan nå dokumentere både status og fangstpotensiale for alle arter som beskattes. For vågehval er det også etablert et DNA-register som et viktig hjelpemiddel mot ulovlig fangst.

Økosystembasert forvaltning: Havforskningsinstituttet overvåker og forsker på sjøpattedyrenes romlige fordeling (økosystemtokt), habitatbruk (merking) og økologiske rolle (diett, konsum) i norske og tilstøtende farvann. Slike studier gir viktige inngangsdata til flerbestands- og økosystemmodeller.

Dyrevelferdsstudier: Havforskningsinstituttet overvåker effektiviteten i de fangstmetoder som anvendes i norsk sel- og hvalfangst. God dyrevelferd er en forutsetning, og instituttet driver også forskning som skal sikre metodeforbedringer i fangstmetodikken.

Bifangst av sjøpattedyr: Havforskningsinstituttets forskning knyttet til bifangst av sel i og hval i ulike fiskeredsaker er designet for a) å beregne omfanget; b) avklare bærekraftighet; c) utvikle metoder som skal hindre bifangst.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Det er vanskelig å både dokumentere og tallfeste effekten av de mer næringsrettede eksemplene som gis. Men det er ingen tvil om at Havforskningsinstituttets ressursovervåking er det som primært setter rammebetingelsene for all utnyttelse av marine ressurser – samfunnseffekten av dette er formidabel. Motstandere av sel- og hvalfangst brukte lenge argumenter om at både sel- og hvalarter var sterkt desimerte og truet. Nå har Norge i stor grad fått internasjonal aksept for fangsten nettopp fordi man, takket være Havforskningsinstituttets forskning og overvåking, kan dokumentere at den er bærekraftig.

Sjøpattedyrenes rolle i økosystemet, i særlig grad deres konsum av ressurser som også er viktige for fiskeriene, fokuseres. Havforskningsinstituttets økologiske studier, både innsamling av data og bruk av slike data i modeller, har gjort det mulig å kvantifisere rollen til sel og hval i våre økosystemer på en helt annen måte enn før. Dette er ikke minst viktig med tanke på instituttets rådgivning knyttet til økosystembasert forvaltning.

Havforskningsinstituttets studier, dokumentasjoner og metodeforbedringer i fangstemetodikk for sel- og hvalfangst har vært helt avgjørende for å sikre at hverken sel- eller hvalfangst er barbarisk, slik motstanderne ofte har hevdet. I dag er det internasjonal aksept for at både sel og hval avlives på en dyrevelferdsmessig veldig bra måte i norsk fangst.

Havforskningsinstituttets resultater fra overvåkning og forskning knyttet til bifangst av sel og hval er avgjørende for at internasjonale markeder (særlig USA i første omgang, men smitteeffekten i slike saker pleier å være både rask og omfattende) fremdeles skal være åpne for norske fiskeprodukter som kommer fra redskapstyper med store bifangstproblemer.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Bjørge, A., Skern-Mauritzen, M. & Rossman, M.C. 2013. Estimated bycatch of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in two coastal gillnet fisheries in Norway, 2006-2008. Mitigation and implications for conservation. *Biological Conservation* 161: 164-173. doi.org/10.1016/j.biocon.2013.03.009

Bogstad, B., Gjøsæter, H., Haug, T. & Lindstrøm, U. 2015. A review of the battle for food in the Barents Sea: cod vs. marine mammals. *Frontiers Ecol. Evol.* 3, 29. doi:10.3389/fevo.2015.0029.

Skaug, H. J., Øien, N., Schweder, T., and Bøthun, G. 2004. Abundance of minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in the Northeastern Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61, 870-886.

Øigård, T.A., Frie, A.K., Nilssen, K.T. & Hammill, M.O. 2012. Modelling the abundance of grey seals (*Halichoerus grypus*) along the Norwegian coast. *ICES Journal of Marine Science* 69: 1436-1447. doi: 10.1093/icesjms/fss013

Øigård, T.A., Haug, T. & Nilssen, K.T. 2014. Current status of hooded seals in the Greenland Sea. Victims of climate change and predation? *Biol. Conserv.* 172: 29-36. doi.org/10.1016/j.biocon.2014.02.007

Øigård, T.A., Haug, T. & Nilssen, K.T. 2014. From pup production to quotas: Current status of harp seals in the Greenland Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 71: 537-545. doi:10.1093/icesjms/fst155

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Stortingsmelding nr. 27 (2003-2004). Norsk sjøpattedyrpolitikk. Det Kongelige Fiskeridepartement. 125 s.

Stortingsmelding nr. 46 (2008-2009). Norsk sjøpattedyrpolitikk. Det Kongelige Fiskeri- og kystdepartement. 40 s.

Nærings- og fiskeridepartementet og Fiskeridirektoratet er antakelig de som best kan vurdere verdiskaping og samfunnseffekt av Havforskningsinstituttets forskning, overvåkning og rådgivning på sjøpattedyr. Kontaktpersoner er Ole-David Stenseth (Nærings- og Fiskeridepartementet, Ole-David.Stenseth@nfd.dep.no) og Hild Ynnesdal (Fiskeridirektoratet, Hild.Ynnesdal@fiskeridir.no).

15. Nasjonalt program for kartlegging av marine naturtyper

Kontaktperson ved instituttet: Sigurd Heiberg Espeland

A. Sammendrag

Havforskningsinstituttet utvikler kunnskap om hvilke områder som må vernes eller reguleres for å opprettholde norske fiskeribestander og andre viktige arter i det marine økosystemet. Nasjonalt program for kartlegging av marine naturtyper er et prosjekt som har pågått de siste ti årene med fokus på kystsonen. I den perioden har 19 utvalgte naturtyper blitt kartlagt langs hele kysten og dekningen forventes å være komplett i 2018. Kartleggingen utføres av NIVA, Havforskningsinstituttet og NGU. Havforskningsinstituttet kartlegger oppvekstområder for fisk (som ålegress), tareskog, kamskjell og Gytefelt. Prosjektet har en klar og sterk relevans for arealplanlegging i kystsonen og brukes aktivt av fiskeridirektoratet for å beskytte marine ressurser mot skadelige inngrep.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Kartleggingen foregår ved feltinnsamling av data på egne tokt. Tareskog samkjøres med ressursovervåkning og både ålegress og Tareskog deles med NIVA. Kartlegging av gytefelt og kamskjell har havforskningsinstituttet eneansvar for. Gytefeltkartleggingen samler inn ny-gytte pelagiske egg fra 300-600 stasjoner hvert år på tokt. Disse eggene artsbestemmes og preserveres på sprit. Sener gjøres det oseanografiske modelleringer av hvor eggene driver i perioden etter gyting, samt at eggene undersøkes genetisk for sikker artsidentifisering. Til slutt gjøres analyser av intervjudata, tall på antall egg fra ulike stasjoner, oseanografi og genetikk for å avgrense og sette verdi på gytefeltene.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant

Kartlagte naturtyper har blitt brukt i flere saker når det gjelder utbygging i kystsonen der det har vært konflikter mellom tiltak og forvaltning av verdier i sjø. Noen eksempler er lokalisering av områder for dumping av avgangsmasser fra gruver, lokalisering av områder for dumping av masser fra tunellbygging, Lokalisering av vindmøller, Utslipp av tunellvaskevann, etablering av settefiskanlegg, kaiutbygginger, sprengning av farled, etablering av akvakulturanlegg, utbygging av småbåthavner, utbygging av flyplasser.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Espeland, S. H., Albretsen, J., Dahle, G., Asplin, L., Olsen, T., Olsen E. M., Simonsen, J. H. og Bodvin, T. (2010). Metode for lokalisering og verdisetting av gyteplasser i fjorder med dype terskler, åpne havbukter og sund. Fisken og havet nr 1/2010.

Bekkby, T., Moy, F.E., Olsen, H., Rinde, E., Bodvin, T, Bøe, R., Steen, H., Grefsrud, E.S., Espeland, S.H., Pedersen, A., Jørgensen, N.M. 2013. The Norwegian Program for Mapping of Marine Habitats – Providing Knowledge and Maps for ICZMP. Chapter 2, page 21-30 in: Moksness, E., Dahl, E. and Støttrup, J. (Eds.) Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management, Vol II. John Wiley & Sons, Ltd, Oxford, UK. ISBN 9780470657560.

Bekkby, T., Rinde, E., Olsen, H., Bøe, R., Steen, H., Jørgensen, J.M., Moy, F.E. 2011. Spatial predictive modelling as a tool in the Norwegian program for mapping of marine habitats. ICES CM 2011/G:07.

Espeland SH, Albretsen J, Nedreaas K, Sannæs H, Bodvin T og Moy F. 2013. Kartlegging av gytefelt Gytefelt for kysttorsk. Fisken og havet nr 1 - 2013.

Espeland SH, Albretsen J, Olsen EM, Bodvin T. 2015. Modelling drift of pelagic offspring: the importance of egg surveys in providing a realistic model initialization. ICES J. Mar. Sci. doi:10.1093/icesjms/fsv134

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Prosjektet hadde for perioden 2006 til 2016, 156 mediesaker, 57 rapporter og 88 foredrag.

Enkelte utvalgte mediesaker relatert til gytefeltkartleggingen er:

«Planlagt gruvedeponi er midt i gytefelt» Fiskeribladet Fiskaren 24. oktober 2014

«Vil verna fjordane» Kvinheringen 20.04.15: Om regionalt viktig gytefelt for torsk

«Nei til vindkraft på Siragrunnen - Regjeringen mener fisk og fugl må trumfe klimaet». –Om gytefelt i Rogaland. Stavanger Aftenblad 16.02. 2016.

«Indre Oslofjord er et viktig gyteområde for torsk». Kronikk, Sigurd Heiberg Espeland. Aftenposten 18.02.2016. Relatert til spregning av farled i indre Oslofjord

«Frykter varig skade for fiskeriene». Fiskeribladet Fiskaren 11.03. 2016. Relatert til spregning av farled i indre Oslofjord

16. Helhetlige forvaltningsplaner for Barentshavet med Lofoten, Norskehavet og Nordsjøen med Skagerrak

Kontaktpersoner ved instituttet: Per Arneberg og Geir Ottersen

A. Sammendrag

Ressurser og miljø i havområdene kan komme under økt press fra den kombinerte påvirkningen av klimaendringer, petroleumsvirksomhet, fiskerier, forurensning, skipstrafikk og andre typer menneskeskapte aktiviteter og forstyrrelser. Havforskningsinstituttet bidrar sterkt med kunnskap til å sikre at bruken av havområdene er bærekraftig og kan gi fortsatt grunnlag for økonomisk vekst, ved å etablere helhetlige økosystembaserte forvaltningsplanene for de marine områdene.

Havforskningsinstituttet har gjennom de ti siste årene gitt omfattende råd og vært en viktig premisslever til dette arbeidet. Faggrunnet for arbeidet er bredt, og svært mye av forskningen som gjøres på fiskebestander, plankton, benthos, oseanografi og økosystemprosesser inngår som sentrale deler av dette grunnlaget.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Mandatet til forvaltningsarbeidet er bredt og svært mye av forskningen som gjøres ved Havforskningsinstituttet brukes derfor i dette arbeidet. For eksempel gjøres det i forvaltningsplanarbeidet grunnleggende beskrivelser av de fysiske rammebetingelsene for økosystemene samt beskrivelser av de ulike biologiske gruppene og deres grunnleggende biologi/økologi. Mye av forskningen som gjøres innen oseanografi samt på plankton, fiskebestander, benthos og sjøpattedyr blir derfor brukt. Videre er en særlig viktig problemstilling hva som er den samlede påvirkningen av alle menneskelige aktiviteter på økosystemene. Forskning som har sett på påvirkning fra ulike menneskelige aktiviteter og på sammenhenger mellom ulike grupper i økosystemet er derfor viktig her.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

For at havområdene skal kunne danne grunnlag for videre økonomisk vekst er det av avgjørende betydning at de marine økosystemene blir forvaltet bærekraftig. Siden de marine systemene er under press fra et økende antall påvirkningsfaktorer, som klimaendringer, fremmede arter, havforsuring, fiskerier, langtransportert forurensning og olje- og gassvirksomhet, er det viktig at forvaltningen behandler disse påvirkningene i sammenheng, og sikrer at den totale tåleevnen til økosystemene ikke blir overskredet av de samlede effektene de har på økosystemene.

Dette er det sentrale formålet med de helhetlige økosystembaserte forvaltningsplanene som er etablert for Barentshavet/Lofoten, Norskehavet og Nordsjøen/Skagerrak. Planene er derfor sentrale for å sikre at omfattende økonomisk utvikling kan foregå inne bærekraftige rammer i havområdene. Det er vanskelig å tallfeste hva dette betyr i form av verdiskaping annet enn å påpeke at det vil danne grunnlaget for mye av den økonomiske utviklingen i marin sektor.

Havforskningsinstituttet er en dominerende aktør i marin forskning, og instituttets forskning utgjør en hovedstamme i det faglige grunnlaget og oppfølgingsarbeidet for de helhetlige forvaltningsplanene. Uten Havforskningsinstituttets forskning ville grunnlaget for planene vært betydelig svakere, og det er tvilsomt om de kunne vært etablert i den formen som er nødvendig for å danne tilstrekkelig robuste rammer for helhetlig forvaltning av norske havområder.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Som beskrevet ovenfor, brukes mye av forskningen ved Havforskningsinstituttet i forvaltningsplanarbeidet. Her er fem utvalgte referanser for arbeider som dreier seg om påvirkning fra menneskelige aktiviteter på store deler av økosystemene eller om sammenhenger i økosystemene:

- Dalpadado, P., K. R. Arrigo, S. S. Hjollo, F. Rey, R. B. Ingvaldsen, E. Sperfeld, G. L. van Dijken, L. C. Stige, A. Olsen, and G. Ottersen. 2014. Productivity in the Barents Sea - Response to Recent Climate Variability. *Plos One* 9.
- Fossheim, M., R. Primicerio, E. Johannesen, R. B. Ingvaldsen, M. M. Aschan, and A. V. Dolgov. 2015. Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic. *Nature Clim. Change* 5:673-677.
- Huse, G., J. C. Holst, K. Utne, L. Nottestad, W. Melle, A. Slotte, G. Ottersen, T. Fenchel, and F. Uiblein. 2012. Effects of interactions between fish populations on ecosystem dynamics in the Norwegian Sea - results of the INFERNO project Preface. *Marine Biology Research* 8:415-419.
- Johannesen, E., R. B. Ingvaldsen, B. Bogstad, P. Dalpadado, E. Eriksen, H. Gjøsæter, T. Knutsen, M. Skern-Mauritzen, and J. E. Stiansen. 2012. Changes in Barents Sea ecosystem state, 1970–2009: climate fluctuations, human impact, and trophic interactions. *Ices Journal of Marine Science* 69:880-889.
- Jørgensen, L. L., B. Planque, T. H. Thangstad, and G. Certain. 2015. Vulnerability of megabenthic species to trawling in the Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 73 (Supplement):i84–i97.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

- Meld. St. 10 (2010–2011). Oppdatering av forvaltningsplanen for det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten.
- Meld. St. 37 (2012–2013). Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Nordsjøen og Skagerrak (forvaltningsplan)
- Miljødirektoratet (2015). Faglig grunnlag for oppdatering av forvaltningsplanen for Norskehavet. Rapport M-140.
- St.meld. nr. 37 (2008-2009) Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Norskehavet (forvaltningsplan) von Quillfeldt, C.H. (red.) 2010. Det faglige grunnlaget for oppdateringen av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. *Fisken og havet, Særnummer 1a* 2010.

17. Miljø- og ressursvennlige fangstmetoder

Kontaktperson ved instituttet: Svein Løkkeborg

A. Sammendrag

En bærekraftig utnyttelse av våre marine ressurser krever at det utvikles miljø- og ressursvennlige fangstmetoder. Havforskningsinstituttet utfører i nært samarbeid med fiskerinæringen FoU-aktiviteter for å utvikle fangstmetoder som i mindre grad har uheldige effekter på det marine miljøet. Dette arbeidet gir både bedret lønnsomhet for fiskerinæringen og bedret forskningsbasert rådgiving. De fleste av de tradisjonelle redskapstypene har en uønsket og utilsiktet påvirkning på de marine økosystemene gjennom bifangst (sjøfugl, sjøpattedyr, rødlistearter, undermålsfisk), skade på bunnhabitater og utslipp av drivhusgasser. Havforskningsinstituttets Senter for forskningsdrevet innovasjon, CRISP, har en nøkkelrolle i utviklingen av miljø- og ressursvennlige redskaper.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Det er stort fokus på å utvikle mer arts- og størrelsesselektive redskaper for å optimalisere fangsten av mållartene og unngå fangst av fisk og skalldyr under minstemålet. Denne forskningsaktiviteten utføres i nært samarbeid med fiskebåtrederier, redskapsindustrien og Fiskeridirektoratet. Dette gjøres ved å teste ulike innretninger (f.eks. skillerist, seleksjonspaneler, utslippsåpninger) og redskapsparametre (f.eks. maskevidde, agnstørrelse) som kan gjøre redskapen mer selektiv. Studier av fiskens atferd er en sentral del av denne forskningen. Hvordan fisken påvirkes i fangstprosessen kan nyttiggjøres til å oppnå ønsket effekt. Utvikling av ny teknologi for observasjoner av fisk og redskap inngår som en viktig del av dette FoU-arbeidet.

Fiskeriaktiviteten fører til utilsiktet påvirkning på marine habitater og fauna. Instituttet arbeider med utvikling av mer skånsomme redskaper for å redusere slike uheldige effekter. Det utføres forsøk med tråler som i mindre grad påvirker havbunnen ved for eksempel å løfte tråldørene opp fra bunnen. Tapte redskaper (såkalt spøkelsesfiske) er et stort problem i fiske med garn og teine. Dette problemet blir forsøkt løst ved å teste krabbe- og hummerteiner som er laget av nedbrytbart materiale.

Beskatning av uutnyttede arter krever utvikling av nye fangstmetoder. Eksempler på forskning som har bidratt til utviklingen av nye fiskerier er teinefiske etter kongekrabbe og leppefisk. Nylig er det satt i gang et FoU-arbeidet det målsettingen er å utvikle et lønnsomt og bærekraftig fiskeri etter snøkrabbe og mesopelagiske fiskearter.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Et mer selektivt fiske vil føre til redusert neddreping av yngel og fisk under minstemål, samt redusert beskatning av uønskete arter. Tapte garn og teiner fortsetter å fiske i årevis og fører til utilsiktet neddreping. Fangstteknologi som løser disse problemene vil gi en bedret ressursutnyttelse og økt verdiskaping for fiskerinæringen. Et mer målrettet og effektivt fiske og redusert drivstofforbruk gir også bedret lønnsomhet. Nye redskaper og ny observasjonsteknologi gir økt verdiskaping for leverandørindustrien. Instituttets redskapsforskning er også sentral i utviklingen av nye fiskerier på arter som tidligere ikke har vært utnyttet.

Fiskeridirektoratet etterspør våre råd i forbindelse med nye reguleringer i utøvelsen av fiskeriene. God forskningsbasert forvaltning kommer hele fiskerinæring til nytte. Forbrukerne er stadig mer miljøbevisste og utøvelsen av et ressurs-og miljøvennlig fiskeri har derfor en positiv samfunnseffekt.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Ingolfsson, O.A., Einarsson, H.A. and Løkkeborg, S. 2017. The effects of hook and bait sizes on size selectivity and capture efficiency in Icelandic longline fisheries. *Fisheries Research*, 191: 10-16. DOI 10.1016/j.fishres.2017.02.017.

Løkkeborg, S. 2011. Best practices to mitigate seabird bycatch in longline, trawl and gillnet fisheries – efficiency and practical applicability. *Marine Ecology Progress Series*, 435: 285-303.

Underwood, Melanie; Rosen, Shale; Engås, Arill; Eriksen, Elena. 2014. Deep vision: An in-trawl stereo camera makes a step forward in monitoring the pelagic community. *PLoS ONE* 2014 ;Volum 9.(11:e112304).

Underwood, Melanie; Engås, Arill; Valdemarsen, John Willy. 2014. Semi-demersal cod trawling in Barents Sea to reduce seabed contact. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB); 2014-05-05 - 2014-05-09

Valdemarsen, J. W., Bærhaugen, T., Sæstad, A., Øvredal, J. T., Nedrebø, T. 2015. Manoeuvrable pelagic trawl doors. ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour; Lisbon, 2015-05-04-2015-05-07.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Huse, G., Vold, A. 2015. Ensuring sustainability of harvested and farmed marine resources through innovative monitoring projects. Trans-Atlantic Science Week, side event; Boston, 2015-11-04 - 2015-11-06.

Suuronen, P., Chopin, F., Glass, C., Løkkeborg, S., Matsushita, Y., Queirolo, D. and Rihan, D. 2012. Low Impact and Fuel Efficient Fishing – Looking beyond the horizon. *Fisheries Research*, 119-120: 135-146.

Valdemarsen, J.W. 2015. New technology for sustainable fisheries. *Pan European Networks: Science and Technology 2015 (15): 172-173.*

Vold, A. 2015. Technology for the future: Cutting edge on ecosystems and harvest. Conference New frontiers for blue growth; Brussels, 2015-10-20.

Vold, Aud. 2016. Sustainable harvest of marine resources. The Ny-Ålesund Symposium 2016 - Planet Ocean; Ny-Ålesund, Svalbard; 2016-09-19 - 2016-09-21.

18. Kunnskap og teknologi for å unngå neddreping av pelagisk fisk i notfiske

Kontaktpersoner ved instituttet: Aud Vold og Maria Tenningen

A. Sammendrag

I Norge er det forbudt å kaste ut død og døende fisk. Havforskningsinstituttet har skaffet til veie ny viten om dødelighet av pelagiske fiskearter etter trenging og slipping fra not. Som en konsekvens av dette har norske myndigheter endret regelverket og satt strengere krav til praksisen rundt slipping av fangst i sein snurpe- og trengingsfase (jfr. "hvitblåse-regelen" i Forskriften for utøvelse av fisket i sjøen). De nye kunnskapene om utilsiktet dødelighet i notfisket har ledet til utvikling av utstyr og metoder som er med å opprettholde et rasjonelt notfiske, og samtidig oppfylle kriteriene i et fremtidig forvaltningsregime for notfiskeriene.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Slipping av uønskede fangster før fisken blir tatt om bord har vært, og er delvis fortsatt, en vanlig metode for fangstregulering i notfiske etter makrell og sild. Utilsiktet dødelighet forårsaket av slipping ble først ansett som et mulig problem midt på 1970-tallet, da store mengder død makrell ble tatt i bunntål vest av de Britiske øyer på fangstfelter der notflåten hadde ligget. Som følge av dette gjennomførte Havforskningsinstituttet flere undersøkelser for å studere hvordan pelagiske fiskearter reagerer på trenging i not. Resultat fra stor-skala overlevingsforsøk på fiskefeltene der fisken ble fanget med not og trengt til forskjellige tettheter ble kombinert med studier av mekanismene bak dødeligheten i små-skala forsøk i merd og laboratorium. Disse undersøkelsene viste at makrell var svært følsom for trenging i not, og ved trengingstettheter over en gitt grense vil så godt som all makrell dø etter slipping (Huse and Vold, 2010). Sild (både Nordsjøsil og NVG sild) er også sårbar for trenging, men dødelighetsnivået er lavere enn hos makrell (Tenningen et al. 2012).

Den høye dødeligheten som ble funnet for makrell etter slipping fra not forårsaket endringer i *Forskriftene for utøvelse av notfiske (§48)*. Som et føre-var tiltak ble det lagt ned forbud mot å slippe makrell etter at 7/8 av nota var tatt inn (den såkalte «hvitblåserregelen»). Alle notfartøyer i Norge er pålagt å følge den nye regelen. Imidlertid mangler skipper instrumenter og utstyr som kan hjelpe til å ta kunnskapsbaserte beslutninger om slipping i fangstprosessen. De nye forskriftene har derfor ledet til ny teknologiutvikling for fiske med not (se for eksempel Breen *et al.*, 2012 og Tenningen, 2014). Her kan nevnes:

- utvikling av akustiske instrumenter for å kvantifisere, arts- og størrelsesbestemme fiskestimer før redskapet settes i sjøen
- utvikling av instrumenter og utstyr til å identifisere fangst i tidlig fangstfase
- utvikling av instrumenter og utstyr til å overvåke redskapet under fiske
- utvikling av teknisk utstyr til å ta fysiske prøver av fangsten
- utvikling av metoder og utstyr til å overvåke fiskens velferd under fiske
- utvikling av slippevennlige nøter

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Forsøkene som ble utført ved Havforskningsinstituttet førte til at alle notfartøyer som fisker i norsk farvann måtte innordne seg de nye forskriftene for utøvelse av fisket i sjøen, og kontrollerende

myndigheter måtte innføre nye overvåkingsregimer. Etter at de norske forskriftene ble endret for å ta vare på velferden til pelagisk fisk etter slipping, ble ilandføringsplikt for fisk («Landing obligations») også innført i EU. Her ble reglene for hvordan notfisket skulle utøves utformet med de norske reglene som mal. De norske dødelighetsforsøkene med pelagisk fisk har derfor også lagt grunn for internasjonalt regelverk for notfiske etter sild og makrell.

Arbeidet med utvikling av lønnsomme og ressursvennlige notfiskerier fortsetter i nært samarbeid med andre forskningsinstitusjoner, fiskerinæringen, forvaltningen og utstyrsleverandører. Blant annet har Havforskningsinstituttet de siste to årene arbeidet med å teste ut en såkalt «Beste praksis» for slipping fra not som skal tilgodese fiskevelferd, men samtidig være akseptabel for fiskerne og kontrollmyndigheter. Resultatene fra disse forsøkene ferdigstilles i 2017.

Forsøkene som ble utført ved Havforskningsinstituttet har, i tillegg til å føre til endringer i regelverk og ny teknologiutvikling, også ført til et sterkere fokus på ansvarlig og etisk fangst, og gjort at fiskerne i notflåten tar slike spørsmål på større alvor enn tidligere.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Breen, M., Isaksen, B., Ona, E., Pedersen, A.O., Pedersen, G., Saltskår, J., Svardal, B., Tenningen, M., Thomas, P.J., Totland, B., Øvredal, J.T., Vold, A., 2012. A review of possible mitigation measures for reducing mortality in purse-seine fisheries. ICES CM 2012/C:12, 20 pp.

Huse, I.; Vold, A., 2010. Mortality of mackerel (*Scomber scombrus* L.) after pursing and slipping from a purse seine. Fisheries Research. 106:54-59.

Tenningen, M.O., Olsen, R.E., Vold, A. 2012. The response of herring to high crowding densities in purse seines: survival rate and stress reaction. ICES Journal of Marine Science 69 (8): 1523-1531.

Tenningen, M., Peña, H., and Macaulay, G. 2015. Estimates of net volume available for fish shoals during commercial mackerel (*Scomber scombrus*) purse seining. Fisheries Research 161: 244-251.

Tenningen, M. 2014. Unaccounted mortality in purse seine fisheries – quantification and mitigation of slipping mortality. PhD thesis, Bergen, Norway. 109 p.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Anon 2004. Forskriften for utøvelse av fisket i sjøen. FOR-2004-12-22-1878, §48. Norwegian Ministry of Trade, Industry and Fisheries.

Anon 2014. Establishing a discard plan for certain small pelagic fisheries and fisheries for industrial purposes in the North Sea. Commission Delegated Regulation (EU) No 1395/2014 of 20 October 2014.

<http://www.bt.no/nyheter/lokalt/Redder-fisken-med-kanonskudd-301621b.html>

19. Overvåking og forskning på forurensning i marint miljø

Kontaktperson ved instituttet: Jarle Klungsøyr

A. Sammendrag

Norsk økonomi er i hovedsak bygget på næringer fra havet – over og under havbunnen, der både fiskeri og oljeutvinning reguleres for bærekraftig bruk. Havforskningsinstituttet har gjennom mer enn 50 år arbeidet med kartlegging, overvåking og studier av miljøvirkninger av forurensning i marint miljø. Arbeidet har prioritert stoffgrupper som tungt nedbrytbare organiske miljøgifter, oljekomponenter og radioaktivitet. I tillegg blir søppel i marint miljø kartlagt. Operasjonelle utslipp og uhellsutslipp fra olje- og gassindustri gjennom mange år har hatt særlig fokus. Det har også blitt lagt ned innsats på studier av miljøvirkninger av utslipp av lakselusmiddel fra havbruksnæringen. Resultatene av arbeidet gir kunnskapsstøtte til og er viktig for god rådgiving til myndigheter, industri og allmennheten.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

På toktene som gjennomføres under MAREANO-programmet kartlegges, nivåene av kjemisk forurensning i bunnsedimentene i norske havområder. NGU analyserer metaller i sedimentene, Havforskningsinstituttet analyserer oljekomponenter og organiske miljøgifter. I tillegg gjennomfører Havforskningsinstituttet årlig overvåkingstokt for kartlegging av geografiske og tidsmessige trender i forurensningsbelastning i sjøvann, sedimenter og marine organismer. Undersøkelsene dekker Nordsjøen, Norskehavet, Barentshavet og norskekysten. Deler av dette materiale blir analysert ved Havforskningsinstituttet for organiske miljøgifter og radioaktive stoffer/elementer, og noe prøvemateriale analyseres av Statens strålevern for innhold av radioaktive elementer. Instituttet samler også et stort prøvemateriale av fisk og skaldyr til analyser av sjømatkvalitet. Nasjonalt institutt for ernærings og sjømatforskning (NIFES) gjennomfører analysene og rapporterer på dette prøvematerialet. Overvåking av radioaktivitet gjennomføres under det nasjonale overvåkingsprogrammet Radioactivity in the Marine Environment (RAME), som koordineres av Statens strålevern.

I forbindelse med Norges omfattende oljeutvinning til havs er det et stort behov for forskning og overvåking på miljøeffekter av virksomheten slik at den kan utføres på en optimal og bærekraftig måte. Havforskningsinstituttet har siden 2001 arbeidet med å fremskaffe eksperimentelle data på virkningene av oljeeksponering på ulike fiskearter. De eksperimentelle forsøkene er utført for å fremskaffe data som kan brukes direkte inn i risikomodellering. Hyseembryo har vist seg å være spesielt følsomme siden de akkumulerer mikroskopiske oljedråper på utsiden av eggeskallet og dermed får en meget høy eksponering gjennom opptak ved direkte kontakt med olje. Dataene flytter de toksikologiske effektkonsentrasjoner med en faktor 10 nedover i forhold til de data som tidligere har vært brukt i risikomodellering, og er derfor et viktig resultat for forbedring av modellene. Studiene viser at det kan være stor variasjon i følsomhet mellom egg og larvestadier hos ulike arter.

I den årlige risikovurdering for norsk fiskeoppdrett gjennomgås oppdatert kunnskap om utslipp av lakselusmiddel og andre fremmedstoff fra oppdrettsnæringen. Resultat fra overvåking og nye laboratorieforsøk med lakselusmiddel på andre krepsdyr som lever i kystsonen er viktige innspill til regulerende myndigheter som Mattilsynet, Fiskeridirektoratet og Miljødirektoratet.

På flere av Havforskningsinstituttets tokt registreres søppel på havoverflaten og på bunnen. Registreringene brukes som indikatorer for vurdering av miljøtilstand. Kildene til avfallet er variert, men kan grovt deles inn i havbasert industri (fiskeri, petroleumsvirksomhet, skipstrafikk) og avfall fra land (lokalt og langtransportert). Siden kontinentalsokkelen er den mest vanlige landskapstypen og

dekker det største arealet, er de fleste søppelobservasjonene gjort her. Den største andelen derimot, er gjort i trau (marine daler) mellom bankene og dyphavsgraviner (marine gjel).

Ved Havforskningsinstituttet har vi i mange år studert radioaktiv forurensning i marine næringskjeder. I tillegg har også Havforskningsinstituttets oseanografer modellert spredning av radioaktive stoffer med havstrømmer fra viktige kilder som Sellafield og vrakene av atomubåtene «Komsomolets» og K-159. De to sistnevnte ligger på havbunnen i henholdsvis Norskehavet og Barentshavet.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Resultatene fra overvåking og forskning på kjemisk forurensning benyttes blant annet som dokumentasjon på om nivåene i fisk og sjømat er akseptable. Slik dokumentasjon er etterspurt av blant annet Mattilsynet, Norges sjømatråd og fiskerinæringen.

Problemene med plast og annet søppel i marint miljø har vist seg å være både et lokalt, regionalt og globalt problem. Havforskningsinstituttet sine aktiviteter på området har vært begrenset til observasjoner av forekomst av plast og annet søppel i åpent hav. Miljømyndighetene har et overordnet ansvar for å vurdere behovene for nasjonale og internasjonale tiltak for å begrense omfanget av problemet. Havforskningsinstituttet mener dette arbeidet må anlegges bredt og ta for seg både produksjon, egenskaper og bruk av plastmaterialer, etablering av gode returordninger og tiltak for å fjerne søppel der dette er mulig.

På overordnet nivå kan økt kunnskap om forurensning i marint miljø bidra inn mot, nasjonal og internasjonal politikktutforming, utviklingen av forvaltningsplaner, regelverk, og reguleringer av utslipp fra industrivirksomheter.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Bakke, T., Klungsøyr, J., Sanni, S 2013. Environmental impacts of produced water and drilling waste discharges from the Norwegian offshore petroleum industry. *Marine Environmental Research* 92, 154-169

Boitsov, S., Grøsvik, G.E., Nesje, G., Tveit, G. Klungsøyr, J. 2016. Undersøkelser av organiske miljøgifter i fisk, skalldyr og sedimenter fra norske havområder de siste 20 årene. Rapport fra Havforskningen Nr. 29-2016, 132 s.

Sørhus, E., Edvardsen, R.B., Karlsen, Ø., Nordtug, T., van der Meeren, T., Thorsen, T., Harman, C., Jentoft, S., Meier, S. 2015. Unexpected Interaction with Dispersed Crude Oil Droplets Drives Severe Toxicity in Atlantic Haddock Embryos. *PLoS ONE* 10 (4).

Vikebø, F.B., Rønningen, P., Meier, S., Grøsvik, B.E., Lien, V.S. 2015. Dispersants have limited effects on exposure rates of oil spills on fish eggs and larvae in shelf seas. *Environmental Science & Technology*, 49 (10): 6061-6069.

Heldal, H. E., Brungot, A. L., Skjerdal, H. Gäfvert, T., Gwynn, J. P., Sværen, I., Liebig, P. L., Rudjord, A. L., 2015. Radioaktiv forurensning i fisk og sjømat i perioden 1991-2011. Strålevern Rapport 2015:17. Østerås: Statens strålevern

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Havforskningsinstituttet er en viktig høringsinstans for myndighetene og ulike næringsaktører på mange saker som gjelder utslipp av forurensning til marint miljø, og får ofte også media-oppslag på vurderingene og uttalelsene som blir gitt. Nærings- og fiskeridepartementet, Fiskeridirektoratet og Miljødirektoratet sender årlig et stort antall saker til Havforskningsinstituttet for å få gjennomført faglige vurderinger av miljøkonsekvensene av virksomheten til viktige næringsaktører som norsk olje- og gassindustri og havbruksnæringen.

