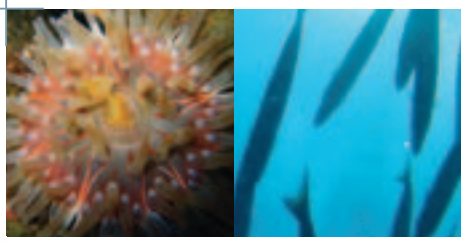
Forskningsrådet

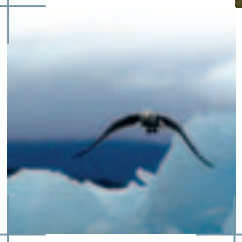
Bruk forskningen!

Tematisk framstilling av forvaltningsrelevante resultater fra prosjekter avsluttet i perioden 2006-2010

Program
Havet og kysten

Versjon 2. Oppdatert juni 2011
Kun internett-versjon





Forskningsrådet

Havet og kysten. Forvaltningsrelevante resultater

Tematisk framstilling av resultater fra prosjekter avsluttet i perioden 2006-2010

Versjon 2. Oppdatert juni 2011. Nye resultater med rød skrift

© Norges forskningsråd 2010

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

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

eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Grafisk design omslag: Jentestreker AS
Foto/ill. omslagsside: Vidar Vassvik, Marius Omland og Shutterstock
Trykk: 07 Gruppen
Opplag: 350

1. utgave
Oslo, mai 2010
ISBN 978-82-12-02782-4 (trykksak)
ISBN 978-82-12-02783-1 (pdf)

2. utgave
Oslo, juni 2011 (pdf)

Innhold

1 Sammendrag ... 4
2 Bakgrunn / mandat ... 4
3 Programmets mål og portefølje ... 5
4 Gjennomføring / besvarelser ... 6
5 Kunnskapsgrunnlag for økosystembasert fiskeriforvaltning ... 7
5.1 Merking ... 7
5.2 Stiming ... 7
5.3 Akustikk ... 7
5.4 Tråling - atferd og teknologi ... 8
5.5 Plankton ... 9
5.6 Tidlige livsstadier av fisk ... 10
5.7 Fiskebestander ... 10
5.8 Norsk vårgytende sild ... 11
5.9 Torsk ... 11
5.10 Makrell ... 12
5.11 Hummer ... 13
5.12 Fiskeriforvaltning ... 13
6 Kunnskapsgrunnlag for kyst og samfunn ... 15
7 Kunnskapsgrunnlag for miljømessig bærekraftig forvalting ... 17
7.1 Oljerelatert forurensning – vannsøylen og marine miljø ... 17
7.2 Oljerelatert forurensning - utslipp ... 19
7.2.1 Produsert vann ... 19
7.2.2 Borekaks/slam ... 22
7.2.3 Hydrokarboner ... 22
7.2.4 Flammehemmere ... 23
7.2.5 Modeller ... 23
7.3 Annen antropogen påvirkning ... 23
7.3.1 PCB ... 25
7.3.2 Bromerte flammehemmere ... 25
7.2.3 Perfluorerte forbindelser ... 26
7.2.4 Høsting av tareskog ... 26
7.2.5 Effekter av fiskeoppdrett ... 26
7.2.6 Eutrofiering ... 26
8 Kunnskapsgrunnlag marin økologi ... 28
8.1 Verktøy (metodikk/modellering/taksonomi) ... 28
8.2 Grunnleggende kunnskap om marine økosystemer ... 29
8.2.1 De frie vannmasser ... 29
8.2.2 Sjøbunnen ... 30
9 Overvåkning/fjernmåling ... 30
9.1 Satelittmåling av algeoppblomstringer ... 30
9.2 Fjernmåling av fiskebestander ... 31
10 Polare områder ... 31
11 Sjøfugl ... 31
12 Sjøpattedyr ... 32
12.1 Grønlandshval ... 32
12.2 Vågehval ... 32
12.3 Storkobbe ... 32
Appendiks 1. Brev til prosjektledere med skjema
Appendiks 2. Liste over prosjekter som har levert innspill i 2009/2010 og 2010/2011

1 Sammendrag

Denne rapporten gir en oversikt over forvaltningsrelevante resultater i perioden fra 2006 til 2011 fra Forskningsrådets program Havet og kysten, og er en revidert og utvidet utgave av 2010-rapporten. Flere av prosjektene som danner grunnlaget for denne rapporten har også betydelig næringsrelevans, og resultatene som presenteres kan ha konsekvenser for verdiskapende aktivitet. Innholdet er basert på sluttrapporter, faktaark og besvarelser fra forespørsel til prosjektledere. Mange av resultatene som presenteres er fra prosjektene som startet opp i regi av tidligere programmer i Forskningsrådet. Til sammen 52 prosjekter (147,4 mill. kroner) var arv fra tidligere programmer (blant annet MARE, Fisktek, PROOF). I perioden ble det avsluttet til sammen 186 prosjekter med en totalbevilgning på 426 mill. kroner.

Resultatene fra programmet i denne perioden viser at det har vært stor oppmerksomhet knyttet til oljerelatert forurensning. Det er gjort en betydelig forskningsinnsats innenfor feltene produsert vann, borekaks og slam, hydrokarboner og flammehemmere. Innsatsen knytter seg både til utvikling av målemetodikk, måling av bakgrunnsverdier samt effektstudier på fauna. Tilsvarende kunnskapsgrunnlag er også generert innenfor annen menneskeskapt forurensning som PCB og bromerte flammehemmere. Videre er det utført effektstudier av naturinngrep som høsting av tareskog, fiskeoppdrett og eutrofiering.

Den nest største aktiviteten har vært innen fiskeribiologiske målemetoder, utvikling av mer miljøvennlige fangstformer samt forvaltningsmodeller i et samfunnsperspektiv, alt for å sikre bærekraftig forvaltning. Et betydelig arbeid er gjort på forbedring av akustiske målemetoder og i skjæringsflaten mellom adferd/stiming og tråling. Forskningsaktiviteten innenfor kommersielle fiskeslag har vært rettet mot artene Norsk vårgytende sild, Arktisk torsk og Atlantisk makrell, og i tillegg noe på hummer. Videre er det gjort flere studier som gir et bedre grunnlag for en økosystembasert forvaltning av plankton, tidlige livsstadier av fisk og fiskebestander generelt. 2011-versjonen av Bruk forskningen har et nytt kapittel, og dette er knyttet til ulike aktiviteter i kystsonen, blant annet fisketurisme, sett i et samfunnsperspektiv.

Det er også gjennomført prosjekter innenfor mer grunnleggende marin biologi og økologi, hvor det er fokusert på taksonomi, planktoniske og bentiske økosystemer og nye målemetoder, både *in situ* og ved fjernmåling. I tillegg har gjennomførte prosjekter gitt vesentlig informasjon om sjøpattedyr og sjøfugl, særlig knyttet til nordområdene.

2 Bakgrunn / mandat

Programstyret i Havet og kysten ble anmodet av Divisjonsdirektøren om å utarbeide et dokument som viser de forvaltningsrettede resultatene fra de prosjektene programmet har finansiert. Forvaltningen og de finansierende departementer etterspør stadig oftere forskningsresultater som kan benyttes i arbeidet med forvaltningsmessige råd.

Alle prosjekter som programmet Havet og kysten finansierer, rapporterer årlig om framdrift, og prosjektene sender inn en sluttrapport en måned etter prosjektslutt. Havet og kysten har i tillegg bestemt at alle prosjekter skal sende inn faktaark ved avslutningen. Likevel er det et behov for å sammenstille resultatene fra prosjektene for å kunne gi forvaltningen, og også allmennheten, en oversikt over de forskningsresultater som er framkommet, og deres betydning.

Programstyret for Havet og kysten vedtok i 2009 å utarbeide en rapport som oppsummerer alle forvaltningsrelevante resultater fra programmet i perioden 2006 til 2009. Rapporten Kunnskapsbehov og kunnskapsstatus for Havet og kysten (2008) er lagt til grunn, i tillegg til sluttrapportene fra prosjektene og en spørreundersøkelse til alle aktuelle prosjekter.

3 Programmets mål og portefølje

Havet og kysten har som hovedsiktemål å fremme nyskapende forskning av høy internasjonal kvalitet om det marine miljø. En bred forståelse av vårt marine miljø er av stor egenverdi for kunnskapsnasjonen Norge, samtidig som det vil danne grunnlag for en langsiktig forvaltning av de marine økosystemene og deres ressurser som grunnlag for verdiskaping, både nasjonalt og internasjonalt. Programmet skal føre til kompetanseoppbygging av grunnleggende karakter både med studier knyttet til spesifikke forhold i norske farvann og for å styrke den helhetlige forståelsen av økosystemets struktur, funksjon og artsmangfold.

Programmets hovedmål er:

- Styrke Norges posisjon blant de ledende i marin økosystemrelatert forskning.
- Være en sentral bidragsyter til økt kunnskap om det marine miljø.
- Gi et forskningsbasert grunnlag for langsiktig og helhetlig forvaltning og grunnlag for verdiskaping knyttet til marine ressurser.

Programmets delmål er:

- Framskaffe ny, grunnleggende kunnskap om marine økosystemers struktur, funksjon, drivkrefter, delprosesser, artsmangfold og naturtyper.
- Framskaffe ny kunnskap om menneskelig påvirkning av marine økosystemer gjennom tilførsler og effekter av forurensninger samt bidra med kunnskap som kan danne grunnlag for å rense opp forurensning fra deponier og sedimenter. Det er også nødvendig å ha fokus på påvirkningen av introduserte arter på fauna og flora langs kysten.
- Øke kunnskapen om langtidsvirkninger av utslipp til sjø fra petroleumsvirksomheten
- Framskaffe kunnskap og verktøy som bidrar til en helhetlig og økosystembasert forvaltning av havet og kysten, og til konfliktløsning mellom samfunnsinteresser og nasjoner.
- Framskaffe kunnskap som bidrar til grunnlag for økt marin verdiskapning.
- Øke fokus på metoder, modeller og teknologi for å framskaffe ny økosystemkunnskap og utvikle metodikk for å ta i bruk erfaringsbasert kunnskap.
- Stimulere til internasjonalt forskningssamarbeid og kunnskapsutveksling

I perioden 2006 til 2010 ble prosjekter med en total bevilgning på 426 millioner kroner avsluttet (Tabell 1).

Tabell 1. Prosjekter avsluttet i perioden fordelt på delprogrammene i Havet og kysten (t.o.m. 31.12.10.).

	2006		2007		2008		2009*		2010		Totalt	
Delprogram	Prosjekter	Sum	Prosjekter	Sum	Prosjekter	Sum	Prosjekter	Sum	Prosjekter	Sum	Prosjekter	Sum
BILAT							4	736 000	7	1 465 000	11	2 201 000
Forskningssamarbeid	3	257 000	3	550 000	8	1 571 000	20	5 300 000	8	3 111 000	42	10 789 000
Forvaltning og konfliktløsning					1	2 270 000	2	5 600 000	9	29 548 500	12	37 418 500
Grunnlag for verdiskaping			1	435 000	1	750 000	1	4 100 000	2	6 850 000	5	12 135 000
Marine økosystemer							6	18 800 000	8	26 026 458	14	44 826 458
Metoder, modeller og teknologi					1	600 000	2	9 300 000	2	10 150 750	5	20 050 750
PROOFNY	5	13 635 500	5	16 798 000	6	25 467 500	9	37 500 000	5	16 105 626	30	109 506 626
Økosystempåvirkning			1	1 752 000	1	2 048 000	7	19 800 000	6	18 177 916	15	41 777 916
Arv fra tidligere programmer	23	66 817 972	11	30 242 000	11	30 794 279	4	11 500 000	3	8 055 000	52	147 409 251
Total	31	80 710 472	21	49 777 000	29	63 500 779	55	112 636 000	50	119 490 250	186	426 114 501

* Tallene for 2009 er oppgitt til nærmeste 100.

Den største nye innsatsen i perioden har vært konsentrert om miljø og effekter av menneskeskapt forurensning, hvorav de oljerelaterte prosjektene i delprogrammet Langtidsvirkninger av utslipp til sjø fra petroleumsvirksomheten (PROOFNY) er klart dominerende. Dette delprogrammet har ca. 25 % av totalbevilgningen til programmet.

4 Gjennomføring / besvarelser

Prosjekter avsluttet i 2006 til 2009 ble tilskrevet og bedt om å beskrive prosjektets betydning for forvaltningen (brev, se appendiks 1). Det er utarbeidet en liste over prosjekter som har levert innspill (se appendiks 2). Listen oppdateres fra 2010 fortløpende etter hvert som resultater fra nye prosjekter kommer med i rapporten. Prosjekter som er avsluttet etter 2009 får sammen med sluttrapporteringen en forespørsel om prosjektets forvaltningsrelaterte resultater.

I tillegg til dette materialet er det også benyttet resultater fra prosjektenes sluttrapporter og beskrivelser fra noen prosjekters faktaark.

Rapporten er delt inn i tema. Prosjektene som har bidratt, er identifisert med institusjonen hvor prosjektet er gjennomført og prosjektnummeret. Bakerst i rapporten finnes en tabell over alle prosjekter som er med. I denne oversikten er også prosjektnummeret, slik at det er mulig å søke ytterligere informasjon om prosjektet.

5 Kunnskapsgrunnlag for økosystembasert fiskeriforvaltning

Det er viktig å ha fokus på fiskeriteknologi i utviklingen av en ansvarlig fiskeriforvaltning. Kunnskap om høsting av marine ressurser og hvordan marine økosystemer utvikler seg er et godt fundament for økosystembasert fiskeriforvaltning.

5.1 Merking

Havforskningsinstituttet **173441** har utviklet et system som automatisk detekterer og leser av elektroniske merker i fisk. Systemet er viktig for anlegg som tar i mot kommersiell fangst av makrell og sild. Resultatene viser at systemet detekterer 100 % av merkefisken. Det tar lite plass, er lett å plassere på de fleste mottaksanlegg og er ikke til bry for produksjonen. Systemet kan stå uten overvåkning og sende informasjon om merkene over nettet automatisk etter hvert som gjenfangstene tikker inn. På lengre sikt kan resultatene ha stor betydning for silde- og makrellforvaltningen ved å redusere usikkerheten i mengdeestimatene. Det tradisjonelle systemet med stålmerker og metalldetektorer med utslag av merkefisk, krever mye plass og overvåknings-ressurser. Dette er grunnen til at driften er opprettholdt kun på et begrenset antall mottaksanlegg. Det er ikke mulig å gå gjennom en stor nok andel av den kommersielle fangsten til å få sikre mengdeestimater på årsklassenivå. Med introduksjonen av det nye systemet med elektroniske merker, vil andelen som screenes kunne øke betraktelig, også ved utenlandske anlegg. Dette vil øke sikkerheten i mengdeestimatene.

5.2 Stiming

Ved Havforskningsinstituttet **165121** har stiming hos fisk blitt studert med undervannskamera, akustikk og individbasert modellering. Stiming er en forutsetning for små- og storskala pelagiske fiskerier på global basis. Det gjelder også for fiske etter økologisk og kommersielt viktige arter som sild, makrell, kolmule og lodde i våre farvann. Samtidig er stiming en dynamisk adferd som har stor betydning for evnen til å måle mengden av pelagisk fisk på en robust og mest mulig presis måte, og videre å gi råd til forvaltningen omkring fiskeuttak og bevaringsformål. For å forstå stimfisk, må vi fokusere på og skaffe kunnskap om enkeltindivider inne i stimen. Resultater viser at enkeltfisk forholder seg til kun et fåtall naboindivider, og disse lokale gjensidige påvirkningene sprer seg gjennom stimen med en formidabel hastighet og skaper en overordnet dynamikk i hele stimen. På lang sikt vil disse resultatene kunne ha betydning for forvaltningen. Resultatene kan bidra til å forstå det teoretiske grunnlaget for stiming hos pelagisk fisk bedre og gi forvaltningen et viktig verktøy og ny innsikt til praktisk anvendelse, noe som kan gi bedre mengdemåling av pelagisk fisk i dynamiske situasjoner.

5.3 Akustikk

Etter hvert som fiskeriekkolodd har fått stadig bedre egenskaper, har det vist seg at den lineære lydforplantningsmodellen som benyttes i dagens ekkolodd, ikke nødvendigvis gir ønsket nøyaktighet i alle situasjoner. Et utsendt lydsignal forvrenges av ikke-lineære effekter når de forplanter seg gjennom vannet. Ved Christian Michelsen Research AS (CMR) **152790** har de vist at effektnivåene som i dag blir brukt innenfor fiskeriakustikk, er for høye til å unngå ikke-lineære effekter. Det er derfor utviklet en metode for korreksjon av ikke-lineære effekter når ekkolodd blir

operert med for høy effekt (dvs. over det anbefalte nivå). Arbeidet har betydning for forvaltning av norske og internasjonale marine fiskeriressurser ved mengdemåling av fisk, plankton og krill, men også for å identifisere fiskearter.
Havforskningsinstituttet **156251** har gjennomført studier som skal bidra til å forbedre metodikk for håndtering av data fra akustikk og trål for ulike arter og ulike områder, spesielt systematiske effekter av døgnrelatert atferd (vertikalvandring). Resultatene viser at for å minske usikkerheten i mengdemåling fra tokt er det avgjørende å ta hensyn til store forskjeller i arts-, område- og dybderelaterte atferdsmønstre. Torsk og hyse fra tokt i Barentshavet, kolmule vest av de Britiske øyer og lysing på kysten av Namibia ble studert, og det ble etablert en generell metodikk som ble testet mot resultater fra disse områdene.