20. Lydforurensing under vann og påvirkning på marint liv – effekter av seismikk

Kontaktperson ved instituttet: Lise Doksæter Sivle

A. Sammendrag

Kraftige lydkilder, for eksempel seismikk som brukes for å lete etter olje, og militære sonarer som brukes for å søke etter ubåter kan gi negativ påvirkning på marint liv. Dokumenterte effekter inkluderer unnvikelse av lydkilden, avbrutt beiting og hørselsskader. Marine dyr er avhengig av lyd for å høre sine artsfrender og potensielle fiender, for kommunikasjon etc. For eksempel er vokalisering en svært viktig del av kurtisen ifm gyteadferd. Seismikk brukes i svært omfattende skala i oljenæringen både på nye og etablerte olje og gassfelt, bl.a. for å få bedre utnyttelse av reservoarene. Samtidig kan seismikk påvirke fisk og gytefelt. Forvaltning av lyd i havet er derfor viktig, og Havforskningsinstituttet gir hvert år ca. 200 uttalelser om hvordan lydkilder som brukes både i kommersiell seismikk og under vitenskapelige undersøkelser potensielt kan gi negativ påvirkning på habitatet.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Havforskningsinstituttet har ledet og bidratt i flere store forskningsprosjekt på dette feltet de siste 10 årene:

Følgforskning seismikk, Vesterålen 2009 – effekter av seismikk på fisk og fiskerier. Dokumenterte nedgang i fangst på line, økning i fangst på garn. Hovedresultater av fisken blir mer aktiv, mens beitemotivasjon går ned.

MackSeis I og II, studier av adferdseffekter hos makrell eksponert for lyd fra seismikk. Resultater ikke ferdig analysert, men foreløpige resultater tyder på at makrellen er sensitiv for lave frekvenser, men at reaksjoner ikke er særlig sterke når de eksponeres for gradvis økende nivåer.

KILO, prosjekt for å forbedre kart over gyteområder nord for 62°.

KINO, prosjekt for å forbedre kart over gyteområder i Nordsjøen

3S (Sonar Safety Sea mammals), effekter av militære sonarer på fisk og sjøpattedyr. Prosjekt som har pågått siden 2006, pågår fortsatt. Har dokumentert av militære sonarer ikke negativt påvirker adferd hos fisk, men at mange hvalarter reagerer unnvikelse, avbrutt beiting, endring i dykkemønster og vokalisering. Viser også at stor variasjon mellom arter, og noen arter, som for eksempel vågehval og nebbhval er særdeles sensitive.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Følgforskning med seismikk i Vesterålen viste at ulike arter av fisk endret sin adferd når den hørte seismikk, noe som er i tråd tidligere forskning både i Norge og internasjonalt. Denne forskningen brukes direkte i rådgivning og høringsuttalelser om seismiske undersøkelser. Siden forskningsresultater viser at fisk blir mer aktiv og flytter seg bort fra habitatet, brukes dette som grunnlag for å fraråde slike undersøkelser i områder og perioder på året hvor fisk er svært sårbare og bundet til gitte habitater, som gyteområder/perioder.

KINO og KILO prosjektene har forbedret gytekart og resultatene herfra brukes direkte i planleggingsverktøyet Sam-X, et nettbasert kartverktøy som petroleumsindustrien bruker for å planlegge sine seismikkundersøkelser.

MackSeis prosjektene er ikke ferdig analysert, men vil bli brukt for å kunne forbedre forvaltning og rådgivning av seismikk i områder med pågående makrellfiskeri, hvor det pr i dag er store konflikter.

Resultatene fra 3S-prosjektet blir direkte tatt i bruk i planleggingsverktøyet SONATE, som brukes av det norske forsvaret for å legge sine sonarøvelser til perioder og områder hvor det ikke gir negative konsekvenser for sjøpattedyr.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Løkkeborg, Svein, et al. "Sounds from seismic air guns: gear-and species-specific effects on catch rates and fish distribution." *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69.8 (2012): 1278-1291.

Peña, Héctor, Nils Olav Handegard, and Egil Ona. "Feeding herring schools do not react to seismic air gun surveys." *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* (2013): fst079.

Sundby, Svein, Kristiansen, Trond, Nash, Richard and Johanessen, Tore. "Dynamics mapping of North Sea Spawning – report of the KINO Project. *Fisken og Havet* nr 2- 2017. ISSN 0071-5638. 195 p.

Sivle, Lise D., et al. "Severity of expert-identified behavioural responses of humpback whale, minke whale, and northern bottlenose whale to naval sonar." *Aquatic Mammals* 41.4 (2015): 469.

Sivle, L. D., P. H. Kvadsheim, and M. A. Ainslie. "Potential for population-level disturbance by active sonar in herring." *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 72.2 (2015): 558-567.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Nordlund, N and Kvadsheim, P. SONATE 2015 – a decision aid tool to mitigate the impact of sonar operations on marine life. FFI-rapport 2014/02200. ISBN 978-82-464-2536-8. 45 p. Denne viser hvordan alle resultatene fra 3S prosjekter er implementert i planleggingsverktøy for bruk av sonar hos det norske forsvaret.

www.sam-x.no Denne nettsiden er et planleggingsverktøy for oljeselskap for å planlegge sine seismikkundersøkelser. Kartene som brukes her er gytekart som lages av Havforskningsinstituttet, og henter disse kartene direkte fra Havforskningsinstituttet sine kartnettsider. Havforskningsinstituttet sitt arbeid med forbedring og oppdatering av gytekart reflekteres derfor direkte her. (for eksempel resultatene fra KINO prosjektet).

21. Innovasjon innen overvåkingsteknologi - Deep Vision

Kontaktperson ved instituttet: Shale Rosen

A. Sammendrag

Havforskningsinstituttet har bidratt til utviklingen av det elektroniske systemet Deep Vision, som vant Innovasjonspris på Nor-Fishing Expo i 2016. Dette har vært en satsning under SFlen CRISP på Havforskningsinstituttet som utvikler overvåkingsteknologi, og metoder og utstyr for bærekraftig fiske. Deep Vision registrerer, klassifiserer og sorterer fisk i en trål uten å påføre fisken skade. Målet er å få frem et kommersielt produkt som skal markedsføres internasjonalt til fiskeri og havforskning. På kommersielle trålere vil det bidra til at en kan fange den fisken som skipperen ønsker ut fra kvoter, markedsforhold og fiskeforekomster, noe som vil bidra til bærekraftig utnyttelse av fiskeressursene. Forskningsfartøy kan bruke systemet for å registrere fiskeforekomster i et område uten å fange fisken.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Kamerateknologi: Stereokamera utviklet for bruk opp til 2000 meter under vann. Sammen med bruk av LED-teknologi sikrer kameraet bilder av jevn kvalitet uavhengig av dybde og lysforhold og sikrer at avstanden mellom objekt og linse er kjent. Dette danner utgangspunkt for videre analyse av bildene for lengde og art.

Bildeanalyse: Teknologi er utviklet for å automatisk lengdemåle og artsbestemme fisk i en tidligere landbasert versjon av systemet, kalt CatchMeter. Denne teknologien er videreutviklet for bilder tatt med Deep Vision. Lengdemålingen bestemmes i dag ved at to eller flere punkter velges langs fisken. Automatisk lengdemåling og artsgjenkjennelse for Deep Vision er ventet å være klar i løpet av 2017/18.

Undervannsstruktur: Utvikling av undervannsramme som huser kamera og lys. Rammen festes i trålen og er tegnet for å være lett skalerbar for ulike typer tråler og fiskeri.

Fiskens atferd: Undersøker av fiskens atferd i Deep Vision systemet og passering hastighet gjennom trålen.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Deep Vision er en teknologi som muliggjør prøvetaking av fisk i trålen uten at den må fanges og fiskes ombord for deretter å dumpes etter måling. Teknologien gjør det mulig å ta bilder av jevn kvalitet i trålen uavhengig av dybde og lysforhold. Disse bildene danner utgangspunkt for videre analyse av diskens art, lengde og posisjon i Deep Vision programvare. Prøvetaking av fisk kan på denne måten foregå digitalt og spare menneskelige ressurser dedikert til manuell prøvetaking, samtidig som marine ressurser spares ved at fisken svømmer ut av trålen etter at Deep Vision har fotografert disse. Dataene fra systemet er også mer nøyaktig ved at de angir posisjon for siken i løpet av et trålhal, informasjon som ikke er tilgjengelig ved manuell prøvetaking, noe som vil øke nøyaktigheten i bestandsestimeringen.

Scanrol Deep Vision AS ble i 2013 etablert for å utvikle videre og kommersialisere Deep Vision, som i dag er et markedsferdig produkt til bruk i havforskning. Selskapet har i dag fire ansatte, en sysselsetting som er forventet å øke i årene fremover.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Rosen, S., Jörgensen, T., Hammersland-White, D., & Holst, J. C. (2013). DeepVision: a stereo camera system provides highly accurate counts and lengths of fish passing inside a trawl. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70(10), 1456-1467.

Rosen, S., & Holst, J. C. (2013). DeepVision in-trawl imaging: Sampling the water column in four dimensions. *Fisheries Research*, 148, 64-73.

Rosen, Shale. (2013) Giving eyes to pelagic trawls. Acoustic and optical techniques measure behaviour, species, and sizes of fish in situ. Doktograd avhandling, Universitet i Bergen (ISBN 978-82-308-2430-6).

Underwood, M. J., Rosen, S., Engås, A., & Eriksen, E. (2014). Deep vision: An in-trawl stereo camera makes a step forward in monitoring the pelagic community. *PloS one*, 9(11), e112304.

Underwood, M. J., Rosen, S., Engaas, A., Jörgensen, T. and Fernö, A. (Submitted). Species-specific passage rates in the aft of a pelagic survey trawl: implications for sampling at high resolution using the Deep Vision.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Deep Vision vant Nor-Fishing Innovasjonspris i 2016. I juryen satt representanter fra Norges Fiskarlag, Innovasjon Norge og Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond. Prisen ble delt ut av fiskeriminister Per Sandberg og fiskeridirektør Liv Holmefjord. Deep Vision har i perioden 2010 til 2017 blitt omtalt i 50 nyhetsoppslag, både internasjonalt og nasjonalt, i dagspresse, fagpresse, TV og radio.

Et utvalg av omtaler fra det siste året:

Dato	Publikasjon	Tittel	Lenke
02.10.2016	Kystmagasinet	Smart nyhet for et mer effektivt og miljøvennlig trålfiske	
10.12.2016	The Foreigner	Norwegian company transforms fish surveying	http://theforeigner.no/m/pages/columns/norwegian-company-transforms-fish-surveying/
23.08.2016	Teknisk Ukeblad	Nå blir fisken fotografert og målt på vei inn i trålen	http://www.tu.no/artikler/na-bli-fisken-fotografert-og-malt-pa-vei-inn-i-tralen/350599
17.08.2016	Fiskeribladet Fiskaren	Vil revolusjonere framtidens fangsting	
09.02.2016	NRK nyheter radion	Deep Vision presentert som entreprenørselskap	https://www.scantrol.com/wp-content/uploads/20160201-NRK-radio-Deep-Vision.mp3

22. Innovasjon innen havbruksteknologi - Snorkelmerd / tubenot

Kontaktperson ved instituttet: Frode Oppedal/ Lars Stien

A. Sammendrag

En av de viktigste forutsetningen for vekst innen lakseoppdrett, er at man klarer å løse problemet med lakselus. Havforskningsinstituttet bidrar til utvikling av en ny type merder som kan beskytte oppdrettslaks mot lakselus. Snorkelmerder er standardmerder med et tak på en gitt dybde for å holde laksen holdes unna de øverste meter av vannsøylen og dermed redusere risiko for påslag av lakselus, samtidig som laksen har adgang til overflaten via en tett tube («snorkel») til overflaten for å kunne fylle luft i svømmeblæren. Vi har gjennomført flere eksperimenter med snorkelmerder som til sammen viser at laks kan opprettes i snorkelmerder uten redusert fiskevelferd og at nedgangen i lusepåslag øker med snorkeldybde. Bremnes Seashore AS tester nå ut snorkelmerder (Tubenot™, Egersund Net AS) på kommersielle merder i samarbeid med Havforskningsinstituttet.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Luselarver beveger seg instinktivt mot overflatelyset og finnes derfor normalt i større konsentrasjoner nær overflaten enn dypere nede. En snorkelmerd er en standard merd med nottak på et gitt dyp for å holde laksen unna de øvre vannlag, og med en korridor («snorkel») av lusetett materiale fra taket og opp til overflaten som laksen kan svømme opp for å gulpe luft inn i svømmeblæren. I en nedsenket merd uten tilgang til luft tømmes laksens svømmeblære gradvis og blir helt tom i løpet av to-tre uker. Tom svømmeblære gjør laksen tung og den får problemer med å holde likevekten og uholdbar velferd.

Ideen med snorkelmerder ble initiert i et av Forskningsrådets sentre for forskningsdrevet innovasjon, CREATE. Videreutvikling av prinsippet har vært støttet av FHF. De første forsøkene med 4 m dype snorkler i 12×12 m² merder viste en reduksjon i lusepåslag på 66 til 84 % i sommerperioden ved telling hver tredje uke og fra 24 til 65 % om høsten i forhold til kontrollmerder. Disse forsøkene viste også at laksen i snorkelmerkene hadde normal adferd, vekst og velferd.

Neste steg var å undersøke om økende snorkeldyp, og dermed dypere svømmende laks, ville ytterligere redusere lusepåslaget uten negative konsekvenser for fiskevelferden. Vi testet derfor 0, 4, 8, 12 og 16 m dype 3×3 m² snorkler i fem 12×12 m² merder. Forsøket viste at laksen hadde normal adferd og velferd i alle merkene, og klarte å bruke også den 16 m dype snorkelen til å svømme opp og fylle svømmeblæren. Etter 12 uker var det i de respektive merkene i gjennomsnitt 14,5, 5,3, 3,5, 1,4 og 0,7 lus per fisk. Det var altså en klar sammenheng mellom lusepåslag og dybde. Egersund Net AS produserte de første kommersielle snorklene (Lusetube™) i 2014 og Bremnes Seashore AS var først ute med å ta de i bruk, delvis med oppfølging fra Havforskningsinstituttet.

Havforskningsinstituttet har nå et omfattende FOU-samarbeid med Bremnes Seashore der vi følger kommersielle produksjoner med hensyn på å optimalisere snorkelbruk, -dybde, -areal, fiskevelferd, fiskehelse, rensefisk og røkteprosedyrer. Forsøkene så langt har vist at lusepåslaget er betydelig lavere også i kommersielle snorkelmerder, men at det er utfordringer i forhold til bruk av rensefisk og at fisk i snorkelmerder får mer Amøbisk gjellesykdom (AGD). De siste resultatene fra samarbeidet viser at en ved å legge til et ferskvannslag i toppen av snorklene effektivt kan kontrollere mot AGD.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Egersund Net AS har patentert og produserer kommersielle snorklemerd (Tubenot™) for salg. Bremnes Seashore er inne i sin 4. generasjon med laks hvor snorkelmerd benyttes. Kommersiell produksjon i snorkelmerder har fått innvilget 3 FOU-konsesjoner over 4 år for å videreutvikle og optimalisere røkteprosedyrene rundt snorkelteknologien samt verifisere dens funksjon. Snorkelmerder kan relativt lett bli tatt i bruk som erstatning for tradisjonelle merder. Det er derfor et betydelig verdiskapningspotensiale dersom en lykkes å gjøre bruken tilstrekkelig problemfri; gode røkteprosedyrer, gode metoder for notskift, lusebehandling, uttak etc. I tillegg så viser bruken av snorkelmerder at prinsippet med å holde laks unna overflaten fungerer i praksis. Dette åpner opp for en rekke fremtidige oppdrettsmetoder hvor en minimerer lusepåslag gjennom forebyggende teknologiske tiltak.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Wright DW, Stien LH, Dempster T, Vågseth T, Nola V, Fosseidengen J-E, Oppedal F, In press. Snorkel' lice barrier technology reduced two co-occurring parasites, the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*) and the amoebic gill disease causing agent (*Neoparamoeba perurans*), in commercial salmon sea-cages. Preventive Veterinary Medicine

<http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.03.002>

Oppedal F, Samsing F, Dempster T, Wright DW, Bui S, Stien LH, In press. Sea lice infestation levels decrease with deeper 'snorkel' barriers in Atlantic salmon sea-cages. Pest Management Science DOI: 10.1002/ps.4560

Samsing F, Johnsen I, Stien LH, Oppedal F, Albretsen J, Asplin L, Dempster T, 2016. Predicting the effectiveness of depth-based technologies to prevent salmon lice infection using a dispersal model. Preventive Veterinary Medicine 129, 48–57.

Stien LH, Dempster T, Bui S, Glaropoulos A, Fosseidengen JE, Wright DW, Oppedal F, 2016. 'Snorkel' sea lice barrier technology reduces sea lice loads on harvest-sized Atlantic salmon with minimal welfare impacts. Aquaculture 458, 29–37.

Oppedal, F., Dempster, T., Stien, LH., 2016. Snorkelmerd: Produksjonseffektivitet, adferd og velferd. Sluttrapport FHF prosjekt 900884. Rapport fra Havforskningen 9-2016, 36s, ISSN 1893-4536.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

<http://www.egersundnet.no/produkter/tubenot>

<http://kyst.no/nyheter/vil-utvikle-tubenot-konseptet-og-soker-om-seks-utviklingskonsesjoner/>

<http://kyst.no/nyheter/lovende-tester-med-tubenot-og-agd-behandling/>

http://tekmar.no/wp-content/uploads/2016/09/2-3_bremnesseashore_tubenot-varnes-31.3.2016.pdf

<http://www.fishfarmingexpert.com/news/snorkels-reduce-lice-by-up-to-90/>

23. Bioprospektering - Marbank – nye medisiner

Kontaktperson ved instituttet: Kjersti Lie Gabrielsen

A. Sammendrag

Marbank ved Havforskningsinstituttet er en nasjonal marin biobank som bidrar til verdiskaping ved å gi akademia og industri lett og sikker tilgang til et bredt spekter av marine biologiske prøver som kan danne utgangspunkt for forskning og innovasjon innen bl.a. medisins forskning. Prøvene er spesielt tilrettelagt for marin bioprospektering, og prøvene i biobanken blir via samarbeidspartnere i inn- og utland testet mot en rekke applikasjoner. I prøver fra Marbank kan man bl.a. finne bioaktive molekyler som kan danne utgangspunkt for ny medisin, og det er tatt ut et par patenter basert på forskning på materiale fra Marbank.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Marbank ved Havforskningsinstituttet er Norges nasjonale marine biobank. Målsetningen for Marbank er å bidra til verdiskaping ved å gi akademia og industri lett og sikker tilgang til et bredt spekter av marine biologiske prøver som kan danne utgangspunkt for forskning og innovasjon. Prøvene i biobanken er spesielt tilrettelagt for marin bioprospektering som bidrar til å identifisere interessante gener, biomolekyler og organismer fra det marine miljø som kan ha potensial for kommersiell utnyttelse. Det letes systematisk etter nye bestanddeler og prosesser som bl.a. kan videreutvikles til legemidler, industrielle produkter som enzymer og finkjemikalier eller ingredienser i fôr, mat og kosmetikk.

Havet har et unikt biologisk mangfold, og ekstreme miljø som mørkt og kaldt arktisk farvann er spesielt interessant for bioprospektering. Materialet i Marbank er samlet inn i norske farvann, fra fjæresone til dyphav. I dag har Marbank materiale som er samlet inn fra 1200 ulike lokaliteter fra områdene rundt Svalbard, Bjørnøya og i Barentshavet i tillegg er det innhentet prøver fra fjorder langs norskekysten. Innsamling er utført av Marbank/ Havforskningsinstituttet sitt eget personell på dedikerte tokt for innsamling av materiale til biobanken eller på samarbeidstokt med andre faggrupper og forskningsinstitusjoner. Materialet som er samlet inn omfatter både mikro – og makroorganismer herunder marine bakterier, sopp, mikroalger, makroalger, invertebrater og vertebrater. Det største antall prøver er knyttet til marine bakterier med 3000 isolater. Mest ressurser er brukt på innhenting av marine invertebrater som i dag utgjør vel 1000 ulike arter.

Når prøvene er innhentet i felt, blir det biologiske materialet bearbeidet på laboratoriet. Mikroorganismer isoleres og kultiveres, mens det blir laget biokjemiske ekstrakter av større organismer. I tillegg innhentes genetiske prøver fra de ulike artene. Det bearbeidede materialet gjøres tilgjengelig for ulike brukere. Et isolat av en mikroorganisme vil i prinsippet aldri forbrukes, mens biokjemiske og genetiske prøver fra makroorganismer har en begrenset prøvemengde hvor det over tid kan være aktuelt å måtte innhente nytt materiale fra marine habitater.

Marbank har over år utviklet og optimalisert prosedyrer for alt fra uttak av materiale fra naturen til kryopreservering for langtidslagring av prøver. Marbanks kompetanse, drift og forskningsaktivitet er knyttet opp mot fagområdene kjemi, molekylærbiologi, mikrobiologi og marin biologi. Spesielt viktig er taksonomisk kompetanse for artsbestemmelse av marine organismer. Det er opprettet et nettverk av marinbiologer i inn- og utland som er spesialister innenfor spesifikke dyregrupper. Alle prosedyrer er kvalitetssikret og en spesialutviklet database lagrer all informasjon i tilknytning til de fysiske prøvene.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Regjeringen utpekte i 2009 marin bioprospektering som et langsiktig satsingsområde. Naturressurser i kombinasjon med kunnskap og kompetanse innen marin sektor, bioteknologi m.m. var utgangspunkt for en ny nasjonal strategi, «Marin bioprospektering – en kilde til ny og bærekraftig verdiskaping».

Forskning innen marin bioprospektering fordrer tilgang til marint biologisk materiale av høy kvalitet. Innsamling av marine organismer er gjerne ressurskrevende og krever spesialisert infrastruktur. Marine prøver fra samlinger som Marbank er derfor viktig for forskere som ikke har mulighet eller evne til selv å samle inn organismer fra deres naturlige habitat i havet (manglende infrastruktur, kompetanse eller finansielle ressurser). Prøver fra Marbank synliggjøres via web-katalog og kan raskt distribueres til flere ulike brukere. Som nasjonal marin biobank blir prøver i Marbank innhentet og formidlet i henhold til nasjonale og internasjonale lover og konvensjoner. Det skal være forutsigbare rammevilkår for næringsutøvere og andre som ønsker å utnytte norsk genetisk materiale.

Via samarbeidspartnere har materialet fra Marbank gjennomgått betydelig uttesting i jakten på nye bioaktive molekyler. I prøver fra Marbank er det funnet molekyler som viser effekt mot kreftceller, antibiotikaresistente bakterier osv. Det er også funnet bioaktive molekyler med ekstraordinær kjemisk struktur. I prøver fra havet som Marbank bidrar til å tilrettelegge, kan man finne "oppskrifter" for neste generasjon av antibiotika og andre medisiner. Det er allerede tatt ut et par patenter på det som i legemiddelindustrien kalles "lead compounds" basert på forskning på materiale fra Marbank.

Det er en lang vei fra små bunndyr, bakterier og mikroalger i havet og frem til et nytt molekyl med dokumenterte egenskaper som kan ende opp i et kommersielt produkt. Innen marin bioprospektering samarbeider ulike fagmiljø fra academia og industri i en tverrfaglig verdikjede. Lett og sikker tilgang til et bredt spekter av marine prøver er Marbanks bidrag i verdikjeden. Gjennom forskning og tjenesteyting bidrar Marbank og Havforskningsinstituttet til å fremme innovasjon og utvikling av nye produkter basert på ressurser i havet.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Olsen, E. K., E. Hansen, L. W. K. Moodie, J. Isaksson, K. Sepcic, M. Cergolj, J. Svenson and J. H. Andersen (2016). "Marine AChE inhibitors isolated from *Geodia barretti*: natural compounds and their synthetic analogs." *Organic & Biomolecular Chemistry* **14**(5): 1629-1640.

Olsen, E., E. Hansen, J. Isaksson and J. Andersen (2013). "Cellular Antioxidant Effect of Four Bromophenols from the Red Algae, *Vertebrata lanosa*." *Marine Drugs* **11**(8): 2769.

Hanssen, K. Ø., B. Schuler, A. J. Williams, T. B. Demissie, E. Hansen, J. H. Andersen, J. Svenson, K. Blinov, M. Repisky, F. Mohn, G. Meyer, J.-S. Svendsen, K. Ruud, M. Elyashberg, L. Gross, M. Jaspars and J. Isaksson (2012). "A Combined Atomic Force Microscopy and Computational Approach for the Structural Elucidation of Breitfussin A and B: Highly Modified Halogenated Dipeptides from *Thuiaria breitfussi*." *Angewandte Chemie International Edition* **51**(49): 12238-12241.

Hanssen, K. Ø., J. H. Andersen, T. Stiberg, R. A. Engh, J. Svenson, A.-M. Genevière, and E. Hansen (2012). "Antitumoral and Mechanistic Studies of Ianthelline Isolated from the Arctic Sponge *Stryphnus fortis*." *Anticancer Research* **32** (10):4287-4297.

Tadesse, M., J. N. Tabudravu, M. Jaspars, M. B. Strøm, E. Hansen, J. H. Andersen, P. E. Kristiansen and T. Haug (2011). "The Antibacterial ent-Eusynstyelamide B and Eusynstyelamides D, E, and F from the Arctic Bryozoan *Tegella cf. spitzbergensis*." Journal of Natural Products **74**(4): 837-841.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

NRK, Kveldsnytt

«Kuren mot kreft kan komme fra havet»

<https://tv.nrk.no/serie/kveldsnytt/nnfa23022317/23-02-2017#t=4m33s>

NRK, Brennpunkt

«Bakteritrusselfen»

<https://tv.nrk.no/serie/brennpunkt/mddp11000416/15-03-2016>

CNN, Vital Signs

“Icy waters hold the key to global crisis?”

<http://edition.cnn.com/videos/international/2014/12/29/spc-vital-signs-extreme-antibiotics-c.cnn>

“Arctic waters could hold secret to creating life-saving drugs”

<http://edition.cnn.com/2015/01/15/health/antibiotic-arctic-bacteria-pharmasea/index.html>

Al Jazeera, The Cure

“The hunt for antibiotics”

<http://www.aljazeera.com/programmes/thecure/2013/06/2013628131457884809.html>

24. Marin klimaforskning og klimarådgivning - IPCC AR5 WG2 2014

Kontaktperson ved instituttet: Svein Sundby

A. Sammendrag

Havforskningsinstituttet har bidratt til at FN sitt klimapanel setter fokus på klimaendringenes påvirkning på havets økosystemer. Slik endringer kan ha stor betydning for blant annet fiskerinæringen. I IPCCs (*Intergovernmental Panel on Climate Change, dvs. FNs klimapanel*) femte assessment-rapport som utkom i 2014 (IPCC AR5 (2014)) ble det for første gang inkludert egne kapitler i *Arbeidsgruppe 2 om virkningene av klimaendringer på havets økosystemer*. To forskere fra Havforskningsinstituttet ble oppnevnt til IPCC-arbeidet i AR5. Svein Sundby ble oppnevnt som hovedforfatter til å skrive det regionale kapitlet om havet (Chapter 30 «The Oceans»), og Ken Drinkwater ble oppnevnt til «Review editor» i det sektorielle kapitlet om havsystemene (Chapter 6 «The Ocean System»). Havforskningsinstituttets to forskere ble nominerte av Det internasjonale havforskningsrådet ICES samt av Miljødirektoratet. Arbeidet pågikk i 4 år fram til april 2014.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Arbeidet i IPCC er organisert som et review-arbeid hvor forfatterne gjennomgår og evaluerer alle tilgjengelige publikasjoner. Arbeidet er fordelt på 3 arbeidsgrupper som hver lager sine IPCC-rapporter: Arbeidsgruppe 1 «The Physical Science Basis», arbeidsgruppe 2 «Impacts, Adaptation and Vulnerability» og arbeidsgruppe 3 «Mitigation». De fleste kapitlene i IPCC-rapporten er revisjoner av kapitler fra tidligere assessment-rapporter, mens i dette tilfellet ble det skrevet helt nye kapitler om havets økosystemer fra start. Arbeidet var derfor omfattende. Det forutsettes at institusjonene dekker arbeidstiden for de deltagende forskerne, mens IPCC dekker reiseutgifter til møter. Arbeidet startet i 2010 og ble avsluttet i april 2014. Det noe spesielle med IPCC-virksomheten er at i arbeidets siste år blir representanter for forvaltning og politikk inkludert i oppsummeringene av de enkelte arbeidsgruppene med å formulere kapitlene «Summary for policymakers».

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

IPCC-rapportene har siden assessment-rapport nr. 1 ble utgitt i 1992 dannet grunnlaget for internasjonal politikktutvikling for innføring av grønn energi. Arbeidet har vært møysommelig og har møtt stor motstand fra fossilenergi-industri and enkeltnasjoner. Vi er imidlertid nå kommet til et punkt hvor menneskeskapte klimaendringer etter hvert er allment anerkjent, og hvor store nasjoner ser behovet for en helt ny politikk på området.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Bardalen, A., Dalen, L., Drange, H., Flæte, O., Gjærum, I., Hansen N N, Hanssen-Bauer, I., Hisdal, H., Haavelsrud, G., Karlsen, J. Karlsen, M., Larssen, SA., Lyngstad, M K., Nyeggen, E., Ottesen, P., Pedersen, S., Petcovic, G., Stensvand, H., Stoltenberg, A., Sundby, S., Vennemo, H. Wammer, T-I., og Aanestad, J. 2010. "Tilpassing tile eit klima i endring. Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane". NOU 2010:10, 240 s. ISSN 0333-2306, ISBN 978-82-583-1065-2.

Boyd, P.W., S. Sundby, and H.-O. Portner, 2014: *Cross-chapter box on net primary production in the ocean. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the*

- Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 133-136.
- Hoegh-Guldberg, O., R. Cai, E.S. Poloczanska, P.G. Brewer, S. Sundby, K. Hilmi, V.J. Fabry, and S. Jung, 2014: The Ocean. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1655-1731.
- Lluch-Cota, S.E., O. Hoegh-Guldberg, D. Karl, H.-O. Portner, S. Sundby, and J.-P. Gattuso, 2014: *Cross-chapter box on uncertain trends in major upwelling ecosystems*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 149-151.
- Sundby, S., Drinkwater, K.F., and Kjesbu, O.S. 2016. The North Atlantic spring-bloom system - where the changing climate meets the winter dark. *Frontiers in Marine Science* 3:28. doi: 10.3389/fmars.2016.00028

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer

Omtrent 1 210 000 resultater på Google search for impact of ipcc ar5 2014

Omtrent 518 000 resultater på Google search for ipcc ar5 2014

<https://www.ipcc.ch/report/ar5/>

https://no.wikipedia.org/wiki/IPCCs_femte_hovedrapport

Svein Sundby ved Havforskningsinstituttet har holdt ca. 40 foredrag i nasjonale og internasjonale fora om virkningene av klimaendringene i havet siden IPCC-rapporten utkom i april 2014. Det er et utall medieoppslag knyttet til IPCC-rapporten og dens betydning.

NIFES

NIFES

2 case

25. Plantevernmiddelet endosulfan i fiskefôr og oppdrettslaks

Kontaktperson ved instituttet: Ole Arve Misund

A. Sammendrag

Omfattende bruk av plantevernmidler på verdensbasis, medfører at det finnes rester i mat og fôr. En økning av planteråstoff i fôr til oppdrettsfisk, drar med seg potensielle nye mattrygghets-risiki. Manglende vitenskapelig dokumentasjon, gjorde at grensen for plantevernmiddelet endosulfan i fiskefôr ble først satt lavt. Da det europeiske mattrygghetsorganet, EFSA, etterlyste mer kunnskap om effekten av endosulfan, utførte NIFES flere studier. Resultatene viste en lav giftighet av endosulfan i fôr til laks, og lite av stoffet i filet. Studiene utløste en økt grenseverdi i fiskefôr for endosulfan, som legger til rette for økt bærekraftighet av lakseoppdrett.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Jordbruket bruker plantevernmidler for å øke matproduksjonen. Mellom 1995 og 2007 ble det sluppet ut mellom 2.3-2.6 millioner tonn plantevernmidler på verdensbasis og det er ikke til å unngå at man finner rester av slike midler i mat og fôr. Endosulfan er et plantevernmiddel som blant annet brukes på ris og mais men bruken av endosulfan er nå i ferd med å fases ut globalt. I Europa er endosulfan ikke lenger godkjent som plantevernsmiddel, men stoffet brukes i andre deler av verden som eksporterer mat og fôrråvarer til Europa.

Øvre grense for tillatt mengde i dyrefôr er 0,1 mg/kg, mens den i utgangspunktet ble satt til 0,005 mg/kg i fiskefôr. Grenseverdien ble først satt så lavt på grunn av manglende dokumentasjon på effekten av stoffet i fisk, og høy giftighet ved vannbåren eksponering. I 2005 etterlyste det europeiske mattrygghetsorganet EFSA mer kunnskap om effekten av endosulfan på fisk.

NIFES utførte i årene 2006-2010 en rekke studier der ulike mengder endosulfan ble tilsatt fôr til oppdrettslaks. Giftighet, effekt på fiskehelse og overføring av stoffet til filet ble undersøkt. Sett under ett viste forsøkene at endosulfan fra fôr har lav giftighet for laks eksponert for 0,1 mg endosulfan per kilo fôr. Det ble funnet histologiske endringer i tarmen hos laks eksponert for 0,005 mg endosulfan/kg, men ikke ved høyere konsentrasjoner. Påvirkningen av tarm var heller ikke reproduisert i et annet forsøk der laks ble eksponert for opptil 0,1 mg endosulfan/kg. På bakgrunn av undersøkelser av hvordan stoffet ble omsatt i filet, over tid, ble det beregnet at et innhold av endosulfan i fiskefôr på 0,1 mg/kg (lik grenseverdien for dyrefôr) ville resultere i et filettinnhold under MRL for endosulfan i kjøtt (0.1 mg/kg). (Det er ikke fastsatt en øvre tillatt grense (MRL) for endosulfan i laksefilet i EU eller Norge.)

Overvåkningsprogrammet NIFES har på fiskefôr vist at endosulfan var mellom 0,0006 og 0,001 mg endosulfan/kg de 10 siste årene. I 2015 var middelveiden 0,001 mg/kg og variasjonsområdet 0,0005 til 0,0017.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Denne kunnskapen ble brukt i en risikovurdering gjennomført av EFSA i 2011. Basert på denne risikovurderingen økte EU-kommisjonen øvre tillatte grense av endosulfan i fôr til laksefisk fra 0,005 mg/kg til 0,05 mg/kg. EU-kommisjonen begrunnet denne økningen med at EFSA vurderte at det ikke ble funnet signifikante, negative effekter hos laks eksponert for 0,1 mg/kg endosulfan i fôret. Videre mente Kommisjonen at det var hensiktsmessig med en høyere øvre grenseverdi for endosulfan i fôr til laks for å legge til rette for en økt bærekraften av lakseoppdrett, uten at dette gir negative effekter for fiskehelse eller folkehelse.

For å beskytte forbrukerens helse har man regelverk som fastsetter øvre grenseverdier (Maximum Residue Levels; MRL) for hvor mye rester av plantevernmidler som er tillatt i fôr og mat.

Det er ikke fastsatt en øvre tillatt grense (MRL) for endosulfan i laksefilet i EU eller Norge. For kjøtt er MRL for endosulfan 0,1 mg/kg. Data fra overvåkningsprogrammet for legemidler, ulovlige stoffer og miljøgifter i oppdrettsfisk, som NIFES utfører årlig på vegne av Mattilsynet, viser at i 2014 inneholdt norsk oppdrettslaks mellom 0,00006 og 0,0025 mg/kg (min-max) med et gjennomsnittsnivå på 0,00014 mg/kg.

Akseptabelt daglig inntak (ADI) er den mengden av et stoff som et menneske trygt kan spise daglig gjennom hele livet uten helsefare. WHO/FAOs vitenskapskomiteer fastsatte i 1998 en ADI på 0,006 mg endosulfan per kg kroppsvekt per dag. Et inntak på 300 g laks med den høyest målte konsentrasjonen i filet fra oppdrettslaks (0,0025 mg/kg) bidrar med ca. 0,2% av det akseptabelt daglige inntaket for en 70 kg person. Oppdrettslaks utgjør dermed et ubetydelig bidrag til ADI for endosulfan.

Forskningsprosjektene ved NIFES på endosulfan var helt avgjørende for at Kommisjonen økte grenseverdien på endosulfan i fiskefôr. En effekt av dette er at næringen har en betydelig større fleksibilitet i valg av råstoff til fiskefôr (Kommisjonen), og tilrettelegger for mer bærekraftig produksjon.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

BERNTSSEN, M. H. G., GLOVER, C. N., ROBB, D. H. F., JAKOBSEN, J. V. & PETRI, D. 2008. Accumulation and elimination kinetics of dietary endosulfan in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquatic Toxicology*, 86, 104-111.

BERNTSSEN, M. H. G., TOLLEFSEN, K. E., HANDY, R. D., JULSHAMN, K., AASEN, K., HELLAND, E. & PETRI, D. 2010. Assessing sensitivity of Atlantic salmon post-smolt to dietary endosulfan using histology and markers of endocrine disruption, oxidative stress, and biotransformation. *Aquaculture*, 303, 86-93.

GLOVER, C. N., PETRI, D., TOLLEFSEN, K. E., JORUM, N., HANDY, R. D. & BERNTSSEN, M. H. G. 2007. Assessing the sensitivity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to dietary endosulfan exposure using tissue biochemistry and histology. *Aquatic Toxicology*, 84, 346-355.

LUNDEBYE, A. K., LOCK, E. J., BOYLE, D., RUOHONEN, K. & BERNTSSEN, M. H. 2010. Tolerance of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to dietborne endosulfan assessed by haematology, biochemistry, histology and growth. *Aquaculture Nutrition*, 16, 549-558.

PETRI, D., GLOVER, C. N., YLVING, S., KOLAS, K., FREMMERSVIK, G., WAAGBO, R. & BERNTSSEN, M. H. G. 2006. Sensitivity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to dietary endosulfan as assessed by haematology, blood biochemistry, and growth parameters. *Aquatic Toxicology*, 80, 207-216.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

EU-kommisjonen øvre tillatte grense av endosulfan i fôr til laksefisk fra 0,005 mg/kg til 0,05 mg/kg (Commission Regulation No 744/2012).

26. Overvåkning av uønskede stoffer i norsk sjømat

Kontaktperson ved instituttet: Ole Arve Misund

A. Sammendrag

Ulike medieoppslag i 2013 sådde tvil om hvorvidt gravide og kvinner i fertil alder burde spise feit fisk, inkludert oppdrettslaks. En årsak var rapporten på helhetsvurderingen av sjømat i kosten, utført av Vitenskapskomiteen for sjømattrygghet i 2006, som uttrykte en forsiktig begrensning for kvinner i fertil alder. Inntaksbegrensningen, ikke mer enn to måltider feit fisk i uken, ble presisert av Helsedirektoratet i 2013. Grunnlaget for helhetssynet og inntaksbegrensningen var innholdet av miljøgifter i fisk frem til 2004, noe som utløste et behov for revisjon. NIFES leverte oppdaterte analysetall til arbeidet, der VKM i revidert rapport blant annet fjernet inntaksbegrensningen.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Norge er gjennom et internasjonalt regelverk (EU direktiv 96/23) forpliktet til å overvåke innholdet av ulike legemidler og miljøgifter i oppdrettsfisk årlig. Mattilsynet har ansvaret for prøvetaking og gjennomføring i Norge. NIFES har ansvaret for å analysere oppdrettsfisk. Antall prøver som samles inn styres av den totale produksjonen av oppdrettslaks, og har de siste årene vært på rundt 12000 fisk. Prøvene blir analysert for ulovlige stoff, legemiddel og uønskede stoff, etter en fordelingsnøkkel. Alle prøvene ble hentet inn av inspektører fra Mattilsynet. NIFES overvåkning av oppdrettsfisk har aldri identifisert bruk av ulovlige legemidler i oppdrettsfisk, og ingen påvisning av lovlig legemidler, organiske miljøgifter eller tungmetaller over grenseverdi. Den generelle trenden for de fleste miljøgiftene, viser at nivåene i oppdrettslaks har gått betydelig ned de siste 10-12 åra. Dette skyldes hovedsakelig en overgang fra marine ingredienser, fiskemjøl og fiskeolje, til mer vegetabiliske ingredienser i fôret.

I tillegg driver NIFES overvåkning av uønskede stoffer i villfisk. Overvåkningssystemet på villfisk har blitt mye mer omfattende og mer systematisk de senere år, med innføring av basisundersøkelser fra 2006, og dermed generert et mye større tallmateriale på de viktigste kommersielle artene. Så langt har instituttet utført seks basisundersøkelser. Hver undersøkelse tar om lag tre år fra innsamling av prøvene starter til resultatene publiseres, og omfatter 800-1500 fisk fra 30-40 posisjoner. Arter som ikke har vært igjennom en basisundersøkelse, blir kun overvåket stikkprøvebasert, gjerne med et omfang på ca. 25-50 fisk fra en-to posisjoner. Resultatene fra basisundersøkelsene har vist noen utfordringer knyttet til blåkkeite fra et avgrenset område, der fisk hadde et innhold av dioksiner og dioksinlignede PCB over grenseverdien. For å hindre at fisk som ikke var lov å omsette nådde markedet, ble fisket av blåkkeite fra området stanset i en periode. Ellers har basisundersøkelsene bekreftet tidligere undersøkelser, at sjømaten fra norske farvann stort sett er trygg mat.

Alt overvåkningsarbeidet NIFES gjør krever nøyaktige, kvalitetssikrede metoder og stor kapasitet på laboratoriet.

Analyseresultatene fra overvåkingen ved NIFES ble i 2013 sendt til Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM), et organ som gjør uavhengige og vitenskapelige risikovurderinger for Mattilsynet. I tillegg leverte NIFES en del informasjon på innhold av næringsstoffer i sjømat. Overvåkingen NIFES gjør omfatter også i noen grad næringsstoffer i sjømat, men i et mindre omfang enn uønskede stoffer. NIFES bidro også med forskning på overføring av både uønskede stoffer og næringsstoffer fra fôr til fisk, samt modellering av overføringsgrad av uønskede stoffer ved nivåer i fôr.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Helsedirektoratet anbefaler befolkningen: «ha et variert kosthold med mye grønnsaker, frukt og bær, grove kornprodukter og fisk, og begrensede mengder bearbeidet kjøtt, rødt kjøtt, salt og sukker. Sunn hverdagsmat og et variert kosthold gir deg et godt grunnlag for god helse, og bidrar til at du får i deg næringsstoffene du trenger. Et variert og sunt kosthold kombinert med fysisk aktivitet i hverdagen, reduserer risikoen for blant annet hjerte- og karsykdommer, type 2-diabetes,

Barn, unge, gravide og unge kvinner mellom 18 og 30 år er blant gruppene som spiser minst fisk i Norge. Studier ved NIFES og Folkehelseinstituttet viser at gravide spiser under halvparten av anbefalt mengde fisk. Presiseringen fra Helsedirektoratet i 2014 om å begrense inntaket av feit fisk rettet seg spesielt mot unge kvinner og gravide. En slik presisering, kunne føre til at denne befolkningsgruppen som allerede spiser minst fisk, reduserer inntaket sitt ytterligere.

I det reviderte helhetssynet, publisert i 2014, sier VKM følgende «Etter å ha vurdert fordelene ved å spise fisk, det vil si næringsstoffer i fisk og helsegevinster på den ene siden og risiko på den andre, så er hovedkonklusjonen at fordelene ved å spise fisk oppveier klart den ubetydelige risikoen som dagens nivåer av miljøgifter og andre kjente fremmedstoffer i fisk representerer.» I tillegg konkluderer VKM med «at det ikke lenger er grunn til å si at kvinner i fruktbar alder og jenter bør begrense inntaket av feit fisk ut fra et helseperspektiv.» Helsedirektoratet, som gir kostanbefalinger til befolkningen, har også sagt at det ikke lenger er grunnlag for å begrense inntak av feit fisk til gravide.

Fra tid til annen stilles det spørsmål rundt sjømattrygghet, både nasjonalt og internasjonalt. Når sjømat eksporteres må det dokumenteres at produktene tilfredsstiller gjeldende krav fra myndighetene i mottakerlandet, på innhold av uønskede stoffer. Dersom media, næringen, forbrukerne, eller andre lands myndigheter tviler på sjømattrygghet, er det viktig å ha oppdatert dokumentasjon som raskt kan gjøres tilgjengelig for ulike målgrupper. Dette kan forhindre ugunstige dropp i befolkningens sjømatkonsum med tanke på tap av helsefordeler, eller utestengelse fra et marked på feil grunnlag. NIFES er svært bevisst på å kommunisere ut sine resultater til ulike målgrupper, blant annet under utenlandske pressebesøkene instituttet ofte har og på populærvitenskapelige foredrag utenlands.

Samlet sett viser dette hvor avgjørende tallmaterialet til NIFES på næringsstoffer og uønskede stoffer er for samfunnet, både i form av risiko-nytte vurderinger, og kostanbefalinger. Samt betydningen av formidling.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Noestbakken O.J, Hove H.T., Duinker A., Haldorsen A.K.L., Berntssen M.H.G., Hannisdal R., Lunestad B.T., Maage A., Madsen L., Torstensen B.E., Julshamn K. (2015) Contaminant levels in Norwegian farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the 13-year period from 1999 to 2011. Environment International; Volum 74. S. 274-280. (Publisert I 2015, VKM fikk tallene som rådata fra NIFES)

Julshamn K., Duinker A., Berntssen M.H.G, Nilsen B.M., Frantzen S., Nedreaas K.H., Maage A. (2013) A baseline study on levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, non-ortho and mono-ortho PCBs, non-dioxin-like PCBs and polybrominated diphenyl ethers

in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the Barents Sea. *Marine Pollution Bulletin*; Volum 75.(1-2) S. 250-258.

Nilsen B., Frantzen S., Julshamn K., Nedreaas K., Måge A. (2013) Basisundersøkelse av fremmedstoffer i sei (*Pollachius virens*) fra Nordsjøen Sluttrapport for prosjektet "Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann", National Institute of Nutrition and Seafood Research (NIFES), Bergen, Norway. pp. 57.

Julshamn K., Duinker A., Nilsen B.M., Frantzen S., Maage A., Valdersnes S., Nedreaas K. (2013) A baseline study of levels of mercury, arsenic, cadmium and lead in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the Barents Sea. *Marine Pollution Bulletin* 67:187

Berntssen M.H.G., Valdersnes S., Rosenlund G., Torstensen B.E., Zeilmaker M.J., van Eijkeren J.C. (2011) Toxicokinetics and carry over model of α -hexabromocyclododecane (HBCD) from feed to consumption sized Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*. 28:1274

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Report from the Norwegian Scientific Committee for Food Safety (VKM) 2014: Benefit-risk assessment of fish and fish products in the Norwegian diet –an update

NIBIO

NIBIO
14 case

27. Multi-sensorikk for bærekraftig intensivring av norsk hvetedyrking

Kontaktperson: Audun Korsæth

A. Sammendrag

Dette eksempelet er basert på et forskningsrådsprosjekt med kortnavn MULTISENS. Prosjektet pågikk i perioden 2010-2015, og kjernen av prosjektet er ført videre i et nytt prosjekt. Målet med MULTISENS var å ta i bruk og til dels videreutvikle multi-sensoriske teknikker for å legge til rette for økt hveteproduksjon og samtidig redusere utslippene av lystgass ved å optimalisere N-gjødsling, ugras- og sjukdomskontroll. Videre var det et mål å bygge en autonom robot for effektiv lystgassmåling i felt. Prosjektet la opp til å følge hovedprinsippet til presisjonsjordbruket, der bruken av innsatsmidler tilpasses den romlige variabiliteten innenfor et jordstykke (stedsspesifikk behovstilpasning).

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Vi utviklet først en metode som kombinerer temperaturmålinger (termalkamera) og spektrale målinger (radiometer) for å skille mellom vannstress og nitrogenstatus i hvetepanter – sentral kunnskap for å kunne optimalisere steds-spesifikk gjødsling. Bruk av termalkamera er krevende, og vi brukte en del ressurser på å utvikle metodikk og kalibreringsrutiner. Etter hvert fikk vi raffinert metoden slik at vi ble i stand til å skille mellom de samme to stressfaktorene med spektrale målinger alene.

Tradisjonelle målinger av lystgass viste at riktig nitrogengjødselmengde gir lavere utslipp av lystgass per kilo produsert korn enn der en tilfører for lite eller for mye nitrogen. Lystgassmålinger i felt viste dessuten at selv marginale endringer i pH har effekt på utslippene, og at tradisjonelle kammermålinger må gjennomføres med paralleller (i tillegg til gjentak), på grunn av stor romlig variasjon. Videre kunne vi dokumentere stor variasjon i målte gass-strømmer i løpet av døgnet, og vi underbygget tidligere funn av store utslipp i forbindelse med fryse/tine episoder.

I prosjektet ble det bygget et system for robotisert lystgassmåling, og målingene viste at systemet har en mye raskere responstid enn det en kjenner fra tradisjonelle metoder. Det ferdige konseptet for automatisk lystgassmåling ble testet grundig i felt, og har vakt betydelig internasjonal oppmerksomhet.

For å kartlegge bryssomme, flerårige ugras i hveite ble det utviklet en automatisk metode basert på bildeanalyse. Bildene ble enten tatt med et RGB-kamera montert på ei 3 m høy stang (for å simulere bildetaking fra skurtresker eller traktor), eller det ble montert på den bakkegående roboten utviklet for lystgassmålinger. Resultatene viste godt samsvar mellom bildeanalyse og visuell ugrasbedømmelse.

Som del av prosjektet ble det også utviklet metoder for tidlig sjukdomsdeteksjon, basert på analyser av flyktige, organiske forbindelser (volatile organic compounds; VOC). Det ble etablert VOC-profiler for patogener involvert i blant annet hvetespridd, aksfusariose og meldugg, og det ble også etablert VOC-profiler for hvetepanter angrepet av disse patogenene. Resultatene viste blant annet at metoden kunne brukes til å identifisere hvilken sjukdom som hadde angrepet hvetepanter to uker etter smitte i veksthus, men at VOC-konsentrasjonene er så lave at metoden foreløpig er uegnet i felt.

For å se på effekter av multiple stressfaktorer ble det gjennomført et pottforsøk ved Hohenheim Universitet og et robotisert feltforsøk på Apelsvoll, begge med sju ulike sensorer. Analysene viste at det var delvis mulig å separere mellom flere stressfaktorer samtidig, men at kombinasjonseffekter bidro med svært mye «støy» i datamaterialet.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Verdiskaping som prosjektet har bidratt til: å fremme innovasjon i offentlig og privat sektor
 Utvikling av metodikk for 2. generasjons system for presisjonsgjødsling (NIBIO/Yara)
 Utvikling av metodikk for automatisert deteksjon av rotugras i moden åker (NIBIO/Adigo)
 Utvikling av metodikk for tidlig sjukdomsdeteksjon i hvete (NIBIO)
 Utvikling av metodikk for kombinasjon av mange sensorer for informasjonsekstraksjon (NIBIO)
 utvikling av nye produkter og tjenester
 Robotisert løsning for måling av lystgass i felt (NMBU/Adigo)
 FTIR spektrometer for multiple gassmålinger (SINTEF)
 Salget av N-sensor for presisjonsgjødsling er sterkt økende i Norge (Yara)
 bedret forskningsbasert rådgivning og tilhørende politikkutforming
 Presisjonsjordbruk er nevnt spesifikt i den ferskeste (desember 2016) stortingsmeldingen om jordbruket
 Buskerud gir nå tilskudd til presisjonsgjødsling (20 kr/daa i 2016) ut fra et miljøargument (mindre miljøbelastning)
 Presisjonsjordbruk nevnes som ett av flere verktøy i ulike utredninger som omhandler skjæringspunktet agronomi og miljø oppmerksomhet
 Prosjektet har fått stor oppmerksomhet, ikke minst på grunn av betydelig utadrettet virksomhet med til sammen 61 rapporter, notater, artikler og foredrag på møter/konferanser rettet mot prosjektets målgrupper, samt 18 oppslag i media. Samfunnseffekten av dette har vært at presisjonsjordbruk har gått fra å være et litt uforståelig begrep for mange (også innenfor jordbruksnæringa), til å bli noe som mange forbinder med en mulig, positiv utvikling av det moderne jordbruket.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

De 5 mest aktuelle og relevante:

- Haugholt, K.H., Lacolle, M., O'Farrell, M., Honne, A., Hestnes Bakke, K.A., Lundon, A. 2013. Low cost "laserless" FTIR spectrometer on the farm for real-time nitrous oxide soil emission measurements. Applied Optics 52(4), B93-B101.
- Kusnierek, K., Korsæth, A. 2014. Challenges in using analog uncooled microbolometer thermal camera to measure crop temperatures. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 7(4), 60-74.
- Kusnierek, K., Korsæth, A., 2015. Simultaneous identification of spring wheat nitrogen and water status using visible and near infrared spectra and Powered Partial Least Squares Regression. Computers and Electronics in Agriculture 117: 200-213.
- Peteinatos, G.G., Korsæth, A., Berge, T.W., Gerhards, R. 2016. Using optical sensors to identify water deprivation, nitrogen shortage, weed presence and fungal infection in wheat. Agriculture 6 (24); doi:10.3390/agriculture6020024.
- Russenæs, A. L., Korsæth, A., Bakken, L. R., Dörsch, P. 2016. Spatial variation in soil pH controls off-season N₂O emission in an agricultural soil. Soil Biology & Biochemistry 99: 36-46.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

De 5 mest aktuelle og relevante:

- N.N. 2016. Endring og utvikling— En fremtidsrettet jordbruksproduksjon. Meld. St. 11 (2016-2017). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-11-20162017/id2523121/>
- N.N. 2016. Veileder for søknad om: Regionale miljøtilskudd for jordbruket i Buskerud 2016. Fylkesmannen I Buskerud. https://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMBU/Landbruk%20og%20mat/Milj%C3%B8tiltak/RMP/2016/RMP%20Veileder%202016_samlet.pdf

Overskeid, Ø. 2015. Presentation of Adigo and the Norwegian "Greenhouse gas flux robot". Workshop on robotized approaches for spatially distributed N₂O emission measurements. Hochschule Osnabrück, 2 February 2015.

Christensen, A. 2014. Øye over åkeren. Oppslag og video på [Forskning.no](http://forskning.no) (2. januar 2014), <http://forskning.no/kulturlandskap-landbruk-naturressursforvaltning-forurensning-miljovern-planteverden-data/2013/12/oye>

Eltun, R., Romstad, E., Øygarden, L., Bakken, L., Krogstad, T., Uhlen, A.K., Bjugstad, N. Bakken, A.K., Grønlund, A., Hauge, A., Hoel, B., Korsæth, A., Riley, H., Endrerud, H.C., Mangerud, K. 2010. Kunnskapsstatus "Bedre agronomi". Utredning av kompetansegrunnlaget for bedre agronomi for å møte landbrukets klimautfordringer. Bioforsk RAPPORT 5(66): 77 s.

28. Arealregnskap for utmark

Kontaktperson: Geir-Harald Strand

A. Sammendrag

Arealregnskap for utmark (AR18X18) er en landsdekkende utvalgsundersøkelse av utmarksressurser. Ved å kartlegge 1100 «frimerker», systematisk spredt over hele Norge, tallfester programmet verdien av beiteressursene i utmark. I programmet forskes det på egenskaper ved geografiske utvalgsundersøkelser, bl.a. usikkerhetsestimater og «Small area estimation» teknikk for å lage statistikk om mindre områder (kommuner og beitelag). AR18X18 ble utviklet over en periode på 10 år og leverer nå løpende statistikk og utredninger. Programmet har bidratt vesentlig til et kunnskapsbasert beslutningsgrunnlag for ressursutnyttelse i utmark. Dette gjenspeiles i nasjonale og regionale plan- og strategidokumenter og nye tiltak for å øke bruken av utmarksbeite.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Forskningen som ligger til grunn for «arealregnskap for utmark» har i hovedsak skjedd som utviklingsprosjekter innenfor instituttets statsoppdrag, med påfyll gjennom relevante arbeidspakker i ulike prosjekter og bruk av Grunnbevilgning til å finansiere en stipendiat knyttet til programmet. Forskningsinnholdet er primært studier av ulike egenskaper ved geografiske utvalgsundersøkelser i form av «area frame surveys». Dette gjelder både organisering, analyse og usikkerhet ved bruk av slike undersøkelser. Det har vært knyttet en (i hovedsak egenfinansiert) stipendiat til programmet. Stipendiaten disputerte i 2016.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Samfunnseffekten er at man som følge av programmets dokumentasjon av tilgjengelige ressurser har fått en sterkt økende oppmerksomhet om bruk og utnyttelse av potensialet i utmarka. Dette gir økt satsing på utnyttelse av utmarksressursene og dermed også økt verdiskaping. Landbruksmeldinga som nå (mars 2017) ligger til behandling i Stortinget legger stor vekt på økt utnyttelse av beiteressurser i utmarka, noe det ser ut til å være bred politisk enighet om. Programmet Arealregnskap for utmark har på en systematisk måte, og over en lang tidsperiode (mer enn 10 år) bidratt til å bygge både kompetanse og gi et konkret statistisk kunnskapsgrunnlag for denne utviklingen. Programmet bidrar direkte til effektiv og presis saksbehandling for forvaltningen (ved utarbeidelse av satsinger, handlingsprogram og utforming av virkemidler) og næringa (satsings- og samordningstiltak). Programmet bidrar til å identifisere regioner med særlig høyt potensiale og gir grunnlag for effektiv virkemiddelbruk rettet mot de mest verdifulle områdene. En ytterligere spin-off er at programmet har gitt grunnlag for metodeutvikling for tilsvarende undersøkelser i miljøforvaltningen, og det er i tilknytning til programmet gjennomført en fem-årig undersøkelse som etablerer et grunnlag for overvåking av inngrep i norske verneområder og dermed effektivt bidrar til at miljøforvaltningen kan oppfylle dokumentasjonskrav satt av Riksrevisjonen. Det er også utarbeidet metode for arealrepresentativ overvåking av naturtyper generelt.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Strand, GH. 2013. The Norwegian area frame survey of land cover and outfield land resources, *Norwegian Journal of Geography* **67**: 24 - 35

Aune-Lundberg, L. & Strand, GH. 2014. Comparison of variance estimation methods for use with two-dimensional systematic sampling of land use/land cover data, *Environmental Modelling & Software* **61**: 87 - 97

Strand, GH. & Aune-Lundberg, L. 2012. Small-area estimation of land cover statistics by post-stratification of a national area frame survey, *Applied Geography* **32**: 546 - 555

Mysterud, A., Rekdal, Y., Loe, L.E., Angeloff, M., Mobæk, R., Holand, Ø & Strand, G.H. 2014. Evaluation of Landscape Level Grazing Capacity for Domestic Sheep in Alpine Rangelands, *Rangeland Ecology & Management* **67**: 132-144

Aune-Lundberg, L. & Strand, GH. 2017. Composition and spatial structure of dwarf shrub heath in Norway, *Norwegian Journal of Geography* **70**: Online 23.2.2017

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Meld. St. 11 (2016–2017) Endring og utvikling — En fremtidsrettet jordbruksproduksjon, Landbruks- og matdepartementet

Meld. St. 9 (2011–2012) Landbruks- og matpolitikken - Velkommen til bords, Landbruks- og matdepartementet

NBS (2016) Norge trenger grønn verdiskaping! Krav til ramme og fordeling ved jordbruksforhandlingene, Arbeidsdokument til Jordbrukets forhandlingsutvalg, 25.4.2016, Norges bonde- og småbrukarlag

NRK (2016) Brennpunkt: Framtidsbonden, Dokumentar 16.02.2016
<https://tv.nrk.no/serie/brennpunkt/mddp11000116/16-02-2016>

FMHE (2014) Tiltaksplan for økt storfekjøttproduksjon i Hedmark, 2014-2017, Fylkesmannen i Hedmark, Landbruksavdelingen

29. VIPS – Varsling Innen PlanteSkadegjørere

Kontaktperson: Berit Nordskog

A. Sammendrag

Varsling Innen Planteskadegjørere (VIPS) er en nettbasert varslings- og informasjonstjeneste utviklet for integrert bekjempelse av skadedyr og sjukdommer i jord- og hagebruksvekster. Tjenesten er åpen og tilgjengelig for alle på www.vips-landbruk.no, og retter seg spesielt mot bønder og rådgivere innen norsk landbruk. VIPS er utviklet av NIBIO og Norsk Landbruksrådgiving (NLR), og har levert varsler om planteskadegjørere på Internett siden 2001. VIPS er en teknologiplattform med åpen kildekode som lett kan oversettes og tilpasses til ulike brukere og behov. Dette gir unike muligheter for internasjonalt forskningssamarbeid og raskere implementering av nye modeller og tjenester som kan tjene norske brukere.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Vær og klima påvirker utvikling av sopp, skadedyr og ugras i åkeren. Kunnskap om dette samspillet kan brukes til å beregne når angrep av ulike skadegjørere kan forventes, og modeller som kombinerer værdedata og skadegjørernes biologi gir viktig informasjon om når tiltak bør iverksettes for å hindre eller stoppe angrep i åkeren, eventuelt at tiltak ikke er nødvendig. Potettørråte var en av de første plantesjukdommene hvor disse sammenhengene ble satt i system, og varsling av fare for angrep av potettørråte ble tatt i bruk i Norge i 1957 (Førsund & Flaatten 1959). Siden den gang er en rekke varslingsmodeller og skadeterskler utviklet og tilpasset for bruk i norsk landbruk. Per i dag er 16 modeller for ulike planteskadegjørere tilgjengelig for norske brukere av VIPS. I tillegg gis det informasjon om skadeterskler for fem skadegjørere, og VIPS-Ugras gir hjelp til beregning av behandlingsbehov mot ugras i korn.

Studier av epleskurv gir et godt eksempel på forskning som ligger til grunn for modellutvikling. Nesten hvert år siden 1989 har sporekasting av epleskurv gjennom sesongen blitt registrert av sporefeller plassert i en eplehage på Ås, og ved noen andre lokaliteter i Norge. Sporefellene har gitt data som viser når sporekastinga starter om våren, under hvilke værforhold sporene blir kastet, og når primærsesongen er slutt. En modell for sporemodning publisert i USA (Gadoury og MacHardy, 1982) er validert basert på data fra denne sporefella, og en justert versjon av modellen tilpasset norske forhold er publisert (Stensvand et al. 2005). Senere ble ulike modeller for modning og spredning av askosporer hos pæreskurvsoppen undersøkt med data fra Norge, Belgia og Frankrike (Eikemo et al. 2011), og den best tilpassede modellen var den som vi i dag bruker for epleskurv i VIPS. Den nederlandske varslingstjenesten RIMpro er basert på den samme litteraturen som nevnt over, og blir årlig validert og revidert basert på ny forskning. RIMpro er det verktøyet som er mest brukt internasjonalt i varsling av epleskurv, og tilbys også til norske epledyrkere gjennom VIPS.

Andre modeller med utgangspunkt i nyere forskning er blant annet Nærstads modell for potettørråte (R. Nærstad, unpubl.) og en modell for blomstringsperiode i havre for eventuelt å kunne behandle mot akksfusariose ved optimalt utviklingsstadium (Hjelkrem et al 2016).

VIPS er utviklet for norsk landbruk, men har de siste årene fått internasjonal oppmerksomhet. Dette gir muligheter for prosjektsamarbeid potensiale for videreutvikling av nye funksjonaliteter og varslingsmodeller i VIPS.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

VIPS er en nettbasert varslings- og informasjonstjeneste, utviklet for integrert bekjempelse av skadedyr, ugras og sjukdommer i jord- og hagebrukskulturer. I henhold til Forskrift om plantevernmidler er alle yrkesbrukere av plantevernmidler pålagt å anvende prinsippene for integrert plantevern (IPV). Ved praktisering av IPV er VIPS et viktig beslutningsverktøy som gir varsler og faglig grunnlag for valg av ulike planteverntiltak i åkeren.

VIPS ble etablert i 2001, og er et samarbeidsprosjekt mellom NIBIO og NLR. Informasjon og varsler i VIPS er fritt tilgjengelig på www.vips-landbruk.no, og danner også grunnlag for rådgiving fra NLR. I 2016 arrangerte NLR 184 markdager og kurs hvor det ble informert om IPV og VIPS til over 2800 deltakere.

Brukerstatistikken for www.vips-landbruk.no viser at det var rundt 68.000 besøk i 2016, med størst besøkstall i juni, juli og august. I 2016 var det rundt 10.000 besøk og 5.000 unike brukere per måned i denne perioden.

Bruk av VIPS varierer med ulike kulturer og aktuell skadegjørerproblematikk. I norsk fruktproduksjon foregår all sprøyting mot epleskurv etter varsel (Sigrid Mogan, pers.med.). En spørreundersøkelse blant norske kornbønder om holdninger til og bruk av IPV i 2014 (STRAPP, NFR prosj. 221394/E40), viser at et flertall sjekker åkeren og sprøyter etter behov (Kvakkestad og Prestvik 2015). Samtidig svarte bare 20 prosent at de bruker VIPS ofte, mens 40 prosent bruker det aldri. VIPS inngår imidlertid i grunnlaget for rådgivning i NLR, og den samme undersøkelsen viser at 75 % av bøndene får råd om plantevern fra NLR, noe som er mer beskrivende for den reelle brukergruppen av VIPS blant kornprodusentene.

Det er generelt vanskelig å kvantifisere nytten av VIPS siden behov for planteverntiltak henger sammen med god agronomi, forebyggende tiltak, lokale forutsetninger og værforhold. Som eksempel på potensiell nytteverdi kan vi nevne VIPS-ugras som er et hjelpemiddel for å beregne behandlingsbehov mot ugras i korn. Dette programmet viser et potensiale for å redusere bruken av herbicider i norsk korn med 40 % (Netland et al 2005).

VIPS er unikt i internasjonal sammenheng, ved at det er en varslingsjeneste som favner mange plantekulturer og skadegjørere i samme system. Et fleksibelt system med åpen kildekode åpner for internasjonalt forskningssamarbeid og raskere implementering av nye modeller og tjenester. Det Nordisk-Baltiske prosjektet SpotIT, finansiert gjennom ERANET C-IPM (www.c-ipm.org) er organisert med VIPS som fundament for samarbeid om validering og videreutvikling av varslingsmodeller for bladfleksjukdommer i hvete og bygg, samt videreutvikling av nasjonale nettbaserte varslingsjenester.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Eikemo, H., Gadoury, D.M., Spotts, R.A., Villalta, O., Creemers, P., Seem, R.C. & Stensvand, A. 2011. Evaluation of six models to estimate ascospore maturation in *Venturia pyrina*. *Plant Disease* 95:279-28
- Gadoury, D. M., & MacHardy, W. E. 1982. A model to estimate the maturity of ascospores of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology* 72:901-904.4.
- Stensvand, A., Eikemo, H., Gadoury, D.M. & Seem, R.C. 2005. Use of a rainfall frequency threshold to adjust a degree-day model of ascospore maturity of *Venturia inaequalis*. *Plant Disease* 89:198-202.
- Hjelkrem, AG.R., Torp, T., Brodal, G. Aamot, H.U., Strand, E., Nordskog, B., Dill-Macky, R., Edwards, S.G. and Hofgaard, I.S. 2016. DON content in oat grains in Norway related to weather conditions at different growth stages. *European Journal of Plant Pathology*. doi:10.1007/s10658-016-1113-5
- Netland, J., Tørresen, K. og Rydahl, P. 2005. Resultat fra forsøk med norsk utgave av beslutningsstøttesystem for ugrassrøyting i korn. *Grønn kunnskap* 9(2): 357-361.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

- Kvakkestad, V. og Prestvik, A.S. 2015. Integrert plantevern hos norske kornbønder. Resultater fra en spørreundersøkelse om holdninger til og bruk av integrert plantevern. NIBIO RAPPORT / VOL.:1, NR.49,2015 <http://hdl.handle.net/11250/2379388>

- SpotIT, IT-solutions for user friendly IPM-tools in management of leaf spot diseases in cereals. Prosjekt finansiert gjennom ERANET C-IPM, 2017-2019. <http://cipm.org/news/nyhed/artikel/decision-making-tools-tailor-made-to-local-conditions-are-underway/>
- Nationen 20.8. 2016. <http://www.nationen.no/landbruk/norsk-korn-ikke-bare-sprayt/>
- Norsk Landbruk 18. 07.2013 <http://www.norsklandbruk.no/norsk-landbruk/fa-torratevarsel-pa-mobilen/>
- ---

30. Presisjonsplantevern: ugrasbekjempelse i korn og radkulturer basert på bildeanalyse (maskinsyn)

Kontaktperson: Therese W. Berge

A. Sammendrag

Ugras reduserer avlinger i landbruket. Ugras opptrer som regel flekkvis, og vi kan redusere forbruket av ugrasmidler (herbicider) ved å tilføre ugrasmiddel bare der det er reelt behov. Tverrfaglig forskning, hvor NIBIO har bidratt med agronomi - og plantevern-faglig kompetanse, har ledet nye måter å tilføre ugrasmidler etter behov i korn og radkulturer. Med en metode er DAT sensor montert på åkersprøyta. Sensoren «ser» ved spesialutviklet maskinsyn, hvor det er behov for å sprøyte. Den andre måten er selvgående robot («Asterix») med dråpeskyter som ved spesialutviklet maskinsyn avsetter dråper med ugrasmiddel kun på ugrasbladene og ikke på nytteplantene eller jord.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Det er tverrfaglig forskning som ligger til grunn. Det er innen 1) agronomi og plantevern, 2) maskinsyn og 3) mekatronikk og robotikk. NIBIO har bidratt hovedsakelig på 1). NIBIO har hovedsakelig jobbet med maskinsynsbaserte skadeterskler i korn. I radkulturer har NIBIO jobbet mest med «formulering» av ugrasmiddel slik at deres egenskaper blir kompatible med Asterix' dråpeskyter. Begge er nødvendig for sikker bruk av hhv. DAT-sensor og robot Asterix.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Det er tre mindre private firma som har tatt del i FoU-arbeidet. Det er Dimensions Agri Technologies (DAT) AS, Adigo AS og Stumberg AS. Adigo AS har kunnet satse på innovasjon innen presisjonsplantevern som direkte følge av å ha vært med i flere FoU-prosjekt hvor bl.a. NIBIO har vært partner. Gruppen innen robotikk i Adigo AS teller nå ca. 4 årsverk. For 15 år siden hadde de ingen. Hans Stumberg i Stumberg AS er en korndyrker som også utfører leiesprøyting. I 2016 sprøytet han 100 dekar bygg med DAT-sensor. Etter at DAT-sensoren blir vanlig utbredt forventer en å halvere forbruket av slike plantevernmidler i kornproduksjonen. Dette støttes av våre publikasjoner listet i avsnitt D. For ugrasroboten Asterix er potensialet enda høyere, estimert til mer enn 90 % reduksjon i ugrasmiddel (forutsatt ugrastetthet 100 planter per kvm). Andre positive effekter av bruk av DAT-sensor i korn er redusert risiko for utvikling av ugrasmiddelresistens, større biologisk mangfold og dermed antagelig forbedrede økosystemtjenester, for eksempel biologisk kontroll av bladlus.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc

- Berge, TW, Goldberg, S., Kaspersen, K. & Netland, J. Towards machine vision based site-specific weed management in cereals. 2012. Computers and Electronics in Agriculture 81: 79-86
- Berge, TW, Cederkvist, HR, Fykse, H & Aastveit, AH. 2008. Simulating the effects of mapping and spraying resolution and threshold level on accuracy of patch spraying decisions and herbicide use on mapped weed data. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science 58: 216-229.
- Berge, TW, Fykse, H & Aastveit, AH. 2007. Patch spraying of weeds in spring cereals: Simulated influences of threshold level and spraying resolution on spraying errors and potential herbicide reduction. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science 57: 212-221.
- Utstumo, T, Berge, TW & Gravdahl, T. 2015. Non-linear model predictive control for navigation in row crops. IEEE International Conference on Industrial Technology, Seville, Spain 17-19 March 2015.
- Berge, TW. 2015. Evaluering av DAT ugrassensor 2013-2014. Sluttrapport [Evaluation of DAT weed sensor 2013-2014. Final report]. Bioforsk Rapport Vol 10 (4).