Raudåte er en stor ressurs som danner grunnlaget for en del av våre fiskerier. Den har også potensiale som råstoff til blant annet fiskefôr. Det kan komme et ønske fra fiskeriene om å åpne for fangst på denne ressursen. Forvaltning av et nytt fiskeri på lavt trofisk nivå vil medføre nye utfordringer for forvaltingen. Ved Norges teknisk–naturvitenskapelige universitet i Trondheim (NTNU) **143184** er det utviklet og testet en Akustisk Plankton Måler (APM), der raudåte er den primære målorgansimen. APMen som er utviklet i prosjektet, bør inkorporeres i utviklingen av en ny generasjon sensorer for planktonregistrering. Økt presisjon i målingene vil forbedre grunnlaget for en økosystembasert forvaltning av denne ressursen.

5.4 Tråling - atferd og teknologi

Utviklingen av teknologi i tråling etter fisk har gjort det vanskelig å sammenligne årsserier med tråldata. I sammenlignende forsøk utført av Havforskningsinstituttet **165357**, er det ikke påvist signifikante forskjeller i fangstratene for torsk, hyse og sei mellom enkel og dobbeltrål etter at fangstene var korrigert for forskjellen i avsveipet areal (dørspredningen var 1.6 ganger høyere for dobbeltrål). Det var heller ingen forskjeller i lengdefordelingen av fisk fanget med de to tråltypene. Den økte fangstraten (ikke korrigert for fangstarealet) for dobbeltrål ser ut til å være et resultat av økt dørspredning. Resultatene fra forsøkene med enkel-/dobbeltrål er gjort kjent for medlemmene i ICES Arctic Fisheries Working Group. Dataene fra forsøkene ble første gang benyttet av denne arbeidsgruppen i 2007 i forbindelse med mengdeberegning av sei i Barentshavet. Nytteverdien ligger i konvertering av data fra trålefiske med enten enkel- eller dobbeltrål.

Bifangst av fiskeyngel i reketrål er et alvorlig problem, og sorteringsrist i reketrål er derfor påbudt i fisket nord for 62 grader nord. Ved Havforskningsinstituttet **165364** er det gjennomført en rekke studier for å optimalisere ulike anordninger for å redusere bifangst ytterligere. For å forbedre utsortering av 0-gruppe yngel vil anordninger som baserer seg på atferdsforskjeller bli unngått ved en eventuell videre satsing fra forvaltningsmyndigheten. Forsøkene viste med all tydelighet at om det var en liten atferdsforskjell, var den for liten til at det ga effekt i utsortering. Framtidig arbeid på reketrål og problematikk rundt bifangst bør derfor basere seg på passiv filtrering. For eksempel viste videoobservasjon at reker passerte i rett linje mellom ledekanal og rist, mens ueryngel svømte iherdig foran rista i noen sekunder før den ble fanget opp av vannstrømmen og ført gjennom rista og bak i trålposen. Reduksjon av spilavstand fra nitten til femten millimeter, sorterte ut ueryngel bedre, og vil sannsynligvis gi bedre utsortering av fiskeyngel generelt. Femten millimeter spilavstand ga imidlertid et begynnende tap av rekefangst. Med minimum 15, helst 17 millimeter spilavstand vil reketrål fange mindre fiskeyngel enn i dag, og kunne føre til flere åpne rekefelt og et mer rasjonelt rekefiske. Feltene vil også kunne holdes lengre åpne enn tidligere. På lang sikt vil et mindre uttak av fiskeyngel virke positivt på enhver bestand som blir beskattet av reketrål på yngelstadiet.

Skillerist i reketrål (påbudt 1990 i Nord-Norge, og 1993 i Barentshavet/Svalbard) regnes som en av de viktigste tekniske reguleringene av de nordlige fiskeriene. Ved Norges Fiskerihøgskole (UiT) **159820** er det utviklet og testet ut en ny variant av skillerist i reketrål. Resultatene som ble oppnådd, ble med umiddelbar virkning tatt inn i forvaltningen. De viktigste resultatene på kort sikt var at fiskeflåten fikk utøve sitt fiske på en mer effektiv måte. Bedret seleksjonsevne er viktig både for fiskere og forvaltningen. I et lengre perspektiv har resultatene vært med på å forbedre forvaltningen med bedret yngelvern for viktige fiskebestander og for å løfte norsk forvaltning inn mot målsettingen om et ansvarlig fiske.

Trålerflåten fisker omkring 1/3 av den norske torskekvoten i Barentshavet. Trålerne benytter tungt fiskeredskap som kan gjøre stor skade på bunnfaunaen, særlig i områder med koraller, svamper og annen epifauna. Bunntråling har derfor et dårlig omdømme, som på sikt kan gi redusert markedstilgang for produkter basert på råstoff fra trålerflåten som fisker i Barentshavet. Ved Havforskningsinstituttet **173424** er det utviklet et nytt trålgear-konsept, hvor plater er adskilt med rullende kuler (bobbinser). Dette gear-arrangementet, kalt plategear, har færre kontaktpunkter med havbunnen, og skaper mindre friksjon mellom gear og bunn enn konvensjonelt rock-hoppergear. Et mer skånsomt trålgear vil være ett av flere virkemidler for å redusere skadevirkningene og bedre omdømmet til bunntråling. Forskerne har også studert romlig fordeling av fiskeinnsats for trålerflåten i Barentshavet og analysert variasjoner i denne ved bruk av sporingsdata (VMS) innen og mellom år. Foreløpige resultater viser at fiskeintensiteten er svært konsentrert og fordelingen konsistent mellom år. Ved å sammenholde detaljerte GPS-data fra to trålere med sporingsdata for de samme fartøyene, har de undersøkt nøyaktigheten i klassifiseringskriteriet (hastighet) for tidspunktet når fartøy tråler, hvor stort avvik det er mellom beregnet og faktisk posisjon under fiske, og mellom lengden av estimert og faktisk trålspor. Analysene kan brukes for å dokumentere hvor store områder av Barentshavet som er påvirket av trålfiske, samt hvor høy fiskeintensitet det er i de forskjellige områdene. Resultatene kan også brukes til å vurdere hvordan stengte områder vil påvirke fisket. Ved å sammenholde geografisk fiskeintensitet og bunnfauna, får en et bedre verktøy for å regulere den geografiske fordelingen av fiskeinnsatsen. Dermed er det i større grad mulig å unngå fiske i sårbare områder.

5.5 Plankton

Kopepodene *Calanus Finmarchicus* (raudåte) og *C. Helgolandicus* sameksisterer i Nordsjøen, viser analyser fra Havforskningsinstituttet **178679**. Raudåte er viktig føde for kommersielle arter av fisk. For å identifisere den relative sammensetningen av de to artene er det gjort undersøkelser av 175 planktonprøver for perioden 1994-2008, tatt ved en stasjon i Skagerrak. Resultatet viser klare sesongmønstre og en betydelig mellomårlig variasjon i både total mengde og relativ andel av de to artene. Økt temperatur antas å favorisere *C. Helgolandicus.* Dersom mengden mat til juvenil fisk og sesongutviklingen relatert til fiskens behov endrer seg, kan konsekvensen være svekket fødetilgang for juvenile fisk. Torskebestanden er allerede hardt nedfisket, og endrede miljøforhold kan svekke torskebestanden ytterligere. For at bestanden ikke skal reduseres ytterligere, kan forvaltningen reflektere dette i høstingsregler og ved å vise større forsiktighet i kvotefastsettelsen. Universitetet på Svalbard **165003** har funnet at seleksjon av dyreplankton innenfor økologisk relevante tidsrammer kan endre populasjoners livshistorie og indre dynamikk over tid.

Ved å studere hvor dyreplanktonet oppholder seg om vinteren i dyphavsområder i det nordøstlige Norskehavet, har man ved Fiskerihøgskolen (UiT) **153070** sett betydningen av småskala fysiske virvler og hvor dyreplanktonet oppholder seg over lang tid. I tillegg har resultatene forbedret forståelsen av hvordan Norskehavet anriker Barentshavet med biologisk materiale som danner næringsgrunnlaget for bestander av fisk og fugl. En viktig milepæl for forvaltning og forskning er

utviklingen av en automatisert målemetodikk for dyreplankton gjennom laseroptiske måle-metodikker (LOPC). LOPC gjør det mulig å kvantifisere biomasse og tettheter uten å involvere betydelige ressurser i laboratoriearbeid gjennom telling og identifisering. Forbedret og forenklet måling av dyreplankton gjør det mulig å inkorporere dette trofinivået i økosystembaserte modeller for de havområder Norge har ansvar for å forvalte. Senere har UiT **178102** utviklet nye måleteknikker og plattformer for å estimere mengden dyreplankton. Et fjernstyrt undervannsfartøy (HUGIN 1000) som er utviklet ved FFI og påmontert laseroptisk planktonteller (LOPC), gir pålitelige bestandsestimater. Kalibrerte data fra LOPC mot telleprøver fra nett viser at LOPC med fordel kan brukes til å estimere tettheter av kopepoder i nordlige farvann om vinteren. De viktigste bestandene av dyreplankton kan overvåkes meget kostnadseffektivt ved bruk av LOPC. Videre viser flere års bestandsovervåking av raudåte i de nordøstlige deler av Norskehavet stabilt høye bestandsmål for perioden 2000-2010. Universitetet i Tromsø anbefaler elektronisk mengdemåling av dyreplankton som en del av økosystemovervåkingen, i tillegg til at tidsserien for det nordøstlige Norskehav om vinteren videreføres som en del av den langsiktige nasjonale overvåkningsaktiviteten.

5.6 Tidlige livsstadier av fisk

Fisk i alle stadier er visuelle predatorer. Derfor er fiskens syn en viktig del av modellene som brukes for å beregne romlig fordeling av fisk og byttedyr. Kunnskap om hvilke bølgelengder fiskene kan se, gir økt presisjon i modellene. Biologisk institutt (UiB) **146548** har ved hjelp av eksperimentelle og fysiologiske målinger gjort det mulig å modellere en teoretisk kobling mellom fiskens bølgelengdesensitivitet (synspigmenter), lyssensitivitet og fødeinntak. På den måten er bølgelengdesensitivitet inkludert i dagens synsmodeller. Dette har stor betydning for modellpresisjonen, særlig hos tidlige livsstadier av fisk. Presise modellverktøy er vesentlig i en økosystembasert forvaltning av fiskeressursene. Forskningsresultatene viser også at sammen-setningen av lysets bølgelengde i kystvannet endrer seg drastisk grunnet klimaendringer forårsaket av økt nedbør og ferskvannsavrenning. Dette aktualiserer forståelsen av det optiske miljøets effekt på våre kystnære arters syn og atferd. Havforskningsinstituttet **178679** har sannsynliggjort at predasjon på tidlige livsstadier fra andre arter kan være en viktig regulerende faktor for rekruttering i Nordsjøen. Hovedfunnet er at sild har negativ effekt på rekruttering av øyepål. Både gytebiomassen hos silda og graden av romlig overlapp er negativt korrelert med overlevelse hos øyepål. Den sannsynlige årsaken er predasjon fra sild på egg og larver av øyepål. Forvaltningen bør altså så langt det lar seg gjøre, ta hensyn til samspillet mellom flere arter. Er det for eksempel mye sild i havet og området også har øyepålyngel, bør forventet estimat for yngel nedjusteres.

5.7 Fiskebestander

Norskehavet er matfatet for noen av verdens største fiskebestander, nemlig norsk vårgytende sild, kolmule og nordøstatlantisk makrell. Totalbiomassen av disse bestandene har mer enn doblet seg i perioden fra midt på 1980-tallet til 2006. Havforskningsinstituttet **173163** har utviklet individbaserte modeller for fiskebestandene og raudåte. Disse har blitt integrert med modeller både for planteplankton og havstrømmer. Modellsystemet har romlig oppløsning og toveis kobling mellom bestandene i modellen. Beregninger viser at sild, kolmule og makrell årlig spiser rundt 35 millioner tonn raudåte. Dette indikerer at de tallrike planktonspisende fiskene påfører raudåta stor dødelighet. Modellen anslår videre at de pelagiske bestandene spiser over 40 millioner tonn av andre arter. Dyreplanktonbiomassen i Norskehavet har markert nedgang de siste årene. Samtidig har silde- og makrellbestandene utvidet fordelingsområdet. Observasjonene og det betydelige omfanget av estimert planktonkonsum sett i forhold til estimert dyreplanktonproduksjon indikerer at fiskebeiting har vært en viktig årsak til den observerte nedgangen i planktonmengden i Norskehavet, selv om det heller ikke

kan utelukkes at nedgangen er påvirket av andre faktorer. Resultatene illustrerer at veien videre kan ligge i å utvikle metodikk som tar hensyn til økosystemers dynamiske bæreevne per trofisk nivå når kvoter skal fastsettes. Universitetet i Oslo **184178** har valgt å se på dypvannsfisk, og karakterisert populasjonsstruktur ved hjelp av DNA-teknologi. Dypvannsfisk har generelt store utbredelsesområder, hvor en ikke kjenner til om artene er delt opp i ulike bestander. Resultatene viser at både strøm- og dybdeforhold kan ha betydning for den romlige struktureringen av arten i ulike bestander, avhengig av artenes biologi og fysiologi. Fire arter er karakterisert, og det blir flere. Det vil gi større mulighet for å gi råd på bestandsnivå, noe som også kan få betydning for beskatning og fordeling av ressurser mellom kystnasjoner.

5.8 Norsk vårgytende sild

I prøver fra fisket på norsk vårgytende sild (NVG-sild) finnes av og til en innblanding av høstgytere. Ved å studere dagsoneveksten i kjernen av otolitter på disse høstgyterne, har Havforskningsinstituttet **146687** funnet at det er snakk om en egen høstgytende populasjon, altså ikke vårgytere som har skiftet gytesesong. Resultatene fra norskekysten indikerer at vi besitter en egen populasjon av sommer-/høstgytere som gyter i august-september langs kysten i området Helgeland-Vesterålen, og som kan forvaltes på lignende vis som de islandske bestandene, m.a.o. med egne kvoter som forvaltes utenfor kvotene på NVG-sild. Dette vil i så fall bety økte kvoter på sild til norske fiskere. Undersøkelsene viser også at NVG-sild i perioder kan blande seg med lokale sildepopulasjoner. Dette kan få store forvaltningsmessige konsekvenser på sikt. Etter at NVG-sildebestanden endret sitt vandringsmønster til overvintring i havet framfor i nordnorske fjorder, har det vært et kommersielt fiske langs norskekysten på kystnær sild i områder det tidligere ikke ble rapportert fangster. Dersom dette rammer små lokale sildebestander, kan det få drastiske konsekvenser for mangfoldet i fjordene langs kysten.

Studier har vist at temperaturen indirekte påvirker sildelarvenes overlevelse, så vel som sildas modning. Økt temperatur i modningsfasen gir tidligere gyting og bedre overlevelse, og man antar at dette bidrar til en fordelaktig drift og spredning av larvene, som igjen kan gi bedre forhold for byttedyr og/eller lavere overlapp med predatorer i tid og rom. Dette setter følgelig nytt lys på det å bruke forholdet mellom temperatursvingninger og rekruttering som et ledd i rådgivning og forvaltning på lengre sikt, særlig viktig vil det være for økosystembetraktninger og modellering. Hos NVG-sild virker det som om overhopping for å gyte, er et sjeldent fenomen og langt mindre vanlig enn tidligere antatt. Dette avviker fra tidligere publiserte resultater. Havforskningsinstituttet fant samsvarende resultater mellom grundige laboratorieundersøkelser og analyser av et stort materiale, samlet fra fødeområdet (Norskehavet), overvintringsområdet (Vesterålen) og gytevandringen (langs kysten). Det ble riktignok funnet et begrenset antall hunner som tilbakedannet alle egganleggene i siste halvdel av modningssyklus, men resultatene viser som helhet at overhopping er uvanlig. Dette budskapet er gjort kjent for forskere innenfor bestandsberegning, inkluderte ICES Working Group.

5.9 Torsk

Sorteringsrist i fisketrål har vært i bruk siden 1993/1994 og har vært påbudt siden 1997 i det nordlige trålfisket. Den regnes som en viktig teknisk regulering. Resultatene viser at de forvaltningsmessige endringene som skjedde i 1997, var riktige. På kort sikt er det mest avgjørende at fiskeflåten får utøve sitt fiske på en effektiv måte. Bedret seleksjonsevne er viktig for å oppnå høyt langtidsutbytte. I et lengre perspektiv har resultatene vært med på å forbedre forvaltningen ved å bedre yngelvernet for viktige fiskebestander og løfte norsk forvaltning nærmere målsettingene om et ansvarlig fiske.

Fiskerihøgskolen (UiT) **159820** har, i en rekke forsøk arbeidet med å vurdere effekten av ulike seleksjonsinnretninger i fisketrål opp mot hverandre. Vanlige masker, sorteringsrister og sorteringsvinduer (Exit windows) ble testet opp mot hverandre i tilnærmet kommersielt fiske. Resultatene bekrefter at sorteringsrister fungerer best, men at ”Exit windows” kan være et enklere alternativ for framtidig forvaltning. Arbeidene konkluderer med at poser bygd på tradisjonelt diamantnett ikke bør anbefales brukt som erstatning for rister/vinduer i norsk trålfiske.
Selv om havet utenfor muliggjør vandring og passiv drift over store strekninger har tidligere merkeforsøk og genetiske analyser vist at selv en svært mobil art som torsken, er oppdelt i separate populasjoner langs kysten, og blander seg ikke fritt med hverandre eller med torsken i havområdene utenfor. Ved å foreta nye genetiske analyser (såkalt mikrosatellitt DNA) i kombinasjon med tradisjonelle fangst-gjenfangstforsøk over en finere geografisk skala enn tidligere har Havforskningsinstituttet vist at torskepopulasjonene langs sørlandskysten har en utstrekning på omkring 20-30 km. Grovt sett innebærer dette at hver fjord har hver sin populasjon. Dette har forvaltningsmessige implikasjoner. Lokale bestander opprettholdes kun ved egen hjelp. De er en egen demografisk reproduksjonsenhet. Om hver fjord utgjør en slik enhet, vil fiske eller andre påvirkninger som tar ut eller desimerer antallet torsk i en fjord, ha langtidsvarende konsekvenser. Langs Skagerrakkysten er aldersforskjellen stor for når torsken er kjønnsmoden i øst sammenliknet med populasjonene lenger vest. Disse undersøkelsene har benyttet nyere statistiske metoder som tar hensyn til miljøeffekter (såkalt fenotypisk plastisitet) og avslører dermed at det ligger en arvelig, genetisk komponent bak forskjellene. Disse markerte genetiske forskjellene tyder på at naturlig seleksjon har formet torskepopulasjonene i ulike områder langs Skagerrakkysten som respons på det lokale miljøet. Resultatene er viktig i forvaltnings-sammenheng, særlig for å vise farene ved den voksende oppdrettsnæringen og hvordan den kan vanne ut lokal tilpasning hvis torsken gyter i merd, og ved rømninger fra oppdrettsanlegg. Det er også viktig å merke seg at selv om utvanning/utfisking av lokal genetisk variasjon kan skje raskt, vil det trolig ta lang tid å restaurere lokale tilpasninger. Det handler om evolusjonære prosesser.

I et annet studium ved Havforskningsinstituttet **173341** ble det undersøkt om norsk-arktisk torsk (skrei) dropper en eller flere gytemuligheter etter kjønnsmodning - såkalt ”overhopping”. Overhopping virker å være et vanlig fenomen hos hunnlig skrei. Mekanismen synes primært å være koblet til lave energireserver, og virker å være vanligst hos yngre fisk. I et kontrollert laboratorieforsøk hoppet ca. 20 % av hunnene over gytingen. Disse resultatene ble styrket av observasjoner i felt. Under vintertoktene i januar-mars ble det funnet store mengder overhoppere sentralt i Barentshavet. Overhopperne inngikk i beregningen av gytebiomasse, og ble dermed overestimert. En sentral antagelse i fiskeriforvaltning er at det er sammenheng mellom gytebestandenes størrelse og rekrutteringen, men i praksis har den vist seg å være svak. Havforskningsinstituttet **178679** har funnet at det også gjelder for nordsjøtorsk. Det er utviklet en statistisk rekrutteringsmodell hvor både mat og temperaturforhold avgjør hvilken del av modellen som vektes mest, og dermed formen på rekrutteringskurven. Ved å utnytte tilgjengelige miljødata øker kunnskapsgrunnlaget for hensiktsmessige høstingsregler. Modellen kan sannsynligvis brukes også på andre arter og bestander. Høstingsreglene bør ta hensyn til at klimaforhold, byttedyr og predatorer endrer seg over tid.

5.10 Makrell

Ved Norges veterinærhøyskole **184725** ble det utviklet sett med markører for å drive populasjonsgenetiske undersøkelser av Atlantisk makrell. Markørene var et robust batteri som er meget godt egnet til populasjonsgenetiske analyser. Mikrosatellittene viste meget stor genetisk variasjon, mens markører basert på SNP (Single-nucleotide polymorphism) som ventet viste en lavere grad av variasjon. Det er svært viktig at vi nå har fått fram et verktøy til overvåkning av populasjonsstruktur for forvaltningen. Det kan også bli avgjørende for å få bedre kunnskap om populasjonsoppdeling for makrell. Tidligere har forvaltningen måttet basere seg på merkeforsøk

og andre teknikker. Genetiske markører vil være et viktig supplement til metoder som brukes i dag. Typing av markørene i prøver fra Nordsjøen, samt sydlig og vestlig gyteområde viste at markørene var godt egnet for denne typen studier. Denne teknologien kan gi verdifull tilleggsinformasjon om makrellpopulasjonene, og dette kan være viktig både for forvaltning og for å framskaffe informasjon om gytemakrellens opphav, struktur og eventuell ”homing”. Temaet har aktualisert seg i forbindelse med konflikten som har oppstått i tildeling av fiskekvoter mellom Norge og EU. En mer omfattende genetisk typing av makrell fra ulike områder ville kunne vært en meget god støtte i diskusjoner/forhandlinger omkring rettigheter/kvoter. Fiskeriforhandlinger har vist at dette kan bli viktig på meget kort sikt. Det er heller ingen tvil om at det vil bli stadig viktigere og vanligere å bruke informasjon om genetiske strukturer også på lang sikt.

5.11 Hummer

Havforskningsinstituttet **173432** har sett på biologiske mekanismer ved etablering av marine bevaringsområder for hummer, og funnet at en vernet bestand av hummer gir bedret overlevelse når en del av bestanden beskyttes mot fiske. Over tid vil denne bestanden bli mer robust mot naturlige variasjoner i klima og andre miljøbetingelser. Den vil også være mer produktiv, med større innslag av store og gamle individer som produserer flere, større og mer levedyktige avkom.

5.12 Fiskeriforvaltning

Samfunns- og næringslivsforskning as (SNF) **167359** har utført en studie av ulike forvaltningsmodeller. Et oppsiktsvekkende resultat er at mer informasjon om en bestand ikke alltid er en fordel for en bærekraftig forvaltning av bestanden. Årsaken til dette er ubalanse i måten framtidig fangst og avkastning verdsettes på, og at det som er en fordel på kort sikt, kan være en ulempe på lang sikt. Slik sett er dette en variant av allmenningens tragedie siden fenomenet bare inntreffer når det er konkurranse. Implikasjonene for forvaltning både på kort og lang sikt er derfor at det er langt mer å hente på å komme fram til bindende avtaler som respekteres av alle parter og deretter søke informasjon enn det er å samle inn ensidig informasjon hvis situasjonen fortsatt er preget av konkurranse mellom land. Samme studie bekreftet også at ved å ta hensyn til tilbud og etterspørsel ved fastsettelse av beskatningsstørrelsen, kan fiskerne få mer inntekter, og fiskebestanden en mer bærekraftig utvikling. Dette skjer blant annet når reduserte kvoter øker prisen og gir mer inntekt per enhet samtidig som det gir lavere fangstkostnader. En slik forvaltning vil gi et jevnere uttak over tid enn det dagens forvaltning gjør. Et annet viktig resultatet er at når aktørene får direkte interesser i fiskeriene ved hjelp av ulike former for eierandeler, vil de ha incentiv til å ønske en langt bedre langsiktighet, og forvaltningen bør derfor stimulere til ulike former for incentivbaserte beskatningsmodeller. Dette trenger ikke bare å dreie seg om omsettelige fiskekvoter i tradisjonell forstand. Det kan også være kvoter som tilhører et helt lokalsamfunn, for eksempel en kommune, eller eierrettigheter til et helt fiskeri i stedet for bare til en bestand.

Sammenligning av forskjellige bestandsmodeller i ulike land viste at selv om alle land viser tendens til klar overbeskatning, er det viktige forskjeller som framkommer ved bruk av flerbestandsmodellering til forskjell fra enbestandsmodellering. For Islands vedkommende er for eksempel loddebestanden underbeskattet sett fra et enbestandsperspektiv, men overbeskattet sett fra et flerbestandsperspektiv, ettersom lodda i et flerbestandsperspektiv er mer ”lønnsom” som mat for torsken. Et annet moment er at Islands relative uavhengighet sammenlignet med andre nasjoner ikke har bidratt til en mer bærekraftig forvaltning enn for eksempel i Danmark som er underlagt EUs felles fiskeripolitikk eller i Norge som i langt større grad deler sine ressurser med andre.

Størrelsesselektivitet er et av de viktigste virkemidlene forvaltningen kan bruke for å sikre bærekraftige fiskerier, men selektivt fiske har også evolusjonære konsekvenser. Havforskningsinstituttet **173417** har utviklet og brukt modelleringsverktøy for å granske hvor raskt fiskeriindusert evolusjon skjer, og hvilke konsekvenser dette har for bestandens egenskaper. Fiskeriindusert evolusjon vil oftest føre til lavere utbytte og fiskestørrelse, og for skrei også kortere gytevandring. En fiskebestand tilpasset fisket vil tåle høyere fiskepress, men kan bli mer sårbar for miljøforandringer. Utfordringen er, i likhet med klimaendringer, at små endringer akkumuleres over tid, og at å reversere evolusjonære prosesser i praksis er svært vanskelig. Fiskeriindusert evolusjon fører ikke til umiddelbar fare for fiskebestander, men må tas hensyn til for å sikre bærekraft og produksjon på lang sikt. Johannesburg-deklarasjonen oppfordrer til å holde eller gjenoppbygge bestander til det nivået som gir maksimalt bærekraftig utbytte. Fiskeriindusert evolusjon er en av flere grunner til å holde fiskepresset på et moderat nivå. En større utfordring er at optimal selektivitet i fiskerier må revurderes. Dagens fokus på økt selektivitet som et verktøy for å unngå bifangst og økosystempåvirkninger kan ha negative evolusjonære konsekvenser som bør vurderes før nye tiltak iverksettes.

Ved Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) **173030** er det gjennomført en studie for å beskrive ulike implementeringsutfordringer og løsninger innenfor ”tillatt kvote” basert på forvaltning (TAC) og innsatsbasert forvaltning. Studien trekker fram praktiske, rettslige, administrative og politiske utfordringer knyttet til implementering av mål for fiskedødelighet. Spesiell oppmerksomhet er knyttet til politiske veivalg som skaper bindinger med tanke på framtidig endring i forvaltningsformen. Videre illustrerer de hvordan problemer med feil-rapportering som følge av utilsiktet fangst, kan håndteres innenfor et TAC-regime, med Norge som eksempel. En norsk løsningsmodell er betinget av en rekke særnorske forhold som spesielt er knyttet til lovgivning, politisk autonomi og organiseringen av markedet for førstehåndsomsetning. Et innsatsbasert forvaltningssystem kan løse problemer med feilrapportering i kontekster som mangler Norges forutsetninger for å håndtere disse innen et TAC-regime. Studien presenterer funn som kan reise tvil om hvorvidt EUs planer om regionalisert forvaltning gjennom 2012-reformen av den felles fiskeripolitikken, vil være hensiktsmessig i motsetning til en styrket sentralforvaltning. Studien identifiserer generelt en rekke faktorer som påvirker implementerbarheten av forvaltningsmål, uavhengig av forvaltningsmodell.

Fiskeriforvaltning i tilfeller der ulovlig fiske nasjonalt og internasjonalt er et problem, kan håndteres på forskjellige måter. SNF **185151** har sett på dette og på en alternativ måte å håndheve kvoter. Mer effektiv forvaltning av fiskeressurser nasjonalt der ulovlig fiske eksiterer, kan være at fiskerne selv rapporterer inn eventuelle fangster utover kvoten, mot at de betaler en avgift per kilo fisk de ikke hadde kvote for. I tillegg foreslår prosjektet en differensiert inspeksjon av fiskefartøy, der en del av straffen for fartøy med urapporterte ulovlige fangster er at de en periode blir kontrollert mye oftere enn andre fartøy. Trusselen om stadige kontroller vil redusere fiskernes incentiv til å jukse sammenlignet med tradisjonell straff, som for eksempel er bøter. Systemet vil også kunne fungere bedre enn tradisjonell forvaltning i situasjoner der bøter og kontrollressurser er avgrenset. I tilfeller der to nasjoner har inngått avtale om å dele kvote og fiskeri, kan det oppstå en situasjon hvor det ene landet saboterer avtalen ved å redusere kontrollen av egne fartøy for å oppnå en større del av den samlede fangsten. Internasjonale avtaler kan forhindre slike hendelser. Et annet scenario i internasjonalt samarbeid er hvilke konsekvenser politisk usikkerhet rundt framtidige avgjørelser om for eksempel fastsettelse av kvoter, kan ha. I enkelte tilfeller vil det ikke være optimalt å redusere usikkerheten så mye som mulig. Dette gjør det lettere og mer attraktivt for berørte næringer å foreta uheldige tilpasninger til regelverket, såkalte “rent seeking”. Resultatene viser også at land med internasjonalt delte fiskeri og høy politisk usikkerhet vil ha svake incentiv for uheldige tilpasninger til regelverket og samtidig svak videre investeringsgrad i næringen.

Ved Havforskningsinstituttet **173476** er erfaringer med forvaltningsregimer i forskjellige deler av verden sammenlignet. Viktige suksessfaktorer var som forventet robust forvaltning, klare biologiske grenser (referansepunkter), effektiv håndhevelse og konsensus blant interessegrupper. Slikt er lettere å få til med nasjonale enn med internasjonale bestander. Uheldige faktorer var som ventet overkapasitet, uklare mål og illegalt fiske. I det samme arbeidet ble det utviklet verktøy for å kvantifisere forskjellige aktørers behov og preferanser i forvaltningen av levende marine ressurser. Dette ble knyttet til en kombinert biologisk og sosioøkonomisk modell for forvaltnings-regimer, som et mulig hjelpemiddel for å oppnå konsensus om målsettinger innen fiskeri-reguleringer. Det kan være mulig å tilfredsstille forskjellige preferanser. Det å innfri noen sine ønsker fører ikke nødvendigvis til store tap for andre. For eksempel vil en forsiktig beskatning tilfredsstille de fleste sine ønsker på lengre sikt. Videre ble det i samme arbeid utviklet et verktøy for å belyse fordeler og ulemper med forskjellige utforming av forvaltningsregimer både generelt og gjennom et problem med bifangster i fiske etter hyse på Georges Bank. Hovedkonklusjonen var at en velfungerende fiskeriforvaltning forutsetter bred enighet om mål og midler innenfor de rammene naturen setter. Arbeidet har bidratt til en bedre forståelse av hva som kan oppnås og hva det koster, og søkt å påvise at tilsynelatende kryssende interesser langt på vei kan forenes.

Forsvarets nye sonarsystemer kan forstyrre viktige livsfunksjoner hos fisk og hval fordi sonarsignalene reduserer dyrenes kommunikasjons- og navigasjonsevne. Resultatene som Havforskningsinstituttet **184705** har kommet til, inngår sammen med tilsvarende studier for sel, i Forsvarets operasjonsreguleringer for sonarbruk og beskriver hvordan sonarene skal brukes i norske farvann. Retningslinjene gir klare føringer på planlegging og gjennomføring av sonarøvelser, slik at disse kan utføres på en måte som minimaliserer negative miljøpåvirkninger. Målet er å verne utsatte arter og unngå konflikter med fiskerinæringen når Forsvaret har operasjoner til havs. Retningslinjene oppdateres kontinuerlig ettersom ny kunnskap og nye resultater kommer fram.

6 Kunnskapsgrunnlag for kyst og samfunn

Marine verneområder er et potensielt verktøy for økosystembasert forvaltning. Havforskningsinstituttet **178376** har evaluert hvordan marine verneområder kan fungere i tempererte kystområder, og spesielt fokusert på torsk og hummer langs den norske skagerrakkysten. Fangstene av hummer på Sørlandet er 14 ganger høyere enn rapporterte fangster. Fritidsfisket står for 2/3 av landingene. Kun en av fire hummer landet av yrkesfiskere blir rapportert. Det er ingen begrensninger på total innsats i hummerfisket. Kombinert med at det ikke er kunnskap om totale landinger kan dette få konsekvenser for gjenoppbyggingen av hummerbestanden. Torsken på Sørlandet er svært stasjonær og danner et nettverk av lokale bestander. I et studieområde døde i løpet av ett år en av fire fisk en naturlig død, mens to av fire ble fisket opp. Fisketrykket var mest intenst på de største fiskene. Havforskningsinstituttet anbefaler at fritidsfiske blir en integrert del av forvaltningsprosessen. Resultatene peker på uprøvde forvaltningstiltak som permanente fiskefrie soner og maksimumsmål for lovlig fanget torsk og hummer. Lokale tiltak på lokale bestander forventes å gi positive utslag i de berørte områdene.