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Nyhetsoppslag om ugrasroboten Asterix:

- <http://gartneryrket.no/tema/robot-vant-landbrukets-innovasjonspris/>, 20.3.2017
- <http://www.nationen.no/landbruk/asterix-kan-bli-en-revolusjon-for-landbruket/?share=MGLAyOi47tOUZ%2Fs93kdEG0io2Fa5ISfELMAIghDxcmesgngN4luyjpngNBjkuLDT9V93hFXfGgTee2BLsUsagDttkt3G7gQ9xD%2Fa%2Bogv96vn2W4rHu%2BdipOt2YvnTxdDkS6fMmJil%2FPkWPzkleg3TiOtdfZHepuqU5MjpeWAYVM%3D>, 20.3.2017
- Kontaktperson næring: ---
- Nyhetsoppslag om DAT sensor for fleksksprøyting av ugras i korn:
<http://www.norsklandbruk.no/teknikk/video-akte-avlinger-med-redusert-bruk-av-plantevernmidler/>, 20.3.2017
- Kontaktperson næring: ---

31. Overvåkning av rognebærmøll ved bruk av feller

Kontaktperson: Geir K. Knudsen

A. Sammendrag

Rognebærmøll er en utfordring i epledyrking på grunn av vekselbæring i rogn. Angrep av rognebærmøll varsles over VIPS, og har ført til en reduksjon i bruken av plantevernmidler. (Edland 1979). I angrepsår kan feller med luktstoff benyttes for å overvåke angrepet lokalt. I 2012 ble gjennomført et storskalaforsøk med feller (Knudsen et al. 2012). Studiet konkluderte med at fellefangst gjennom juni og starten på juli kunne forutsi skadenivå i eple ved høsting. På bakgrunn av fellefangst i flere eplefelt ble det anslått at rundt 60 % av dyrkerne kunne unngått å sprøyte mot rognebærmøll i 2012. Luktblandingen er patentert (EP2572579).

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Varslingen av rognebærmøll vurderes ut ifra et regionalt perspektiv. Det betyr at flere prognosestasjoner i hver region er nødvendig for å gi riktig varsel om angrepsfare. Det er ønskelig med forbedret lokal varsling i angrepsår. Dette kan gjøres ved bruk av luktfeller. Bruk av feller med rognelukt (kairomon) registrerer innflyging av rognebærmøll i eplefelt og det er utarbeidet en modell for økonomisk skadeterskel (Knudsen og Tasin 2015). Kairomonet brukes i begrenset omfang av Norsk Landbruksrådgivning (NLR) for å øke kunnskapsgrunnlaget for råd til dyrkerne i de årene det er varslet angrep. I 2012 ble det varslet et lavt til moderat angrep av rognebærmøll og det ble gjennomført et storskalaforsøk med kairomonet (Knudsen et al. 2012). Studiet konkluderte med at fellefangst gjennom juni og starten på juli kunne forutsi skadenivå i eple ved høsting. På bakgrunn av fellefangst i flere eplefelt ble det anslått at opp imot 60 % av dyrkerne kunne unngått å sprøyte mot rognebærmøll i 2012. Dette betyr at plantevernmiddelbruken kan gå ytterligere ned ved forbedret lokal overvåkning. Det er ønskelig å forbedre luktblandingen for å øke sensitiviteten til fellene og dermed en mer robust lokal overvåkning.

I tillegg til varslingen av angrep er det utarbeidet en modell for «timing» av planteverntiltak som tar utgangspunkt i blomstringstidspunktet for rogn (Kobro 1988). Denne døgngradsmodellen gir informasjon om forventet utvikling av voksne møll, egg og larver og gir dermed konkret råd om behandlingstidspunkt. I forbindelse med utvikling av kairomonet ble innflygingen registrert senere enn det som var erfaringen fra 80- og 90-tallet. Dette kan også skyldes endringen i vekselbæringen i rogn; hvis vekselbæringen er mindre synkron i angrepsår, vil rognebærmøllen, som alltid foretrekker rogn fremfor eple, først legge egg på rogn før den flyr inn i eple. Dette vil utsette angrepet i tid og føre til at eventuelle planteverntiltak ikke blir utført til riktig tid ved bruk av døgngradsmodellen. Videreutvikling av kairomonet kan brukes for å fastsette tidspunkt for innflyging og dermed øke presisjonen på planteverntiltak.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt.

Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant. Luktblandingen som ble utviklet til rognebærmøll lokker eggleggende hunner og hanner i feller og fangsten tidlig i sesongen gjenspeiler angrepsnivå ved høsting. Metoden er arbeidskrevende (utplassering av feller og jevnlig sjekk av fangst) og krever taksonomisk kompetanse for korrekt identifisering av rognebærmøll. Antallet feller som er i bruk er begrenset og det er anslått et lavt kommersielt potensiale for salg av teknologien. Fellene har vært i bruk av NLR siden 2012 og har ført til at rådgiverne anbefaler dyrkere å unnlate sprøyte hvis fangsten er lav. Fellebruken har også ført til bedre timing av eventuelle planteverntiltak. Bedre timing reduserer behovet for gjentatte behandlinger.

Kairomonet for fangst av rognebærmøll har med andre ord et relativt lavt kommersielt potensiale, men høy samfunnsnytte i form av redusert sprøyting. Overvåkning er et sentralt prinsipp i integrert plantevern og fellene kan benyttes i både økologisk og konvensjonell epleproduksjon.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- EDLAND, T. 1979. Prognosegranskinger for rognebærmøll. - Sluttrapport nr. 304. Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd.
- KNUDSEN G.K., TASIN M., TRANDEM N. OG KOBRO S. 2012. Storskalaforsøk med feller til overvåkning av rognebærmøll. Norsk Fukt og Bær. 2:20-22.
- KNUDSEN G.K. OG TASIN, M. 2015. Spotting the invaders: A monitoring system based on plant volatiles to forecast apple fruit moth attacks in apple orchards. Basic and App. Ecol. 16:354-364.
- KOBRO, S. 1988. Temperaturavhengighet hos rognebærmøll. – Nordisk växtskyddskonferens 1988. Sveriges Lantbruksuniversitet. – Växtskyddsrapporter, Jordbruk 53: 115-121.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Fellene brukes i begrenset omfang av NLR. Kontaktpersoner i Norsk Landbruksrådgiving (NLR) med erfaring med kairomonet er ----- . I tillegg er kairomonet testet ut i Sverige. Kontaktperson i Sverige er ---- ved SLU Alnarp.

32. Økonomiske virkemidler i ernæringspolitikken

Kontaktperson: Geir Wæhler Gustavsen

A. Sammendrag

NIBIO har forsket på effekter av å bruke økonomiske virkemidler for å påvirke forbruket av sunne og usunne matvarer. Økt merverdiavgiften på usunne matvarer er et ganske treffsikkert tiltak. De som har det største forbruket av usunne varer reduserer forbruket mest. Det er langt mindre treffsikkert å redusere merverdiavgiften på sunne matvarer. Det vil i all hovedsak føre til at de som allerede har et stort forbruk av sunne varer øker forbruket ytterligere. Folk som har et lavt forbruk av sunne matvarer er lite prisfølsomme, og de vil ikke øke forbruket i nevneverdig grad om prisene reduseres.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Det er store offentlige utgifter forbundet med et dårlig kosthold. I en serie artikler undersøkte Gustavsen og Rickertsen effekter av avgifter og subsidier på forbruket av sunne og usunne matvarer. De konstruerte økonometriske modeller og brukte Statistisk sentralbyrås forbruksundersøkelser som datakilde. De ønsket å finne effekter av redusert merverdiavgift på etterspørselen etter sunne varer som frukt, grønnsaker og fisk blant folk som spiste mye, middels og lite av disse matvarene. De ønsket videre å finne effekter av økt merverdiavgift på etterspørselen etter usunne varer som brus, godterier og iskrem blant folk som spiste mye, middels og lite av disse varene. Grunnen for å se på ulike deler av forbruksfordelingen er at det er viktigst å redusere forbruket av usunne varer blant folk som har et høyt forbruk av disse varene. Når det gjelder sunne matvarer er det på tilsvarende måte folk med et lavt forbruk som er hovedproblemet.

Modeller ble konstruert for bruk på husholdningsdata der sannsynlighetsfordelingene både er diskrete og kontinuerlige. I innkjøpssituasjoner står forbrukerne overfor et valg om hvorvidt de skal kjøpe eller ikke kjøpe en bestemt vare. Gitt kjøp så må de bestemme hvor mye som skal kjøpes. Begge disse valghandlingene må man ta hensyn til i modellen. Det ble derfor konstruert sensurerte modeller, dvs. modeller som tar hensyn til at det er et stort antall nullobservasjoner for kjøp. I tillegg ble det estimert etterspørselsfunksjoner i ulike deler av sannsynlighetsfordelingen for forbruk. Det ble antatt at folk i ulike deler av fordelingen kan ha ulik respons på endringer i priser og inntekter, og det ble derfor konstruert algoritmer for å estimere sensurerte kvantilregresjoner. Disse modellene ble så brukt til å simulere effekter av endringer i skatter og avgifter. Hovedkonklusjonen fra simuleringen var at å øke merverdiavgiften for brus, godterier og iskrem er et målrettet tiltak. Det vil medføre at folk som har et høyt forbruk av disse varene vil redusere forbruket betydelig, mens forbruket endres lite for dem som har et lavt forbruk. I tillegg øker det provenyet fra merverdiavgiften. Å redusere merverdiavgiften på sunne varer som grønnsaker, frukt og fisk vil derimot i liten grad føre til at folk med lavt forbruk av disse varene øker forbruket. Folk som allerede har et høyt forbruk vil derimot øke forbruket mye. I tillegg vil redusert merverdiavgift for disse sunne varene være dyrt for det offentlige.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Det er ulike aktører i folkehelsepolitikken som i størst grad har anvendt resultatene fra NIBIOs forskning på økonomiske virkemidler i ernæringspolitikken. I tillegg til at forfatterne har holdt flere foredrag om emnet for ulike offentlige instanser har forskningen bidratt til kunnskapsgrunnlaget i ulike utredninger.

I Helsedirektoratets arbeid med å overvåke og foreslå tiltak for å bedre folkehelsen har de brukt resultater fra NIBIOs forskning ved mange anledninger. For å motvirke ulikheter i helse er det viktig at tiltak settes inn der de gir best effekt og på denne måten er forskningen på effekter av skatter og avgifter viktig i ernæringspolitikken. Folkehelseinstituttet har også ved flere anledninger brukt

resultater fra forskningen som bakgrunnsmateriale når de foreslår handlingsplaner for et bedre kosthold i befolkningen.

Videre har forskningen blitt brukt som bakgrunnsmateriale for å vurdere skatte- og avgiftssystemet i Norge og behovet for å endre på de ulike særavgiftene. Særavgiftsutvalget, som gjorde sin utredning i 2007, hadde som mål å finne ut om de ulike særavgiftene ivaretar målene med å skaffe staten inntekter på en best mulig måte og samtidig korrigere for eksterne kostnader.

Forskningen har også blitt brukt som en del av faktagrunnlaget i Heia-prosjektet. Dette var et prosjekt i regi av Medisinsk fakultet ved Universitetet i Oslo som hadde som mål å utvikle, gjennomføre og evaluere et helhetlig intervensjonsprogram for å fremme sunn vektutvikling blant barn i overgangen til ungdomsalder (11-13 år). Prosjektet gikk fra 2006 til og med 2012.

Forskningen har videre blitt brukt og referert til både i forskning og utredninger i utlandet. Spesielt når det gjelder analyser av etterspørselen etter sukkerholdige varer var det gjort lite når NIBIO begynte med denne forskningen på begynnelsen av 2000 tallet. I tillegg så var det å fokusere på ulike deler av forbruksfordelingen nytt. Tidligere var fokuset rettet mot hva som påvirket gjennomsnittet.

Forskningen har blitt brukt som en del av grunnlaget for utredninger om folkehelse og skatter både i verdens helseorganisasjon (WHO) og i ulike land som Storbritannia, Danmark, Sverige, USA og New Zealand.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Gustavsen, G.W. and Rickertsen, K. (2013). Adjusting VAT rates to promote healthier diets in Norway: A censored quantile regression approach. *Food Policy* 42. 88-95.
- Gustavsen, G.W. and Rickertsen, K. (2011). The effects of taxes on purchases of sugar-sweetened carbonated soft drinks: a quantile regression approach. *Applied Economics* 43. 707-716.
- Gustavsen, G.W., Jolliffe, D., and Rickertsen, K. (2008). Censored quantile regression and purchases of ice cream. *Food Economics- Acta Agricult Scand C* 5. 152-163.
- Gustavsen, G.W. and Rickertsen, K. (2006). A censored quantile regression analysis of vegetable demand: The effects of changes in prices and total expenditure. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 54. 631-645.
- Gustavsen, G.W. (2004). Etterspørsel etter brus – Virkninger av avgiftsendringer på brus hos husholdninger med ulikt forbruksnivå. NILF-Notat: 2004:13.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunns effekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

- Heia-Prosjektet (2006). Lærerveiledning til elevhefte. http://www.med.uio.no/imb/forskning/prosjekter/heia/dokumenter/laerveiledning_til_elevheftet.pdf Lastet ned 19.03.2017.
- Helsedirektoratet. (2010). Folkehelsearbeidet – veien til god helse for alle. Rapport. <https://helsedirektoratet.no/Lists/Publikasjoner/Attachments/651/Utviklingstrekkrapport-2010-folkehelsearbeidet-veien-til-god-helse-for-alle-engelsk-IS-1846-bokmal.pdf>
- Meier, H.E. og Holvik, K. (2017). Kunnskapsgrunnlag til ny handlingsplan for bedre kosthold. Rapport Folkehelseinstituttet. <https://www.fhi.no/contentassets/96a3ef7f96a44b82a7950b3867c4d437/kunnskapsgrunnlag-til-ny-handlingsplan-for-bedre-kosthold.pdf> Lastet ned 19.03.2017
- Norges Offentlige Utredninger NOU 2007:8. En vurdering av særavgiftene. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/FIN/nou/NOU_2007_8.pdf Lastet ned 19.03.2017.

- Stenberg, K., Elovainio, R., Chisholm, D., Fuhr, D., Perucic, A-M., Rekve, D., Yurekli, A. (2010). Responding to the challenge of resource mobilization - mechanisms for raising additional domestic resources for health. World Health Organization 2010.
<http://www.who.int/healthsystems/topics/financing/healthreport/13Innovativedomfinancing.pdf> Lastet ned 19.03.2017.

33. Utvidet sesong for bærproduksjon - klimatilpassede sorter

Kontaktperson: Anita Sønsteby

A. Sammendrag

De naturgitte forhold for bærproduksjon i Norge og Norden gjør den naturlige sesongen kort. Dette medfører mye bær inn på markedet over en kort periode. Kort sesong setter produksjonsnæringen på store utfordringer, med lave priser og dårlig utnytting av utstyr og lager som resultat. Utvidet sesong gir positive effekter både for produsent og forbruker. Nye sorter, ny dyrkingsteknikk og mer profesjonelle produsenter har gitt resultater for hele verdikjeden.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Forskning på fysiologi og bærkvalitet. Grunnlaget for en god avling ligger i sykdomsfritt plantemateriale som er godt tilpasset både klima, dyrkingsteknikk og til hva bæra skal brukes til (industri eller ferskkonsum). Studiene går ut på å studere effekt av klima, og interaksjoner mellom klima og genotype, på ulike fysiologiske prosesser. Høstsignaler og blomsterknoppdanningen er spesielt viktige for å oppnå god avling neste år.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt.

Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant. Omsetningen av bær har blitt mangedoblet grunnet bedre sorter, fokus på kvalitet i alle ledd, klimatilpassede sorter og produksjon.

D. Opggi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

<http://dx.doi.org/10.4236/as.2015.68075>

Phenology, flowering and yield performance of 13 diverse strawberry cultivars grown under Nordic field conditions, Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science 67(3):278-283 · January 2017

TERMINAL FLOWER1 is a breeding target for a novel everbearing trait and tailored flowering responses in cultivated strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.)

DOI: 10.1111/pbi.12545

Yield and fruit quality of black currant (*Ribes nigrum* L.) are favoured by precipitation and cool summer conditions. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science 65(8):702-712 · August 2015

E. Opggi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

<http://gartnerhallen.no/gartnerhallenbama-stipend-til-masteroppgave-om-jordbaerplanter/>

http://sagaplant.no/nyheter/nye_prosjekter/

34. Miljøvennlig trebeskyttelse med elektropuls

Kontaktperson: Andreas Treu

A. Sammendrag

Trebeskyttelse mot råte- og overflatesopp er i dag hovedsakelig basert på kjemisk beskyttelse. Giftfrie trebeskyttelsesmetoder har blitt viktigere i Europa på grunn av miljøhensyn. En ny ide har blitt undersøkt i de siste fem årene på NIBIO. Ideen er basert på bruk av et lavpulserende elektrisk felt for å hindre soppnedbrytning av tre. Resultatene er lovende og viser en betydelig redusert nedbrytning av treprøver som utsettes for et slikt felt, samtidig som man ser mindre overflatesopp på treoverflater. Ulike typer sopp og treslag har blitt analysert i mange laboratorieforsøk og mindre felttester. Teknologien skal utvikles videre og kommersialiseres hvis de positive resultatene kan gjentas i praksisforsøk.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

For å opprettholde og aller helst øke dagens bruk av tre i konstruksjoner og bygninger, er det viktig å finne løsninger som ikke gir negative miljøkonsekvenser slik som høyt energiforbruk ved produksjon, utlekking av kjemikalier og avfallsproblematikk. En ideell trebehandlingsmetode bør inkludere minst et av følgende punkter:

- Metoden skal være uavhengig av treslag
- Ufarlig håndtering, både ved produksjon og i bruk
- Lave produksjonskostnader
- Uproblematisk resirkulering etter bruk
- Økt holdbarhet og levetid

Bruk av svake elektriske impulser som trebeskyttelse, kan inkludere alle punktene over. Elektropuls kan stoppe soppen og dermed stoppe nedbrytning av tre. NIBIO har forsket på dette og har funnet ut fra laboratorieforsøk at et pulserende elektrisk felt kan beskytte ulike treslag mot soppangrep. Vanninnhold i tre er en viktig faktor for soppaktivitet. Når trevirket blir fuktig, vil mikroorganismer slik som sopp angripe trevirket. Samtidig, når elektropulsteknologien er installert, vil det fuktige trematerialet lede strøm. Dette selvregulerende systemet forbruker minimalt med strøm og kan for eksempel betjenes med et solcellepanel. Systemet må installeres eller tilkobles, og er derfor strengt tatt ikke en behandling. En slik installasjon gir ingen negativ eksponering av elektromagnetisk felt for mennesker og målte verdier var under de anbefalte grenseverdiene.

Elektropulsteknologien er utprøvd i flere laboratorieforsøk og i mindre felttester. Undersøkelser i laboratorium gir raskere svar, mens det i feltforsøk kan det ta flere år før man får resultater. I laboratorieforsøk har vi testet hvordan elektropulsteknologien påvirket ulike arter råtesopp, overflatesopp og termitter. Videre ble det undersøkt om teknologien kan beskytte på ulike treslag og med varierende prøvestørrelser. Det viste seg at angrep av råtesopp kunne stoppes i ulike treslag og prøvestørrelser. Veksten av noen overflatesopparter ble også redusert. Derfor har vi søkt patent på teknologien.

Det er viktig å få både resultater fra laboratorieforsøk og feltforsøk for å kommersialisere teknologien. Per i dag er ikke teknologien kommersialisert, men ytterligere forskning og testing bringer oss nærmere en forståelse og dokumentasjon av teknologien. Om teknologien viser seg å fungere optimalt også i praksis, kan treverk og treoverflate beskyttet med elektropulsteknologi erstatte bruk av fungicider. Typiske innsatsområder for impregnert tre er terrasser, konstruksjonsvirke, kledning, lekeapparater på lekeplasser, støyskjermer, autovern, telefonmaster og kaianlegg. I tillegg tenker man seg at teknologien kan brukes til å beskytte vinduer og dører av tre. Denne teknologien vil også kunne brukes på konstruksjoner som er bygget feil, eller som ikke har tilstrekkelig beskyttelse.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Vi har fått prosjektstøtte fra Innovasjon Norge, Norges Forskningsråd, skattefunnordningen og NMBU-Technology-Transfer for å utvikle elektropuls teknologi. Patentsøknadsprosessen ble satt i gang i 2011 i samarbeid med Kjeller Innovasjon og Leogriff patentbyrå for å sikre oppfinnelsen før man gikk videre på utvikling av den nye teknologien.

Elektropulsteknologien ble undersøkt i mange labforsøk på NIBIO og noen feltforsøk. Forskningen fokuserte på bruk av ulike tresorter, ulike dimensjoner, ulike type sopp, termitter, installasjonsoppsett og virkningsmåten. Samtidig ble teknologien installert i en postbygning i Telemark, samt små forsøkshus, som skal dokumentere teknologien i praksis.

Gjennomføringskonseptet på veien til kommersialisering tar neste trinn i 2017 med å inkludere større industripartnere som skal løfte utviklingen mot mer praksisanvendte produkter. Samarbeid med industri på forskningen på elektropulsteknologien fremmer innovasjon i instituttsektoren. Veien videre er kommersialisering av teknologien, ved f. eks. etablering av en ekstern bedrift, noe som kan bidra til å øke lønnsomheten i tre-relatert næring.

Forskningen har resultert ved siden av vitenskapelige artikler og foredrag samt populære vitenskapelige artikler også i to masteroppgaver, en bacheloroppgave og en studentoppgave (se referanser nedenfor).

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Treu A and Larnøy E. 2016. Impact of a low pulsed electric field on the fungal degradation of wood in laboratory trials. *International Biodeterioration & Biodegradation* 114:244-251.
- Treu A, Bardage S, Johansson M and Trey S. 2014. Fungal durability of polyaniline modified wood and the impact of a low pulsed electric field. *International Biodeterioration and Biodegradation* 87: 26-33.
- Treu A. 2013. Holzschutz mit Hilfe von Elektropuls. *Holztechnologie* 54(3): 27-31.
- Starck M and Treu A. 2013. Influence of a pulsed electric field on the growth of surface fungi. *International Research Group on Wood Protection*. Stockholm.
- Treu A, Nunes L, Duarte S and Larnøy E. 2011. On the use of wood protection by means of electric osmotic pulsing technology against subterranean termites and fungi. *Minimizing the environmental impact of the forest products industries*. F. Caldeira, Fernando Pessoa University Editions.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer. (Hvis mange, oppgi de 5 mest aktuelle og relevante.)

- European Patent Office (2011). Method of treatment of cellulosic objects. Lokalisert 15.02.2012: <http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&adjacent=true&locale=en EP&FT=D&date=20110505&CC=WO&NR=2011051679A2&KC=A2>
- Treu, A. 2012. Timber technology - Sprucing up wood protection. In: Better building blocks: How the Nordic region is setting the benchmark for excellence in environmental science and effective policy. *International Innovation*, July 2012: 96-98.
- Christensen, Arnfinn. 2012. Med strøm skal sopp fordrives, NRK Vitenskap-og-teknologi, 22.11.2012, <http://www.nrk.no/vitenskap-og-teknologi/1.8190779>
- Christensen, Arnfinn. 2012. Med strøm skal sopp fordrives, 11.06.2012 www.forskning.no

Master-, bachelor- og studentoppgaver:

Masteroppgaver:

Langer F. 2013. *Influence of a pulsed electric field on water sorption of wood and efficacy against subterranean termites*. University Hamburg, Germany.

Starck M. 2013. *Surface fungi on wood under the influence of a pulsed electric field*. Faculty of Forest Science and Forest Ecology, Georg August University Göttingen, Germany.

Bacheloroppgave:

Galustian A. 2011. *Parameters influencing the migration of exogenous metal ions into softwood exposed to a low pulsing electric field*. University Hamburg, Germany.

Studentoppgave:

Kittilsen A R, Thorvaldsen Sandbæk A, Ringdal H, Hilleborg Andresen L. 2012. *Pleased with PLEOT*. INN220 Entreprenørskap og innovasjon i praksis, UMB Høstparallellen 2011. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Ås, Norge.

35. Forskningsbaserte klimatiltak i skogbruket

Kontaktperson: Gunnhild Sjøgaard

A. Sammendrag

Langsiktig forskningsinnsats på skogens vekst og utvikling ved ulike behandlingsalternativer danner grunnlag for forskningsbasert rådgivning og tilhørende politikktutforming for klimatiltak i skogbruket. Dette kan eksemplifiseres bl.a. gjennom flere rapporter utgitt de senere årene, hvor NIBIO har hatt en sentral rolle i å gi forskningsbasert bakgrunn for de faglige utredningene (Miljødirektoratet 2015, Miljødirektoratet mfl. 2013, 2014 og 2016). Disse har igjen ført til konkrete tiltak som pilotprosjekt på planting på nye arealer som klimatiltak, og tilskudd til gjødsling og tettere planting i eksisterende skog som klimatiltak.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

NIBIO har en omfattende serie med langsiktige feltforsøk i skog. Gjennom disse feltforsøkene er det mulig å analysere den langsiktige effekten av ulike tiltak som plantetetthet, tynning og gjødsling på skogens vekst og utvikling. Det er gjennom årene publisert en rekke rapporter og artikler som dokumenterer effektene, og disse er lagt til grunn for forskningsbaserte anbefalinger. Gjennom våre lange tidsserier kan bakover i tid vil også klimaendringenes betydning kunne analyseres, og forsøkene vil fortsette å gi verdifull kunnskap om nye problemstillinger knyttet til både motvirkning av og tilpasning til klimaendringer.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Instituttet har hatt en sentral rolle i å gi forskningsbasert bakgrunn for de faglige utredningene i rapportene om planting av skog på nye arealer, målrettet gjødsling, og om vern eller bruk av skog som klimatiltak hvor NIBIO har vært forfatter sammen med Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet (Miljødirektoratet mfl. 2013, 2014 og 2016). Instituttet har også publisert flere oppdragsrapporter hvor effekten av ulike tiltak i skogbruket er vurdert, blant annet for Miljødirektoratet som grunnlag for deres arbeid med kunnskapsgrunnlaget for lavutslippssamfunnet 2030 (Sjøgaard mfl. 2015, Miljødirektoratet 2015).

Basert på disse rapportene har det blant annet blitt satt i gang et treårig pilotprosjekt på planting på nye arealer som klimatiltak, og det ble fra 2016 innført tilskudd til både gjødsling og tettere planting på eksisterende skogarealer som klimatiltak. Forskningen har gitt det faglige grunnlaget for de anbefalingene som ligger til grunn for disse politiske tiltakene. Potensialet ved planting på nye arealer og gjødsling er beskrevet i henholdsvis Miljødirektoratet mfl. 2013 og 2014. Potensialet ved å øke plantetettheten på eksisterende skogarealer er belyst bl.a. i Sjøgaard mfl. (2015).

NIBIO har også en viktig rolle i å formidle denne kunnskapen til næring og forvaltning, og har gjort dette gjennom blant annet en lang rekke foredrag. I 2016 ble det holdt foredrag om tema skog og klima på f.eks. samling for landbruksavdelingene hos fylkesmennene i regi Landbruksdirektoratet, samling for miljøavdelingene hos fylkesmennene i regi Miljødirektoratet, en rekke fylkessamlinger om klimatiltak i skogbruket/landbruket, mv. Forskningsbasert kunnskap er på denne måten formidlet ut i forvaltningen

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

I rapportene oppgitt under punkt E er relevante vitenskapelige publikasjoner oppgitt. Av de mest sentrale kan nevnes bl.a.:

- Gizachew, B., Brunner, A. og Øyen, B.H. 2012. Stand responses to initial spacing in Norway spruce plantations in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 637-648.

- Nilsen, P. 2001. Fertilization experiments on forest mineral soils: A review of the Norwegian results. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 541–554.
- Sjøgaard, G. og Granhus, A. 2012. Klimaoptimalt skogbruk. En vurdering av utvalgte skogskjøtseltiltak i Akershus fylke. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 09/12: IV, 34 s.
- Sjøgaard, G., Granhus, A., Gizachew B., Clarke, N., Andreassen, K. og Eriksen R. 2015. En vurdering av utvalgte skogtiltak - innspill på veien mot Lavutslippsamfunnet 2050. Oppdragsrapport fra Skog og landskap, 02/2015.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

- Miljødirektoratet. 2015. Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030. Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. M-386. 322 s.
<http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M386/M386.pdf>
- Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning og Norsk institutt for skog og landskap. 2013. Planting av skog på nye arealer som klimatiltak – egnede arealer og miljøkriterier. M-26. 149 s.
<http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2013/August-2013/Planting-av-skog-pa-nye-arealer-som-klimatiltak--eguede-arealer-og-miljokriterier/>
- Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning og Norsk institutt for skog og landskap. 2014. Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak - egnede arealer og miljøkriterier. M-174. 143 s.
<http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2014/Mai-20141/Malrettet-gjodsling-av-skog-som-klimatiltak--eguede-arealerog-miljokriterier/>
- Miljødirektoratet, Landbruksdirektoratet og NIBIO. 2016. Vern eller bruk av skog som klimatiltak. M-519. 19 s. <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2016/Mai-2016/Vern-eller-bruk-av-skog-som-klimatiltak/>
- Les mer om tilskuddene til planting på nye arealer, gjødsling og tettere planting som klimatiltak her på landbruksdirektoratet sine nettsider: <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/eiendom-og-skog/om-skogbruk/tilskudd> (hentet 2017.03.13)

36. Miljøregistrering i skog (MiS)

Kontaktperson: Ivar Gjerde

A. Sammendrag

MiS tok opp konkrete behov i næring og forvaltning, initiert og finansiert av Landbruksdepartementet, med prosjektledelse ved NIBIO, og underleverandører på universiteter, høyskoler og forskningsinstitutter. I prosjektet er grunnleggende biologiske problemstillinger beskrevet, for å løse praktiske problemstillinger rundt oppbyggingen av et registreringsopplegg og en forvaltning av viktige arealer for biologisk mangfold i skog. Resultatene er formidlet vidt, med alle forskningsresultater kvalitetssikret gjennom publisering i tidsskrifter. Som følge av prosjektet er det bygget infrastruktur for opplæring, instruks, registrering, overvåking, bruk og lagring av registreringsdata og miljøsertifisering. Det er etablert rundt 75000 nøkkelbiotoper omkring i landet for bevaring av biologisk mangfold.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Krav om miljøhensyn førte i siste del av 1990-tallet til at Skogbruksnæringen og skogforvaltningen fremmet et ønske om et kunnskapsbasert registreringsopplegg for viktige arealer for biologisk mangfold i skog. I 1997 ble storsatsingen Miljøregistrering i Skog (MiS) startet opp, finansiert av Landbruksdepartementet (nå LMD) og prosjektansvaret lagt til Skogforsk (nå Nibio). Målet med prosjektet var i starten å fremskaffe et faglig grunnlag som prinsippene for et registreringsopplegg kunne utvikles fra, og deretter utvikle et registreringsopplegg tilpasset Skogbruksplanleggingen og et overvåkingsopplegg tilpasset Landsskogtakseringen. Etter at disse komponentene var kommet på plass henholdsvis 2000, 2002 og 2003 har forskningen i prosjektet også hatt fokus på dokumentasjon, etterprøving og revisjon av registreringsopplegget.

Prosjektet har forsket på grunnleggende faglige tema som samtidig har vært direkte koblet opp mot praktiske mål (i parentes): Styrende miljøgradienter for arters forekomst (hvordan lokalisere et bredt spekter av viktige livsmiljøer for arter i skog?), indikatorer for biologisk mangfold (hvordan registrere effektivt?), naturlig og menneskeskapt påvirkning gjennom historien (hvordan forventes de registrerte egenskapene å endre seg over tid?), arter og livsmiljøers romlige fordeling på skogarealene (hvor mye biomangfold kan vi fange opp på utvalgte arealer?), arters dynamikk over tid (registrere arter eller livsmiljøer?), spredning og kolonisering (klarere artene å kolonisere små og isolerte forvaltningsarealer som for eksempel nøkkelbiotoper?), rødlistearters biologi (truet eller bare sjelden?), ukjente arter (kunnskapsnull for biologisk mangfold).

Skogbruksplanleggingen har akkumulert kartfestete registreringsdata for MiS-arealer og Landsskogtakseringen har gjennomført MiS-registreringer i to omløp. Disse dataene benyttes i prosjektet til å teste om gjensatte arealer har de forventede miljøkvalitetene, og for vurdere mulighetene for forbedringer. De senere årene har prosjektet særlig arbeidet med arters respons på endringer skognaturen som følge av tilfeldigheter («drift») og tidligere menneskelig og naturlig påvirkning). Prosjektgruppen er blant de ledende innen dette feltet, og arbeider for en økt forståelse av betydningen av naturens dynamiske aspekter for registrering, vurdering av miljøtilstand og for forvaltning av natur.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Forskning og utvikling i MiS-prosjektet har gitt grunnlaget for (1) oppbygging av en egen infrastruktur for miljøhensyn i skogbruket, og (2) en betydelig kompetanseheving i skogbruket og i forvaltningen i miljøspørsmål. Infrastrukturen kan beskrives med følgende punkter:

- * Instruks for miljøregistreringer og utvelgelse av arealer fra MiS-prosjektet.
- * Forskrift om bærekraftig skogbruk og miljøregistreringer (LMD).
- * Kursing av takstselskap og andre registratorer i MiS-metoden.
- * Organisering av registreringsprosjektene gjennom Fylkesmannen.

- * Lagring av MiS-data i database og åpen kartvisning av MiS-nøkkelbiotoper i Kilden.
- * MiS-livsmiljøer registreres på Landsskogtakseringens flater og gir overvåkingsdata.
- * MiS inngår som en viktig del av PEFC miljøstandard og skogeierlagenes miljøsertifisering.

En svært konkret dokumentasjon av samfunnseffekten av MiS er at det per i dag er avsatt ca 75 000 nøkkelbiotoper for bevaring av biologisk mangfold omkring i landet, basert på MiS-metoden. Verdien av kompetansehevingen omkring miljøverdier i skog blant aktører i skogbruket og forvaltere av skog er vanskeligere å måle, men vil trolig være en svært viktig samfunnseffekt av prosjektet.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, for eksempel vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc. (

MiS-prosjektet har resultert i mange former for kunnskapsformidling. På NIBIOs nettsider under fakta/nibio.no er ca 140 vitenskapelige og populærvitenskapelige bidrag presentert. Nedenfor nevnes fem vitenskapelige publikasjoner med viktige resultater fra MiS.

- Gjerde, I., Blom, H.H., Heegaard, E. & Sætersdal, M. (2015). Lichen colonization patterns show minor effects of dispersal distance at landscape scale. *Ecography* 38: 939-948.
- Gjerde, I., Blom, H.H., Lindblom, L., Sætersdal, M. & Schei, F.H. (2012). Community assembly in epiphytic lichens in early stages of colonization. *Ecology* 93: 749-759.
- Gjerde, I., Sætersdal, M., Rolstad, J., Blom, H.H. & Storaunet, K.O. (2004). Fine-scale diversity and rarity hotspots in northern forests. *Conservation Biology* 18: 1032-1042.
- Rolstad, J., Blanck, Y.- L. & Storaunet, K.O. (2017). Fire history in a western Fennoscandian boreal forest as influenced by human land use and climate. *Ecological Monographs* (i trykk).
- Sætersdal, M. & Gjerde, I. (2011). Prioritising conservation areas using species surrogate measures: consistent with ecological theory? *Journal of Applied Ecology* 48: 1236-1240.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, for eksempel publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Stortingsproposisjon 1. Beskrivelser av MiS i statsbudsjettet de siste 15 år, med skiftende regjeringer. Inst. 162 S (2016-2017). Omtale av MiS i Næringskomiteens instilling til Stortinget om «Verdier i vekst konkurransedyktig skog- og trenæring», Stortingsmelding 6 (2016-2017).

www.pefcnorge.org. MiS er en viktig del av Norsk skogstandard for bærekraftig skogbruk.