Korrekt anslått omfang av turistfisket har betydning for bestandsberegninger, konfliktløsning og en framtidig kvoteregulering. Fritidsfisket i Norge omfatter ikke bare turister som kjøper fiskeferie i de spesialiserte fisketurismebedriftene, men også campingturister og turister som leier privat, i tillegg til nordmenn i eget hjem eller fritidsbosted. Ved hjelp av avansert statistisk metode, oppsøkende feltarbeid og egenrapportering fra turister i en representativ periode av sesongen og et utvalg av bedrifter innenfor fisketurisme, har Havforskningsinstituttet **173274** beregnet fiskeuttaket for den profesjonelle sjøfisketurismenæringen. Dette vil kunne danne grunnlag for hvordan en totalkartlegging bør legges opp. Fisketurister tilknyttet 445 bedrifter fisket om lag 3.300 tonn fisk i 2009. Fisket i Midt- og Nord-Norge var nesten ti ganger høyere enn i resten av landet. Norut Tromsø **185150** har med et nesten tilsvarende antall bedrifter som Havforskningsinstituttet og nærmere 600 fisketuristers forbruk per gjestedøgn, funnet ut at omsetningen for overnatting, båtutleie og drivstoff for denne delen av norsk fisketurismenæring var 563,3 millioner kroner. Kunnskapen om den profesjonelle sjøfisketurismenæringen i Norge har økt. Næringsstruktur, marked, omsetning og ringvirkninger er kartlagt. Resultatene viser at markedsføringen av fisketurisme bør rette seg mot familiesegmentet og de som reiser med fly. På lang sikt er det viktig at myndighetene prioriterer en styrking av noen utvalgte destinasjoner langs kysten slik at det blir mulig å tilby bredde i opplevelsestilbudet. Et bredt tilbud er viktig både for å tiltrekke familiesegmentet og for å stimulere til opprettelsen av direkte flyruter eller charterfly som kan bringe inn gjester til kystdestinasjonene.

Sjøsamiske fjordsamfunn i Finnmark har vært utsatt for store utfordringer med bakgrunn i at bestandene av kyst- og fjordtorsk kollapset, selinvasjoner, ødelagt tareskog og invasjon av kongekrabber fra øst. Samtidig øker presset på sjøarealene fra havbruksnæringen. Et flerfaglig forskningssamarbeid i regi av Universitetet i Tromsø/Senter for samiske studier **185182** med vekt på lokal økologisk kunnskap (LØK) og sosio-økologisk historie i samarbeid med lokale kunnskapsinstitusjoner, har bidratt til å utvikle en metode for forskning på LØK. Dette er en gjennomførbar og fruktbar metode som kan styrke kunnskapsgrunnlaget og bedre forvaltningen av marine ressurser, sjøarealer og næringer i fjorder og kystområder. Metoden gir innsikt i romlige og temporale parametre, sammenhenger mellom økologi og menneskelig aktivitet og åpner for dialog og medvirkning som igjen kan bidra til økt legitimitet. Og det er kunnskapsutfordringer knyttet til fiskeriforvaltning innenfor fjordlinjer og i forhold til kystsoneplanlegging, turistfiske, havbruk og marine verneområder. Dette ble blant annet aktualisert av Biomangfoldsloven, den nye havressursloven og Kystfiskeutvalgets innstilling.

7 Kunnskapsgrunnlag for miljømessig bærekraftig forvalting

Havområdene utenfor norskekysten har høy biologisk produksjon og gir grunnlag for en rik fiskeri- og havbruksnæring. Oljevirksomheten bruker mer enn 1000 forskjellige kjemikalier i varierende mengder og sammensetninger i de forskjellige faser av oljevirksomheten. Utslipp fra oljevirksomheten kan ha effekter på fiskelarver eller på andre stadier i livssyklusen til fisk og andre organismer i de marine næringskjedene.

7.1 Oljerelatert forurensning – vannsøylen og marine miljø

Det er av avgjørende betydning at ikke utslippene fra petroleumsvirksomheten har negative konsekvenser for de rike fiskeressursene, og heller ikke for fiskens kvalitet som menneskeføde. Den vitenskapelige dokumentasjonen av eventuelle langtidsvirkninger av petroleumsvirksomheten på fiskeressurser må betegnes som mangelfull. Utvidelsen av offshorevirksomheten til å omfatte dypere havområder, arktiske områder og områder nær sårbare kystområder gjør at det blir særlig viktig å identifisere og oppfylle kunnskapsbehov for langtidseffekter av utslipp fra virksomheten.

Ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA) **164398** er det gjennomført studier for å generere opptakskinetikk i to passive prøvetakere (SPMD og POCIS) for mer enn 60 miljørelevante oljekomponenter. De passive prøvetakerne kan benyttes til miljøovervåkning i vandig miljø med lave konsentrasjoner av miljøgifter, for eksempel rundt oljeplattformer. Opptakshastighet for SPMD var typisk på flere liter/dag, mens for POCIS var kapasiteten på prøvetakeren mye mindre, slik at hastigheten var på mindre enn 0,3 L/dag. De to ulike prøvetakerne egner seg for ulike klasser av miljøgifter. SPMD egner seg for organiske miljøgifter som er fettløselige, mens POCIS egner seg for miljøgifter som er mer vannløselige. Passive prøvetakere ble utplassert rundt norske olje-/gassinstallasjoner og gjorde det mulig å beregne konsentrasjoner av ulike PAH-forbindelser og alkylfenoler. De målte konsentrasjonene var flere potenser lavere enn de som er rapportert å gi akutte og subletale effekter. Det må bemerkes at det generelt er lite kunnskap om effekter av kronisk eksponering. Feltforsøk SPMD og POCIS rundt norske olje-/gassinstallasjoner har også gjort det mulig å beregne hvilke konsentrasjoner av ulike miljøgifter som finnes i vannsøylen rundt installasjonene. Generelt er konsentrasjonene for lave til å kunne måles bare ved vannprøve. De passive prøvetakerne er derfor et viktig supplement til eksisterende målemetoder/beregninger. Metoden egner seg godt for å verifisere estimerte miljøkonsentrasjoner rundt en installasjon.

SINTEF Materialer og kjemi **164430** har gjennomført studier der hensikten var å studere effekter av ukarakterisert komplekst materiale (”unresolved complex material”- UCM)”i den vannløselige delen av olje. Denne ble fraksjonert etter polaritet (vannløselighet), og hver av de 14 oppnådde fraksjonene undersøkt for flere typer giftighet mot cellekulturer av regnbueørret. De best karakteriserte oljekomponentene, for eksempel PAH og aromater/fenoler ble detektert i fraksjon 1-6. Det meste av materialet i den vannløselige delen kom imidlertid ut i en annen fraksjon (fraksjon 11). Denne fraksjonen inneholdt primært oljekomponenter som ikke er karakterisert.

Fraksjonen inneholdt dessuten det meste av toksisiteten, spesielt knyttet til DNA-skade. Skadelige effekter av oljeforurensning har primært vært assosiert med aromatiske komponenter som naftalener, fenantrener, dibenzothiofener (NPD), fenoler og polyaromatiske hydrokarboner (PAH). Ved å lage syntetiske blandinger av disse oljekomponenter ble det påvist at giftigheten i den polare fraksjon 11 ikke skyldtes velkjente hydrokarboner, men ukjente forbindelser. De dominerende effektene i vannløselige komponenter fra UCM-rike oljer skyldes etter all sannsynlighet UCM-relaterte komponenter, og det ble påvist at disse var cytotoksiske ved lave konsentrasjoner. Resultatene viste at man også bør fokusere på andre komponentgrupper som er dårlig karakteriserte, men som bidrar vesentlig til ulike toksiske effekter. Det vil være spesielt viktig å inkludere UCM-komponenter i risikovurderinger, blant annet for EIF-beregninger, for på den måten å få et mer fullverdig bilde av risiko forbundet med oljesøl.

Ved SINTEF Materialer og kjemi **173373** er det også bygget og testet en prototyp av et eksponeringssystem for å undersøke giftighetsbidrag av henholdsvis dispergerte oljedråper og vannløste oljekomponenter på fiskeegg og fiskelarver. Tester med torskelarver viste at dette systemet med små modifikasjoner var egnet til slike studier. På kort sikt betyr resultatene at det er mulig å sette i gang småskala-studier, der giftighet av olje på marint plankton, inkludert egg og larver av fisk og mengden dispergert olje kan kontrolleres over tid og systematisk varieres. Systemet kan også benyttes til å teste rene vannløselige oljefraksjoner kontinuerlig. Dette vil på lengre sikt bidra til økt forståelse av miljøeffekter av forskjellige oljefraksjoner i det marine miljø. En viktig målsetting med systematiske studier av denne typen er å bidra til å forbedre inngangsdata til numeriske modeller som benyttes for å beregne miljøskade og miljørisiko i forbindelse med oljeutslipp til sjø.

Det er etablert reproduserende laboratoriekulturer av raudåte (*Calanus finmarchicus*) ved NTNUs og SINTEFs laboratorier ved SEALAB i Trondheim **170429**. I en rekke vekstforsøk fikk nyklekte raudåtenauplier (larvestadium) utvikle seg til nesten voksen plankton gjennom 4 uker med konstant eksponering for vannløst fraksjon (WSF) av forvitret råolje fra Troll B-produksjonsplattformen. WSF ble generert online fra oljesuspensjon med total konsentrasjon 50mg/L, ved frafiltrering av oljedråper og påfølgende fortynning av generert WSF til 50 - ~ 0,1 % av utgangskonsentrasjon WSF. Ingen av konsentrasjonene ga effekter på overlevelse, stadie-fordeling, biometri eller fettdeponering. Det ble heller ikke registrert synlige effekter på farge eller adferd hos dyrene. Resultatene indikerer overraskende høy toleranse hos raudåte for vannløste oljekomponenter. Om dette viser seg å ha generell gyldighet for dyreplankton, kan det bidra til å redusere bekymringen for kroniske skader av oljeutslipp på denne gruppen, og dermed kunne få betydning for forvaltningen av havområdene på lengre sikt. Det er ikke uten videre mulig å overføre toleransenivåer hos raudåte til øvrige hoppekreps eller annet dyreplankton, og komparative tester basert på et representativt antall arter bør gjennomføres før vidtrekkende konklusjoner blir trukket. Det ble gjennomført et større reproduksjonsforsøk, uten at det ble registrert effekter verken på antall egg pr. eggleggende individ eller klekkesuksess i noen av eksponeringene. Selv om det ble registrert noen oljerelaterte effekter i de høyeste konsentra-sjonene, viser derfor dette forsøket på samme måte som vekstforsøkene, overraskende høy toleranse hos raudåte for den undersøkte oljen.

Et oljeutslipp som reduserer bestanden av én art vil også påvirke dens byttedyr, konkurrenter og predatorer. Dette vil kunne forlenge restitusjonstiden etter et oljeutslipp. Universitetet i Oslo **178434** har sammen med russiske forskere analysert de statistiske sammenhengene i svingninger for dyreplankton, fisk og klima i Lofoten-Barentshav-området fra år til år. Resultatene viser sterke koblinger mellom aktørene i økosystemet. Loddebestanden kan redusere biomassen av dyreplankton over store havområder om sommeren. Mengden dyreplankton på sin side har svært stor betydning for overlevelsen av larvene til norsk-atlantisk torsk (skrei) og andre fiskebestander. Den økte kunnskapen gjør det lettere å kunne forutsi effektene av oljeutslipp på økosystemet. Og

voksen sild fôret med raudåte forurenset av olje, viste ingen alvorlige skader da Havforskningsinstituttet **178015** undersøkte dette. Trofisk overføring av oljekomponenter påvirker ikke reproduksjonen av voksen sild. Sannsynligheten for at oljeutslipp i områder med voksen sild skal skade hele bestander ansees som lav. Egg og larver av sild kan være mer følsomme for olje.

Skipsforlis og lekkasjer fra skip innebærer stor akutt risiko for dødelighet hos bunndyr og fisk. IRIS **189616** har funnet at forurensning som blir liggende på havbunnen eller strandsonen representerer en fare for mer kroniske og alvorlige påvirkninger hos marine arter, for eksempel egenskapen til å vokse og reprodusere seg normalt. For å måle nivå og omfang av oljesøl har prosjektet benyttet kriterier basert på biologiske markører som viser om et individ har blitt eksponert for forurensning og for å vurdere helsetilstanden. Metodene som er brukt her, kan bidra til å evaluere omfang, alvorlighet og varighet av skader etter skipsforlis. Dataene kan videre føres inn i verktøy for risikovurdering. Ved å oppsummere de biologiske markørene i indekser, er det også mulig å bidra til mer harmonisert tilnærming av den marine forvaltningen innen EUs vanndirektiv, og beskytte viktige økologiske og økonomiske marine områder som er utsatt for skipsforlis i Europa.

7.2 Oljerelatert forurensning - utslipp

Utslippene fra oljevirksomheten kan påvirke det marine miljøet både på sjøbunnen og i vannsøylen. Dette kan skyldes både innholdet av kjemiske stoffer og de fysiske egenskapene til komponenter i utslippene. Noen av stoffene i utslippene brytes raskt ned og vil derfor bare ha effekt i et begrenset område rundt utslippspunktet, mens andre er mer persistente og kan påvirke større områder over lang tid. Operasjonelle utslipp er utslipp som kommer i forbindelse med planlagte aktiviteter som boring og produksjon. Utslipp til vannsøylen kan skyldes både boring (vannbaserte borevæsker) og produksjon (produsert vann), mens utslipp til sjøbunnen hovedsakelig skyldes boreaktiviteter. Utslippene består blant annet av olje, kjemikalier, radioaktive forbindelser og tungmetaller. Den viktigste kilden til utslipp av olje og tungmetaller er produsert vann, mens de største kjemikalieutslippene skriver seg fra boreaktivitet.

7.2.1 Produsert vann

Utslipp fra olje og gassproduserende installasjoner i Nordsjøen er en bidragsyter til den totale forurensingsbyrden i Nordsjøen. Produsert vann (prosessvann fra offshoreinstallasjoner) er en viktig kilde til utslipp av en rekke uorganiske og organiske stoffer, hvorav stoffer som for eksempel polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), alkylfenoler og en rekke organiske syrer (eksempelvis naftensyrer) anses å være viktig for giftigheten. Utover å være akutt giftige, har mange av disse stoffene vært dokumentert å kunne føre til ulike typer subletal giftighet som kan gi opphav til (økologisk relevante) langtidseffekter. Utslipp av produsert vann er komplekse blandinger bestående av flere tusen stoffer. Det har vist seg å være en utfordring å koble tilstedeværelse av et stoff til stoffets giftighet, og minst like viktig, å koble giftigheten i en kompleks prøve til tilstedeværelse av en eller flere giftstoffer

Ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) **159113** er det utviklet en rekke småskala *in vitro* testmetoder som er benyttet til å karakterisere giftigheten av organiske stoffer i produsert vann. Resultatene viser at produsert vann inneholder stoffer som kan gi akutt giftighet, dannelse av frie radikaler, oksidativt stress, hormonforstyrrelser, aktivering av arylhydrokarbon (Ah) reseptor, DNA-skade, og neurotoksisitet. NIVA antar at resultatene fra arbeidet kan ha betydning for vurdering av biologiske endepunkter til bruk i vannsøyleovervåkingen av Nordsjøen. Resultater fra studiene viser samvirkende effekter, og det bør derfor vurderes å gjennomføre en føre-var-tanke-gang i risikovurdering av komplekse blandinger på kort sikt, for eksempel i form av sikkerhets-faktorer. Anti-androgene stoffer sammen med østrogene stoffer (eksempelvis

alkylfenoler) i produsert vann vil potensielt sett kunne forsterke effekten av hverandre og medføre større hormonforstyrrende effekter enn det som tidligere er antatt. Akutt og kronisk giftighet av naftensyrer kan ha betydning for risikovurdering av komplekse utslipp fra oljeproduksjon, og vurdering/utredning av eventuelt bidrag til giftighet bør prioriteres på kort sikt.

Produsert vann blir raskt fortynnet etter utslipp fra plattform. En eventuell eksponering av villfisk som befinner seg nedstrøms vil derfor alltid føre til en lav dose. Derfor er det mye usikkerhet knyttet til graden av eksponeringen i villfisk fanget i nærheten av offshore-plattformer. Ved å utføre eksponeringen med lav dose på fisk i laboratorie, kan det meste av denne usikkerheten elimineres. Dette har også betydning for målesikkerheten av eventuelle biologiske effekter. International Research Institute of Stavanger (IRIS) **153898** har gjort forsøk som viser at det er mulig å gjennomføre realistiske (lavdose) eksponeringer av fisk for et bestemt produsert vann i laboratorie. Det ble også gjennomført forsøk der målsettingen var å benytte gallen i fisken som prøvetype for å måle bestemte metabolitter (nedbrytningsprodukter) av alkylfenoler typisk for produsert vann. Studien utviklet og validerte en GC-MS-SIM-metodikk som sannsynligvis er ca. 100x mer sensitiv enn de eksponeringsmålene som hittil er benyttet innenfor marin miljø-overvåking i Nordsjøen. Resultatene av studien på kort sikt vil kunne innebære en bedring av vår evne til å vurdere miljøeksponering fra produsert vann i marine fiskepopulasjoner. Denne målemetoden blir nå fulgt opp som en potensiell anbefalt metode i sammenheng med marin miljøovervåking i Nordsjøen og andre steder hvor det skjer store utslipp av produsert vann til det marine miljø.

Eksperimenter utført ved Havforskningsinstituttet **153692**, viser at torsk er veldig sensitive for alkylfenol, og at disse stoffene påvirker en rekke biokjemiske og fysiologiske prosesser. Et spesielt viktig resultat var at eksponerte fisk hadde en forsinkelse på gytetidspunktet på mellom 1-2 måneder, selv ved lave doser. Gytetidspunktet for torsken er knyttet til opp-blomstringen av plankton. Det er derfor viktig at eggene gytes på et tidspunkt som sikrer at torskelarvene overlapper i tid med oppblomstringen av plankton fordi denne sikrer god føde-tilgang. En forsinkelse i gytetidspunktet kan derfor være forbundet med stor risiko i form av dårlig rekruttering. Effektene ble observert selv ved lave doser (20 µg/kg ≈ 40 ng/liter sjøvann). Den store fortynningsfaktoren som er til stede ved offshoreutslipp, fører likevel til at man kun kan forvente skadelige konsentrasjoner helt nær plattformene

Instituttet har også studert langtidseffektene av produsert vann eksponert på tidlige livsstadier hos Atlantisk torsk (embryo, larver og tidlig juvenile fisk) **163338**. De har ikke observert noen skadelige effekter på embryoutvikling, klekkesuksess, vekst og overlevelse hos torsk, selv om fisken på et tidlig livsstadium er blitt eksponert for produksjonsvann i lave konsentrasjoner. Ved høye konsentrasjoner er det derimot funnet en lang rekke skadelige effekter. Det ble ikke funnet langtidseffekter på vekst eller overlevelse for de ulike gruppene eksponert fisk. For torsk som var blitt dosert med 0,1 % og 1 % produsert vann i sen yngelfase, var det imidlertid en markant nedgang i mengden normalutviklete egg som ble gytt. Resultatene viste at ”lowest-observed-effect concentrations” (LOEC) for kronisk giftighet på det tidlige larvestadiet hos torsk, er mellom 0,1 % og 1 % produsert vann. Den store fortynningsfaktoren som er til stede ved offshoreutslipp, fører til forventet skadelige konsentrasjoner helt tett på plattformene. Det er likevel viktig å holde fokus på at produksjonsvann inneholder store mengder av miljøskadelige stoffer. Mange naturlig forkommende stoffer i produksjonsvann, som PAH, alkylfenoler og tungmetaller, vil klart bli klassifisert innenfor sort kategori (Klif), og bør være forbudte å slippe ut.

Det har vært diskutert hvorvidt produsert vann gir DNA-skader. Ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) **164419** er det vist at eksponering for noen av de mer vannløselige polysykliske aromatiske hydrokarbonene (PAH) og alkylfenoler vil gi DNA-skade i torsk. DNA-

skadene er addukter. Resultatene viste også at pulset eksponering ikke ga signifikant forhøyde nivåer av addukter, muligens fordi de repareres raskt. Langtidseksponering med selv lave konsentrasjoner av produsert vann (selv uten oljedelen) gir DNA-skade hos torsk. Kronisk eksponering vil være uvanlig i åpent hav, men vil kunne forekomme i kystsonen, eventuelt etter utslipp og påfølgende utlekking, eller i tilknytning til sedimenter. Resultatene bekreftet at noen responser avhenger av når i en eksponering målingen gjøres, mens andre er stabile gjennom en eksponeringsperiode eller øker jevnt ved lengre eksponering. Dette er viktig kunnskap for å kunne velge de rette metodene til miljøovervåking.

For å få mer presis overvåkning er det ønskelig å utvikle et sett av nye biomarkører som kan fange opp følsomme signaler om miljøtilstanden i havet rundt utslipp av produsert vann fra olje-virksomheten. Dette vil kunne implementeres i miljøforvaltningen som en del av vannsøyle-overvåkingen som Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) har ansvaret for. Molekylærbiologisk institutt (UiB) **164423** har gjennomført et arbeid der ett av målene var å utvikle nye biomarkørkandidater for torsk, basert på proteom-studier. 17 kandidatproteiner ble identifisert, og det ble utviklet antistoffer mot dem. Disse antistoffene har blitt testet ut på materiale fra ulike eksponeringssituasjoner, og flere av disse antistoffene ble for eksempel brukt i undersøkelsen etter oljeutslippet på Statfjord A, desember 2007. Videre ble det studert proteinendringer i plasma fra juvenile torsk eksponert for råolje og råolje tilsatt alkylfenoler og PAH-forbindelser (surrogat produsert vann). Resultat oppnådd fra proteinutrykkingsprofiler etter eksponering til råolje og surrogat produsert vann indikerer effekter på immunsystemet, reproduksjon, skjelettdannelse, fettsyremetabolisme, oksidativt stress, cellemobilitet og apoptose. Det ble også påvist effekter av langtidseksponering (3 måneder) for produsert vann på proteinmønsteret hos torsk, både torske-larver og i lever hos torskeyngel, ved konsentrasjoner som befinner seg tilsvarende 1-2 km fra plattformen (0,01 % produsert vann). Dette er lavere enn det som har vært påvist med andre metoder tidligere. Basert på et føre-var-prinsipp, tilsier dette at effektene av produsert vann kan ramme et mye større område enn tidligere antatt. På kort sikt burde dette føre til en revisjon av overvåkingsprogrammene for sokkelen, med sikte på økt bruk av biologiske effektmålinger for å kunne dokumentere nulleffekt av utslipp. På lengre sikt må resultatene videreføres og metodene videreutvikles til enkle overvåkingsmetoder som valideres i robuste feltforsøk før de tas i bruk for eksempel i vannsøyleovervåkingen.

Den kjemiske sammensetningen av produsert vann gjenspeiler den vannløselige delen av olje, men vil sammenlignet med olje være anriket med spesielt polare (vannløselige) forbindelser og mineraler fra formasjonen. I tillegg vil det produserte vannet inneholde en viss mengde dispergert olje og kjemikalier som er tilsatt i produksjonen. Ved SINTEF Materialer og kjemi **157673** har man studert innholdet av naturlige oljekomponenter, og ikke sett på tilsatte kjemikalier og mineraler fra formasjonen, og oppnådd en betydelig bredere forståelse av den komplekse kjemiske sammensetningen av vannløselige ekstrakter av råolje. En rekke typer av forbindelser har blitt identifisert, og disse har det vært lite fokus på i eksisterende miljørisikobeskrivende modeller for produsert vann (for eksempel EIF-modellen). Resultatene fra prosjektet har blitt brukt til å øke forståelsen av toksisitetsbidraget fra oljeforbindelser i produsert vann. Resultater og metoder fra prosjektet vil etter planen videreføres, og vil i så fall ha betydning for forvaltningen på lang sikt.

Institutt for Energiteknikk **163323** har utført en rekke forsøk for å måle radioaktivitet i forbindelse med produsert vann, både bakgrunnsverdier og effekter på en rekke organismer. Forsøkene viser små eller ingen målbare effekter verken på opptak eller biologiske effekter, men det ble funnet at tilstedeværelsen av ”scale inhibitor” økte tilgjengeligheten til radium biologisk med en faktor >5 mot ubundet radium. Det forventede opptaket av radium i fisk og videre i mennesket er likevel lavt. En dose til levende organismer i havet vil være godt innenfor det som defineres som velvære-sonen, og hvor ingen negative effekter kan observeres. Stråledoser til mennesker fra

inntak av sjømat vil likeledes være neglisjerbare for målte og beregnede konsentrasjoner. For dyr og mennesker synes implikasjoner av doser fra utslipp av produsert vann å være så lave at de ikke har betydning. På kort sikt vil det derfor ikke være påkrevet med spesielle tiltak. På lang sikt bør påvirkning på opptak av radium og polonium av oljekomponenter i produsert vann og tilsatte kjemikalier undersøkes nærmere.

7.2.2 Borekaks/slam

Borekaks slippes ut fra olje- og gassinstallasjoner til sedimentoverflaten på havbunnen, der de kan skade bunndyrene og funksjonen til bløtbunnsfauna. Tidligere eksperimenter har vist betydelige effekter på bunnsamfunn fra borevæske basert på mineralolje, ester, eter, acetyl og olefin med baritt som vektmateriale. I et arbeid utført ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) **173333** er det vist sammenlignbare effekter av borekaks med vannbasert borevæske og vektmaterialet ilmenitt på bunnfauna, og dette medførte signifikant nedgang i biologisk mangfold av bunnlevende virvelløse dyr i kontrollerte langtids-eksperimenter. Effektene var kraftige og nesten ingen arter overlevde begravingen av 24 mm kaks. Resultatene fra studiene viste at vannbasert borekaks har større miljøeffekt enn tidligere antatt. Anbefalingen er at nedslammingseffekten av vannbasert borekaks tones ned, mens andre egenskaper i kaksen får større fokus. Både myndighetene og oljeselskapene bør ta denne informasjonen i betrakting når de vurderer miljøkonsekvensene av utslipp av vannbasert borekaks. I løpet av 2010 har NIVA **164410** testet toksiske effekter av oljebasert, syntetisk og vannbasert kaks på tre forskjellige grupper organismer, og vannbasert borekaks ga signifikant effekt på samtlige organismer. Effektene var sammenlignbare med olje og syntetisk borekaks. Videre må effektene utredes videre i henhold til oksygenforbruk, toksisitet og mineralogi (form og sammensetning). Forskere, oljeselskaper og forvaltningen må sammen jobbe videre for å finne best mulige teknikker og praksis ved bruk av vannbasert kaks i marine miljøer.

Også ved International Research Institute of Stavanger (IRIS) **173418** har man studert effektene på torsk, kamskjell og blåskjell som har blitt eksponert for suspenderte partikler av vannbasert boreslam (WBM) og komponenter i boreslammet i langtidsforsøk. Også metaller i vevet til de eksponerte dyrene er analysert for å finne ut om metaller fra boreslammet ble tatt opp, sammen med en serie forsøk for å studere utlekking av metaller fra ulike typer boreslampartikler. Generelt var det høyere utlekking av metaller fra brukt vannbasert boreslam enn fra barytt, ilmenitt og bentonitt. Kamskjell var mest følsomme for boreslam, men også torsk og blåskjell (voksne og larver) hadde negative effekter. Generelt var det mer effekter på skjell eksponert for vannbasert boreslam enn skjell eksponert for barytt og ilmenitt (vektmaterialet). WBM ga effekter på kamskjell i konsentrasjoner fra 0,5-20 mg/L partikler. Høy konsentrasjon ga mest effekt, men selv et halvt milligram partikler per liter ga respons i kamskjellene. Den batchen av barytt-WBM som ble testet, ga mer alvorlige effekter enn ilmenitt-WBMen. Myndighetene og oljeselskapene kan bruke resultatene til å sette en grense for hvor mye boreslampartikler det er akseptabelt å ha i vannet. De effektkonsentrasjonene som er funnet må kombineres med informasjon om spreding og oppholdstid for boreslampartikler i vannet. Når forvaltningen bestemmer hva slags vektmateriale industrien skal pålegges å bruke, bør de også ta hensyn til effekten av brukt mudd, ikke bare innholdet av metaller. Dette gjelder effektene på bunndyr som lever nær utslippet og ”drukner i kaks”, men også effekter av suspenderte boreslampartikler som kan transporteres med havstrømmene langt vekk fra borestedet.

7.2.3 Hydrokarboner

Oljevirksomhet i Arktis er forbundet med risiko for oljedrift mot iskanten i havet. Det er viktig å etablere naturlige tålegrenser for oljepåvirkning gjennom forsøk med nøkkelarter i de arktiske økosystemene. Amfipoden *Gammarus wilkitzkii* er en nøkkelart i randområdene for pakkis, og

utgjør et viktig næringsgrunnlag for høyere organismer, som polartorsk. Potensielt vil oljedrift inn i pakkis kunne bli frigjort med ulike mellomrom i smelteperiodene, og denne nøkkelarten vil kunne bli eksponert for olje. Kunnskap om bioakkumulering og tålegrenser er derfor et viktig grunnlag for operatører og offentlig forvaltning. Ved International Research Institute of Stavanger (IRIS) **164407** er det gjennomført en rekke forsøk som indikerer høy bioakkumulasjon, men samtidig høyt toleransenivå hos amfipoden *G. wilkitzkii* for vannløselige fraksjoner av olje. Det er avgjørende for framtidige olje- og gassaktiviteter i nordlige regioner å utvikle overvåkings-metoder for mulig påvirkning av arktiske nøkkelarter.

7.2.4 Flammehemmere

I et studium gjennomført av Norsk institutt for luftforskning (NILU) **173446** ble det utviklet metoder for å påvise nyere flammehemmende stoffer. Forekomster av disse, sammen med tidligere mer vanlige flammehemmere ble studert i vannprøver, sedimentprøver og i forskjellige leverprøver av fisk i nærheten av offshoreinstallasjoner i Nordsjøen. I alle typer substrat ble det i varierende grad funnet forhøyede verdier for de forskjellige stoffene. Det ble også gjennomført studier av toksisitet, hvor signifikante genuttrykk som resultat av påvirkningen ble funnet. Både bakgrunnsverdier og grenseverdier er nødvendige for at myndighetene kan drive overvåkning av disse miljøgiftene, og sette grenser for anvendelse.

7.2.5 Modeller

Et arbeid er gjennomført ved Akvamiljø as **153882** for å integrere biologiske effektmetoder (biomarkører) til miljørisikosystemet som er utviklet og brukes av olje- og gassindustrien på den norske kontinentalsokkelen. I forsøk med oljeeksponerte marine organismer ble det etablert standarder og fordeling av følsomhet basert på terskelverdier for biologiske effekter, både på individnivå (miljørisikoparametere) og sub individnivå (overvåkningsparametere). Disse resultatene bidrar til å fastslå tålegrenser for miljørisikoberegninger og terskelverdier for overvåking. Resultatene for biomarkør er målt med OSPAR-anbefalte metoder for marin overvåking av biologiske forurensningseffekter. Deler av datagrunnlaget er allerede brukt av ICES/OSPAR til å fastsette terskelverdier for biomarkører, som videre er lagt fram som grunnlagsforslag for EUs marindirektiv. Dersom EU oppnår enighet om å bruke dette, vil resultatene på noe sikt (3-10 år) kunne være med å danne grunnlag også for overvåkingen i norske marine forvaltningsområder, blant annet i Barentshavet.

International Research Institute of Stavanger (IRIS) **173343** har etablert modeller av vannkvalitet basert på regresjoner mellom nivå av forurensende komponenter og biomarkører. Slike modeller gjør det mulig å estimere konsentrasjoner av ukjente stoffer og dermed kunne klassifisere vannkvalitet basert på tidligere datasett fra samme område. Dette er nyttig i overvåknings-sammenheng. Det er også implementert GIS kartverk for grafisk beskrivelse og tolking av vannkvalitetsdata.

7.3 Annen antropogen påvirkning

Mennesket øker sin aktivitet og utvider sin innflytelse overalt i det marine miljø. I tillegg fører aktiviteter på land til påvirkning av kystsonen gjennom tilførsler av diverse forurensende stoffer. I mange havne- og fjordområder kan utlekking av miljøgifter fra deponier og sedimenter være så betydelige at kostholdsråd for inntak av sjømat er nødvendig. Den menneskelige påvirkningen på havet og i kystsonen har vært økende over en lang periode, og vi må forvente at prosessen vil fortsette. I henhold til føre-var prinsippet må den økte bruken og innflytelsen imøtekommes med økt innsats for å forstå det marine miljø og kunne forvalte denne ressursen på en bærekraftig måte.

For å bedre forholdene for områder som allerede er rammet av miljøgifter, kan opprydning være en løsning. NGI **184928** har erfart at det kan være krevende å planlegge og gjennomføre større opprydningsprosjekter av sedimenter. Helt fram til i dag har interessenter vært hørt som en del av lovpålagte åpne høringer og høringsuttalelser som finner sted etter detaljprosjekteringen. De som blir berørt av et tiltak, har ofte veldig god lokalkjennskap til området. Sosiale medier og ny teknologi har ført til at "folk flest" har større muligheter til å påvirke prosesser enn tidligere. Derfor blir det viktig å involvere interessenter på et tidlig tidspunkt på større miljø- og samferdselsprosjekter for på den måten å få bedre løsninger og oppslutning.

De fleste tiltakene for å rense og redusere menneskeskapt forurensning er knyttet opp mot punktutslipp som avløp og kloakk. I et arbeid utført ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA) **173461** ble det fokusert på andre forurensningskilder; resultat av menneskelig rekreasjons-aktiviteter. I flesteparten av de 14 undersøkte stasjonene i Oslofjorden fant NIVA forhøyede verdier av komponenter fra solkrem (diverse UV-filtre). Konsentrasjonene av UV-filtre var svært høye og oversteg til tider nivåene som kan forårsake hormonelle forandringer. Disse nivåene kan ha en mulig framtidig effekt på den marine faunaen. Det ble også funnet forhøyde verdier av stoffer fra insektmiddel og fra maling brukt på fritidsbåter. Resultatene fra denne undersøkelsen viser at å bruke fjordene til rekreasjonsformål fører til forurensning som tilsvarer den bruken disse områdene utsettes for.