<https://Kilden/nibio.no>. Nøkkelbiotoper og livsmiljøer etter MiS-registreringer er tilgjengelige for alle. Pris. Prosjektleder Ivar Gjerde mottok i 2011 Eidsvold Værks skogpris «for spesiell innsats for å fremme skogbruket i Norge».

37. Miljøforurensing i nedbørfelt

Kontaktpersoner: Per Stålnacke og Jannes Stolte

A. Sammendrag

NIBIO har i over 25 år forsket på vannforurensing med jordbruksdominerte nedbørfelt som geografisk enhet og vannkvalitetsovervåking som særlig utgangspunkt. Hovedfokus har vært jordbrukets forurensningsbelastning på resipientene og sammenheng med driftsmåter og produksjon. Forskning har i det vesentlige vært knyttet til å kvantifisere effekter av tiltak for å redusere jorderosjon og tap av fosfor, nitrogen og pesticider til vann. I de siste 10 årene har vi også forsket på problemstillinger knyttet til andre forurensningskilder og påvirkning på vassdragsnivå. Det hydrologiske utgangspunktet kombinert med grunnleggende forskning omkring økosystemfunksjoner i jord har gitt verdifull kunnskap om sammenhengen mellom jord, vann og miljøutslipp. Denne tilnærmingen og kunnskapsbasen er unik i Norge. Vårt samfunnsbidrag har fremst vært på forskningsbasert rådgivning ovenfor landbruks-, vann- og miljøforvaltningen, men også for næringen.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Siden begynnelsen av 1990-tallet har divisjonen (gjennom forgjengerne Jordforsk og Bioforsk) hatt en nedbørfelt-tilnærming til miljø og vannforurensing. JOVA-programmet (Program for jord- og vannovervåking i landbruket) har siden 1992 (<http://www.bioforsk.no/jova>) gitt overvåkingsdata hvor vannforurensing sammenholdes med enkeltbrukenes drift, produksjon og innsatsfaktorer i nedbørfeltet. Programmet har framskaffet grunnlag for å kvantisere forholdet mellom produksjon, drift og miljøeffekt. Den komplementære forskningen bygger grunnleggende forståelse og kunnskap om jordas rolle (jord-fysiske forhold). Som eksempel nevnes det pågående forskningsrådsprosjektet Soil-Space (<http://www.nibio.no/nyheter/verdast-strste-kartlegging-av-jord-med-ct-skannar>). I tillegg til fokuset på vannforurensing, har hydrologiens betydning også stått sentralt i den nedbørfeltorienterte forskningen. Prosjektet ExFlood viste at landskapet i nedbørfelt kan brukes mer aktivt for flomdemping enn tradisjonelle metoder (<http://www.bioforsk.no/exflood>). I et tilstøtende strategisk prosjekt har vi gjort detaljerte studier av vinterhydrologi og dens effekt på avrenning og jordtap, samt erosjons- og avrenningsdempende effekter av vegetasjonssoner (<http://www.bioforsk.no/Catchy>). Utvikling og validering av prosessbaserte modeller har stått i sentrum av vår forskning. Modellene har blitt brukt i utvikling av enklere forvaltningsrettede modellverktøy (se avsnitt C.).

Internasjonalt har vi siden 2006 koordinert 4 EU-finansierte prosjekter (FP5-7; STRIVER, SOIL-CAM, GENESIS, LAGOONS) som alle hatt en klar nedbørfelttilnærming innenfor integrert vannressursforvaltning (IWRM). Forskningsfokuset har i disse prosjektene beveget seg fra små nedbørfelt, til større vassdrag og i det sistnevnte prosjektet til kystnære områder. Kobling til og direkte involvering av sluttbrukere ('stakeholders') har vært sentralt i alle prosjekter og har resultert i en bok om emnet (Gooch & Stålnacke, 2010). I mer fjerne strøk som India og andre land i Sørøstasia, har prosjektene handlet mer om sammenheng mellom vann, klimaendringer og matproduksjon (Nagothu et al. 2012). Som partner i EU prosjektet COROADO har vi også arbeidet med vannproblematikk i Latin-Amerika

NIBIO og samarbeidspartnere har i 2017 også fått innvilget et NordForsk - Nordic Centre of Excellence innen vann og bioøkonomi. Senteret (BioWater) har nettopp nedbørfelt som geografisk enhet der for eksempel effekter av den kommende bioøkonomien vil kvantifiseres i forhold til miljøutslipp og økosystemtjenester (<https://www.nordforsk.org/no/programmer-og-prosjekter/prosjekter/an-integrating-nexus-of-land-and-water-management-for-a-sustainable-nordic-bioeconomy-biowater>).

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

På dette forskningsområdet har vi drevet utstrakt forskningsbasert rådgivning - primært mot vann- og miljøforvaltningen, emn i stor grad også landbruksforvaltningen. Kommuner, fylkesmenn, vannområdemyndigheter, LMD, Landbruks- og Miljødirektoratet, samt ulike næringsorganisasjoner har nytt godt av dette., Verdiskapingen eller samfunnseffekten er meget vanskelig å estimere gitt at vi forsker på økt kunnskap rundt miljøforurensing og økosystemfunksjoner i jord og vann.

Tallgrunnlaget i JOVA og andre overvåkingsprogrammer vi har ansvar for, har også blitt brukt av vann- og miljøforvaltningen i forbindelse med kilderegnskap etc. JOVA-dataene har dannet grunnlaget for å kunne begynne å kvantifisere effekten av ulike tiltak. Spesifikke tiltaksanalyser (f.eks. i Morsa og PURA) har dannet grunnlaget for gjennomføring av kostnadseffektive jordbrukstiltak på nedbørfeltskala knyttet opp til vannforskriften. Forskning utført på divisjonen har lagt grunnlaget for å kunne tallfeste tiltakseffekter av for eksempel buffer-soner, grasdekte vannveier, konstruerte våtmarker, balansert gjødsling, endret jordarbeiding og ulike hydrotekniske tiltak. Våre resultater og rådgivning har vært etterspurt av samfunnet i stort monn. Eksempler på noen av våre leveranser nevnes:

AgriCat 2 er en nedbørfeltorientert modell som kan benyttes til å beregne jord- og fosfortap fra jordbruksarealer og gjennomføre enklere kildeutslippsregnskap ([AgriCat](#)). Modellen kan kjøres for ulike driftssystemer og tiltakspakker.

En kost-effekt kalkulator er her blitt utviklet av divisjonen ([KostEffektKalkulator](#)).

En utviklet tiltaksveileder for å begrense vannforurensing i jordbruksområder er ofte brukt av vannområdemyndigheter i forbindelse med implementeringen av vannforskriften i Norge ([TiltaksVeileder](#)).

Et web-basert program for å kvantifisere utslipp av avløp i spredt bebyggelse. Denne løsningen har blitt brukt i ca. 70 kommuner ([WebGisAvløp](#)).

En oversikt over andre web-GIS produkter finnes på <http://www.webgis.no/>

D. Opgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Gooch, G and [Stålnacke, P.](#) (Eds). 2010. Science, Policy and Stakeholders in Water Management. Earthscan (London)
- [Nagothu, U.S.](#) Gosain, A.K., and Palanisami, K. 2012. Water and Climate change: An integrated approach to address adaptation challenges. MacMillan Publishers, New Delhi,
- [Bechmann, M. and Deelstra, J](#) (Eds). 2013. Agriculture and Environment- Long Term Monitoring in Norway. Akademika Publishing, Trondheim, Norway, ISBN nr. 978-82-321-0014-9
- [Jannes Stolte, Mehreteab Tesfai, Lillian Øygarden, Sigrun Kværnø, Jacob Keizer, Frank Verheijen, Panos Panagos, Cristiano Ballabio, Rudi Hessel](#) (Eds.). 2016. Soil threats in Europe; EUR 27607 EN; doi:10.2788/828742
- [Marianne Bechmann, Per Stålnacke](#) and Arvo Iital. 2014. Special issue: Nitrogen losses from agriculture in the Baltic Sea region. Agriculture, Ecosystems and Environment. Volum 4 198. Suppl. 126 s.

E. Opgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

[Torsten Starkloff](#), Rudi Hessel, [Jannes Stolte](#), Coen Ritsema. 2017. Catchment hydrology during winter and the link to soil erosion: A case study in Norway. Hydrology 2017, 4, 15; doi:10.3390/hydrology4010015.

Schoumans, O.F.; Chardon, W. J.; [Bechmann, Marianne](#); Gascuel-Oudou, C.; Hofman, G.; Kronvang, B.; Rubæk, G.H.; Ulén, B.; Dorioz, J. M. Mitigation options to reduce phosphorus losses from

the agricultural sector and improve surface water quality: A review. Science of the Total Environment 2014; Volum 468-469. s. 1255-1266

En tiltaksveileder for å begrense vannforurensing i jordbruksområder er ofte brukt av vannområdemyndigheter i forbindelse med implementeringen av vannforskriften i Norge (http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p_dimension_id=19627&p_menu_id=19636&p_sub_id=19628&p_dim2=19631). Dette er en side som også er lenket opp på <http://www.vannportalen.no/>

Et web-basert program for å kvantifisere utslipp av avløp i spredt bebyggelse. Denne løsningen har blitt brukt i 70 kommuner.

(http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p_dimension_id=19503&p_menu_id=19509&p_sub_id=19502&p_dim2=19504). En oversikt over andre web-GIS produkter finnes på <http://www.webgis.no/>

Et eksempel på at NIBIO utarbeidet kunnskapsgrunnlag for handlingsplan. Handlingsplan for Tunevannet 2017-2021 (<https://www.sarpsborg.com/globalassets/dokumenter/politikk-og-planer/kunngjoringer/2017-02-16---handlingsprogram-for-tunevannet/horingsutkast---handlingsprogram-for-tunevannet-2017-2021-do--.pdf>)

Referansepersoner:

---, Miljødirektoratet

---, Landbruksdirektoratet

38. Nanopartikler og miljø

Kontaktperson: Erik J. Joner

A. Sammendrag

NIBIO (og tidligere Bioforsk) har gjennom 10 år jobbet med nanopartikler og miljø, både for å vurdere om menneskeskapt nanopartikler kan utgjøre en trussel for helse og miljø, og for å anvende nanoteknologi i miljøets tjeneste. Denne aktiviteten har generert en rekke prosjekter og betydelige inntekter for instituttet, og har etablert NIBIO som et ledende nasjonalt forskningsmiljø innen nanotoksikologi og tilgrensende temaer. NIBIO har gjennom dette etablert et bredt nettverk av samarbeidspartnere og opparbeidet en betydelig anseelse internasjonalt.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Forskningen på nanopartikler og miljø har hatt tre ulike tilnærminger: 1) Studier av transport av nanopartikler i miljøet, inkludert studier av opptak og bioakkumulering i organismer, 2) Undersøkelser av miljøgiftighet (økotoksikologi) av menneskeskapt nanopartikler, og 3) utnyttelse av ikke-giftige nanopartikler til nedbryting av organiske miljøgifter (nanoremediering). Transport og opptaksstudier har benyttet radioaktiv merking ved såkalt nøytronaktivering og vi var første ute med å beskrive meitemarks opptak og bio-akkumulering av nanopartikler fra jord. Flere eksponeringsstudier basert på denne teknikken fulgte og det er etablert risikonivåer basert på reell eksponering. Øko-toksikologiske studier har basert seg på en rekke jordlevende organismer og realistiske eksponerings-nivåer, samtidig som nye og følsomme mål for giftighet ble tatt i bruk. Utnyttelse av nanopartikler av nullverdig jern (nano-sized zero-valent iron; nZVI) til on-site remediering av forurenset jord, ble dels studert for sine mulig negative effekter på organismer, og dels for sin evne til å bryte ned klorerte miljøgifter i jord.

C. Beskrivelse av verdiskaping eller samfunnseffekt og på hvilken måte forskningen har bidratt.

Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

NIBIOs kunnskaper om nanopartikler og miljø har dels vært benyttet som kunnskapsbasis for SFT/Miljødirektoratet, Standard Norge og EFSA (EUs organ for matsikkerhet), og dels sikret instituttet en rekke forskningsprosjekter fra Forskningsrådet og EU. EU-prosjektet NanoRem (FP7-NMP, 14,1 M€, www.nanorem.eu) ble initiert av NIBIO og har hatt stor betydning for implementering av nanoremediering i Europa. Videre har NIBIO trukket partnere ved NMBU inn dette fagfeltet og generert flere prosjekter der NMBU har hatt betydelige inntekter som samarbeidspartner, inkl. 3 PhD-grader. NIBIO har også hatt oppdrag fra kommersielle aktører med hensyn til testing av miljøgiftighet av produkter som har blitt markedsført og solgt i Norge.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Oughton DH, et al. (2008) Environ Toxicol. Chem 27: 1883-1887. DOI: 10.1897/07-578.1
- Lapied E, et al. (2010) Nanomedicine 5: 975-984. doi:10.2217/nnm.10.58
- El-Temsah YS, Joner EJ (2012) Environ. Toxicol 27: 42-49. DOI: 10.1002/tox.20610
- Coutris C, et al. (2012) Sci. Tot. Environ. 420:327-333 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.01.027
- Hjorth R, Coutris C, Nguyen N, Sevcu A, Baun A, Gallego Urrea J, Joner EJ (2017) Ecotoxicity testing and environmental risk assessment of iron nanomaterials for sub-surface remediation – Recommendations from the FP7 project NanoRem. Sci. Tot. Environ. (submitted)

E. Referanser som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Norwegian Pollution Control Authority (2008) Environmental fate and ecotoxicity of engineered nanoparticles. Report no. TA 2304/2007. Eds.: E.J. Joner, T. Hartnik and C.E. Amundsen. Bioforsk, Ås. 64 pp.

EFSA (2009) SCIENTIFIC OPINION The Potential Risks Arising from Nanoscience and Nanotechnologies on Food and Feed Safety Scientific Opinion of the Scientific Committee. The EFSA Journal (2009) 958, 1-39

Joner EJ (2012) Nanopartikler av jern (Fe₀) til rensing av forurenset grunn. Fagtreff i Norsk Vannforening, Oslo.

Joner EJ (2014) Miljøfarer knyttet til bruk av nanopartikler. Foredrag i Polyteknisk forening.

Joner EJ, Oughton D (2013) Nanojern for behandling av forurenset grunn. NanoKonferansen, Oslo.

NRK - Morgennytt (2013) Om nanoteknologi. Fjernsynsintervju, Joner EJ.

39. Utviklingen av biogass i Norge

Kontaktperson: Tormod Briseid

A. Sammendrag

NIBIO står sentralt i den forskningen som har vært en forutsetning for utviklingen av biogass i Norge og sammen med NMBU har vi etablert Biogasslaboratoriet på Ås. I samarbeid med norsk landbruk, norske bedrifter og avfallsbransjen har vi sett på hvilke muligheter som ligger i å kombinere husdyrgjødsel med kildesortert matavfall og typiske norske avfallsfraksjoner som fiskeensilasje og slam fra oppdrettsnæringen samt avfall fra treforedlingsindustrien. NIBIO er et institutt hvor styrket norsk matproduksjon er sentralt og NIBIO har gjennomført svært mange gjødselsforsøk for å kunne dokumentere gjødseleffekten av bioresten som dannes som restprodukt fra biogassprosessen.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn.

NIBIO er sentral i forskningen som har grunnlaget for utviklingen av biogass i Norge. I samarbeid med NMBU har vi etablert et spesiallaboratorium (Biogasslaboratoriet) på Ås for denne forskningen. Vi har lagt spesiell vekt på: 1) nye norske råstoff 2) biogassprosesser tilpasset norske forhold 3) Anvendelse av restproduktet (bioresten) som gjødsel.

I samarbeid med norsk landbruk, norske bedrifter og avfallsbransjen har vi undersøkt muligheter ved å kombinere husdyrgjødsel og forbehandlet halm med kildesortert matavfall og særnorske avfallsfraksjoner som fiskeensilasje og slam fra oppdrettsnæringen. Cambi AS har plassert sin pilot for dampeksplasjon på Biogasslaboratoriet. Dette har gitt oss muligheter til å være med å videreutvikle denne norskutviklede forbehandling av råstoff, blant annet trevirke, hage/park-avfall og annet tungt nedbrytbart materiale. Resultater viser at potensialet for å produsere biogass fra norske ressurser på en bærekraftig måte er større enn tidligere antatt.

I prosess-studiene har driftsparametre og råstoffblandinger stått sentralt. Det er bygget en omfattende infrastruktur for å studere biogassprosessen med online-måling av driftsparametre og en instrumentpark for avanserte analyser. Med mer enn 20 reaktorer i drift, og med flere hundre enheter for måling av metanpotensialer er biogasslaboratoriet blant de mest avanserte i Europa. I tillegg til de klassiske CSTR-reaktorene (Continuous Stirred Tank Reactors), har vi bygget forsøksreaktorer for fastfase biogassprosesser og er nå i ferd med å styrke pilotforskningen i 1 – 5 m³ skala i tilknytning til det nye fjøset på Campus Ås. I tillegg etableres andre forsøksreaktorer for i sterkere grad å kunne støtte behovet for å optimalisere denne typen biogassprosesser, noe som er aktuelt for norsk prosessindustri.

I biogassprosessen frigjøres organisk bundne næringssalter og blir plantetilgjengelige i de dannede restproduktene. Det er av stor betydning for landbruket at gjødselvirkingen av disse restproduktene er forutsigbar. NIBIO har derfor gjennomført svært mange gjødselsforsøk, både potteforsøk, ruteforsøk og i fullskala for å kunne dokumentere gjødseleffekten. Siden biogassanleggene benytter forskjellige typer og blandinger av råstoff, forskjellige biogassprosesser og etterbehandling, krever dette mange forsøk. NIBIO har derfor gjennomført en lang rekke forsøk forskjellige steder i landet med forskjellige vekster. Disse forsøkene er av avgjørende betydning for å kunne utnytte og ha tillit til gjødselproduktene. NIBIO har også lagt mye arbeid i å sikre at kvalitetskravene i Gjødselvereforskriften og Biproduktforskriften overholdes, i nær dialog med Mattilsynet.

Siden biogassprosessen er et viktig klimatiltak, jobber NIBIO tett med bl.a. Østfoldforskningen for å sette den i et riktig klimaperspektiv.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

I Nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi (Klima- og Miljødepartementet, 8. oktober 2014) heter det: «*Biogass er en ikke-fossil energibærer som kan brukes til erstatning for fossile energibærere, for eksempel til oppvarming eller som drivstoff i transportmidler. "Råstoffene" som biogassen dannes av, stammer fra ulike biologiske materialer som f.eks. matavfall, avfall fra næringsmiddelindustri, avløpslam, husdyrgjødsel, halm eller avfall fra grønnsaksproduksjon. Det foregår utbredt forskning på nye organiske råstoff å danne biogass av (f.eks. alger eller cellulose/trevirke). Det forskes også på hvordan dagens teknologi kan videreutvikles slik at det kan dannes mer biogass av de råstoffene som allerede benyttes (vår utheving).*

Miljødirektoratet har i sin underlagsrapport anslått et potensial for biogassproduksjon i Norge til 2,3 TWh i 2020. Det er anslått at ved å ta i bruk nye produksjonsteknologier, kan utnyttelse av skogressurser alene øke det tekniske potensialet med 20 TWh i Norge. Forbehandling av råstoff og mer optimaliserte biogassprosesser kan ifølge Bioforsk tenkes å øke biogassutbyttet med opp mot 50 prosent for enkelte råstoffer. Økt utbytte vil kunne redusere de samfunnsøkonomiske kostnadene ved fremtidig produksjon. Økende pris på konkurrerende energibærere kan også virke stimulerende på bruken av biogass i Norge.

I perioden 2009 – 2014 (t.o.m. mai) er det innvilget tilskudd på om lag 350 millioner til 14 anlegg som skal bidra til biogassproduksjon av 406,4 GWh/år. Av en årlig produksjon på 406,4 GWh innbefatter opprinnelig plan i prosjektene at ca. 85 GWh skal benyttes enten til varmeproduksjon eller kombinert varme- og elproduksjon. Resterende produksjonsvolum, ca 320 GWh, planlegges for oppgradering til drivstoffkvalitet for distribusjon gjennom gassnett, fyllestasjoner eller gassbeholdere (flak).»

Det etableres stadig nye biogassanlegg i Norge. I september 2016 åpnet Norges foreløpig største biogassanlegg, Greve Biogass i Tønsberg. Anlegget har en kapasitet til å behandle 50 000 tonn matavfall og 60 000 tonn blautgjødsel og produserer da biogass tilsvarende 158 millioner liter diesel og 158 000 tonn biogjødsel. Til høsten i år ferdigstilles Biokraft sitt anlegg på Skogn i Trøndelag. Viktigste råstoff vil være slam fra Norske Skog sin papirfabrikk på Skogn og avfall fra oppdrettsnæringen – begge deler betydelige avfallsfraksjoner fra viktige norske næringer. Det skal kunne produseres 25 tonn flytende biogass fra anlegget daglig, og anlegget blir med dette Norges største biogassanlegg. I tillegg til flere andre anlegg jobber NIBIO tett med begge disse anleggene og vi har pågående samarbeidsprosjekter med dem som er delfinansiert av Forskningsrådet.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Vi har valgt ut to rapporter som har vært med å danne basis for den norske biogass-strategien som kom i 2014, en publikasjon knyttet til utnyttelse av fiskeensilasje som biogass-substrat, en publikasjon knyttet til utvikling av biogass i norsk landbruk og en artikkel i samarbeid med mange andre aktører knyttet til biogass som klimatiltak:

- Briseid, T., Morken, J. and Grønlund, A. (2010) "Klimatiltak i jordbruket – Behandling av husdyrgjødsel og våtorganisk avfall med mer i biogassanlegg (Innspill til KLIF – Klimakur) Bioforsk Report Vol. 5, No. 2. ISBN 978821700603.
- Sørheim, R. Briseid, T. Haraldsen, T.K., Linjordet, R., Horn, S.J., Morken, J., Hanssen, J.F., Lunnan, A., Berglann, H. & Krokann, K. (2010) Biogass - Kunnskapsstatus og forskningsbehov, Bioforsk Report Vol. 5, No. 16. ISBN 978821700612-1.
- Solli, L., Bergersen, O., Sørheim, R. & Briseid, T. (2014) Effects of a gradually increased load of fish silage in co-digestion with cow manure on methane production. Waste Management vol. 34., pp. 1553-1559.

- Fjørtoft, K. Morken, J. Hanssen, J.F. & Briseid, T. (2014) Methane production and energy evaluation of a farm scaled biogas plant in cold climate area. Bioresource Technology vol. 169, pp. 72-79.
- Lyng, K.A., Modahl, I.S., Møller, H., Morken, J., Briseid, T. & Hanssen, O.J. (2015) The BioValueChain model: a Norwegian model for calculating environmental impacts of biogas value chains. Int. J. Life Cycle Assess, DOI 10.1007/s11367-015-0851-5.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Kjente ressurser – uante muligheter. Regjeringens bioøkonomistrategi 2016.

<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringa-sin-bioekonomistrategi/id2521951/>

Nasjonal tverrsektoriell biogasstrategi (Klima- og Miljødepartementet, 8. oktober 2014)

Underlagsmateriale til tverrsektoriell biogass-strategi (Klima- og forurensningsdirektoratet, TA 3020, 2013) (Her nevnes spesielt Bioforsk blant flere for sin medvirkning i rapportens forord)

Ingunn Saur Modahl, Kari-Anne Lyng, Hanne Møller, Aina Stensgård, Silje Arnøy, John Morken, Tormod Briseid, Ole Jørgen Hanssen og Ivar Sørby (2014)

Status 2014 (fase III) for miljønytte og verdikjedeøkonomi for den norske biogassmodellen

BioValueChain - Biogassproduksjon fra matavfall og møkk fra ku, gris og fjørfe

Østfoldforskningen, Rapportnr.: OR.34.14, ISBN: 978-82-7520-730-0

Referansepersoner:

40. Jord - en kilde til utslipp av CO₂ og et mulig lager for karbon

Kontaktperson: Daniel Rasse

A. Sammendrag

Mengden karbon er dobbelt så stor i jord som i atmosfæren. Etter at Norge forpliktet seg til å kutte 40% av klimagassutslippene, er kunnskap om karbonlagring i jord blitt aktualisert. Karbon tapes både fra åkerjord og, relativt sett, mest fra dyrket myr. Vi forsker for bedre å forstå prosessene som fører til at karbon heller bindes i jord og søker innovative løsninger som bidrar til mindre karbon i atmosfæren. Forskergruppen har særlig fokus på biokull som et element i langsiktig karbonbinding i jord, men også utvikling og oppfølging av tiltak for restaurering av dyrket myr er viktige arbeidsområder.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

I de siste 10 årene har vi undersøkt kildene til utslipp av karbon fra norsk jord, samt utviklet og foreslått muligheter og innovativ teknologi for å få til karbonakkumulering i jord. Målet har vært å utvikle et klimatiltak som også bedrer jordas fruktbarhet. Karbontap fra dyrket jord har hovedsakelig to kilder: hurtig mineralisering av organisk materiale (f.eks. husdyrgjødsel) i mineraljord, og gammelt organisk materiale fra drenert myr (organisk jord). For å utvikle strategier for å begrense tapet av karbon fra jord er det avgjørende av at vi forstår mekanismene som kontrollerer organisk materiales stabilitet i jord.

Karboninnholdet i mineraljord som benyttes til korndyrking reduseres over tid. Dette skjer selv om noen planterester tilbakeføres. I flere tiår har det vært en utbredt forståelse at planterester som er rike på lignin, f.eks. halm, er ganske stabile i jord og derfor bidrar til oppbygging av karbonlageret. Resultatene som underbygger denne forståelsen har i senere tid vist seg å være svake. Siden 2008 har vi derfor, i samarbeid med ledende forskningsgrupper i Europa (MOLTER nettverket), gjort studier som viser at tungt-nedbrytbart organisk karbon fra lignin og lignende molekyler ikke akkumuleres i jord. Dette var revolusjonerende funn som gjorde en Nature-artikkel (Schmidt et al., 2011) til den mest siterte artikkelen innen organisk materiale jord de siste 6 år. Med bakgrunn i denne nye kunnskapen har vi fortsatt undersøkelsene av hvilke kvalitative egenskaper som gjør noen organiske karbonforbindelser stabile i jord, og vi har funnet at når biomasse omdannes til trekull (kalt "biokull" når produsert med hensikt), øker stabiliteten i jord mer enn 60 ganger (Budai et al., 2016).

Vi har arbeidet med videreutvikling, testing og pilotstudier av teknologi for karbonlagring i jord ved bruk av biokull. Parallelt har vi vist at hogstavfall ikke gir noen entydig langsiktig karbonakkumulering i skogsjord (Clarke et al., 2015), noe som heller gjør dette avfallet velegnet som råstoff for biokullproduksjon i Norge.

Vi har også vist at den kjemiske sammensetningen av organisk materiale har liten innflytelse på mineralisering av organiske karbonforbindelser i torv og i jord fra områder med permafrost (Moni et al. 2015). Drenert myr er likevel den klart største kilden til CO₂-utslipp fra dyrket jord i Norge, og for første gang etablert gode estimat for mengden karbon som tapes (som CO₂) per tidsenhet fra dyrket myr (Grønlund 2008). Vi har senere funnet at klimagassutslipp fra dyrket myr kan reduseres ved å restaurere dyrket myr gjennom å heve grunnvannspeilet.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Norge har forpliktet seg til 40% kutt i klimagassutslipp gjennom Paris-avtalen. Et internasjonalt politisk initiativ koblet mot Paris-avtalen argumenter for at en økning med 4% per år i innhold av karbon i jord kan kompensere for alle menneskeskapte utslipp av klimagasser. Vi deltar aktivt i internasjonale initiativer og nettverk som støtter dette «4% -initiativet», f.eks «Global Research

Alliance i Agricultural Greenhouse Gases» og «TAP Soil Carbon» av FAO. Dette gjøres i samråd med LMD.

Vårt arbeid knyttet til stabilitet av karbonforbindelser i jord gjør oss til en attraktiv samarbeidspartner ved utvikling av biokullteknologi. For eksempel, samarbeider vi tett med Skjærngaarden i Vestfold som har installert det første pyrolyseanlegg for biokullproduksjon. og Vi arbeider for å finne egnede tekniske løsninger for bruk av biokull i landbruket (e.g. O'Toole et al., 2016) og hvordan slike løsninger kan implementeres og finansieres (Joner og O'Toole, 2016). Vi merker stor pågang for å presentere vår biokullforskning for bedrifter og interessegrupper (Landsmøte i Oikos, Andelslandbruk i Ås og Moss, Broen til Fremtiden).

Kvantifisering av karbontap fra dyrket myr har stor betydning for beregning av klimagassutslipp, og vi gir råd til myndighetene på sannsynlig effekt av restaureringstiltak (Weldon et al., 2016). Vårt arbeid er også brukt i nordisk sammenheng, der beslutninger om å innføre klimatiltak innen landbruk/arealbruk ble veid opp mot andre formål av betydning for lokal økonomi i ulike nordiske kommuner (Regina et al., 2016). Vi forventer at interessen fra myndighetene, interesseorganisasjoner og bedrifter for innovative løsninger for å øke karboninnholdet i jord og for å redusere karbontap fra dyrket myr, vil fortsette å øke i fremtiden som følge av implementeringen av den nye klimaavtalen.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Budai, A., D.P. Rasse, A. Lagomarsino, T.Z. Lerch., L. Paruch. 2016. Biochar persistence, priming and microbial responses to pyrolysis temperature series. *Biology and Fertility of Soils*. 52,749-761
- Clarke, N., Gundersen, P., Jönsson-Belyazid, U., Kjønaas, O.J., Persson, T., Sigurdsson, B.D., Stupak, I. and Vesterdal, L., 2015. Influence of different tree-harvesting intensities on forest soil carbon stocks in boreal and northern temperate forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 351, pp.9-19.
- Grønlund, A., Hauge, A., Hovde, A. and Rasse, D.P., 2008. Carbon loss estimates from cultivated peat soils in Norway: a comparison of three methods. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 81(2), pp.157-167.
- Moni C., T.Z. Lerch, K. Knoth de Zarruk, L. Tau Strand, C. Forte, G. Certini, and D.P. Rasse. 2015. Temperature response of soil organic matter mineralisation in arctic soil profiles. *Soil Biology and Biochemistry*. 88:236-246.
- Schmidt, M. W. I., Torn, M. S., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I. A., Kleber, M., Kögel-Kabner, I., Lehmann, J., Manning, D. A. C., Nannipieri, P., Rasse D. P., Weiner, S. & Trumbore, S. E., 2011. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature* 478:49-56.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

- Meld. St. 11 (2016-2017). Endring og utvikling. En fremtidsrettet jordbruksproduksjon. Kap. 12 Miljø og klima
- O'Toole A.; Andersson D.; Gerlach A.; Glaser B.; Kammann C.; Kern J.; Kuoppamäki K.; Mumme J.; Schmidt H.-P.; Schulze M.; Srocke F.; Stenrød M.; Stenström J. Current and future applications for biochar. In: *Biochar in European Soils and Agriculture: Science and Practice*. Routledge 2016 ISBN 9780415711661. s. 253-280
- Regina K.; Budiman A.; Greve M.H.; Grønlund, A.; Kasimir Å.; Lehtonen H.; Petersen S.O.; Smith P.; Wösten H. GHG mitigation of agricultural peatlands requires coherent policies. *Climate Policy* 2016; Volum 16.(4) s. 522-541

- Weldon S.M.; Parmentier F.-J. W.; Grønlund A.; Silvennoinen H. M. Restaurering av myr. Potensialet for karbonlagring og reduksjon av klimagassutslipp. Ås: NIBIO 2016 (ISBN 978-82-17-01713-4); Volum 2.28 s. NIBIO Rapport (113/2016)
- Gomez de la Bárcena T., A. Grønlund, A. O' Toole, D. Rasse. 2016. Karbonbalansen i dyrket mark. I: Landbruket i Møte med Klimaendringene. Vedlegg. Underlag for «Landbruk og Klimaendringer 2016»
<https://www.regjeringen.no/contentassets/416c222bde624f938710ff36751ef4d6/landbruk-og-klimaendringer---fagnotater-som-underlag-for-arbeidsgruppens-hovedrapport-190216.pdf>

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

6 case

41. Avskjerming mot lus (luseskjørt) og dukbasert avlusning

Kontaktperson ved instituttet:	Forskningsjef Arne Fredheim
--------------------------------	-----------------------------

A. Sammendrag

Forskning ved instituttet har bidratt til utvikling av produkter for avskjerming av laks mot lus, gjerne omtalt som luseskjørt eller permaskjørt og videreført med utvikling av dukbasert avlusning. Luseskjørt er produkter hvor det festet en duk horisontal rundt hele omkretsen av en oppdrettsnot i de øvre fem til ti meter av nota, slik at det skapes en skjerming mellom vannmassene på utsiden og innsiden av duken. Virkemåten er at vannet hovedsakelig strømmer rundt skjørtet og at man da unngår at lus kommer i kontakt med laksen på innsiden eller under avskjermingen. Dukbasert avlusning er bruk av en såkalt helpresenning, som trekkes rundt en oppdrettsnot for å lage et lukket volum som kan brukes til avlusning med medikament tilsatt vannet.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Forskningen i instituttet har både bidratt til konkret utvikling av produkter for industri og dokumentasjon og verifikasjon av effekten av produktene. Forskningen har omfattet konsept og produktutvikling, metoder for bruk og operasjon samt dokumentasjon av effekt. Det har vært utført numeriske simuleringer, modellforsøk og fullskala test i felt.

Luseskjørt: Forskningen har dokumentere effekten av luseskjørt i forhold til å redusere lusepåslag, i tillegg til å dokumentere hvordan innretningen påvirker miljøet i merden, fiskens biologiske forhold og merdens hovedkomponenter i forhold til en merd uten luseskjørt. Resultatene fra prosjekt med Permaskjørt (produkt som produseres av Botngaard AS) indikerer at:

- Permaskjørt kan redusere lusepåslag med et gjennomsnitt på 18 % (med variasjon fra 6 til 28 %) i enkeltmerder dersom skjørt blir satt på før lusepåslag. I tillegg kan en få en lokalitetseffekt på gjennomsnittlig 54 % (med variasjon fra 0 til 80 %) dersom skjørt blir brukt på alle merdene på lokaliteten.
- Permaskjørt reduserer vannutskifting i merden. Oksygennivåene er lavere innenfor det avskjermede volumet, men fisken står ofte dypere dersom den har tilgjengelig plass under skjørtet.
- Montering av Permaskjørt på oppdrettsmerder er teknisk mulig, både håndteringsmessig og med tanke på belastninger. Skjørtet medfører økte fortøyningskrefter som det er viktig å ta hensyn til.

Dukbasert avlusning: Forskning og utvikling relatert til dukbasert avlusning har inkludert modellforsøk, strekktesting av duk og utarbeidelse av prosedyrer for strekktesting, måling av volum ved hjelp av trykkceller og eksperimenter med 3D sonar for volumkontroll. Det har vist seg å være avgjørende å ha god kontroll på volumet under en avlusning ved bruk av dukbasert konsept, for å kunne beregne innblanding av lusemidler, slik at en oppnår ønsket behandlingskonsentrasjon. Med standard merdstørrelse på 157 m i omkrets, og mange tusen m³ vann som skal avgrenses, så er volumkontroll en betydelig operasjonell utfordring. Forskjellige typer duktyper har blitt studert og forskningen har frembragt kunnskap om metoder og prosedyrer for å montere en duk for å gi best mulig kontroll over volum og krefter som påføres anlegget. Det har også blitt utviklet et kursopplegg for personell som jobber med avlusningsoperasjoner ved bruk av dagbaserte løsninger.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Forskningen har medført utvikling av konkrete produkter som produseres og selges til oppdrettsnæringen. For firmaet Botngaard AS har forskningen bidratt til utvikling av et produkt (Permaskjørt) som har betydd svært mye for bedriftens omsetningsøkning og vekst. I 2009 ble det krav om lukket badebehandling ved kjemisk avlusning og det var helt nødvendig på det tidspunktet at det ble utviklet robuste løsninger for bruk av dukbaserte systemer som kunne lukke et volum rundt en hel merd, slik at man ikke kun var avhengig av brønnbåter for avlusning.

Forskningen har således bidratt både til verdiskaping hos utstyrsleverandører gjennom salg av produkter og hos oppdretter gjennom at de har fått løsninger som bidrar til håndtering av lakselus. Det er også et element av samfunnsnytte ut over verdiskaping i det at forskningen har bidratt til produkter som er med på å kontrollere nivå av lakselus i oppdrettsanleggene, som er ansett som en økologisk utfordring/trussel for vill laks.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Frank, K, et al. (2015) Effects of a Shielding Skirt for Prevention of Sea Lice on the Flow Past Stocked Salmon Fish Cages. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering. Vol. 137
- Lien, A, M, et al. (2014) Shielding skirt for prevention of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in cages – A scaled model experimental study on net and skirt deformation, total mooring load, and currents. Aquaculture Engineering 58 (2014) 1– 10.
- Lien, A, et al. (2015) Permanent skjørt for redusering av luspåslag på laks. SINTEF Rapport A26790.
- Volent, Z. (2014) Dukbasert avlusningskonsept. SINTEF Rapport F26102 (Fortrolig)
- Volent, Z. et al. (2014) Modellforsøk med dukbasert avlusning. SINTEF Rapport A26728

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Personer:

- . Tidligere teknisk sjef og grunnlegger av Botngaard AS
- . Daglig leder, Botngaard AS
- . Daglig leder, Sinkaberg-Hansen AS
- . Fagsjef Fiskeri og havbruksnæringens Forskningsfond.

42. Redusert rømming av fisk

Kontaktperson ved instituttet:	Forskningssjef Arne Fredheim
--------------------------------	------------------------------

A. Sammendrag

Instituttet har over mange år jobbet med forskning, utvikling og aktiviteter relatert til rømming av fisk fra flytende oppdrettsanlegg. Dette har omfattet grunnleggende modeller for beregning av krefter og respons av flytende oppdrettsanlegg, utvikling av numeriske analyseverktøy for dimensjonering, teknisk gjennomgang av hendelser og forståelse av årsakssammenhenger, utvikling av tekniske løsninger, samt aktiv deltakelse og bidrag til utvikling av regelverk og tekniske standarder for utstyr og drift av oppdrettsanlegg. Dette arbeidet har vært meget viktig for at omfang av rømt fisk har blitt redusert fra størrelsesordenen en million til i dag 150 til 200 000 fisk. Det pågår fremdeles mye forskningsarbeid for å ytterligere redusere risiko for rømming av fisk fra flytende oppdrettsanlegg.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Forskningen er bredt sammensatt og dekker fagområder som marin hydrodynamikk, konstruksjonsteknikk, materialteknologi, oseanografi, pålitelighet og helse, miljø og sikkerhet. Vi har valgt å dele forskningen relatert til rømmingshindring inn i fem temaområder:

1. Strøm- og bølgelaster på havbruksanlegg
2. Styrke og robusthet av havbruksanlegg
3. Årsaksanalyse av rømmingshendelser
4. Menneskelig faktor i relasjon til rømming av fisk
5. Bidrag til tekniske standarder

1. Strøm- og bølgelaster på havbruksanlegg

Forskning inkluderer blant annet fysiske modelltester og utvikling av numeriske modeller relatert til strøm og bølgebelastninger på havbruksanlegg og dets komponenter som nøter, flytekrage, førflåte og forankringssystem. Disse modellene brukes blant annet i dag av industrien i forbindelse med analyse og sertifisering av oppdrettsanlegg.

2. Styrke og robusthet av havbruksanlegg

Forskningen inkluderer studier av oppførsel og bevegelse til flytende havbruksanlegg, utvikling av programvare for forankringsanalyse, styrketesting av notmateriale og notkonstruksjoner, samt utvikling av metoder for testing av slitasje, robusthet og levetid av notkonstruksjoner. Forskingen har også inkludert studier for å avdekke torsk sin evne til selv å lage skade på notlin og dermed skape hull hvor fisken kan rømme. Dette er forskningsarbeid som har involvert de fleste norske leverandører av nøter til havbruksbransjen.

3. Årsaksanalyse av rømmingshendelser

Instituttet har på oppdrag fra næringen og myndigheter ved flere anledninger gjennomført studier av årsakssammenhenger og bakenforliggende årsaker ved rømmingshendelser. Dette har vært viktig arbeid for videre utvikling av faglig forståelse av mekanismer, men også medført konkret avdekning av årsakssammenhenger som var ukjent slik som gang mellom bunnringkjetting og notlin.

4. Menneskelig faktor i relasjon til rømming av fisk

Forskningen har vist betydningen av menneskelige faktorer i forbindelse med rømming, ofte omtalt som «menneskelig feil». Resultatene viser hvor viktig det er å være klar over at mennesket har begrensninger, enten det gjelder fysisk yteevne over tid, ved dårlig vær er det mer slitsomt å jobbe

på anleggene, og at kommunikasjon fungerer riktig. Hvis dette ikke tas hensyn vil det øke faren for at rømming kan oppstå som følge av den menneskelige faktor, ikke fordi teknologien svikter. For næringen er det derfor viktig å fokusere på menneskets rolle i den teknologiske helheten.

5. Bidrag til tekniske standarder

Forskere i instituttet har deltatt aktivt i utviklingen av den tekniske standarden NS 9415 for dimensjonering av flytende oppdrettsanlegg. Instituttet har også bidratt med faglig rapporter som underlag for standarden. Gjennom Nytek-forskriften er det krav om at NS 9415 skal benyttes av norsk oppdrettsnæring i forbindelse med dimensjonering av flytende installasjoner.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant

Forskningen har bidratt til en reduksjon av rømt fisk fra et nivå på nesten en million rømt fisk i 2006 etter en periode med årlig økning i antall rømt fisk, til et nivå de siste årene på i størrelsesorden 200 000 fisk og en mer stabil situasjon (<http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Statistikk-akvakultur/Roemningsstatistikk>). Denne nedgangen har skjedd samtidig som antall oppdrettsfisk langs kysten har økt, slik at den relative andel fisk som rømmer er betydelig redusert. Omfang av rømt fisk er i dag i størrelsesorden 0,5 til 1 promille av antall fisk i oppdrettsmerdene langs kysten. Man har også sett en betydelig nedgang i antall rømt fisk i villakselvene langs kysten, som er den viktigste indikatoren relatert til økologisk påvirkning av rømt fisk. Nedgangen har vært på 0,4 – 0,6% prosent per år siden 2016 (http://www.imr.no/filarkiv/2016/04/sernummer_2b_-web.pdf_1/nb-no).

Oppdrettsnæringen var under stort press på 2000-tallet på grunn av stort omfang av rømt fisk, som kan ha konsekvens for villaksen. Man så stort omfang av rømt oppdrettsfisk i elvene langs kysten. Det var helt nødvendig for næringen å få på plass metoder for dimensjonering av flytende oppdrettsanlegg og øke kvaliteten på utstyret som var i bruk for å få til redusert omfang av rømt fisk.

Reduksjon i omfang av rømt fisk har tre viktige samfunnseffekter:

1. Redusert økologisk press på villaksstammene
2. Økt omsetning av anlegg og utstyr til oppdretts
3. Bidratt til oppdretternes samfunnsmessige aksept til drive med oppdrett av laks

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Forskning relatert til hindring av rømming har foregått over mange år, i denne sammenheng siden tidlig 2000-tallet og det pågår fortsatt relevant forskning. Det har derfor vært publisert et stort antall både vitenskapelig artikler, utredninger og rapporter fra dette arbeidet. Listen nedenfor reflekterer noe av de siste arbeidene som er gjort og er fordelt over de forskjellige temaene som er presentert ovenfor.

Føre, Heidi Moe; et al. (2015) "Structural analysis of aquaculture nets: comparison and validation of different numerical modelling approaches". Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering-Transactions of The Asme 2015; Volum 137 (4)

Thorvaldsen T, Holmen I M, Moe H K (2015) "The escape of fish from Norwegian fish farms: Causes, risks and the influence of organisational aspects". Marine Policy Volume 55, May 2015, Pages 33–38

Pascal, K; Lader, P; Gansel, L; Oppedal, F. (2013) "Hydrodynamic interactions on net panel and aquaculture fish cages: A review". Ocean Engineering 2013; Volum 58. s.260-274

Føre, Heidi Moe (2014) "Vurdering av årsak til skade på not ved lokaliteten Skorpo". SINTEF Rapport F26551.

Jensen Ø, Dempster T, Thorstad E.B., Uglem I and A Fredheim (2010), "Escapes of fish from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and methods to prevent escape". Aquaculture Environment Interactions 1.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Publikasjoner:

Aronse et al. (2015) Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2015. Fiske og havet, særnummer 2b-2016

Fiske, P. (2013) Overvåking av rømt oppdrettslaks i el om høsten 2010 – 2012. NINA rapport 989.

Personreferanser:

----, Fiskeridirektør. Fiskeridirektoratet.

----, Direktør for næringsutvikling og samfunnskontakt. Sjømat Norge.

43. Elektrobedøving og bløgging av fisk

Kontaktperson ved instituttet: Forskningsleder Harry Westavik

A. Sammendrag

SINTEF har i samarbeid med SeaSide AS jobbet med å utvikle utstyr for elektrisk bedøving og bløgging av fisk. Hensikten er å effektivisere håndtering som bedøving og bløgging av fisken med produktkvalitet og dyrevelferd og i fokus. I utgangspunktet ble elektro-bedøveren utviklet for bruk i lakseindustrien. En videreutvikling er blitt gjennomført for å anvende elektrobedøving på hvitfisk, hvor bløgging ombord er under utvikling. SINTEF har utviklet software for deteksjon, telling og beregning av bløggepunkt vha. maskinsyn, og robot for bløgging av fisken har blitt utviklet og testet. Flere versjoner av automatiske bløgge-linjer og fisketeller har blitt montert på slakterier for laks og elektro-bedøver er installert ombord i flere fangstfartøy for immobilisering av fisken.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

I samarbeid med SeaSide AS har SINTEF utviklet en metode for elektrisk bedøving av oppdrettstorsk. Som utgangspunkt ble det benyttet samme type elektro-bedøver som brukes i lakseindustrien. For å oppnå optimal bedøving må forskjellige elektriske parametere tilpasses hver fiskeart. Hos oppdrettsfisk må man ifølge regelverket sørge for at fisken bedøves (gjøres bevisstløs) umiddelbart (<1 sek). I samarbeid med IMARES/Wageningen (NL) kom vi fram til passende betingelser for å sikre god fiskevelferd. Det kom deretter opp en ide om at metoden kunne brukes om bord på fiskefartøy for å bedre kvaliteten på fangsten ved at fangstbehandlingen kan starte umiddelbart etter landing. Det vanlige er man venter inntil fangsten blir lett håndterbar (død). Dette kan føre til at blodet koagulerer før bløgging slik at vi får misfarging av filetene. Siden plassen ombord er begrenset måtte el-bedøver nedskaleres i betydelig grad. Samtidig var det ønskelig å redusere spenningen fra det som kreves for oppdrettsfisk. Den nedskalerte versjonen av el-bedøver ble testet ut på flere tokt, for å optimalisere systemet for bruk. Redusert spenning gjør at fisken blir immobilisert (men ikke nødvendigvis bevisstløs) slik at den blir lett håndterbar for utblødning rett etter fangst. En "spin-off" ved bruk av el-bedøver er bedre HMS-vilkår (se nedenfor).

SINTEF har jobbet med å utvikle maskinsyn for automatisk bløgging av både laks og andre fiskearter. Det har blitt jobbet med flere forskjellige 2D og 3D avbildningsmetoder, og utviklet flere nye måter å søke etter og finne hodet og stikkepunktet på fisk automatisk. Det har også blitt jobbet med flere typer robotisert stikking, først med lineærføringer og pneumatikk, og senere i en videreutvikling til å ta i bruk en moderne parallellarmrobot.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Utstyret for elektrisk immobilisering av fisk er nå tatt i bruk på 10-15 trålere og snurrevadfartøy samt på noen fiskefartøy i Nederland. I følge tilbakemeldinger fra fiskerne har bruk av utstyret gjort fangsthåndteringen enklere, samtidig som en får mindre feilskjæring ved bløgging av fangsten. Videre minsker også risikoen for at fiskerne påfører seg selv skader under bløggeoperasjonen. I sum kan vi si at fiskernes HMS vilkår har blitt merkbart bedre når fangsten blir elektrobedøvd før bløgging samt en bedring av fiskekvalitet. I følge skipper på "M/S Gunnar K", Rolf G. Kristoffersen, så har bruk av el-bedøveren også ført til en betydelig effektivitetsøkning for prosesslinjen om bord (antall fisk prosessert per tidsenhet).

Forskningen og forsøkene som er gjort på bløgging av fisk har ført til at måten fisken blir bløgget på hos de aller fleste lakseslakterier har blitt endret til en mer effektiv måte, både der arbeidet utføres manuelt og vha. robot. Før var det vanlig å bløgge laks ved å kutte over hovedpulsåre, men gjennom

forskningen kom man fram til at å stikke fisken gjennom gjellebuen gir tilstrekkelig ut-blødning. Dette har blitt en standard metode på lakseslakteriene.

SeaSide har bygd og levert 5 bløggemaskiner for laks av første versjon, og nylig ble det installert en ny og videreutviklet versjon av bløggerroboten på verdens største lakseslakteri på Bakkafrost på Færøyene, som en del av et helhetlig system som inkluderer både innmating, elektrobedøving og bløgging av laks. Dersom roboten på Bakkafrost blir en suksess er det sannsynlig at det vil bli levert flere tilsvarende på mange norske anlegg. En forenklet versjon av bløggerroboten, som kun har maskinsyn som fungerer som fisketeller har også blitt levert på noen få anlegg. En slik effektivisering av førstehåndteringen av fisk medfører både en kostnadsbesparelse, bedre arbeidsforhold og kvalitet på fisken.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Digre, H., Erikson, U., Misimi, E., Lambooi, B. and van de Vis, H. (2010) Electrical stunning of farmed cod *Gadus morhua* L.: a comparison of an industrial and experimental method. *Aquaculture Res.* **41**: 1190-1202.

Digre, H., Erikson, U., Misimi, E., Standal, I.B., Gallart-Jornet, L., Riebroy, S. and Rustad, T. (2011) Bleeding of farmed Atlantic cod: residual blood, color, and quality attributes of pre- and post-rigor fillets as affected by perimortem stress and different bleeding methods. *J. Aquatic Food Prod. Technol.* **20**: 391-411.

Erikson, U., Digre, H., and Grimsmo, L. (2016) Electrical stunning of saithe (*Pollachius virens*): Effects of pre-stunning stress, applied voltage, and stunner configuration. *Fish. Res.* **179**, 148-155.

Erikson, U., Lambooi, B., Digre, H., Reimert, H.G.M., Bondø, M. and van der Vis, H. (2012). Conditions for instant electrical stunning of farmed Atlantic cod after de-watering, maintenance of unconsciousness, effects of stress, and fillet quality – A comparison with AQUISTM. *Aquaculture* **324-325**: 135-144.

Steen Bondø, M., Mathiassen, J.R., Aaby Veberstad, P., Misimi, E., Skjøndal Bar, E. M., Toldnes, B., and Østvik, S.O. (2011). An automated salmonid slaughter line using machine vision. *Industrial Robot: An International Journal* **38**: 399-405.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer. (

- <http://www.forskningsradet.no/prognett-bia/Nyheter/Enklere jobb med fisk som ikke spreller/1253997020076&lang=no>
- <http://www.stansas.no/default.aspx?menu=24&id=9>
- <https://fiskeribladet.no/nyheter/?artikkel=16069>
- <http://forskning.no/fangst-fisk-fiskehelse/2012/08/bedre-fisk-med-bedoving>
- <http://forskning.no/fisk-fiskerifag-jul/2012/12/juletorsken-skal-bli-bedre>

44. Oppstart av selskapet C-Feed

Kontaktperson ved instituttet: Forskningssjef Gunvor Øie

A. Sammendrag

Oppdrett av marin fiskeyngel er avhengig av levendefôr den første tiden etter klekking. Levendefôret som benyttes i kommersielle oppdrettsanlegg rundt om i verden i dag er rotatorier og Artemia. Disse organismene har mangelfull nærings sammensetning, men er enkle å dyrke i store kvantum. De mest optimale fôrorganismene for fiskeyngel er copepoder, og SINTEF har i mange år arbeidet med å utvikle teknologi for industriell produksjon av copepoden *Acarta tonsa*. Denne forskningen har resultert i opprettelsen av selskapet C-Feed som produserer copepode-egg. Selskapet har et tett samarbeid med SINTEF for videre utvikling av produksjonen. C-Feed har kunder både i Norge og internasjonalt.

B. Beskrivelse av forskningen som ligger bak

Det naturlige fôret til marine fiskelarver i sjøen er copepoder. Disse organismene er det beste fôret, men det har lenge vært vanskelig å dyrke de opp i store volum. Det har tidligere vært utført flere forsøk på å gjødsle opp poller, og samle inn plankton til startfôring av fiskeyngel. Dette har vist at fôrorganismene gir god vekst, lav andel deformitet og høy overlevelse hos fiskelarvene, men pollproduksjonen er sesongavhengig og produksjonen uforutsigbar. SINTEF har siden slutten av 80-tallet jobbet med å utvikle ny teknologi for dyrking av ulike planktonorganismer, og i 2002 startet arbeidet med å utvikle intensiv produksjon av copepoden *Acartia tonsa*.

Forskningen omfatter optimalisering av dyrkingsbetingelser, som fôring, fôrtyper, vannstrøm ol. Det er også arbeidet med høsting og prosedyrer for lagring av copepode-egg. Det har vært stort fokus på å utvikle teknologi for å automatisere og effektivisere produksjonen. Dette er helt avgjørende for å oppnå en forutsigbar og kostnadseffektiv produksjon av copepode-egg. Eksempler på ny teknologi som er utviklet er tetthets-måleinstrumenter for mikroalger og for copepoder. Dette er viktig for å optimalisere fôrdoser og eggproduksjon, samt å kunne automatisere prosessene.

Forskningen som er blitt gjennomført i alle disse årene er nå implementert i selskapet C-Feed. Forskningen er blitt gjennomført sammen med mange masterstudenter, både norske og utenlandske. De fleste har vært tilknyttet NTNU, men også studenter fra andre universiteter har deltatt i denne forskningen.

Det er i tillegg utført mange startfôringsforsøk hvor copepoder er sammenliknet med tradisjonelt fôr (rotatorier og Artemia), for å undersøke effekten. Positiv effekt av copepoder er vist i forsøk med torsk, berggylt, rognkjeks, hummer, tunfisk, kveite og ulike akvariefisker.

C-Feed har i dag en pilotproduksjon av mikroalger og copepode-egg i Vanvikan, nært Trondheim. SINTEF samarbeider tett med C-Feed for å videreutvikle teknologien.

C. Beskrivelse av verdiskapningen eller samfunnseffekten

C-Feed har et stort potensial, både nasjonalt og internasjonalt. Dersom både fiskeyngelproduksjon og rekeproduksjon beregnes inn i mulighetene, så er markedspotensialet flere milliarder kroner (fra C-Feeds forretningsplan). Produktet kan benyttes til tradisjonelle fiskearter som torsk, kveite, berggylt og rognkjeks, slik at vekst, kvalitet og overlevelse blir bedre. I tillegg har bruk av dette fôret ført til vellykket startfôring av tunfisk, noe som har vært svært vanskelig med tradisjonelt levendefôr. Det å

lykkes med oppdrett av vanskelige arter som tunfisk og grouper vil åpne opp helt nye markeder, hvor betalingsviljen er høy. Dette fôret kan åpne muligheter for helt nye arter i oppdrett. I tillegg vil akvariemarkedet være en fremtidig kunde for C-Feed. I dag har selskapet 10 ansatte, og målet er å utvide produksjonen, og omsette for flere hundre millioner kroner i løpet av få år.

D. Referanser

Vitenskapelige publikasjoner:

- Alver M.O, Storøy, W., Bardal, T., Overrein, I., Onsøyen, M.K., Tennøy, T. and Øie, G. (2011). Automatic measurement of *Acartia tonsa* naupli density, and estimation of stage distribution. Aquaculture. Vol 313, Issues
- Hagemann, A., Øie, G., Evjemo, J.O., Olsen, Y. (2016). Effects of light and short-term temperature elevation on the 48-h hatching success of cold-stored *Acartia tonsa* Dana eggs. Aquaculture International 24, 57-68
- Hammervold SH, Glud RN, Evjemo JO, Hagemann A, Hansen BW (2015) A new large egg type from the marine live feed calanoid copepod *Acartia tonsa* (Dana)—Perspectives for selective breeding of designer feed for hatcheries. Aquaculture, 436, 114-120.
- Øie, G, Galloway, T., Sørøy, M., Holmvaag Hansen, M, Norheim, I.A., Kurki Halseth, C., Almli, M., Berg, M., Ranheim Gagnat, M., Wold, P.A., Attramadal, K., Hagemann, A., Evjemo, J.O. and Kjørsvik, E. (2017) CULTIVATED COPEPODS (*Acartia tonsa*) IN FIRST-FEEDING OF ATLANTIC COD (*Gadus morhua*) AND BALLAN WRASSE (*Labrus bergylta*) LARVAE. Aquaculture nutrition, 23, 3-17.
- Ingrid Overrein (2010). Doctoral theses. Copepod Lipids in Aquaculture. NTNU 2010

E. Referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskapning:

- Adm dir ----, C-Feed
- "Levende hoppekreps egg kan gi et nytt fiskeeventyr verdt 1,5 milliarder". Teknisk ukeblad 7. mars 2017.
- Production of Ballan Wrasse – Science and practice, The Norwegian Seafood Research Fund (FHF), 2014
- "Investerer 13 millioner i hoppekrepsfabrikk i Vanvikan", Adressa 16. april 2015

45. Hybrid fremdriftssystem for kystfiskefartøy

Kontaktperson ved instituttet: Forsker Karl Gunnar Aarsæther

A. Sammendrag

SINTEF Fiskeri og havbruk har sammen med SINTEF Nord AS samarbeidet om å dokumentere energiforbruket og operasjonsmønsteret til sjarken Karoline. Karoline er utstyrt med batteripakke og et elektrisk fremdriftssystem, og er det første fartøyet av sitt slag. Karoline er bygget av Selfa Arctic som en operasjonell prototype for bruk av batteriteknologi. Grunnet batteriers lave energitetthet i forhold til fossilt drivstoff har en av hovedproblemstillingene for anvendelse i kystfiskefartøy vært hvor mye energi som brukes om bord i hvilke driftstilstander. Det har derfor vært et mål for prosjektet å dokumentere faktisk energibruk under normal helårs drift av fartøyet, dette for å kunne bestemme faktiske krav til, og modifikasjoner av, teknisk utstyr for en seriebygget versjon av fartøyet.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

SINTEF har vært involvert i prosjektet fra forprosjektstadiet hvor prosjektresultater fra KPN-prosjektet ImproVEDO (prosjekt 199570 i Norges Forskningsråd) ble benyttet for å beregne energibehovet til fartøyet i en tidlig designfase. Programvare og metoder fra ImproVEDO ble også tatt i bruk ved igangsettelsen av hovedprosjektet til å installere et automatisk system for datainnsamling om bord på fartøyet. Datainnsamlingssystemet opererer kontinuerlig når Karoline er i drift. Målepunktene er alle forbrukerne av elektrisk kraft om bord, produksjon av kraft fra dieselgenerator, trekk av kraft fra batteripakken samt fartøyets posisjon, fart og bevegelser. Dette gir en unik mulighet til å studere operasjonsmønsteret og bruken av fartøyet. På nåværende tidspunkt er det samlet inn et dataunderlag på målinger hvert sekund over 12 måneder. Datainnsamlingen forventes å foregå i prosjektets regi ut 2017 og til datainnhentingsutstyret om bord slutter å fungere. Ved hjelp av de innhentede dataene er driftsmønsteret til fartøyet kartlagt i detalj, hvor både energibruk og tidsbruk er inkludert. Forskjellige operasjonsfaser er identifisert ut fra faktisk operasjon av fartøyets systemer. Dette er første gang man har kunnet studere operasjonsmønsteret til et kystfiskefartøy i slik detalj. I innsamlede data er det mulig å skille energibruk fra enkeltforbrukere i forskjellige driftstilstander slik at man kan bestemme samtidighet i effektbehov fra de forskjellige systemene om bord på fartøyet.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Fra resultatene kan man bestemme optimal batteristørrelse for et hybrid kystfiskefartøy, og samtidig vise hvor lite energi et slikt fartøy krever til det faktiske fisket. Fra resultatene er det dokumentert at batteripakken som er installert om bord i Karoline, er større enn den trenger å være, samtidig som hydraulisk effekt er overdimensjonert. Dette vil gjøre det mulig å levere fartøy med mindre batteripakke (billigere) samtidig som det viser at man med elektrisk dekkutrustning kan eliminere hydraulikk som kraftbærer om bord (forenkler og mindre sjanse for utslipp av hydraulikkoljer)

Energibehovet for å drive garnfiske er identifisert og viser at denne formen for fiskeri er svært energi og klimaeffektiv. Fartøyet opererer 40 % av tiden på batteri som dokumentert hvordan hybridløsningen lar fiskeren arbeide halve arbeidsdagen i et støy- og eksosfritt miljø. For et fartøy med kortere distanse ut til feltet er det dokumentert mulig å tilbringe 60 % av arbeidsdagen uten eksponering for støy og dieseleksos.

Et hybrid fiskefartøy som karoline drives også av ren kraft under batteridrift, og grunnet det elektriske fremdriftssystemet kan benytte seg av flere energikilder enn fossilt drivstoff.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Aarsæther, Karl Gunnar, "Fullskala målinger på hybrid fiskefartøy", Presentasjon NorFishing 2016
- Aarsæther, Karl Gunnar, "Electrification in costal fisheries", Sendt inn til IEEE Magazine on Electrification, 2017
- Kyllingstad, Lars Tandle, Rindahl, L, Vollstad, J, Eldby, J, "Hybrid Fiskebåt", SINTEF Rapport 822000017-1, 2014
- Reite, KJ, Ladstein, J, Kyllingstad, Lars Tandle. Improvedo åpen rapport. SINTEF Rapport A27720, 2016.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Prosjektets resultater er i stor grad holdt innenfor prosjektgruppen på grunn av forretningsmessige hensyn og sensitive data som drivstofforbruk. Prosjektet er derimot hyppig dekket av media med blant annet følgende utvalg:

- Verdens Gang, 29. juni 2016, " Nå kommer den elektriske sjarken"
- Fiskeribladet, 21. juli 2016, " El-sjarken er ikke et engangsstunt"
- Teknisk Ukeblad, 22. august 2016, "Batterifiskebåten Karoline: Ett år uten driftsavbrudd"
- Bladet Tromsø, 2. januar 2017 " Mange var skeptiske, men Bents el-sjark ble en kjempesuksess"

<http://www.vg.no/forbruker/naa-kommer-den-elektriske-sjarken/a/23478976/>

<https://fiskeribladet.no/nyheter/?artikkel=48021>

<https://www.tu.no/artikler/batterifiskebaten-karoline-ett-ar-uten-driftsavbrudd/350538>

<http://www.itromso.no/nyheter/2017/01/02/Mange-var-skeptiske-men-Bents-el-sjark-ble-en-kjempesuksess-14004906.ece>

46. Dragerbrønn

Kontaktperson ved instituttet: Forskningssjef Hanne Digre

A. Sammendrag

SINTEF Fiskeri og havbruk, nå Sintef Ocean, har sammen med Fiskerstrand Verft og rederiet H.P. Holmeset vist at nye løsninger kan øke fangsten i havlineflåten samtidig som sikkerhet og arbeidsmiljø bedres. Dette har man gjort ved å utvikle et konsept hvor lina dras om bord gjennom en brønn i midten av båten og fiskeren kan stå innendørs i et lunt og tørt rom. På tradisjonelle linefartøy dras lina inn gjennom en luke på siden av skipet. I dårlig vær er fiskeren som klepper svært utsatt, store mengder fisk går tapt når lina dras inn og i ekstreme tilfeller har brottsjøer gjennom dragerluken har også ført til havari og tap av menneskeliv.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Det overordnede målet med forskningen var å få en tett båt hvor redskap kan hales inn gjennom en åpning i skroget under vann. Resultatet ble en ellipseformet brønn opp gjennom skroget opp i et innvendig basseng. Utforming og plassering av brønn og basseng har vært avgjørende for at løsningen skulle bli en suksess. Mange faktorer spilte inn og det ble et møysommelig arbeid med beregninger og forsøk for å få en løsning som fungerte i praksis samtidig som den ga et effektivt fiske. Løsningen er enkel og logisk, men viste seg vanskelig å få til i praksis. Imidlertid har nøyaktige beregninger og realistiske modellforsøk i forskningsbasseng til sammen gitt en svært god form og plassering av brønn og basseng.

Av utfordringer knyttet til utformingen kan nevnes:

- Redusere endring av vannstand i brønn ved grov sjø.
- Hindre skumming på overflaten i bassenget slik at god sikt opprettholdes.
- Tillate en kompakt løsning som lar seg plassere under dekk.
- Sørge for en utforming som reduserer tap av fisk til et minimum.
- Utformes slik at det ble lett å ta fisk som ramler av.
- Legge til rette for en god og sikker arbeidsplattform for fisker.

En rekke brønnløsninger ble utviklet og testet ved hjelp av modellforsøk før man fant en tilfredsstillende utforming. Ved å plassere brønnen i senter av fartøyet og lengre akterut enn de tradisjonelle løsningene har man lyktes å redusere hiv-bevegelsene mellom båt og line, noe som har ført til redusert tap av fangst i dårlig vær. Selve utformingen av brønnen gjør at en selv ved bølgehøyder på 10-12 meter ikke vil ikke ha mere enn en meters variasjon på vannstanden i det innvendige bassenget.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

- Løsningen gir et tryggere fartøy da man har en intakt skuteseide. I ekstreme tilfeller har brottsjøer gjennom dragerluken ført til havari.
- Løsningen gir økt sikkerhet og bedre arbeidsmiljø for mannskapet. Sannsynligheten for å bli skylt over bord er fjernet. Fiskeren står inne i et rom skjermet fra regn, kulde og vind. Det er mindre bevegelser i båten der dragerbrønnen er plassert, noe som også bidrar til å redusere den generelle belastningen på fiskeren samt fare for skader som følge av fall. Kommunikasjon med andre er også lettere da man slipper støy fra vind og sjø.
- Innhalingshastigheten kan økes med 15% - 20%, og tap av fangst i dårlig vær kan reduseres betydelig, med 30% - 50%. Årlig fangstvolum kan dermed forbedres vesentlig.

- Dragerbrønnen gir mulighet for kontinuerlig fiske selv i høy sjø og dårlig vær, noe som gir lengre driftstid.
- Mindre avsliting av lina i dårlig vær fordi inndragningen foregår der hvor vertikal-bevegelsene er minst.
- I perioden 2001 til 2016 er det bygget 7 linebåter med denne dragebrønn-teknologien.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Patenter:

- Geir Løland, Birger Enerhaug, 1998, Central hauling pool, US 6336420 B1.
- B. Enerhaug and H. Røsvik, "Device and method for setting of fishing line or other fishing gear," Patent WO/2002/038439, issued May 2002.

<https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2002038439>

Rapporter/presentasjoner/ rapporter:

- Enerhaug, B. Hauling of fishing gear through a moon pool. The 7th International Symposium on TECHNICS AND TECHNOLOGY IN FISHING VESSELS, Ancona, Italy 15. May 1999.
- Enerhaug, B. Vurdering av utforming av dragebrønn for MT-1114. SINTEF Rapport. 2010.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

<https://www.tu.no/artikler/prisbelont-fiskefartoy/274352>

http://www.fiskerstrand.no/index.php?page_id=78

<http://www.holmeset.no/?CatID=1192>

http://www.fiskerstrand.no/index.php?page_id=206

Autolinebåten "Geir" – først med spesialtilpasset dragebrønn, Artikkel, Fiskerimagasinet 6/7 98, pp. 84-85

Ein revolusjon i linefisket? Artikkel, Fiskerimagasinet 6/7 98, pp. 34-37

Nofima AS

Nofima AS

9 case

47. Ny emballeringsteknologi ved bruk av CO₂ -emitter

Kontaktperson ved instituttet: Marit Kvalvåg Pettersen

A. Sammendrag. Ny emballeringsteknologi ved bruk av CO₂ -emitter

Konseptet går ut på at en liten fuktabsorber som ligger under matvaren er tilsatt komponenter som ved kontakt med væske produserer CO₂-gass og dermed hemmer bakterievekst og bidrar til lengre holdbarhet. Siden CO₂-emitteren kontinuerlig frigir gass, kompenserer den for CO₂ gass som løses i produktet og gassvolumet over produktet kan reduseres med opptil 60 %. Dermed kan pakkestørrelsen reduseres med 30-50 % hvilket reduserer antall lastebillass ved distribusjon. Teknologien er kommersialisert i samarbeid med Vartdal Plastindustri AS, som i 2016 solgte ca. 1,2 millioner CO₂-emittere. Forskning på bruk av CO₂-emitter til emballering av mat viser økt holdbarhet og mer miljøvennlig distribusjon.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Nofima har i mange år forsket på optimale emballeringsløsninger for matvarer – relatert til materialer, pakkemetoder og lagringsbetingelser. Forskningsarbeidet med CO₂ emitter startet på begynnelsen av 2000-tallet, med dokumentering av effekt av CO₂ emitter gjennom Forskningsråds- og FFL finansierte prosjekter og et Dr. gradsarbeide. Forskningen ble verifisert i et Forny prosjekt i samarbeid med Vartdal Plastindustri på Sunnmøre. Konseptet med bruk av CO₂-emitter kalles Superfresh og har hatt fokus på utvikling og produksjon av produkttilpasset CO₂-emitter, i første omgang til fisk og deretter videreutvikling av CO₂-emitteren til forskjellige kjøttprodukter.

CO₂ gass er kjent å hemme bakterievekst. Ulike matvarer emballeres ofte med en blanding av N₂ og CO₂ (modifisert atmosfære pakking – MAP) for å forlenge holdbarheten og bevare produktkvalitet. For å øke innholdet av CO₂ i pakken valgte man å utvikle en fuktabsorber (pad) med tilsatt av komponenter (sitronsyre og bikarbonat) som frigjør CO₂ ved tilgang på fuktighet. Fuktabsorbere benyttes ofte ved emballering av fersk fisk og kjøtt. Fuktabsorbere med CO₂ emitterende egenskaper ble skreddersydd ulike fiske- og kjøtt produkter. Emitteren må tilpasses spesifikke emballeringsmetoder; mengde gass, mengde initiell CO₂, produktmengde, pakningsstørrelse og form. Produksjon av CO₂ (mengde og hastighet) er også i stor grad avhengig av substratet de aktive komponenter er tilsatt, dvs. type, sammensetning og struktur i fuktabsorberen.