Utslippene av miljøgifter er som nevnt størst i tilknytning til kloakk- og avrenningsutlipp fra byer. I en stor undersøkelse utført av Norsk institutt for naturforskning (NINA) **173447** ble en rekke organiske miljøgifter og tungmetaller analysert i vann, sedimenter og organismer i en gradient fra bynære lokaliteter som presumptivt er påvirket, til kontrollstasjoner et stykke fra byen. Både nivåer av organiske miljøgifter som PCB og DDT, samt tungmetaller (kvikksølv og tinn) viste forhøyede verdier både i vann, sediment og bioakkumulert i bentiske evertebrater, fisk og fugleegg nærmest byen. Flammehemmere var derimot jevnt fordelt, noe som indikerer en annen kilde, trolig offshore-installasjoner. Resultatene viser at Trondheim havn fortsatt er belastet med organiske miljøgifter og tungmetaller, og ytterligere tiltak er nødvendige. Tiltak som bør vurderes, er forbedret oppsamling av overflatevann, bedret renseanlegg og mudring/deponering. Det er iverksatt forbud mot behandling av båtskrog med tinnholdig maling, og situasjonen vil sann-synligvis bli bedre over tid. Situasjonen bør overvåkes. I tillegg til kontinuerlig måling av tungmetaller i avløpsvannet fra renseanleggene, bør tungmetallinnholdet i overflatevannet også overvåkes. Norges Geotekniske Institutt (NGI) **178141** har funnet at utslipp av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og polyklorerte bifenyler (PCB) i Oslofjorden skyldes både gamle synder og pågående utslipp. PAH kommer fra luft i form av pågående utslipp, mest fra trafikken, og sedimenter. Det er også utslipp av PCB til vann og luft, og den dominerende kilden er utslipp fra gamle forurensede sedimenter. Passive prøvetakere kan legge til rette for og forenkle måling av sediment-vann-luft-flukser av kontaminanter, og dermed redusere utslipp til fjordvann. De kan angi hvilke type tiltak som gir mest effekt i ulike forbindelser, og på sikt kan prøvetakere danne grunnlag for risikovurderinger på fritt løste kontaminantkonsentrasjoner.

Analyser som Norsk Polarinstitutt **173430** har gjort av organiske miljøgifter i egg fra ulike sjøfuglarter i en periode på 20 år viser en generell nedgang av PCB og DDT/DDE. Til tross for dette utgjør disse stoffene den høyeste andelen av den totale miljøbelastningen hos sjøfugl. Dette illustrer et viktig poeng. Det tar lang tid fra forbud og bruk av miljøfarlige stoffer til tilsvarende reduksjon i miljøet observeres. Studiet viser at det er viktig å etablere tidsserier av ulike miljøgifter for å kunne påvise geografiske forskjeller og tidstrender, men også analysere miljøgifter hvert år for å se hvordan miljøbelastningen varierer. Nivåene av den bromerte flammehemmeren heksabromsyklododekan (HBCD) øker, og til tross for en generell nedgang i miljøgiftkonsentrasjonene, er arktiske dyr fortsatt påvirket av høyere nivåer med miljøgifter i

sensitive organer som lever og hjerne. Arktiske dyr må i perioder tære på fettreservene, og når stoffene frigjøres i blodet kan dyrene være utsatt for effekter av organiske miljøgifter. Det er også stor forskjell i miljøbelastningen mellom dyregrupper. Det er derfor viktig at overvåkningen av miljøgifter gjøres på ulike arter av dyr, og at resultatene kan sammenlignes over tid.

7.3.1 PCB

Molekylærbiologisk Institutt, UiB **140293** gjennomførte i perioden 2001 til 2006 en rekke forsøk for å identifisere biomarkører på polyklorinerte biphenyler (PCB). Instituttet fant endringer i proteinstrukturer i eksponerte organismer; blåskjell. På lengre sikt har dette arbeidet lagt grunnlaget for utvikling av mer sensitive metoder for miljøovervåking.

Norsk institutt for luftforskning (NILU) **173428** har målt organiske miljøgifter i luft i norske kystsoner, og resultatene viser at forhøyede nivåer primært kan tilskrives gjenværende lokale utslipp, og ikke atmosfærisk langtransport. Forvaltningen kan nå få bistand til oppsporing av gjenværende kilder for organiske miljøgifter til luft. For å kunne gi kostholdsråd på sjømat, er det nødvendig å identifisere og kontrollere eksisterende tilførsler, og å kunne evaluere rasjonelle kontrollstrategier for å redusere miljøgiftbelastningen i kystsonene. Resultatene viser imidlertid at enkelte kystsoner med kostholdsråd på sjømat har klart forhøyede nivåer av miljøgifter som PCB i atmosfæren, og disse er forårsaket av pågående lokale utslipp til luft. Atmosfæren utgjør en viktig tilførselsmekanisme for organiske miljøgifter til akvatisk miljø. Vi kan ikke se bort ifra at kontrolltiltak rettet mot sedimenter alene på sikt kan vise seg å være bortkastet, med mindre de gjenværende lokale utslippene til luft identifiseres og kontrolleres. Metoden som har blitt utviklet og kvalitetssikret, kan gi viktig informasjon for å identifisere rasjonelle kontrollstrategier for miljøgiftproblematikken i norske fjorder og kystsoner, samt innsjøer der organiske miljøgifter utgjør et problem.

7.3.2 Bromerte flammehemmere

Norsk institutt for luftforskning (NILU) **173366** har gjennomført et prosjekt med bakgrunn i en rapport finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) om funn av forhøyde nivåer av den bromerte flammehemmeren (BFR), heksabromsyklododekan (HBCD) i Åsefjorden utenfor Ålesund. HBCD brukes særlig i isolasjonsmaterialer som blant annet benyttes i bygninger, og er karakterisert som en miljøgift. Det er gjort foringsforsøk på mus og fisk for å se på stoffets toksikologiske egenskaper.

Et representativt næringsnett fra fjorden bestående av sedimentlevende børstemark, blåskjell, strandkrabbe, og egg fra ærfugl og svartbakk ble hentet inn. Generelt sett viser funnene en klar konsentrasjonsgradient både i sediment og i organismene i avstand fra kilden. Dette betyr at organismene var eksponert for HBCD.

Tilgjengelige studier som er gjort på toksisitet av HBCD, har vist at dette stoffet ikke regnes som spesielt giftig, men kunnskapen er likevel mangelfull. Opptaksstudiet viste at HBCD raskt ble tatt opp og spredt ut i fiskens organer.

To forskjellige musestammer ble eksponert for forskjellige konsentrasjoner av HBCD. De mest påfallende morfologiske effektene var at både lever og nyre ble påført skade. Konsentrasjonene som induserte denne effekten var relativt høy, men viser likevel for første gang at HBCD kan være nyre- og levertoksisk.

7.2.3 Perfluorerte forbindelser

Perfluorerte forbindelser (PFC) er en stor gruppe kjemiske stoffer. Totalt finnes det flere hundre forbindelser. To av stoffene, PFOS (perfluoroktylsulfonat) og PFOA (perfluoroktylsyre), har alvorlige helse- og miljøskadelige effekter. De gjenfinnes i miljøet og brytes ikke ned. NTNU **178611** har funnet effekter som kan føre til alvorlige fysiologiske problemer og utviklingsproblemer hos fisk. Studiet viser at laksefisk som er kontinuerlig eksponert for PFOS eller PFOA gjennom kostholdet har skader i nyre og lever. En effektiv fjerning av PFC og andre langsomt nedbrytbare forbindelser fra vannfasen i sigevann i kommunale avfallsdeponier er en utfordring. Sett i lys av denne studiens funn av toksiske effekter hos fisk og at avrenning fra deponier representerer en kilde til PFC og andre bioaktive organiske forbindelser som legemidler og biocider til miljøet, er kunnskap om effekter og effektnivåer av hormonforstyrrende kjemikalier hos fisk svært viktig.

7.2.4 Høsting av tareskog

Stortare er en viktig ressurs som råstoff for å utvinne alginater. Høsting av stortare foregår i dag fra Jæren i sør til Trøndelag i nord. Uttaket har vært stabilt de siste årene, og ligger på rundt 160 000 tonn. Resultatet fra studier ved Institutt for Biologi (UiO) **164941** viser gjenveksten vil være størst i eksponerte områder. Samtidig vil de økologiske forstyrrelsene være størst i de samme områdene. Områder som tråles vil være påvirket i de første 4 – 5 årene etter inngrepet. På lenger sikt (5 – 10 år) blir områdene fullstendig restituert.

7.2.5 Effekter av fiskeoppdrett

Til dels store mengder villfisk trekkes til oppdrettsanlegg, i snitt omlag 10 tonn per anlegg per dag i sommerhalvåret. Sei, torsk og hyse er de vanligste artene. I studier gjennomført ved SINTEF Fiskeri og havbruk **173384** fant de til sammen 15 ulike arter ved oppdrettsanlegg. Mengden fisk reduseres raskt når avstanden til anleggene blir større. Dette kan påvirke spatial og temporal fordeling av viktige arter i kystfisket. I områder der for eksempel torskebestandene er sterkt redusert, kan dette bidra til å beskytte bestandene. Fiske foregår ikke nært oppdrettsanlegg. Tiltrukket fisk vandrer kjapt og relativt ofte mellom oppdrettsanlegg i samme fjord. Dersom villfisk og oppdrettsfisk deler patogener, kan dette innebære at villfisk fungerer som smittebærere mellom anlegg og fra oppdrettsfisk til villfisk. Foreløpige analyser tyder på at villfisk fanget ved oppdrettsanlegg har høyere nivå av en rekke miljøgifter, inkludert DDT, enn villfisk fanget et stykke unna oppdrettsanlegg. Nivåene er imidlertid så lave at det høyst trolig ikke er farlig å spise fisken. Årsaken til forhøyede nivåer er at tiltrukket villfisk har en fetere diett (pellets) enn ikke-tiltrukket fisk og at miljøgifter "bindes" bedre i fett.

7.2.6 Eutrofiering

Biologisk institutt (UiO) **173478** har vist at overvintrende brisling er i stand til å tåle oksygenverdier ned til 7 % metning. Dette er betydelig lavere oksygenkonsentrasjoner enn tidligere toleranseverdier oppgitt for sildefisk. Undersøkelsen har videre gjort det klart at ulike torskefisk (predatorer) i praksis ikke dykker ned i oksygenverdier lavere enn 15-20 %. Dermed fungerer de hypoksiske vannmassene som et predator-refugium for brislingen. Brislingens evne til å tolerere, og potensielt utnytte, vann med lave oksygenverdier kan være avgjørende for fortsatt suksess i kystnære områder der hypoksi forekommer både av naturlige, og i økende grad av antropogene årsaker. Undersøkelsen har videre avdekket brisling som svømmer til overflaten, trolig for å gulpe luft. Én hypotese er at fisken kan benytte oksygenet i svømmeblæren når den befinner seg i vann med lave oksygenverdier. Evnen til å tåle lave oksygenverdier avhenger imidlertid av temperaturen, og økt energibehov i varmere vannmasser medfører at fisken trenger mer oksygen. Dette viser at kvaliteten på hypoksiske overvintringshabitat vil endre seg som følge av eventuelle økninger i temperaturen. Det ble også vist at Kopepoder som overvintrer i dypet i et dvaleliknende stadium (*Calanus*) har høy toleranse for lave oksygenverdier, og at disse

representerer den viktigste føderessursen for overvintrende brisling. Imidlertid har det framkommet at brislingens fødeaktivitet om vinteren ikke er relatert til mengden tilstedeværende kopepoder, men heller til oksygenverdiene. Fordøyelse krever oksygen, og ved lave oksygenverdier slutter brislingen å spise. Å la være å spise representerer en kostnad, men det er tydeligvis adaptive fordeler som oppveier denne kostnaden. Vi konkluderer med at dette er predatorunnvikelse. Resultatene viser at den vertikale oksygengradienten i forhold til brislingens hypoksi-toleranse er den viktigste faktoren for at føde er tilgjengelig om vinteren. En slak oksygenprofil med et vertikalt utstrakt habitat mellom 7 og 15 % metning vil dermed definere et optimalt overvintringshabitat både i forhold til fødeinntak og predatorer.

Ved Biologisk institutt (UiB) **152862** er det vist at lavt oksygeninnhold (hypoksi) på kort sikt kan redusere vekst og overlevelse, og på lengre sikt vil kunne endre populasjonsstruktur og populasjonsvekst. Ved forvaltning av lokale populasjoner av kysttorsk, og særlig i eutrofierte områder, bør man i forvaltningsmodeller ta hensyn til temperatureffekter og effekter som skyldes lavt oksygennivå i det marine miljø.

8 Kunnskapsgrunnlag marin økologi

Økosystembasert forvaltning krever ny og omfattende kunnskap om økosystemene, men er nødvendig for å gi råd om bærekraftig bruk av ressurser og goder fra økosystemene slik at deres struktur, virkemåte og produktivitet opprettholdes. Forståelse for og forvaltning av de levende marine ressursene i våre økosystemer krever kunnskap om hvordan fysiske, kjemiske og biologiske faktorer påvirker økosystemene.

Havforskningsinstituttet **173348** har funnet støtte for en type økosystemregulering som kalles "waspwaist" da de undersøkte romlig overlapp og årlig variasjon i antall individer av dyreplankton, pelagisk fisk (sild og lodde), torsk, bardehval og sjøfugl i Barentshavet. Noen få arter av pelagisk fisk i midten av næringspyramiden regulerer en mengde arter zooplankton gjennom beiting, samtidig som de regulerer mange ulike arter av toppredatorer, nærmere bestemt torsk, sjøpattedyr og sjøfugl, gjennom tilgang på mat. Til tross for en waspwaist har toppredatorene i Barentshavet klart seg bra selv etter at lodda kollapset i 2003. Dette skyldes at toppredatorene typisk er generalister og det var god tilgang på alternative byttedyr. Situasjonen hindrer på den annen side sannsynligvis gjenoppbygging av torskebestander i Nord-Atlanteren. Fiskeri rettet mot pelagiske fiskebestander kan derimot virke stabiliserende så lenge det ikke går dramatisk utover mattilgangen til predatorene. Fordi toppredatorene i våre havområder er generalister, er det i et økosystemperspektiv riktig å fokusere på forvaltning av funksjonelle grupper framfor enkelte arter. Hvis en art kollapser, er det viktig at det er en annen pelagisk fisk igjen i havet. Ellers kan det få store konsekvenser for toppredatorene, på samme måte som for lodda på 80-90-tallet.

8.1 Verktøy (metodikk/modellering/taksonomi)

En god beskrivelse av havets fysiske tilstand er fundamentet for all kunnskap om det marine miljøet, som i sin tur er nødvendig for kunnskapsbasert marin forvaltning. Tiltak for å forbedre havprediksjon vil fortsatt være nødvendig, fordi vi har få *in situ* observasjoner under havoverflaten og våre numeriske modeller er unøyaktige. Meteorologisk Institutt (UiB) **152880** har utviklet og testet en ny algoritme for assimilasjon av *in situ* observasjoner i en operasjonell havmodell for norske farvann. Denne gir en noe bedre analyse av havets tilstand i dypet, men en litt dårligere analyse ved havoverflaten. På kort sikt er det ventet at dette resultatet vil lede til en noe forbedret varslingsevne for de fysiske havparametrene (strøm, temperatur, saltholdighet). Instituttet har også gjennomført en rekke simulerte observasjonsstudier (OSSE) som gir verdifull informasjon om hva slags parametere vi bør måle, hvor målingene trengs mest, samt når og hvor ofte.

Ved Bergen Center for Computational Science (BCCS), UiB **164501** er det utviklet et program for å beregne ikke-hydrostatisk trykk i numeriske havmodeller. Ikke-hydrostatisk trykk er trykk i havet som skyldes bevegelsene i vannmassene. Dette trykket er vanligvis neglisjert i beregninger av strøm i havet. Det kan forsvares i beregninger av strøm i store havområder som for eksempel Nordsjøen. Slike studier benytter grov romlig oppløsning. I mer fokuserte studier av strøm i havnebasseng og gjennom trange sund er effektene av det ikke-hydrostatisk trykket vesentlige og må inkluderes. Prosjektet har utviklet robuste og effektive metoder for å beregne dette trykket. Det er et stadig større trykk på miljømessige problemstillinger knyttet til fjordene og kysten. For å

kunne studere spredning av utslipp, lakselus, sykdom osv. på en realistisk måte, trengs det detaljerte numeriske studier med fin romlig oppløsning. I slike finskala studier som er nødvendig som grunnlag for forvalting, må ikke-hydrostatisk trykk inkluderes. Detaljerte beregninger av strøm er også nødvendig for å styre trafikksikkerheten i havner og i trange farvann. I den forbindelse kan også de nyutviklede ikke-hydrostatiske trykkmetodene kunne gi mere presise beregninger enn det vi opererer med i dag.

SINTEF Fiskeri og havbruk **178421** har studert hvordan luftbobler kan brukes for å løfte zooplankton (Raudåte) mot overflaten. Oppvelling, der større mengder bobler genererer en oppadrettet vannstrøm, har vist seg å konsentrere raudåte nær overflaten på en effektiv måte under feltforsøk i Lofoten og Vesterålen. Flotasjon peker seg ut som en spennende metode å høste maneter, eller løfte maneter ut av planktonhåver og -tråler. Oppvelling kan bli en interessant fangstmetode, primært fordi den kan konsentrere en ressurs som ellers forekommer mer spredt i vannmassene. Det kan også muliggjøre mer stasjonær høsting og kan åpne for nye seleksjonsmekanismer basert på at forskjellige arter og organismer, som vil ha forskjellig evne til å unngå oppvellingen. Styrken på oppvellingen kan reguleres gjennom parametere som luftmengde og bobletetthet.

8.2 Grunnleggende kunnskap om marine økosystemer

8.2.1 De frie vannmasser

Biologisk Institutt (UiB) **158936** har studert hvordan næringssalter (nitrogen og fosfor) beveger seg gjennom den mikrobielle delen av det pelagiske næringsnettet opp til kopepod-nivå. Forsøk i ulike farvann har vist at vi kan forklare resultatene innenfor en relativt enkel næringskjedemodell, der det er tre hovedinnganger for næringssaltene: 1) via heterotrofe bakterier, 2) via autotrofe flagellater, eller 3) via diatomeer. De biogeokjemiske konsekvensene er store fordi inngang 1) gir et system med stort potensial for å bryte ned organisk materiale (for eksempel oljeforurensning), mens inngang 3) gir et stort potensiale for sedimentasjon og transport av karbon til dyphavet. Dynamikken i denne delen av næringskjeden avgjør systemets potensiale for å takle organisk (eksempelvis olje) og uorganisk (nitrogen/fosfor) forurensing, samtidig som dette økosystemet kobler opptak av CO_2 fra atmosfæren med C-transport til dyphavet. Forståelsen av dette økosystemet er også nødvendig for å skille mellom direkte (organismenivå) og indirekte (økosystemnivå) effekter av miljøgifter. Problemene med å omsette kunnskapen i prediktive modeller vil imidlertid begrense direkte bruk av resultatene på kort sikt.

Det er godt dokumentert at vi har en begrenset forståelse av dynamikken i planktoniske økosystemer. Gjennom de siste to decenniene er det vist at de planktoniske næringsnettene har flere signifikante aktører enn tidligere antatt, og disse aktørene samspiller på en kompleks måte. Blant annet er det i to doktorgrader ved NTNU **143184** vist at planktoniske organismer (Raudåte) i stor grad er omnivore - utnytter føde fra både planteplankton og dyreplankton, noe som gjør at konsekvensene av interaksjonene mellom organismer ikke lenger er intuitive, slik som tidligere antatt. Ny kunnskap om funksjon og stabilitet i planktoniske næringsnett legger grunnlaget for en mer holistisk, økosystembasert forvaltning av våre marine ressurser.

Havforskningsinstituttet **155890** har utviklet en tauet farkost for å kartlegge og måle dyreplankton og fisk, og en laseroptisk planktonteller for måling av dyreplankton – alt med høy oppløsning i tid og rom. Den er også utrustet med en rekke sensorer for å overvåke miljøet rundt farkosten. Her nevnes CTD-sonde for å måle temperatur, saltholdighet og dyp, fluorometer for måling av planteplankton, turbiditetsmåler for å måle mengde partikler i vannmassene og to lyssensorer som setter oss i stand til å måle totalt innstrålt lys samt den fotosyntetisk aktive innstråling i vann-massene. Farkostene har potensial til å gi unike data med høy oppløsning i tid og rom for tre trofiske nivåer; planteplankton, dyreplankton og fisk. Målesystemet oppfyller uttrykte behov fra

forskningsinstitusjoner for å kunne samle inn høykvalitetsdata med nødvendig oppløsning i tid og rom, stabilitet og konfidens fra fiske- og planktonfordelinger fra overflaten og ned til store havdyp fra samme fartøy under de fleste værforhold. Denne type kvantitativ informasjon blir stadig viktigere for å styrke grunnlaget for økosystemforvaltning.

8.2.2 Sjøbunnen

Flagellater utgjør en vesentlig del av de eukaryote mikroskopiske organismene som lever i sandstrendene. Biologisk institutt (UiO) **158881** har gjennomført et sammenlignende studium av artssammensetningen i sandstrender i Norge, Spitsbergen og Texas. Ved å videreutvikle kunnskapen om hvilke arter som lever i sanden og deres økologi, vil framtidige undersøkelser kunne indikere graden av organisk forurensning i strendene idet både de auto- og heterotrofe artene generelt har en meget spontan respons på næringstilgangen. Derved kan det være et potensielt problem å flytte sand til områder med annet næringsgrunnlag.

Å kartlegge alle marine områder langs norskekysten er praktisk og økonomisk umulig. Modellering er derfor et nyttig verktøy. Basert på de statistiske analysene av sammenhengene mellom de geofysiske faktorene - dyp, skråning, terrengvariasjon, lysforhold, bølgeeksponering og strøm - og utbredelse/dekningsgrad av marine arter og naturtyper, har Norsk institutt for vannforskning (NIVA) **152962** utviklet modeller som viser sannsynlig utbredelse av de ulike artene/naturtypene som heldekkende kart. Metodikken er essensiell i Det Nasjonale Programmet for Kartlegging og Overvåking av Marint Biologisk Mangfold (2007-2010). Metodikken har blitt overført til områder og arter som i utgangspunktet ikke ble dekket av prosjektet, for eksempel den naturlige utbredelsen av sukkertare (*Saccharina lattissima*) og områder der denne har forsvunnet i Skagerrak.

9 Overvåkning/fjernmåling

9.1 Satelittmåling av algeoppblomstringer

Ved Nansensenteret (NERSC) **146755** er det utviklet og driftet en web-basert tjeneste for distribusjon av satellittbasert vannkvalitetsinformasjon til bruk i for eksempel oppdretts-forvaltningen og fiskeriforvaltning (Fiskeridirektoratet sin beredskapsportal). Tilsvarende web-baserte tjenester er senere utvidet med web-GIS-presentasjoner og er brukt sammen med for eksempel informasjon fra bøyer og skipsdata. Framover vil denne type tjenester kunne benyttes til analyser av sesong- og mellomårlige endringer, og over tid ha betydning for forståelse av klimatiske endringer av det marine økosystem. Robuste og validerte algoritmer er en forutsetting for å benytte denne type satellittdata til studier av klimatiske endringer over lengre tid. Framover vil i større grad havfargedata assimileres i marine økosystem-modeller og bidra til forbedrede prediksjoner av endringer i marine biomasser, samt framvekst av skadelige alger i kystfarvann

For å kunne identifisere algetyper ved hjelp av satellittdata, er det nødvendig med kunnskap om hvordan de ulike algetypene påvirker lysets egenskaper. Ved Institutt for fysikk og teknologi, (UiB) **148147** er det utviklet et instrument for å måle spredningsfunksjonen fra marine partikler. Dette ble anvendt til å bygge opp en database av volumspredningsfunksjoner for ulike algetyper. Store variasjoner i spredningsfunksjonen som var avhengig av algenes størrelse, form og struktur ble funnet.

9.2 Fjernmåling av fiskebestander

Ved Havforskningsinstituttet **152910** er det utviklet et nytt lasersystem for flyovervåking av makrell. Systemet er spesielt egnet for hurtig dekning av utbredelsesområdet til denne hurtig-migrerende arten og er et ideelt redskap for beregning av sonetilhørighet av bestanden i forbindelse med internasjonale forhandlinger om fordeling av fangst. Resultatene viser også at reflektivitet kan måles, tilsvarende akustisk målstyrke, og dermed kan dataene brukes kvantitativt. Videre viste funnene at dersom vi tar i bruk depolarisasjon, kan systemet gjenkjenne ulike arter. For å utnytte disse resultatene trengs noe teknologiutvikling og en videre operasjonalisering av resultatene. Metoden er validert gjennom kombinasjon og sammenligning av resultater fra Lidar, akustikk og trål.

10 Polare områder

Mellom 1877 og 2008 ble 68 arter av fisk registrert rundt Jan Mayen. Av disse er 36 arter dokumentert med minst ett eksemplar i naturvitenskapelige samlinger. En gjennomgang av dette materialet ved Havforskningsinstituttet **184939** viser at lodde og sild er de mest tallrike artene, mens sju arter er representert med bare ett individ. En art av ålebrosmer (*Lycenchelys platyrhina*) er ikke kjent fra noe annet sted i norske farvann. Antallet registrerte arter har økt i løpet av de siste 30 årene. Dataene gir grunnleggende informasjon for framtidig overvåkning av området. Spesielt polare regioner kan bli sterkt påvirket av klimaendringer, og dette kan ha innflytelse på artenes forekomst og distribusjon. Som oppfølging av Forvaltningsplanen for Norskehavet, har Regjeringen dessuten startet en prosess for å åpne Jan Mayen for oljeleting. Sør for Jan Mayen ligger et mikrokontinent som kan ha potensiale. Data om faunaen i området har derfor blitt veldig aktuell, og hovedresultatene fra prosjektet har allerede blitt brukt i en presentasjon om havmiljø og levende marine ressurser ved Jan Mayen i Olje- og energidepartementet i september i 2009.

11 Sjøfugl

Norsk institutt for naturforskning (NINA) **153064** har studert hvilke områder i Barentshavet som er viktige for ulike arter av sjøfugl og sjøpattedyr. Prosjektet har gitt kunnskap om interaksjonene mellom lodde, sjøfugl og sjøpattedyr, og dette vil på sikt være viktig kunnskap for en økosystembasert forvaltning av Barentshavet.

Mange toppskarv som hekker i Øst-Finnmark overvintrer langs kysten fra Polarsirkelen og nordøstover. For å kunne overleve så langt nord, finner disse fuglene mat enten i løpet av de få timene med dagslys midt på vinteren, eller de klarer å fange fisk i mørket. I et studium utført av Tromsø museum (UiT) **173460** ble dette påvist for første gang hos toppskarv. Det er mulig at

toppskarven overlever ved å fange fisk med høy næringsverdi, og denne finner de i områder med konsentrerte fiskeforekomster. Dette viser hvor viktig en god forvalting av fiskeforekomstene er, ikke bare for selve fiskebestandene, men også for de artene som spiser disse fiskene. En kollaps i en fiskebestand kan ha store negative konsekvenser for predatorene ved at sistnevnte enten vil sulte eller måtte forflytte seg til andre områder hvor det finnes nok fisk. En slik forflytting kan ha negative konsekvenser for overlevelsen og/eller reproduksjon andre deler av året.

12 Sjøpattedyr

12.1 Grønlandshval

Observasjoner med Lance i 2006 sammen med undersøkelser gjort 2007-2009 viste at det er en fast forekomst av grønlandshval i området til den tidligere Spitsbergen-bestanden. Det er usikkert hvor mange dyr det er i området. Dette kan kanskje tyde på at bestanden er på vei tilbake. Hvis denne bestanden på sikt bygger seg opp mot den størrelsen den hadde før den store fangsten startet tidlig på 1600-tallet, vil det ha en betydelig innvirkning på det marine økosystem i Grønlandshavet og Barentshavet.

Naturhistorisk museum (UiT) **153028** har også undersøkt hvordan den historiske Spitsbergen-bestanden skiller seg genetisk fra dagens bestand av grønlandshval i Beringhavet. UiT fant små forskjeller mellom de to, og det var heller ingen tegn på at den genetiske variasjonen har endret seg over tid. I dag antar Den Internasjonale Hvalfangstkommisjonen at det er fem bestander av grønlandshval i Arktis. Prosjektets resultater antyder at denne inndelingen ikke er riktig hvis den baseres på genetiske kriterier. Det synes å ha vært utstrakt utveksling av grønlandshval mellom Beringhavet og Svalbard-området. I etterkant av prosjektet har vi arbeidet i nær kontakt med Grønlands naturinstitutt om genetisk differensiering mellom de to bestander av grønlandshval i østlige Canada, Vest-Grønland og Spitsbergen. Endelige resultater skal rapporteres til Den internasjonale hvalfangstkommisjonen i 2010, og vil ha stor betydning for internasjonal forvaltning av grønlandshval i Arktis.

12.2 Vågehval

Basert på fangst- og innsatsdata er det ved Norsk regnesentral **169046** beregnet en serie av relative bestandsestimater for nordøstatlantisk vågehval, justert for ulik fangsteffektivitet mellom båter og geografiske forskjeller. Kvoter for fangst av vågehval fastsettes i dag ved hjelp CLA-prosedyren utarbeidet av Den internasjonale hvalfangstkommisjon. Basert på en populasjons-dynamisk modell er det utført simuleringsstudier for hvilke konsekvenser ulike endringer i CLA-prosedyren kan få, både størrelse av populasjonen og fangstene. Beregningene har inngått i det vitenskapelige arbeidet som ligger til grunn for Norges fangst av vågehval, og resultatene har vært en del av beslutningsgrunnlaget for å fastsette fangstkvoter på vågehval, og for Norges arbeid i Den internasjonale hvalfangstkommisjonen.

12.3 Storkobbe

I 2005 til 2007 gjennomførte Norsk Polarinstitutt **164940** studier på Storkobbe på vestkysten av Svalbard, inkludert Kongsfjorden. I denne perioden var det en betydelig reduksjon av isdekket i området og det var derfor mulig å studere effekter av redusert isdekke på atferd, forekomst, vekst

og overlevelse hos denne arten og noen andre selarter. Redusert isdekke endret fødevalget hos storkobbe, fra høyt til lavere trofisk fødenivå. Arten viste stor grad av plastisitet, både i atferd og fødevalg, men det ble registrert lavere vekstrater i år med lite is sammenlignet med 2005. Lavere vekstrater vil trolig også resultere i lavere overlevelse hos juvenile sel, og derfor er det mulig å postulere en reduksjon i storkobbebestanden som et resultat av redusert isdekke. Noen eksemplarer var i stand til å fôre opp avkom med normal vekstrate. Ringsel hadde til sammenlikning svært lav overlevelse hos avkom i den samme perioden.

Appendiks 1. Brev til prosjektledere med skjema
Til avsluttede prosjekter i programmet Havet og kysten

Denne forespørselen rettes primært til prosjektlederne, men vi ber om at administrativt ansvarlige sjekker at prosjektleder har mottatt henvendelsen og sørger for å besvare den dersom prosjektleder ikke lenger er tilknyttet institusjonen.

Resultater fra prosjektene

Programstyret i Havet og kysten, besluttet på sitt møte den 27. august å utarbeide en framstilling av programmets forvaltningsrelevante resultater. Framstillingen skal være en samlet syntese av hovedresultatene fra prosjektene. Framstillingen skal bygge på prosjektenes framdriftsrapporter, sluttrapporter og faktaark.

I tillegg bes samtlige prosjekter sende inn en oversikt over de viktigste forvaltningsrelevante forskningsresultater som er framkommet i prosjektet og deres betydning for forvaltningen.

Forvaltningen etterspør stadig oftere forskningsresultater som kan benyttes i arbeidet for en best mulig forvaltning. En vesentlig del av kunnskapsgrunnlaget for en bærekraftig forvaltning av våre havområder bygges opp gjennom prosjektene i Havet og kysten. De finansierende departementer ønsker en mer forvaltningsmessig anvendbar vinkling av forskningsresultatene enn hva som normalt rapporteres. Prosjektlederne bes derfor å vurdere forvaltningsrelevans når de skal vurdere viktigheten av forskningsresultatene.

Vi ønsker en kort og skjematisk oversikt over de viktigste (1 – 5) resultatene og har derfor utarbeidet en mal som vi ber dere følge (side 2). Ettersom det er stor spredning i prosjektenes størrelse og grad av anvendt forskning, forventes også ulikt antall og grad av forvaltningsrelaterte resultater fra de ulike prosjektene.

Prosjekt nr.

Avslutningsår.

Prosjekt tittel.

Administrativt ansvarlig.

Prosjektansvarlig institusjon.

Prosjektleder.

Prosjektresultater:

Resultat 1
Kort beskrivelse av forskningsresultat (ca. 75 ord).
Betydning for forvaltning, på kort (1-2 år) og lang sikt (5 – 10 år) (ca. 100 ord).

Resultat 2
1. Kort beskrivelse av forskningsresultat (ca. 75 ord).
2. Betydning for forvaltning, på kort (1-2 år) og lang sikt (5 – 10 år) (ca. 100 ord).

Etc.