Studier på laks (Hansen et al, 2009) og torsk (Hansen et al, 2007) viser at ved bruk av CO₂-emitter kan størrelsen på modifisert atmosfære-pakker reduseres 30-50 % uten at det går på bekostning av produktets holdbarhet (Hansen et al, 2009).

Med CO₂ emitter til stede kan CO₂ mengden i MA-pakker med kylling økes til 100 %. Dette gir en økt holdbarhet av produktet med 7 dager sammenliknet med pakking i 60 % CO₂ og vanlig væskeabsorber (Holck et al, 2014).

En relativ ny studie på vakuumpakket torsk viser en forlenget holdbarhet på 2 dager for produktet med CO₂-emitter (Hansen et al. 2016).

Reinsdyrkjøtt (Pettersen et al. 2014) og kylling (Holck et al 2014) pakket i høy mengde CO₂ bidrar til redusert væsketap fra kjøttet. Ved pakking av kylling i 100 % CO₂ kunne væsketapet reduseres fra 11 % av totalvekt med vanlig væskeabsorber til 2,5 % med CO₂-emitter tilstede (Holck et al. 2014)

Hansen og medarbeidere demonstrerte betydningen av justering av CO₂-emitterens kapasitet etter type produkt, vekt av produktet, gass-sammensetning og pakningsstørrelse og utviklet en modell for beregning av kapasiteten med utgangspunkt i disse variablene (Hansen et al 2009)

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Kunnskap tilegnet gjennom forskningen har gitt Nofima og Vartdal Plastindustri AS betydelig kompetanse knyttet til selve emitteren, produksjon, sammensetning og dimensjonering.

Det er vist at en CO₂-emitter må tilpasses både produkt-type, produkt-mengde, pakningsform, pakkemetode og gass-sammensetning. I tillegg er utviklingen av CO₂ (mengde og hastighet) avhengig av type/sammensetning/struktur i fuktabsorbereren.

Vartdal Plastindustri AS solgte i 2016 ca. 1,2 millioner CO₂-emittere tilsvarende omsetning for ca. 1,2 millioner NOK, hovedsakelig i Norge. Vartdal Plast har inngått avtale med Cellcomb AB i Sverige knyttet til produksjon og salg av CO₂-emittere. Vartdal Plastindustri AS har enerett på salg av emitteren i Norge, og har globalt enerett til salg av emittere til fisk. De forventer et betydelig salg til Europa, og har planer om å ekspandere også på det globale markedet. Konseptet «SuperFresh» **SuperFresh** (CO₂-emittere) er et nytt produkt og en ny innovasjon. Det tar tid å få innovasjoner inn i eksisterende verdikjeder/produksjoner fordi det krever en viss grad av endring hos produsentene.

Forskningen viser at bruk av CO₂-emitter forlenger holdbarheten til ferskpakket fisk og kjøtt (se pkt. B). Økt holdbarhet forlenger salgstid i butikk og kan bidra til redusert matsvinn. Det er dokumentert sammenheng mellom økt holdbarhet og redusert matsvinn for kjøttdeig beskrevet i rapporten fra et nylig avsluttet prosjekt (Food waste and date labelling, 2016) finansiert av Nordisk Ministerråd

CO₂-emitter bidrar også til å redusere nødvendig gassvolum ved pakkestart og dermed pakkestørrelsen. Dette betyr flere pakker pr. lastebil og dermed mer effektiv transport og mindre klimagassutslipp – i tillegg til redusert gassforbruk og potensiale for redusert materialforbruk.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn (f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.)

- Hansen, A. Å., Mørkøre, T., Rudi, K., Olsen, E. & Eie, T. 2007. Quality Changes during Refrigerated Storage of MA-Packaged Pre-rigor Fillets of Farmed Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.) Using Traditional MAP, CO₂ Emitter, and Vacuum. *Journal of Food Science*, 72, M423-M430.
- Hansen, A. A., Mørkøre, T., Rudi, K., Rødbotten, M., Bjerke, F. & Eie, T. 2009a. Quality Changes of Prerigor Filleted Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Packaged in Modified Atmosphere Using CO₂ Emitter, Traditional MAP, and Vacuum. *Journal of Food Science*, 74, M242-M249.
- Hansen, A. Å., Høy, M. & Pettersen, M. K. 2009b. Prediction of optimal CO₂ emitter capacity developed for modified atmosphere packaging of fresh salmon fillets (*Salmo salar* L.). *Packaging Technology and Science*, 22, 199-208.
- Hansen, A. A., Moen, B., Rødbotten, M., Berget, I. & Pettersen, M. K. 2016. Effect of vacuum or modified atmosphere packaging (MAP) in combination with a CO₂ emitter on quality parameters of cod loins (*Gadus morhua*). *Food packaging and shelf life*, 9, 29-37.
- Holck, A. L., Pettersen, M. K., Moen, M. H. & Sørheim, O. 2014 Prolonged shelf life and reduced drip loss of chicken filets by the use of carbon dioxide emitters and modified atmosphere packaging *Journal of Food Protection* 77, 1133-1141.

Pettersen, M. K., Hansen, A. A. & Mielnik, M. 2014. Effect of Different Packaging Methods on Quality and Shelf Life of Fresh Reindeer Meat. *Packaging Technology and Science*, 27, 987-997.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt (f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer).

- Vartdal Plast ble tildelt Optimeringsprisen for 2015 for produktet Superfresh (CO₂ emitter konseptet). Prisen deles ut av Næringslivets optimeringskomite og Emballasjeforeningen. <http://ilaks.no/>, www.emballasjeforeningen.no, www.nofima.no
- Moderne Produksjon 2016-09-08. NR. 09-16, (27) s.6, *Norsk CO₂-innovasjon gir klimagevinst*
- Nationen, 2013-05-06, Ny forpakning holder laksen fersk.
- <http://kyst.no/nyheter/ny-pakkemetode-holder-laksen-fersk-i-20-dager/>
- <http://fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?l=e&id=60521&ndb=1>
- Møller, H. et al. 2016. Food waste and date labelling, *TemaNord* 2016:523, ISSN 0908-6692, www.norden.org/nordpub

Aktuelle prosjekter:

- Marinepack prosjektene 2001–2010, Norges Forskningsråd (Bionær, BIA og Smarttrans)
- Dr. scient avhandling, Anlaug Ådland Hansen, 2008
- Bærekraftig matemballering, Strategisk program 2009–2012, FFL
- Innovativ og bærekraftig emballering for optimal produktkvalitet, 2013 – 2016, FFL
- Active custom made packaging for fresh Norwegian seafood, 2012 – 2013, Norges Forskningsråd (Forny)
- Innovativa aktiva absorberer for global Livsmedelsindustri, 2014 – 2015, Vinnova, Sverige

Kontaktpersoner:

----, Vartdal Plastindustri AS

----, Cellcomb AB, Säfte, Sverige

48. Prosesstyring i matindustrien basert på on-line avbildende NIR spektroskopi

Kontaktperson ved instituttet: Jens Petter Wold

A. Sammendrag

I 2006 ble det utviklet et nytt optisk målesystem, QVision, for rask og ikke-destruktiv måling av fettinnhold i kvernet og grovhakket kjøtt. Systemet var basert på NIR spektroskopi og ble utviklet gjennom et forskningssamarbeid mellom Nofima og Sintef ICT (Optiske målesystemer). Systemet ble kommersialisert av TOMRA Sorting Solutions som har solgt dette til kjøttprodusenter over hele verden. Måling og dokumentasjon av fettinnhold i kjøtt er svært viktig for bedriftenes lønnsomhet og evne til optimal utnyttelse av råstoffet. Så langt har forskningen bidratt til betydelige innsparinger for kjøttindustrien samt 8-10 nye arbeidsplasser i teknologibedriften Tomra.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

I kjøttbransjen er de økonomiske marginene små og det er derfor viktig å utnytte råstoffet best mulig. Et hovedprodukt fra skjærelinjene er batcher med avskjær. Prisen på dette produktet bestemmes av fettinnholdet; lavt fettinnhold gir høy utsalgspris og visa versa. Så mye som 60 % av storfe og 45 % av svineslakt ender opp som avskjær, så det er derfor meget viktig å ha kontroll på fettinnholdet i disse batchene for å sikre stabil kvalitet og god lønnsomhet.

I mange år har det derfor vært behov for en metode som kan måle fettinnhold raskt og ikke-destruktivt i kjøtt som transporteres på transportbånd. Dette har vært krevende av flere årsaker: 1) For å få gode og representative målinger må hele bredden av kjøttstrømmen måles, 2) det må også måles et stykke inn i kjøttet, 3) målesystemet må håndtere store variasjoner i tykkelse på kjøttet, og 4) målingene og analysene må skje svært raskt.

I 2005 utviklet Nofima i samarbeid med Sintef ICT et helt nytt optisk målesystem basert på nær-infrarød spektroskopi. Det kunne avbilde hele bredden av transportbåndet og i hvert punkt i bildet ble det målt et spekter som inneholder kjemisk informasjon om fett, vann og protein. Sintef sto for den optiske utviklingen mens Nofima utviklet kalibreringsrutiner for å omgjøre spektroskopiske signaler fra kjøtt til kvantitativ kjemisk informasjon. Dette innebar studier for å forstå lysets interaksjon med vev, samt utvikling av algoritmer som kunne håndtere svært store og komplekse datamengder i sann tid. Vi utviklet også nye metoder for å fjerne forstyrrende støy fra spektrene knyttet til høydevariasjoner på kjøttet. Arbeidet ble utført i innovasjonsprosjektet MeatVision (NFR). Metoden ble først utviklet for måling på kasser med svinekjøtt i en spansk bedrift, arbeidet ble publisert (O'Farell et al, 2010) og instrumentet ble kommersialisert av TOMRA Sorting Solutions.

I oppfølgingsprosjektet MeatAutoSort (NFR) studerte vi hvordan TOMRA-metoden kan brukes til å estimere fettinnhold i større batcher av kontinuerlige strømmer av kjøtt (typisk 100-500kg). Et meget viktig funn var at selv om måleusikkerheten per kjøttstykke var stor ($\pm 8,7$ %-poeng), så ble nøyaktigheten på hele batcher meget god ($\pm 0,6$ %-poeng) fordi måleusikkerheten ble utjevnet på større volumer (Wold et al, 2011). Dette var avgjørende for praktisk anvendelse på kontinuerlige strømmer av kjøtt.

Forskningen var meget anvendt, men samtidig publiserbar og helt i forskningsfronten. Det tette faglige trekant-samarbeidet mellom optisk design (Sintef ICT), avansert bio-spektroskopi (Nofima) og

instrumentleverandør (TOMRA) gjorde veien kort fra forskning og utvikling til implementering og kommersialisering.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Teknologien som ble utviklet av Nofima og Sintef ICT i 2008 ble patentert (*Apparatus and method for inspecting a stream of matter by light scattering inside the matter*) av TOMRA som har videreutviklet og kommersialisert teknologien i samarbeid med blant annet Nofima.

Konkret har dette ført til:

- 8-10 nye arbeidsplasser i teknologibedriften TOMRA innen FoU, produksjon, salg og service.
- Rundt 100 systemer er solgt til kjøttbedrifter verden rundt, hvorav 10 i Norge. Salgspris for ett system ligger på rundt 1,3 mill. NOK. Disse bedriftene har nå en bedre utnyttelse av råstoff, mindre svinn og de tjener mer penger. Gevinsten kan være vanskelig å kvantifisere i kroner fordi bedriftene ikke alltid går ut med slike tall. Noen eksempler:
- I kjøttindustrien er fettinnholdet i kvernet kjøtt prisbestemmende i markedet. Kvernet kjøtt utgjør en stor andel av produksjonsvolumet, så kontroll med fettmengden er avgjørende for å oppnå lønnsomhet. Det er vist at kjøttbedrifter sparer typisk 18 øre per kg produsert kjøtt ved bruk av QVision. En produksjon på 50 tonn per dag gir dermed en innsparing på 9000 kr per dag, eller rundt 2,2 mill. NOK per år. Dette vil i praksis si at anvendelse av dette utstyret har snudd ikke lønnsom drift til lønnsom for bedrifter i en bransje der marginene for lønnsomhet er meget små.

Den vellykkede satsningen gir også ringvirkninger ved at andre matbedrifter ser at det er mulig å bruke optiske on-line målemetoder til styring og optimering av prosesser. Flere prosjekter innen ulike matbransjer er satt i gang der dette er målsetting: Optimere bruk av råvarer, redusere svinn, øke lønnsomhet for bedriften, trygge kvalitet og markedsandeler. Dette gir en positiv effekt for samfunnet. Teknologien som ble utviklet er med hell videreutviklet og tatt i bruk for kvalitetssortering av krabber (Wold et al, 2010), laksefileter (Segtnan et al, 2009), kyllingfileter (Wold et al, 2017) og torskelever.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn (f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.)

- O'Farrell, M., Wold, J.P., Høy, M., Tschudi, J., Schulerud, H. 2010. On-line fat content classification of inhomogeneous pork trimmings using multispectral near infrared interactance imaging. *Journal of Near-Infrared Spectroscopy*, 18, pp 135-146.
- Segtnan VH, Høy M, Lundby F, Narum B and Wold JP. 2009. Fat distributional analysis in salmon fillets using non-contact near infrared interactance imaging: A sampling and calibration strategy. *J Near Infrared Spectrosc.* 17: 247-253.
- Wold JP, Kermit M, Woll A. 2010. Rapid nondestructive determination of edible meat content in crabs (*Cancer Pagurus*) ny Near-Infrared Imaging spectroscopy. *Appl. Spectrosc.* 64 (7): 691-699.
- Wold JP, O'Farrell M, Høy M, Tschudi J. 2011. On-line determination and control of fat content in batches of beef trimmings by NIR imaging spectroscopy. *Meat Science* 89: 317-324.
- Wold, Veiseth-Kent, Høst, Løvland A. 2017. Rapid on-line detection and grading of wooden breast myopathy in chicken fillets by near-infrared imaging spectroscopy. *PLOS ONE*. Accepted.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt (f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer).

- I Stortingsmelding 18 (2012-2013), *Lange linjer – kunnskap gir muligheter*. I kapittel 6.2.4 blir det brukt over en side på å beskrive forskningssamarbeidet som ledet frem til vellykket kommersialisering av QVision. Det tverrfaglige samarbeidet mellom forskningsinstitutter og bedrifter ble vektlagt som viktig suksesskriterium.
- Hjemmesiden der systemet Qvision presenteres: <https://www.tomra.com/en/solutions-and-products/sorting-solutions/food/process-analytics/qvision/>
- Bondebladet 15.04.2011: Fet fortjeneste med sikrere fettmålinger

Kontaktpersoner:

----, Business Unit Manager Process Analytics, TOMRA Sorting Ltd

----, FoU direktør Nortura

49. Bygg til mat, bruk av fraksjoner av bygg med høyt innhold av β -glukan

Kontaktperson ved instituttet: Stefan Sahlstrøm

A. Sammendrag

Det er kjent at fiber og løselig fiber/ β -glukan fra havre og bygg har positive helseeffekter som reduksjon av kolesterol, positiv effekt på blodsukkernivået etter et måltid og medvirker til forbedret tarmfunksjon. Det er imidlertid vanskelig å produsere β -glukan rike fraksjoner fra norske kornsorter som bygg og havre. For å oppnå helseeffekt må produktene inneholde høye nok konsentrasjoner av β -glukan. Nofima har forsket på bruk av avanserte mølle- og sikteteknikker i kombinasjon med ulike byggsorter i mange år og basert på denne kunnskapen har DUGA lansert en serie nye produkter basert på norskprodusert bygg med godkjente helsepåstander. Produktene selges av Coop.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Nofima har forsket på sortsvalg av bygg i over 15 år for å identifisere sorter med høyt innhold av løselig fiber (β -glukan), en plantefiber med kjent og viktig helseeffekt. Helsepåstander for fiber og løselig fiber/ β -glukan fra bygg og havre ble godkjent av «[European Food Safety Authority](#)» EFSA i 2011 (EFSA. 2011). I Norge spiser vi 22g fiber/dag. I følge nasjonale anbefalinger bør inntak av fiber økes til 30 -35 g/ dag.

Bygg består av 20 % fiber hvorav bare 4-6 % β -glukan. For å kunne lage produkter med høyt nok β -glukaninnhold må andelen β -glukan i en melfraksjon fra avskallet bygg økes til 15-20 %. Gjennom fraksjonering av bygg med ulike avanserte mølle- og sikteteknikker har vi oppnådd fraksjoner med 20 % β -glukan (Barron et al 2017, Holtekjolen et al 2014, Hole et al 2013, Moen et al 2016). Gjennom bruk av en spektroskopisk metode (NIR) kan vi styre avskallingen av bygg slik at man ikke fjerner de spiselige delene (β -glukan, stivelse og protein rike fraksjoner) innenfor skallet (Wold et al 2017).

For å øke β -glukaninnholdet ytterligere har vi i samarbeid med Grain Research Laboratory, Winnipeg, Kanada testet kanadiske nakenbyggsorter for å finne sorter med høyere β -glukan som nå dyrkes i Norge og brukes til produksjonen av DUGA produktene.

Resultatene fra småskalafraksjonering av Kanadiske byggsorter ga melfraksjoner med 25 % utbytte og 20-28 % β -glukan. Basert på våre fraksjoneringsteknikker testet i småskala forsøk ble det etablert et storskala produksjonsanlegg hos Skjellfoss korn i regi av Norsk Matbygg SA og DUGA. Vi har testet om effekten av fraksjonene med høyt innhold av β -glukan fortsatt har positiv helseeffekt etter prosessering, i en in vitro modell som simulerer munn, mage og tynntarm (Rider et al 2017). Resultatene viser at prosessering har stor betydning for bevaring av helseeffekten til β -glukan mht. reduksjon av kolesterol, positiv effekt på blodsukkerstigningen etter et måltid og forbedret tarmfunksjon. For å oppnå en gunstig helseeffekt må molekylvekten til β -glukan være høy.

I samarbeid med COOP Norge har DUGA brukt β -glukan rike fraksjoner som råvare for produksjon av ulike produkter med godkjent helsepåstand. Fraksjonene produseres med bruk av våre og mølle- og sikteteknikker.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Produktene fra DUGA er basert på norskdyrket kanadisk bygg som prosesseres og fraksjoneres basert på teknikkene beskrevet i pkt. B. Gjennom at DUGA både produserer og videreforedler byggen har DUGA etablert et lønnsomt konsept. DUGA samarbeider med Coop Handel. Produktnavnet i butikk er Gullbygg som nå finnes i Coops butikker over hele landet. Produktserien Gullbygg omfatter 8 ulikeprodukter. Alle Gullbygg produktene er deklarerert med helsepåstand på emballasjen. Duga byggkorn dyrkes på over 50 gårder i Østfold.

Kontrakts dyrking av bygg fra Norsk Matbygg og DUGA har økt verdien fra 2,8 kr/kg til 3,3 kr/kg og for 1000 tonn bygg utgjør det 500 000 kr ekstra til bøndene i Østfold. Eksempler på verdiskaping for tre av Gullbygg produktene er presentert under:

1. Gullbygg fiber koster i butikk 68 kr for 160 g eller 425 kr/kg. Fra 100 tonn bygg får vi produsert 20 tonn Gullbygg fiber. Med en pris på 425kr/kg er det en total pris på 8 500 000 kr fra 100 tonn bygg. For 100 tonn bygg har vi verdiøkning fra 330 000 kr til 8 500 000 kr, eller verdiøkning på 2575 %. Den resterende protein- og stivelsesfraksjonen blir solgt som fôr til en høyere verdi (5 kr/kg) enn helt korn til fôr. Verdiøkningen her er fra 330 000 kr til 400 000 kr eller 121 %.
2. Gullbygg Middagsbygg koster i butikk 21,80 kr for 250 g eller 87,20 kr/kg. Fra 100 tonn bygg får vi produsert 90 tonn Gullbygg Middagsbygg med en pris 87,20kr/kg er det en total pris på 7 848 000 kr. For 100 tonn bygg har vi verdiøkning fra 330 000 kr til 7 848 000 kr eller verdiøkning på 2378 %.
3. Gullbygg knekkebrød koster i butikk 37,00 kr for 300 g eller 123,20 kr/kg. Av 1 kg knekkebrød utgjør byggmel 130 g. Fra 10 tonn bygg får vi produsert 9 tonn byggmel og fra 9 tonn byggmel får vi produsert 76900 kg knekkebrød med en totalpris på 6 705 680 kr. Prisen for byggmel er 10 kr/kg. For 10 tonn bygg har vi verdiøkning fra 33 000 kr til 900 000 kr eller verdiøkning på 272 %.

Vi ser her at det er en verdiøkning for produksjon av bygg med 50 øre/kg ekstra til bonden og for de ulike produktene som vi har brukt som eksempel fra 272 % til 2575 %.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn (f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.)

- EFSA. 2011. Scientific opinion on the substantiation of health claims related to oat and barley grain fibre and increase in faecal bulk (ID 819, 822) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal, 9:2249.
- Barron. Cécile. Holopainen-Mantila. Ulla, Sahlstrøm. Stefan, Holtekjølen. Ann-Kathrin, and Lullien-Pellerin. Valérie. Assessment of biochemical markers identified in wheat for monitoring barley grain tissue. 2017. Journal of Cereal Science. 74.11-18.
- Hole, A.S., N.P. Kjos, S. Grimmer, A. Kohler, P. Lea, B. Rasmussen, L.R. Lima, J. Narvhus, and S. Sahlstrom. 2013. Extrusion of Barley and Oat Improves the Bioaccessibility of Dietary Phenolic Acids in Growing Pigs. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 61:2739-2747.
- Holtekjølen, A.K., S.G. Vhile, S. Sahlstrom, S.H. Knutsen, A.K. Uhlen, M. Assveen, and N.P. Kjos. 2014. Changes in relative molecular weight distribution of soluble barley beta-glucan during passage through the small intestine of pigs. Livestock Science. 168:102-108.
- Moen, B., I. Berget, I. Rud, A.S. Hole, N.P. Kjos, and S. Sahlstrom. 2016. Extrusion of barley and oat influence the fecal microbiota and SCFA profile of growing pigs. Food & Function. 7:1024-1032.
- Rieder. Anne, Knutsen. Svein Halvor, Balance. Simon. In vitro digestion of beta-glucan rich cereal products results in extracts with physicochemical and rheological behavior like pure beta-glucan solutions - A basis for increased understanding of in vivo effects. 2017. Food Hydrocolloids 67 (2017) 74-84.
- Wold, Jens Petter; Airado-Rodríguez, Diego; Holtekjølen, Ann; Holopainen-Mantila, Ulla; Sahlstrom, Stefan. Rapid and non-destructive determination of aleurone in pearling fractions of barley by NIR and fluorescence spectroscopy. 2017. Journal: Journal of Agricultural and Food Chemistry. Submitted.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt (f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer).

Publikasjoner:

- Den totale karbohydratforvirringen, Forskning.no 20.01.2012
- Forsker seg fram til norsk helsekorn, Norsk Landbruk 23.08.2011
- Kartlegger kvalitetsegenskapene i bygg og havre, Norsk Landbruk 07.02.2012
- Fremtidens superbrød, Bakeri.net 21.09.2016.

Finansiering:

- Nofima strategisk program: Kostfiber og helse 2013-2016.
- NFR prosjekt «Oatbar» NFR Nr. 173254/010,
- NFR prosjekt «Nakenbygg» NFR Nr. 225287.
- Eu RSME prosjekt «BARLEYboost» EU Nr 605788.

Industriens bidrag:

Gjennomført storskala tørrfraksjonering av bygg

Eksterne kontaktpersoner:

----, DUGA AS www.duga.no

----, Ordfører i Hobøl kommune

50. Funksjonelle fôr til oppdrettslaks og forebyggende fiskehelse

Kontaktperson ved instituttet: Gunn Berit Olsson

A. Sammendrag

Nofima har de siste ti årene vært sentrale i utviklingen av såkalte funksjonelle fôr mot virussykdommer hos oppdrettslaks. Fôrene er nå kommersielt tilgjengelige fra de største fôrselskapene i næringen. Vår forskning på sykdomsutvikling og beskyttende immunresponser har vært et sentralt fundament for selve innovasjonene og konseptene disse funksjonelle fôrene er basert på. Forskningen omfatter også dokumentasjon av fôrenes effekter på sykdomsmotstand, immunforsvar, hjertehelse og filetkvalitet, hvilket er avgjørende i utviklingen av nye produkter. Funksjonelle fôr utgjør et viktig konkurransefortrinn for fôrselskapene og bidrar til økt lønnsomhet både hos fôr- og oppdrettsselskapene.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Virussykdommer er blant de mest alvorlige helseutfordringene for oppdrettslaks, og utgjør den mest tapsbringende faktoren for næringen. Det mangler effektive vaksiner for de fleste virussykdommene. Det har drevet fram forskning på *styrt ernæring* for å modulere laksens immunforsvar og forbedre vekst og restitusjon under og etter sykdom. Nofimas forskning på vert-virus interaksjoner under sykdommer som CMS, HSMB og PD resulterte i ny forståelse av hvilke immunresponser som er forbundet med sykdomsmotstand og hvilke deler av immunforsvaret som er aktivert i de ulike fasene av et sykdomsforløp. Dette styrket hypotesen om at man ved å styre fiskehelsen gjennom ernæringen, for eksempel ved å endre fetttsyresammensetningen i fôret, kan dempe betennelsesfremmende responser i fisken. Dette stimulerte til nye forskningsaktiviteter på utvikling av funksjonelle fôr mot virussykdommer. Nofima har vært sentrale i å utvikle slike funksjonelle fôr for to av de store fôrselskapene, gjennom dokumentasjon av fôrenes effekter på immunforsvar og hjertehelse. Nofimas kompetanse på immunresponser i fisk og nødvendige molekylærbiologiske metoder for å måle effekter av spesifikke fôrkomponenter har vært sentralt i dette arbeidet. I tillegg har Nofima vært med på å utvikle smitte modeller for enkelte av disse sykdommene. Smittemodellene har vært et viktig fundament for å kunne teste ut disse fôrene under kontrollerte betingelser.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

I en stadig hardere konkurranse på kostnadene for fôrproduksjon og tilbydere av basis vekstfôr i markedet, er spesialfôr (slik som funksjonelle fôr) ansett som en sentral del av fôrselskapenes konkurransefortrinn og fremtidige verdiskapingspotensial (estimert 15-20 % av fôrsalget i 2015). Vår forskning på funksjonelle fôr har således medvirket til økt lønnsomhet for laksefôr-produzentene. Gjennom bruk av slike fôr har forbedret sykdomsmotstand og helse også bidratt til reduserte kostnader og tap, og derved økt lønnsomhet for oppdrettsselskapene. Forskningen har resultert i to nye patenter der forskerne er med som oppfinnere.

Nofimas forskning har bidratt til denne utviklingen i næringen ved å fremme innovasjon på konsepter for funksjonelle fôr. Etter å ha samarbeidet om produktutvikling med fôrselskapene, har vi dokumentert effekter av disse funksjonelle fôrene på laksens sykdomsmotstand, immunforsvar, helse og filetkvalitet, samt produktutvikling og av nye funksjonelle fôr.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Hatlen, Bjarne; Jørgensen, Sven Martin; Timmerhaus, Gerrit; Krasnov, Aleksei; Bou, Marta; Ruyter, Bente; Evensen, Øystein; 2016: Styrt fetttsyresammensetning i fôr for å forebygge utbrudd av viktige virussykdommer i laks. Nofima rapportserie (3/2016), Tromsø: Nofima AS 2016 (ISBN 978-82-8296-350-3) 47 p.
- Martinez-Rubio L, Evensen Ø, Krasnov A, Jørgensen SM, Wadsworth S, Ruohonen K, Vecino JLG, Tocher DR. Effects of functional feeds on the lipid composition, transcriptomic responses and pathology in heart of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) before and after experimental challenge with Piscine Myocarditis Virus (PMCV). BMC Genomics 2014; 15(1). DOI:10.1186/1471-2164-15-462
- Sissener, Nini; Torstensen, Bente Elisabeth; Ruyter, Bente; Østbye, Tone-Kari K; Waagbø, Rune; Jørgensen, Sven Martin; Hatlen, Bjarne; Liland, Nina Sylvia; Ytteborg, Elisabeth; Sæle, Øystein; Rud, Ida; Remø, Sofie C.; Mørkøre, Turid; Dessen, Jens-Erik; Skjerven, Kaja; Ytrestøyl, Trine; Holen, Elisabeth; Berge, Gerd Marit; Adam, Anne-Catrin; 2016: Effekter av endret fetttsyresammensetning i fôr til laks relatert til fiskens helse, velferd og robusthet (Fett for fiskehelse): Oppdatering 2016. FHF rapport 901250; NIFES, Nofima og FHF 2016; 99 p.
- Timmerhaus, Gerrit; Krasnov, Aleksei; Takle, Harald Rune; Afanasyev, Sergey; Nilsen, Pål; Rode, Marit; Jørgensen, Sven Martin; 2012: Comparison of Atlantic salmon individuals with different outcomes of cardiomyopathy syndrome (CMS). BMC Genomics 2012; Volume 13. p. DOI: 10.1186/1471-2164-13-205

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

- Torstensen, Bente Elisabeth; Ruyter, Bente; Sissener, Nini; Østbye, Tone-Kari K; Waagbø, Rune; Jørgensen, Sven Martin; Ytteborg, Elisabeth; Rud, Ida; Liland, Nina Sylvia; Mørkøre, Turid; Dessen, Jens-Erik; 2013: Laksens helse, velferd og robusthet påvirkes av fetttsyresammensetning i fôr. Norsk Fiskeoppdrett 2013 p. 42–44.

Kontakter

----, EWOS Innovation (Cargill),

----, BioMar Group

http://www.biomar.com/Countries/Norway/Brochures/QuickM_folder_denne%20trykkes.pdf

<http://www.ewos.com/wps/wcm/connect/ewos-content-group/ewos-group/news/latest-news/ewos+presents+documentation+for+combined+health+feed+approach>

<http://www.intrafish.no/nyheter/746105/bruken-av-helsefor-vil-auke>

51. Effektiv QTL knyttet til IPN-resistens

Kontaktperson ved instituttet: Kari Kolstad

A. Sammendrag

Nofima var med på å finne de genetiske markørene som er koblet til et gen for laksens resistens mot virusykdommen IPN (infeksiøs pankreas nekrose) - en antatt kompleks egenskap. Genet forklarer rundt 80 prosent av den motstandsevnen til IPN som ligger i laksens gener. Denne kunnskapen brukes i dag i markørseleksjon i AquaGens avlsprogram (QTL-rogn). *AquaGen* er verdens største selskap på avl av laks og ørret, med en *markedsandel* på rundt 35 prosent. Avl for økt resistens mot IPN er en viktig årsak til en betydelig nedgang i utbrudd av IPN i norsk oppdrett (75 prosent reduksjon fra 2009 til 2013), ifølge Fiskehelse rapporten 2013 utgitt av Veterinærinstituttet. Dette er registret både i sjøfasen og settefiskfasen. Den redusert dødeligheten av IPN tilsvarer en økt verdiskaping på 2,6_mrd. kroner årlig basert på eksportverdien i november 2013.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

På grunnlag av funn gjort i en skotsk studie, initierte Nofima et brukerstyrt prosjekt for å studere genetiske markører knyttet til infeksiøs pankreas nekrose. Prosjektet var finansiert av Aqua Gen og HAVBRUKS-programmet i Norges forskningsråd. Studiet bidro til å bekrefte og finkartlegge en svært effektiv QTL for IPN-resistens hos Atlantisk laks. Dette ga et verktøy for markørassistert seleksjon (MAS).

Nofima designet en smittetest for IPN-resistens med innspill fra Aqua Gen. Smittetest for IPN-resistens ble gjennomført hos VESO etter smoltifisering på 10 fullsøskenfamilier av Atlantisk laks fra 2005-årsklassen til Aqua Gen. Dødeligheten i smittetesten var totalt sett på mellom 70 og 80 %, mens den for individuelle familier varierte mellom 50 og 100 %.

Det ble gjort genomscan på de 92 første som døde, og 92 som overlevde innen hver familie, i tillegg til genotypering av 136 mikrosatellitter. En effektiv QTL ble funnet. Denne forklarte 29 % av den fenotypiske, og 83 % av den genetiske variasjonen for IPN-resistens. Denne QTL'en viste seg å segregere i halvparten av familiene.

Ved hjelp av finkartlegging avgrenset man den aktuelle QTL-regionen til 4 cM på koblingsgruppe 21. Gjennom smittetesting av yngel viste man at QTL'en hadde samme effekt på yngel som på smoltifisert laks. Genotyper av QTL-heterosygot foreldre ble brukt til å bestemme koblingsfaser mellom alleler på den underliggende DNA-polymorfismen og alleler på enkeltmarkør- eller multimarkør- haplotyper på populasjonsnivå. En haplotype bestående av fire markører var den beste til å predikere QTL-alleler. Den høyresistente allelen hadde en frekvens i populasjonen på 30 %.

Det ble dokumentert en høy korrelasjon mellom gentest og IPN-resistens i smitteforsøk.

Innen akvakultur er resultatene fra dette studiet et sjeldent eksempel der man fant en QTL som resulterer i en direkte anvendelse av markørassistert seleksjon (MAS) med stor effekt.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunns effekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

I følge Fiskehelse rapporten 2013 er omfang av utbrudd av IPN i sjø og i settefiskanlegg redusert med 75 %. I 2009 ble det diagnostisert IPN-utbrudd på 223 lokaliteter i sjø, mens det i 2013 ble registrert

56 utbrudd. I settefiskanlegg ble det i 2010 registrert IPN ved 51 anlegg, mens det i 2013 ble registrert 12. Dette bidrar til redusert tap i næringen, da en høy andel av individene som får en IPN-infeksjon utvikler en vedvarende infeksjon gjennom hele livet.

AquaGen har hatt en økt inntjening som følge av salg av «QTL-rogn», som er selektert på grunnlag av markørene som ble funnet i prosjektet. Arne Storset, tidl. forskningsdirektør i Aqua Gen, presenterte tall på NTVA Teknologiforum i 2011 for merinntekter i perioden 2009-2012 på 73,5 mill. kroner. I Forskningsrådets programrapport for Havbruk – en næring i vekst fra 2010 ble det uttalt fra daværende administrerende direktør i Aqua Gen, Odd Magne Rødseth, at med lansering av QTL-rogn i 2009 oppnådde Aqua Gen en merverdi på 30–40 prosent i markedet sammenlignet med tradisjonelle produkter uten bruk av gentesting. Senere, på Bioverdi-konferansen i mai 2014 presenterte Rødseth resultatet av QTL-satsingen omregnet til økonomiske besparelser for næringen. Rødseth mente at 2012-generasjonen av smolt ga 4 prosent redusert dødelighet av IPN, noe som tilsvarer en økt verdiskaping på 2,6 mrd. kroner basert på eksportverdien i november 2013.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

Thomas Moen, Matthew Baranski, Anna K Sonesson and Sissel Kjøglum, 2009. Confirmation and fine-mapping of a major QTL for resistance to infectious pancreatic necrosis in Atlantic salmon (*Salmo salar*): population-level associations between markers and trait. BMC Genomics 10:368. DOI: 10.1186/1471-2164-10-368. © Moen et al; licensee BioMed Central Ltd. 2009

Moen, T., Storset, A. (2009). Bruk av genmarkører markerer starten på en ny æra i avlsarbeidet. Norsk Fiskeoppdrett, juni, 54–57.

Norges forskningsråd, 2010. Nytt fra HAVBRUK nr 2-2010. Gentest finner friske fiskeforeldre [http://www.forskningsradet.no/prognett-havbruk/Nyheter/Gentest finner friske fiskeforeldre/1253960183446](http://www.forskningsradet.no/prognett-havbruk/Nyheter/Gentest_finner_friske_fiskeforeldre/1253960183446)

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

Fiskehelserapporten 2013. Publisert av Veterinærinstituttet, Pb. 750 Sentrum, 0106 Oslo, ISSN 1893-1480 elektronisk utgave

Kyst.no, 2011. Avl løser oppdrettsnæringens IPN-problemer. http://kyst.no/norsk_fiskeoppdrett/avl-loser-oppdrettsnaeringens-ipn-problemer-3/

Kontakter

----, Aqua Gen

----, EW Group

52. Produksjon og utvikling av lukka anlegg for laks

Kontaktperson ved instituttet: Bendik Fyhn Terjesen

A. Sammendrag

Kunnskap fra Nofima ligger til grunn for den raske omleggingen fra oppdrett i åpne merder til lukkede anlegg. Vårt hovedbidrag er å forske på biologiske effekter og forbedringer av lukket oppdrettsteknologi. Laks opp til en vekt på 1000 gram kan oppdrettes i lukkede anlegg, og overlevelsesgraden er betydelig høyere enn i åpne anlegg. Forskning i SFlet CtrlAQUA viser at lukkede anlegg kan produsere laks praktisk talt uten lus, samtidig er produksjonskostnadene sammenlignbare med åpne anlegg. Bærekraftig produksjon er sentralt i denne sammenhengen. Samfunnmessig betyr dette lavere miljøbelastning og redusert behov for lusebehandling. I tillegg er kostnadsbesparelsene ved redusert lusebehandling betydelige.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

I over ti år har Nofima sammen med industrien og andre ledende forskningsmiljøer forsket for å bevege lakseoppdrett mot nye teknologiske systemer. Vårt forskningsbidrag i utviklingen har vært kunnskap om hvilke miljøforhold som kreves for optimal vekst, velferd, helse og overlevelse. Denne kunnskapen er avgjørende for hvorvidt ny teknologi blir en suksess. Her er en oversikt over forløpet:

1975: Tidens første publikasjon om resirkuleringsteknologi i lakseoppdrett publiseres.

2006: Nofima, NIVA og Sintef lagde en utredning på oppdrag fra bransjeorganisasjonen FHL Havbruk. Rapporten «*Tilgjengelige ferskvannsressurser til fremtidig produksjon av settefisk av laks og ørret*» konkluderte med at det innen fem år ville være et betydelig behov for å ta bruk nye vannkilder eller nye produksjonsmetoder, dersom Norge skulle møte behovet for smolt i fremtiden. Dette la grunnlag for etablering av og forskning i Nofimas «Senter for resirkulering i akvakultur» og konferansen «Fremtidens smoltproduksjon» og samarbeid om løsninger med næringen. Det er stor næringsdeltagelse på smoltkonferansen og kunnskapen som genereres gjennom forskningen formidles direkte til næringsaktørene.

2008–2012: I NFR-prosjektet «*Fiskevelferd og -ytelse i resirkulerende akvakultursystemer*» (RASALMO) tok vi tak i flere problemstillinger som var av betydning for fiskevelferd så vel som for fiskens produksjonsegenskaper i resirkuleringsanlegg kontra gjennomstrømningsanlegg. Eksempler var terskelverdier for vannkvalitet, effekt av trening og effekt av mikrobiota. En overordnet konklusjon var at vår kunnskap om hva laks tåler og ikke tåler kan bli utfordret i RAS (lukkede landbaserte anlegg).

2012–2014: I forskningsprosjektet «*Optimalisert Postsmolt-Produksjon*» (OPP) så vi på muligheten for å utvide den beskyttede smoltproduksjon opp til 1 kg's smoltvekt. I prosjektet testet vi alternative produksjonsmåter som semi-lukkede flytende anlegg i sjø og bruk av resirkulering av vann i landbaserte anlegg. Flere aktører i næringen var nysgjerrige på den nye teknologien og vårt bidrag var å skaffe til veie dokumentasjon på hvordan fisken presterte i de nye produksjonsformene. Forskningsprosjektet var støttet av NFR og et industrikonsortium. Dette var et tverrfaglig prosjekt mellom industri og forskning, der flere norske kompetansemiljø ivaretok det vitenskapelige arbeidet. Nofima var koordinator for prosjektet.

2015–2023: CtrlAQUA er et senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) som skal legge grunnlag for utviklingen av fremtidens lukkede oppdrettskonsepter. Med større kontroll over

produksjonsprosessen vil man kunne redusere problemer knyttet til dødelighet og lakselus, samt redusere produksjonstiden for oppdrettslaks. Forskning i kommersiell skala har hittil vist at flere av prototypene kan kjøre produksjonssykluser med tilnærmet null lus. Det har heller ikke vært rømming fra anleggene.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Nå satser alle de større oppdrettselskapene, og flere mindre, på lukkede anlegg som en del av sin løsning for fremtidens lakseproduksjon.

Status pr februar 2017 for lukkede anlegg til postsmolt er at:

Det er mange lukkede landbaserte anlegg for 1000-3000 tonn/år i drift, under bygging, eller prosjektering. Ni typer flytende, lukkede anlegg i sjø er bygd i Norge. 14 anlegg er på forskjellige stadier av prosjektering. En del av de som er under prosjektering er satt i gang på grunn av utviklingskonsesjonene.

Produksjonskostnaden i et lukket anlegg i 2013 lå 5-10 kr høyere pr. kg enn for et åpent anlegg i sjø. I 2017 antar vi at produksjonskostnaden for disse produksjonsformene er ganske lik. Grunnen til utjevningen er først og fremst de høye kostnadene oppdrettsnæringen har til lusebehandling; fem milliarder kroner i året. Det har gjort at produksjonskostnad i sjø ved bruk av tradisjonell merdteknologi har steget og kommet på nivå med lukkede anlegg.

Forskningen i de nevnte prosjektene har bidratt til denne endringen i produksjonsform i oppdrettsnæringen. Mens det NFR-finansierte forskningsprosjektet OPP pågikk, viste flere industriaktører interesse for å være med som assosierte industripartnere i CtrlAQUA-senteret. Hver av disse deltakerne hadde egne prototyper av semi-lukkede anlegg som de ønsket å teste ut. Forskningsfunnene i OPP viste at med god miljøkontroll er det et stort potensial for høy overlevelse hos oppdrettslaks og dermed reduserte tap i sjøfasen. Det ble konkludert med at det gjenstår å utvikle innovative løsninger innen teknologi og biologi for at resultatene skal bli synlige i oppdrettsstatistikken.

Forskningen på resirkulering av vann har blitt lagt til grunn for at Nofima og Sunndal Næringssselskap siden 2008 fire ganger har arrangert «Fremtidens smoltproduksjon – konferanse om resirkulering av vann i akvakultur» med 250 – 300 deltagere. Interessen for konferansen viser hvor aktuelt dette temaet er for oppdrettsnæringen og dens leverandører. I tillegg har vi vært vertskap for NordicRAS, en internasjonal konferanse om lukkede anlegg. Disse konferansene bidrar til kompetansebygging i næringa og gjennom stor deltagelse fra næringsaktører blir kunnskapen som opparbeides formidlet direkte.

Nofima har bedret forskningsbasert rådgivning og tilhørende politikkutforming ved at forsker Otto Andreassen var representant i arbeidsgruppe oppnevnt av Nærings- og fiskeridepartementet (NFD). Deres mandat var å utrede status for landbasert akvakultur og foreslå endringer for å rydde eventuelle hindringer av veien for etablering av denne typen akvakultur. Dette arbeidet førte til at NFD i 2016 fastsatte nye tildelingsregler for landbasert akvakultur med laks, ørret og regnbueørret.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Kolarevic J, Bæverfjord G, Takle H, Ytteborg E, Megård Reiten BK, Nergård S, Terjesen BF (2014). Performance and welfare of Atlantic salmon smolt reared in recirculating or flow through aquaculture systems. *Aquaculture* 432, 15-25.
- Summerfelt, ST, Mathisen F, Buran Holan A, Terjesen BF (2016). Survey of large circular and octagonal tanks operated at Norwegian commercial smolt and post-smolt sites. *Aquacultural Engineering* 74, 105-110.
- Terjesen BF, Summerfelt ST, Nerland S, Ulgenes Y, Fjæra SO, Megård Reiten BK, Selset R, Kolarevic J, Brunsvik P, Bæverfjord G, Takle H, Kittelsen A, Åsgård T (2013). Design, dimensioning, and performance of a research facility for studies on the requirements of fish in RAS environments. *Aquacultural Engineering* 54, 49-63.
- Terjesen BF, Rosten TW, Ulgenes Y, Henriksen K, Aarhus IJ, Winther U (2013). Betydning av vannmiljøet ved produksjon av laksefisk i lukkede systemer i sjø. Water quality requirements for efficient farming of Atlantic salmon in closed systems. In Norwegian, English abstract. *VANN* 48, 14-27.
- Terjesen B.F., Kolarevic J., Bæverfjord B., Takle H. (2012) Fiskevelferd og -ytelse i resirkuleringsanlegg. *Norsk fiskeoppdrett* 12 2012, side 21-24.

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

- B.H. 2016. Lukkede glober som oppdrettsanlegg. *Nationen* 23.7.2016, side 10-11.
- Sundøy P.D. 2016. Fant ingen lus i løpet av tre år. *Tidens krav*, 17.11.2016, side 19
- Terjesen B.F., Handeland S.O 2014. Skjerm laksen mot lus. *Dagens Næringsliv* 8.11 2014, side 31.

Kontakter

- , Director Freshwater Production, Grieg SeaFood
- , Salgsdirektør akvakultur, KrugerKaldnes

53. Levendelagring – fangstbasert akvakultur

Kontaktperson ved instituttet: Bjørn-Steinar Sæther

A. Sammendrag

Konseptet fangstbasert akvakultur, eller også kalt levendefangst - innebærer fiske, føring og mellomlagring av villfisk eller skalldyrarter. I norsk sammenheng er dette en relativt ny næring, og potensial for virksomhet ligger i ressurser av høy kvalitet, og mulighet for å fangste, lagre levende, og markedsføre og posisjonere som et eksklusivt produkt til betalingsvillige markeder. Næringen er i utgangspunktet bygget på praktisk viten og et erfaringsbasert kunnskapsgrunnlag, både for det som gjelder utøvelse av fangst og håndtering av det levende råstoffet gjennom føring og lagring over kort eller lengre tid fram til avliving og slaktning. I seinere år har resultat fra FoU-baserte prosjekter, i hovedsak utført av Nofima og Havforskningsinstituttet, gitt vesentlige bidrag til utvikling, vekst og nyetableringer i denne næringen.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Optimal utnyttelse av råstoffet og verdiøkning av en gitt ressurs er en overordnet målsetting for forskningen som ligger bak utvikling av fangstbasert akvakultur. Dette innebærer å forstå mekanismene som påvirker råstoffet gjennom fangst og prosess, og studere sammenheng mellom fiskevelferd, fysiologi, redskapspåvirkning og teknologi som ivaretar fisk/skalldyr gjennom kort- eller lengre tids lagring (Siikavuopio m fl., 2017). Økt kunnskap om ressurs og anvendelse gir flere muligheter i utnyttelse av den marine ressursen, og er dermed grunnlag for fleksibilitet og lønnsomhet i næringsutøvelse.

Nofima har gjennom det nasjonale senteret for fangstbasert akvakultur fokusert på forskning og formidling som gir mulighet for verdiøkning av marine ressurser. Fra oppstart av senteret har fokus vært på torsk, men i seinere år er arter som krabbe (snø- og kongekrabbe) også viet oppmerksomhet og har fått vesentlig kommersiell betydning. Forskning innen feltet fangstbasert akvakultur omfatter fysiologi, studie og forståelse av hvordan opphold i og påvirkning av redskap gir påkjenning og konsekvens for overlevelse og kvalitet. Videre gir denne kunnskapen premisser for utvikling av redskap og redskaps teknologi som ivaretar det levende råstoffet. Eksempler på dette er utvikling av flatbunmerd, betingelser for levendefisktanker for restitusjon og transport/oppbevaring (Olsen m fl., 2013), og kriterier som ivaretar velferd og kvalitet i bedøving og avliving av fisken (Tobiassen m fl. 2016).

Forskningsaktiviteten i senteret har som målsetting å ha verdikjedeperspektiv og utvikle regime, produkter og metoder som øker ressursens verdi. Eksempel på dette er studie av hvordan fangstbehandling påvirker overlevelse og kvalitet (Olsen m fl. 2013), og undersøkelse av hvordan fangstsesong, sulteperiode og/ eller foring påvirker kvalitet og utbytte (Sæther m. fl., 2016). Forskningen i senteret omfatter også samfunnsfaglig problemstilling gjennom studier av hvordan rammeverk og støtteordning er med på å påvirke næringsvirksomhet (Sæther m fl., 2012; Hermansen 2007).

Forskningsaktiviteten i fangstbasert akvakultur har etablert og tilgjengeliggjort en kunnskapsbase som er grunnlag for fornying i utøvelse av tradisjonelle fiskerier.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Forskning innen fangstbasert akvakultur har tung vektning inn mot implementering og anvendelse. Dette er tydelig ved at en stor del av forskningsaktiviteten gjennomføres i tett samarbeid og dialog med næringsaktørene, både virksomhet som gjelder fangst og ombordhåndtering og det som gjelder landanlegg og drift.

Fokus på implementering og «hurtig anvendelse» av forskningsresultater er også synlig ved at resultater gjøres tilgjengelig gjennom veiledning og veiledningsdokumenter, håndbøker og fakta-ark, og også kursaktivitet (Isaksen og Midling, 2013; FBA-kurs, 2015). I de siste par årene, er forskere på feltet også involvert i å utvikle fagopplegg for videregående opplæring, basert på de nyeste forskningsresultatene.

Gjennom de siste årene har mengden torsk som fanges og omsettes levende steget jevnt og trutt, fra under 2000 tonn i 2013 til godt over 6500 tonn i 2016. Det er etablert en rekke kommersielle mottaksanlegg for levende villfisk i seinere år. Vårt forsknings- og formidlingsarbeid innen dette feltet mener vi er en medvirkende faktor til denne utviklingen.

Forskning på langtidslagring og tilgang på fôr har direkte nytteverdi for levendefisknæringen. Dette er forskning innen fysiologi og fiskevelferd; forståelse av betingelser og konsekvens på levende fisk og råstoff (Sæther m fl., 2016; Ageeva m fl. 2016). Dette er arbeid som er relevant både i næringsutøvelse, vurdering av mulig lønnsomhet, og for forvaltning og utvikling av regelverk.

Omsetning og volum kan tallfestes over tid. Ett moment som er vanskelig å tallfeste, men som vi også mener er vesentlig, er at forskningen på feltet bidrar til å synliggjøre potensialet i å utnytte den marine ressursen til fulle; kvalitetsforbedring gjennom riktig håndtering, verdiøkning gjennom forbedret kvalitet og bedre prosessstyring av råstoff og produksjon.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Hermansen Ø. 2007. Hvorfor ikke levendefangst? Analyse av vurderingskriterier og virkemidler. Økonomisk fiskeriforskning: Ledelse, marked, økonomi; Volume 17. p. 18–33.
- Olsen, S H; Tobiassen, T; Akse, L; Evensen, T H; Midling, K Ø (2013) Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by trawl: Consequences for the flesh quality. Fisheries Research; Volume 147. p. 446–453.
- Siikavuopio, S I, James P, Olsen B R, Evensen T, Mortensen A, Olsen SH. 2017. Holding wild Snow crab, *Chionoecetes opilio*: effects of stocking density and feeding on survival and injury. Aquaculture Research, 2017, 48, 1590–1595
- Sæther, B-S; Løkkeborg, S; Humborstad, O-B; Tobiassen, T; Hermansen, Ø; Midling, K Ø. 2012. Fangst og mellomlagring av villfisk ved oppdrettsanlegg. Nofima rapportserie (8/2012).
- Sæther, B-S; Noble, C; Midling, K Ø; Tobiassen, T; Akse, L; Koren, C; Humborstad, O B (2016). Velferd hos villfanget torsk i merd - Hovedvekt på hold uten fôring ut over 12 uker. Nofima rapportserie (16/2016).
- Tobiassen, T; Heia, K; Olsen, S H; Svalheim, R A; Joensen, S; Karlsen, K M; Skjelvareid, M H; Stormo, S K. 2016. Bløgging og holdbarhet på torsk. Nofima rapportserie (10/2016)

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

[Strategi for levendelagring av fisk. Nærings- og fiskeridepartementet, 10. juni, 2014.](https://www.regjeringen.no/contentassets/e7e4ea920fc848bab7d71ce3b5a03118/strategilevendelagringfisk100614.pdf)
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e7e4ea920fc848bab7d71ce3b5a03118/strategilevendelagringfisk100614.pdf>

<https://www.kystogfjord.no/nyheter/forsiden/Rekord-for-levendefangst>

2014 Året da levendelagring tok av

http://www.rafisklaget.no/portal/page/portal/NR/Omoss/Aktuelt/PFH_levendelagring

Levendelagring av torsk når nye rekorder:

<https://fiskeribladet.no/nyheter/default.asp?artikkel=47528>

De klarte å levere 250 tonn fersk torsk mens fiskebåtene lå til kai i stormen

<https://www.nordlys.no/naring/de-klarte-a-levere-250-tonn-fersk-torsk-mens-fiskebatene-la-til-kai-i-stormen/s/1-79-7241160>

54. Utvikling av dynamiske minstepriser for førstehåndsmarked

Kontaktperson ved instituttet: Bent Dreyer

A. Sammendrag

Førstehåndsmarkedet for villfanget fisk er komplisert. Fiskerne ble i sin tid gitt enerett til omsetting av råfisken og rett til å fastsette en minstepris for denne. Dette har vært svært omstridt, og gitt vanskelige prisforhandlinger.

I løpet av kort tid har nå de viktigste artene og salgslagene fått dynamiske minstepriser på plass. Nofima har vært fødselshjelp gjennom å hjelpe salgslag og forhandlingspartene med oppdatering av referanseprisindeksene for de ulike artene. Dette har gitt mindre støy i forhandlinger, men verdiskapingen er også knyttet til økte insentiver for å jobbe med kvalitet, å dempe sesongtoppene og redusere problemer med feil kvoteavregning.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Nofima har gjennom sin forskning vært opptatt av å evaluere og dokumentere hvordan førstehåndsmarkedet for villfanget fisk fungerer (Hermansen, Dreyer & Isaksen 2012). Blant annet er det viktig at markedet gir markedsriktige signaler og at disse når raskt frem til fangstleddet. Nofima har over år påpekt og dokumentert hvordan minsteprisfastsettelsen har bidratt til å dempe incentivene for å jobbe med kvalitetsforbedringer, hvordan ordningen har intensivert sesongtoppene og sågar bidratt til incentiver for feil kvoteavregning (Iversen et al., 2016). Forskningen har vært finansiert fra ulike kilder. Internasjonale publiseringer er i hovedsak finansiert av NFR. Oppbygging av statistikkdatabasen (infrastruktur) er finansiert av NFD. Departementet har samtidig bidratt til å finansiere forskning som har bidratt til å kartlegge utfordringene og effektene av den gamle måten å fastsette minsteprisene på. Det meste av utvikling av referanseprisindeksen er finansiert av næring. Først av salgslagene og deretter av FHF.

Nofima har i en årrekke vært leverandør av forskningsresultater til forvaltning, råd og utvalg omkring svakheter med måten førstehåndsmarkedet har vært organisert og den effekten dette har hatt for verdiskaping i fiskeriene. Samtidig har de påpekt implikasjoner av forskningsresultater for fremtidig organisering og prisfastsetting (Dreyer & Bendiksen, 2010). Nofima har vært en viktig kunnskapsleverandør for å få på plass et alternativt opplegg for minsteprisfastsettelse. Allerede i 2005 ble det utviklet en referanseprisindeks ved instituttet. I ulike sammenhenger har den vært brukt både i forhandlinger og i diskusjoner rundt minsteprisfastsettelsen. Det var imidlertid ikke før i 2016 at den ble implementert og tatt i bruk. En viktig årsak til dette, har vært konklusjonene fra en rekke råd og utvalg som har påpekt svakheter i førstehåndsmarkedet, blant annet basert på Nofimas forskningsresultater. I løpet av kort tid har nå de viktigste artene og salgslagene fått dynamisk minstepriser på plass, eller forsøksordninger med slike. Nofima har vært fødselshjelp gjennom å hjelpe salgslag og forhandlingspartene med oppdatering av referanseprisindeksene for de ulike artene.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant

Denne formen for prisfastsetting har vært svært omstridt. Minsteprisen er viktig for fiskernes inntekt og fordelingen av verdiskaping knyttet til fisken. Minsteprisen er viktig for fiskeindustrien fordi råstoffkostnadene er den dominerende kostnadskomponenten i deres aktivitet. Prisforhandlingene er ressurskrevende både for salgslag og kjøperne. Støyen mellom partene er høy – både i forkant og i etterkant. Dette har ført til at tillitsforholdet mellom fiskere og landindustrien til tider har vært lav.

Minsteprisen blir satt for en lang periode, og det er derfor knyttet stor usikkerhet til hvilket nivå den skal legges på. I enkelte situasjoner blir den satt feil, og bidrar til å skape uheldige incitamenter for å holde omsetningen i gang. For eksempel vil den i perioder hvor den er satt for høy, gi sterke incentiver til feil kvoteavregning og dermed bidra til ressurskriminalitet. Samtidig bidrar systemet til å forsterke sesongtoppene.

Verdien av de dynamiske minsteprisene er vanskelig å anslå. Verdien er imidlertid knyttet til økte insentiver for å jobbe med kvalitet i fangst og fangsthåndtering. Den er også knyttet til verdien av å dempe sesongtoppene og redusere problemer med feil kvoteavregning. Den største verdien på sikt ligger nok imidlertid i å fjerne støyen rundt forhandlingene og forhandlingsresultatet. Økt tillit til førstehåndsmarkedet og verdien av å få på plass et system som gir viktige og riktige markedssignaler raskt til fangstleddet er også forventet å bidra sterkt til verdiskaping i hele verdikjeden.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn (f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.)

Dreyer, B. og Bendiksen, B.I., 2010, I etterpåklokskapers lys – Finanskrisens effekter i torskesektoren, Rapport Nofima 23/2010, august.

Dreyer, B. & Grønhaug, K. 2012, Coping with unpredictable supply: The role of flexibility and adaptation, *European Journal of Marketing*, 46 (10), pp. 1268-1282.

Hermansen, Ø., B. Dreyer & J. Isaksen 2012. Challenging spatial and seasonal distribution of fish landings - experience from vertically integrated trawlers and delivery obligations in Norway. *Marine Policy* 36(1), pp. 206-213.

Isaksen, J., 2007, Upstream vertical integration and financial performance – The case of the Norwegian fish process industry, Avhandling for PhD-graden, Universitetet i Tromsø, Norges Fiskerihøgskole, mars. Forsvart 08.06.07.

Iversen, A. (red) m /flere, 2016, Fisken og Folket, Orkana, august.

Nilssen, J., Bertheussen, B., Dreyer, B., 2015, Sustained competitive advantage based on high quality input, *Marine Policy*, 52, pp 145-154 (online dec 2014).

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt (f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer).

Schütz, S., Landsnes, B., Balsvik, R., Dreyer, B., Davidsson, K.T., 2016, Forenklinger og forbedringer innen førstehåndsomsetningen av fisk. Rapport fra ekspertgruppe nedsatt av Nærings- og fiskeridepartementet.

NOU: 2014:16, Sjømatindustrien – Utredning av sjømatindustriens rammevilkår, avgitt til Nærings og fiskeridepartementet

NOU: 2016:16, Et fremtidsrettet kvotesystem, Utredning for et utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon 19. juni 2015, avgitt til Nærings og fiskeridepartementet 14. desember 2015.

Medieoppslag;

<http://www.rafisklaget.no/portal/page/portal/RafisklagetDokumenter/Meldinger/pr%F8veordning%20med%20dynamisk%20minstepris%20p%E5%20torsk>

<http://sjomatnorge.no/torsken-blir-dynamisk/>

<http://nordnorskdebatt.no/article/et-nyttarsonske-fiskerinaeringen%20>
<https://fiskeribladet.no/nyheter/?artikkel=49188>
<https://www.sildelaget.no/no/media/nyhetsarkiv/siste-nytt/gode-forslag-i-den-nye-rapporten-om-foerstehaandsomsetning-av-fisk/>

Kontaktpersoner:

----, Nærings og fiskeridepartementet

----, Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfond

----, Sjømat Norge

----, Norges Sildesalgslag

----, Norges Råfisklag

----, Norges Fiskarlag

55. Kjølte ferdigretter

Kontaktpersoner ved instituttet: Seniorforsker Jan Thomas Rosnes /Forskningsjef Morten Sivertsvik

A. Sammendrag

Varmebehandling av mat har vært kjernekompetanse i avdeling prosesseteknologi i Nofima siden 1931. På tidlig 1990-tall initierte vi de første prosjektene på industrialisering av sous-vide teknologien i samarbeid med norsk næringsmiddelindustri. De første kjølte ferdigrettene på det norske markedet ble lansert i 1996, og har i løpet av drøyt 20 år blitt en kategori som omsetter for mer enn to milliarder kroner pr år og med flere enn 500 ansatte hos de 5 største aktørene. Gjennom forskningsprosjekter har Nofima vært en vesentlig bidragsyter i denne utviklingen, nå sist gjennom prosjekter på langtidskokte produkter på lav temperatur (LTLT) og næringsinnhold i ferdigmat.

B. Gi en beskrivelse av forskningen som ligger til grunn

Kjølte ferdigretter på det norske detaljmarkedet og i storkjøkken har krevd tverrfaglig kunnskap på kvalitetsmessige fordeler, mattrygghet og effektiv produksjon.

Sous vide-teknologien gir muligheter for å lage produkter med høy smaks- og ernæringskvalitet (Rosnes et al, 2011). Produktene varmebehandles etter vakuumering ved spesifikke temperaturer for å gi mikrobiologisk trygge produkter med en definert holdbarhetstid, og samtidig ha optimal sensorisk kvalitet. Teknologien, kjent fra restaurantbransjen, måtte først tilpasses industrialisering og norske forhold inkludert lang holdbarhet. Markedet etterspurte i første rekke tradisjonelle norske middager som ikke hadde vært produsert med sous vide teknologi tidligere og her var det en særlig utfordring på fisk fordi den er varmesensitiv sammenlignet med kjøtt og grønt. Ønsket om lang holdbarhet tilsier kraftig varmebehandling, men det medfører vesentlig væsketap og en metode for å studere dette (Skipnes et al, 2011) ble utviklet og patentert (Norsk patent 321375, Vilhelmsen og Skipnes, 2006).

Det har vært arbeidet med metoder som gir raskere oppvarming og nedkjøling og mer skånsom prosessering enn tradisjonell varmebehandling, inkludert radiobølger, mikrobølger og autoklaving med risting. Nofima har nasjonale og europeiske forskningsprosjekter innen disse områdene, og har også forbedret risteteknologien (patentsøknad, Vågane og Skipnes, 2017) og dokumentert mattryggheten (Ates et al, 2016).

Ferdigretter varmebehandles ved 60 – 90°C i 10 -30 min (Skipnes, 2008) som gir 3-5 ukers holdbarhet, basert på vurderinger av mattrygghet og kvalitet (Grönqvist, 2014). Sporedannende bakterier er en utfordring og et stort antall tester er gjennomført for å forstå gemining av sporedanner (Løvdal et al, 2011). Langtidskokte produkter som utnytter varmebehandling ved lavere temperaturer (56 til 75°C) i lang tid (LTLT), var ett nytt område for varmebehandling av kjøtt i 2013. Analyser og beregninger av overlevende mikroorganismer (mikrobiell dynamikk) ble gjennomført og aktiviteten av bindevevsnedbrytende enzymer, cathepsiner og collagenaser ble analysert. Det er gjennomført holdbarhetsforsøk på opptil seks uker for LTLT-produktene med forskjellige tid- og temperaturkombinasjoner.

De sensoriske egenskaper og næringsinnhold ved sous vide metoden er et resultat av mange års forskning på varmebehandlingens påvirkning på råvareegenskaper (Skipnes et al, 2008). I et analyseprosjekt av næringsinnhold av sous vide retter fra Fjordland ble det vist at disse rettene hadde et næringsinnhold som ligger tett opp til tilsvarende retter laget hjemme.

C. Gi en beskrivelse av verdiskapingen eller samfunnseffekten og på hvilken måte forskningen har bidratt. Kvantitative mål i form av tall, verdi, beløp etc. oppgis der det er relevant.

Anlegget til Fjordkjøkken (oppstart 1996), var den første konkrete utvikling av de nye måltids-løsningene og Nofima var involvert i design av anlegget, valg av tekniske løsninger og utviklingen av de første produktene som ble lansert. I løpet av 20 år (produksjon etablert i 1996) har dette gått fra 0 kr til mer enn to milliarder kroner i omsetning (alle produkter i kategorien kjølte ferdigretter), 140 ansatte i Fjordkjøkken/ Fjordland og ca. 500 ansatte i de 5 største aktørene til sammen. Fra å være en kategori som kun eksisterte som fryste eller hermetiske retter før 1996, har Fjordland blitt synonymt med kategorien kjølte ferdigretter.

Det er blitt utviklet et stort antall måltider med råvarer fra grønn og blå sektor. Siden oppstarten på 1990-tallet har Nofima gjennomført mange prosjekter innen området. Av nylige prosjekter kan nevnes prosjektet «Mikrobiell dynamikk og enzymaktivitet i sous vide produkter langtidsbehandlet ved skånsomme prosessstemperaturer» (NFR-IPN-prosjekt 224856/E40 2013-2015) (kortnavn: LTLT) med Fjordland som prosjekteier, og Nortura, Fjordkjøkken og Vilteksperten som industripartnere. Før prosjektet var ferdig i 2015 var seks kommersielle nye LTLT-produkter lansert i butikkene. Fjordland lanserte rettene «høstgryte med lam», «pulled meat» og «langtidskokt svinenakke med eple, tranebær og potetstappe». Sistnevnte ble tatt spesielt godt imot i markedet, og solgte godt. Nortura lanserte i sommermånedene 2015 flere produkter, blant annet «Pork belly», «XL Spareribs» og «Schweinhaxe» produsert etter LTLT-metoden.

Fjordland oppgav frem til 15 nov. 2015 følgende salgstall på produkter lansert som en direkte følge av LTLT prosjektet: Svinenakke 114 462 pakker (NOK 7,1 mill.), Ovnsklar pulled meat 26 755 pakker (NOK 1,4 mill.), Lammegryte 25 178 pakker (NOK 1,6 mill.).

Gjennom prosjektet er det bygd opp kunnskap som er delt med forbrukerne og bransjen slik at det er lagt et grunnlag for bedre utnyttelse av hele dyr. Hos deltakerbedriftene er dette allerede realisert og det er lagt et grunnlag for at bedre ressursutnyttelse kan gi lavere miljøbelastning samtidig som forbrukerne uten ulempe kan velge mer økonomisk og miljøvennlig. I tillegg er det gjennom prosjektene bygget opp en bred kunnskapsbase i Nofima som komme norsk og europeisk næringsmiddelindustri til nytte i nye prosjekter.

D. Oppgi referanser til forskningen som ligger til grunn, f.eks. vitenskapelige publikasjoner, rapporter, offentlige utredninger etc.

- Ates, BM, Rode, TM., Skipnes, D., Lekang, O-I., 2016. Modeling of *Listeria monocytogenes* inactivation by combined high-pressure and mild-temperature treatments in model soup. *European Food Research and Technology* 242(2)279-287 <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-015-2539-2>
- Grönqvist, S, Skipnes, D; Ohlsson, T; Rosnes, J. 2014. Use of α -amylase TTI and heat transfer modeling to assess the thermal pasteurization of fried fish burgers. *Journal of Food Processing and Preservation* 38(4)1547-1555 <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.12114>
- Løvdaal, IS., Hovda, MB., Granum., PE, Rosnes, JT. 2011. Promoting *Bacillus cereus* spore germination for subsequent inactivation by mild heat treatment. *Journal of Food Protection* 74(12)2079-2089. <http://dx.doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-292>
- Rosnes, JT, Skåra, T., Skipnes,D. 2011. Recent advances in minimal heat processing of fish: Effects on microbiological activity and safety. *Food and Bioprocess Technology* 4(6)833-848. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-011-0517-7>
- Skipnes, D., Johnsen, S., Skåra, T., Sivertsvik, M. Lekang, OI. 2011. Optimisation of heat processing of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) muscle with respect to cook loss, water holding capacity,

color and texture. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 20(3)331-340.
<http://dx.doi.org/10.1080/10498850.2011.571808>

Skipnes, D., Van der Plancken, I., Van Loey, A., Hendrickx, M. 2008. Kinetics of heat denaturation of proteins from farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Engineering* 85(1)51-58.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.06.030>

E. Oppgi referanser til kilder som støtter påstanden om oppnådd verdiskaping eller samfunnseffekt, f.eks. publikasjoner, rapporter, nyhetsoppslag eller personer.

I følge SSB var omsetning av ferdigretter i 2015 på 3,7 mrd. kroner i Norge inklusive kjølte, frosne og hermetiske, mens Nielsen Norge oppga 1,5 mrd. i omsetning på kjølte ferdigretter i 2013. Nofima har jobbet tett med de største aktørene og ifølge våre egne beregninger utgjør omsetning i Fjordland (kjølte ferdigretter delen), Fjordkjøkken, Matbørsen, Orkla Foods (kjølte ferdigretter delen) og Matpartner til sammen ca. 2.2 mrd. kroner i omsetning i dag og med ca. 500 ansatte direkte knyttet til produksjon eksklusive transport og handel.

Noen presseoppslag spesifikt om LTLT prosjektet:

Nationen 25.06.2014. Har funnet svaret på mørere kjøtt. <http://horecanytt.no/Nyheter/Sistenytt/Juni-2014/Hemmeligheten-bak-moert-kjoett>

27. juni 2014. NRK Rogaland. «Bransjen vil du skal spise mindre av dette». Forskere jobber nå for å finne ut hvordan «dårlig» kjøtt kan bli mørt og godt. Kunnskapen skal brukes til å få oss til å spise mer av dyret, og få enda bedre ferdigmat i butikkhyllene. Web: <http://www.nrk.no/rogaland/vil-selge-mer-enn-biff-og-kjottdeig-1.11801564>

7. juni 2016. Stavanger Aftenblad. "Hurtigmat blir langsom". «En av rettene som er utviklet gjennom prosjektet, er langtidskokt svinenakke med eple, tranebær og potetstappe. Middagsretten ble lansert i september, og det selges nå 8000-10.000 porsjoner i uken.»

16. februar 2017. Aftenposten. «Ferdigmaten fra Fjordland redder Tine, de eldre - og deres barn» <http://www.aftenposten.no/okonomi/Ferdigmaten-fra-Fjordland-redder-Tine-de-eldre-og-deres-barn-615262b.html>

16. februar 2017. Nofima. «Like næringsrik som hjemmelaget» Pressemelding om næringsrik ferdigmat: <https://www.ntbinfo.no/pressemelding/like-naeringsrik-som-hjemmelaget?publisherId=9232871&releaseId=14254265>

Referansepersoner fra industrien:

----, Fagsjef FoU. Fjordland AS. Rolle: Prosjekteier «Mikrobiell dynamikk og enzymaktivitet i sous vide produkter langtidsbehandlet ved skånsomme prosessstemperaturer» (NFR-prosjekt 224856/E40)

----, Administrerende direktør, Fjordkjøkken AS, Prosjektdeltaker NFR-prosjekt 224856/E40. Har vært daglig leder for Fjordkjøkken siden oppstarten i 1996.

----, Direktør FoU og nyskaping hos Nortura SA, Prosjektdeltaker NFR-prosjekt 224856/E40.



Norges forskningsråd

Drammensveien 288
Postboks 564
1327 Lysaker

Telefon +47 22 03 70 00
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no

Design omslag: Design et cetera AS
Foto omslag: Shutterstock

Oslo, juni 2018

ISBN 978-82-12-03722-9 (pdf)

Publikasjonen kan lastes ned fra
www.forskningsradet.no/publikasjoner