Appendiks 2. Liste over prosjekter som har levert innspill

Prosjektnr.	Prosjektansvarlig	Prosjekttittel	Fra dato	Til dato	Prosjektleder
143184	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet	Exploitation of zooplankton as bio-resource for fish feed and industrial raw material - A complete value chain evalution.	01.01.2001	30.06.2006	Vadstein, Olav Forsker
158936	Institutt for biologi, Universitetet i Bergen	Mønstre i biodiversitet: Oppblomstringer og stabil sameksistens i den nedre del av marine næringsnett.	01.01.2004	31.12.2007	Thingstad, Tron Frede Professor
158881	Biologisk institutt, Universitetet i Oslo	Flagellate biodiversity of marine North Atlantic sandy beaches, Dr.gr.stip/postdr.stip.	01.01.2004	31.05.2007	Throndsen, Jahn Professor
152790	Christian Michelsen Research AS	Minimizing errors due to nonlinear effects in fisheries and research echo sounders and sonars, dr.gr.stip.	15.06.2003	15.08.2006	Lunde, Per Seniorforsker
156251	Havforskningsinstituttet	Otolith growth as indicator of herring stock affiliation and survival probability, Dr.grad.stip.	01.01.2002	01.02.2007	Slotte, Aril Forsker
152910	Havforskningsinstituttet	Surface monitoring of marine resources by LIDAR (SUMMAREL)	01.01.2003	31.12.2006	Godø, Olav Rune Forsker
146687	Havforskningsinstituttet	Assessomg and Compensating for Uncertainty in Combined Trawl and Acoustic surveys (ACUCTA)	01.04.2003	01.04.2006	Godø, Olav Rune Forsker
190317	Havforskningsinstituttet	Assessing the marine fish diversity of Jan Mayen and adjacent waters towards the 2010 Norwegian Red List	01.04.2008	31.03.2009	Nedreaas, Kjell Harald Seksjonsleder
184939	Havforskningsinstituttet	PhD studies at Massachutes Institute of Tecnology (MIT) for Lise Doksæter	01.01.2009	06.01.2009	Godø, Olav Rune Forsker
152862	Institutt for biologi, Universitetet i Bergen	Habitat choice and activity in relation to hypoxia and haemoglobin genotype in fish comparisons across populations and species, Postdr.	01.01.2003	30.04.2006	Salvanes, Anne Gro Vea Professor
140293	Molekylærbiologisk institutt, Universitetet i Bergen	Proteome ecotoxicology - a new strategy for developing biomarker tests for environmental monitoring, Postdr.stip.og utenlstip. til Danmark	01.02.2001	30.04.2006	Goksøyr, Anders Professor
159820	Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø	Seleksjon og bifangst i det nordlige trålefisket etter reker og torsk, Dr.gr.stip. Eduardo Grimaldo Vela	01.01.2004	31.12.2006	Larsen, Roger B. Førsteamanuensis
185139	Norsk institutt for vannforskning	7 - PhD-exchange for Hilde Cecilie Trannum	15.04.2008	15.07.2008	Nilsson, Hans Christer
173460	Tromsø Museum - Universitetsmuseet, Universitetet i Tromsø	7 - Winter foraging strategies of a diving seabird: impacts on survival and breeding at high latitudes	01.06.2006	01.10.2008	Barrett, Robert T. Førsteamanuensis
194292	Universitetet i Tromsø	Pseudocalanus: ecology and taxonomy of two sibling copepod species in Svalbard and Northern Norwegian waters	26.04.2009	29.06.2009	Aarbakke, Ole
153882	Akvamiljø as	Validation of methods and data for Environmental Risk Assessment off-shore	01.01.2003	01.03.2007	Sanni, Steinar Forskningssjef
164501	Avdeling for beregningsvitenskap, Universitetet i Bergen	Non-hydrostatic Ocean General Circulation Models	01.01.2005	31.07.2009	Berntsen, Jarle Professor
164941	Biologisk institutt, Universitetet i Oslo	Exposure as a factor for primary and secundary production in a kelp forest	01.01.2005	31.12.2007	Fredriksen, Stein Professor
173478	Biologisk institutt, Universitetet i Oslo	Marine ecosystem effects of eutrophication: Interactions between small pelagic fish and predators in low oxygen waters	01.07.2006	27.09.2009	Kaartvedt, Stein Professor
155890	Havforskningsinstituttet	3 - Hormone disruption and possible DNA damage on fish of alkylphenols in produced water from offshore oil installations	01.01.2003	20.05.2008	Klungsøyr, Jarle Seniorforsker
165357	Havforskningsinstituttet	Multi-usage system for towed vehicles, 2 dr.gr.stip.	01.09.2003	31.12.2006	Dalen, John Forsker
165121	Havforskningsinstituttet	3 - Effects on development, sex differentiation and reproduction of cod (Gadus morhua) exposed to produced water during early life stages	01.03.2004	01.01.2008	Klungsøyr, Jarle Seniorforsker
163338	Havforskningsinstituttet	New approaches in the understanding of schooling fish: combining individual based models with direct observations	01.01.2005	30.09.2007	Nøttestad, Leif Forsker
153692	Havforskningsinstituttet	Monitoring recent technology changes in the Norwegian trawl fishery for gadoids	01.01.2005	31.12.2006	Engås, Arill Forsker
173441	Havforskningsinstituttet	How to avoid fish bycatch in shrimp trawls using behaviour differences	01.01.2005	31.12.2008	Isaksen, Bjørnar Forsker
165364	Havforskningsinstituttet	Timing and determination of fecundity and skipped spawning: implications for stock-recruitment theory of determinate spawners	01.01.2006	01.07.2009	Kjesbu, Olav Sigurd Forsker
173476	Havforskningsinstituttet	Development of Fishing Gears with Reduced Effects on Environment (DEGREE)	03.07.2006	02.07.2009	Jørgensen, Terje Forsker
173341	Havforskningsinstituttet	6 - Development of a PIT-tag registration unit for screening of commercial herring and mackerel catches	01.01.2006	20.05.2008	Slotte, Aril Forsker
173424	Havforskningsinstituttet	Generic properties of harvest control rules: what works and what doesn?	01.01.2006	31.03.2009	Skagen, Dankert W.
164887	Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen	Dynamics and genetics of oceanic - coastal cod population complexes	01.01.2005	30.06.2008	Stenseth, Nils Chr. Professor
170429	Institutt for biologi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet	Long-term -chronic - effects of produced water effluents affecting reproduction in marine crustacean plankton. Phase 2.	01.06.2005	31.03.2009	Olsen, Anders J. Forsker
146548	Institutt for biologi, Universitetet i Bergen	Fødeatferd hos planktivor fisk og fiskelarver, effekt av lysmiljøet og turbiditet	01.01.2002	31.12.2006	Palm, Anne Christine Utne Forsker
163323	Institutt for energiteknikk - Kjeller	Radioactivity in produced water from Norwegian oil and gas installations - concentrations, bioavailability and doses to marine biota	01.12.2004	01.01.2008	Eriksen, Dag Øistein Daglig leder

Prosjektnr.	Prosjektansvarlig	Prosjekttittel	Fra dato	Til dato	Prosjektleder
148147	Institutt for fysikk og teknologi, Universitetet i Bergen	LLNW: Physics/Biology Based Approach to Satellite Monitoring of Primary Production and Algae Blooms, Dr.gr.stip.	01.01.2002	20.10.2006	Stamnes, Jakob J. Professor
153898	International Research Institute of Stavanger AS	Pollutant exposure and effects in fish related to the discharge of produced water in the North Sea oil industry	01.01.2003	30.06.2006	Beyer, Jonny Seniorforsker
173343	International Research Institute of Stavanger AS	Developing an Index of the Quality of the Marine Environment(Marine Environment I.Q.) based on biomarkers: integration of pollutant effects.	01.02.2006	28.02.2009	Ravagnan, Elisa
173418	International Research Institute of Stavanger AS	Drilling mud follow up study - Input data and validation experiments for ERMS	02.01.2006	01.03.2009	Bechmann, Renée Katrin
164407	International Research Institute of Stavanger, IRIS Biomiljø	Long term effects on Arctic ecosystem from accidental discharges	01.01.2005	01.03.2009	Sanni, Steinar Forskningssjef
173451	Marin miljøteknologi, SINTEF Materialer og Kjemi	Effects of the unresolved complex mixture (UCM) of petrogenic oils in the marine water column - phase 2	01.01.2006	01.03.2007	Brakstad, Odd Gunnar Forsker
152880	Meteorologisk institutt	Use of new in situ observations in operational ocean forecasting	01.01.2003	30.06.2007	Hackett, Bruce Seniorforsker
164423	Molekylærbiologisk institutt, Universitetet i Bergen	3 - Effects of produced water to Atlantic cod: Mechanistic studies and biomarker development with proteomics based methods.	01.01.2005	01.03.2008	Goksøyr, Anders Professor
146755	Nansen Senter for Fjernmåling, Stiftelsen	Integrating Modelling and Remote Sensing for Algae Bloom Monitoring in Norwegian Waters, Dr.gr.stip.	01.10.2002	30.06.2006	Pettersson, Lasse Herbert Forskningsleder
153028	Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo	Bowhead whales - at the edge of extinction in the Northeast Atlantic	01.01.2003	31.12.2006	Wiig, Øystein Professor
173446	NILU - Tromsø	Environmental occurrence of fluorinated alkyl substances from fire fighting foams used on Norwegian oil platforms	01.02.2006	01.03.2009	Herzke, Dorte Seniorkonsulent
153064	NINA - Tromsø	Diversity of apex predators and ecosystem stability:spatial dynamics of predators and forage fish in the marine pelagic ecosystem	01.01.2003	31.12.2007	Fauchald, Per Forsker
173447	NINA Hovedadm.	Environmental pollution from municipal waste. Transport, bioaccumulation and effects on wildlife near point sources in Trondheim, Norway	01.01.2006	31.12.2007	Nygard, Torgeir
153070	Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø	Plankton climatology in North Norwegian waters - concepts, mechanisms and monitoring	01.01.2003	31.12.2006	Tande, Kurt Professor
178214	Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø	5 - Antibiotics from the sea - isolation and characterization of novel compounds from cold-water benthic organisms(fortsetter som 184688)	01.01.2007	20.05.2008	Jørgensen, Trond Ø. Professor
184725	Norges veterinærhøgskole	Development of genetic markers for population biology studies of Atlantic mackerel (Scomber scombrus L)	01.01.2008	30.06.2009	Lingaas, Frode Professor
173030	Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning	4 - Implementation of TACs in the North Atlantic Fisheries	01.01.2006	15.03.2008	Gezelius, Stig Strandli
164518	Norsk institutt for luftforskning	Development and Coordination of the IGBP program on Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ II)	01.01.2005	31.12.2006	Pacyna, Jozef M. Professor
173428	Norsk institutt for luftforskning	Assessment of risk posed by high levels of the brominated flame retardant hexabromocyclododecane in the Norwegian fjord Åsefjorden(BromRisk)	01.04.2006	30.04.2009	Sandanger, Torkjel Manning Seniorforsker
173366	Norsk institutt for luftforskning	Tracking the atmospheric sources of selected POPs to contaminated coastal zones	01.01.2006	03.03.2009	Schlabach, Martin Seniorforsker
178775	Norsk institutt for luftforskning	Climate change impact on catchment-coast processes and governance in the 21st Century	01.01.2007	15.07.2009	Pacyna, Jozef M. Professor
152962	Norsk institutt for vannforskning	Marine coastal habitat typology - how to model and classify habitats	01.01.2003	31.12.2006	Bekkby, Trine Forsker
173461	Norsk institutt for vannforskning	Integrating monitoring methods for impacts of offshore discharges to the North Sea - IMONIT	01.01.2004	31.08.2008	Tollefsen, Knut-Erik Forsker
159113	Norsk institutt for vannforskning	The use of passive sampling devices in monitoring of potential impact of offshore discharges and accidental oil spills (PASSIMPACT)	01.01.2005	31.05.2009	Grung, Merete Forsker
164419	Norsk institutt for vannforskning	Predicting chronic effects in Fish from sublethal markers	01.01.2005	31.03.2009	Hylland, Ketil Professor
173333	Norsk institutt for vannforskning	Parameterisation of the Environmental Impacts on Bottom Fauna of Water-based Drilling Fluids and Cuttings - Field and Mesocosm Experiments	31.01.2006	30.04.2009	Nilsson, Hans Christer
164398	Norsk institutt for vannforskning	Inputs of Chemicals from Recreational Activities to the Norwegian Coastal Zone 1. Summer Pilot Study	01.01.2006	30.06.2007	Langford, Katherine
164940	Norsk Polarinstitutt	Foraging ecology of bearded seals (Erignathus barbatus) and its effects on the benthic community in the Arctic	01.01.2005	20.05.2008	Kovacs, Kit M. Dr.
169046	Norsk Regnesentral	Relative bestandsestimater og simuleringsberegninger for nordøstatlantisk vågehval.	01.01.2005	02.04.2008	Aldrin, Magne Tommy Forsker
167359	Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF)	A market model for optimal resource management	01.01.2005	31.12.2007	Steinshamn, Stein Ivar Seniorforsker
173384	SINTEF Fiskeri og havbruk AS	2Artificially created ecosystems (ACEs) in coastal waters: developing methods to assess their effects on wild fish in cold-waterenvironments	01.04.2006	31.01.2008	Dempster, Timothy David
164430	SINTEF Materialer og Kjemi	Chemical Characterisation of Polar Components in Produced Water	01.06.2003	01.06.2006	Daling, Per S. Seniorforsker
157673	SINTEF Materialer og Kjemi	The unresolved complex mixture (UCM) of petrogenic oils: Impacts in the seawater column	01.01.2005	01.03.2006	Brakstad, Odd Gunnar Forsker
173373	SINTEF Materialer og Kjemi	Exposure system for coninuous controlled exposure of fish egg and larvae with dispersed oil	01.01.2006	31.12.2006	Nordtug, Trond Seniorforsker

Prosjektnr.	Prosjektansvarlig	Prosjekttittel	Fra dato	Til dato	Prosjektleder
178679	Havforskningsinstituttet	Recruitment study on North Sea fish stocks	01.01.2007	31.12.2010	Geir Ottersen
165003	Universitetssenteret på Svalbard AS	Phenotypic variability in life-history traits: is intra population variability important for zooplankton dynamics	01.01.2005	03.03.2009	Ketil Eiane
178102	Norges fiskerihøgskole Universitetet i Tromsø	Efficient, low-cost monitoring of calanus	01.01.2007	31.12.2010	Kurt Tande
178679	Havforskningsinstituttet	Recruitment study on North Sea fish stocks	01.01.2007	31.12.2010	Geir Ottersen
173163	Havforskningsinstituttet	Effects of interactions between fish populations on ecosystem dynamics and fish recruitment in the Norwegian Sea (INFERNO)	01.01.2006	31.12.2009	Geir Huse
184178	Biologisk institutt, Universitetet i Oslo	DEECON - Unravelling population connectivity for sustainable fisheries in the Deep Sea (EuroDEEP)	01.06.2007	31.12.2010	Nils Chr. Stenseth
173432	Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen	MPAs in coastal Skagerrak: a model system for understanding lobster demography and successful introduction of MPAs in temperate waters.	01.01.2006	31.10.2009	Nils Chr. Stenseth
173417	Havforskningsinstituttet	Sustainable harvesting of marine resources: interactions between demographic, ecological and evolutionary effects of fishing	01.08.2006	03.03.2011	Mikko Petteri Heino
178376	Havforskningsinstituttet	An integrated study of stakeholders and living resources in relation to the potential effectiveness of MPAs as a management tool (MPAtool)	01.04.2007	01.10.2010	Erlend Moksness
185151	Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF)	The effect of political uncertainty in fisheries management: A case study of the Northeast Arctic cod fishery	01.01.2008	30.06.2010	Linda Nøstbakken
184705	Havforskningsinstituttet	Low-frequency acoustics - potentials and dangers for marine ecosystem application	01.01.2008	31.12.2010	Iav Rune Godø
173274	Havforskningsinstituttet	Coastal fish resources: the foundation for tourist fishing and related commerce	01.01.2006	31.12.2009	Kjell Harald Nedreaas
185150	NORUT Tromsø	Economic Effects of marine fishing tourism - the case of coastal regions in Norway	01.01.2008	31.12.2010	Ola Flåten
185182	Senter for samiske studier, Universitetet i Tromsø	Fjord ecosystems - Sami communities: Local ecological knowledge and socio-ecological history	01.01.2008	31.12.2010	Else Grete Broderstad
178434	Biologisk institutt, Universitetet i Oslo	The possible role of zooplankton in modulating ecosystem effects of acute oil spills in the Norwegian and Barents Seas.	01.04.2007	31.08.2010	Nils Chr. Stenseth
178015	Havforskningsinstituttet	Study of the long-term effects on Atlantic Herring (Clupea harengus) exposed to an oil-polluted Calanus finmarchicus diet.	01.01.2007	31.12.2009	Jarle Klungsøyr
189616	International Research Institute of Stavanger AS	AMPERA - Ecological Risk Assessment Information Data-mining and Comparison - ERA-Net	01.09.2008	30.09.2009	Jan Yngvar Piene
164410	Norsk institutt for vannforskning	Parameterisation of the Environmental Impacts on Bottom Fauna of Water-based Drilling Fluids and Cuttings	01.12.2005	31.10.2010	Karl Norling
184928	Norges Geotekniske Institutt	Designing a Collaborative Approach to Reduce Conflicting Interests in the Management of Contaminated Marine Sediments (SEDCONFLICT)	01.01.2008	31.12.2010	Amy Marie Patrin Oen

178141	Norges Geotekniske Institutt	Old and new organic priority contaminants in Norwegian fjords: old sins or ongoing input? Passive samplers as novel tool to measure fluxes	01.11.2007	30.06.2009	Gerard Cornelissen
173430	Norsk Polarinstitutt	Biotransformation of Halogenated Organic (HOCs) and Associeted Biological Effects in Artics Seabirds	01.08.2006	31.12.2010	Geir Wing Gabrielsen
178611	Fakultet for naturvitenskap og teknologi, NTNU	Neural and Interrenal Steroidogenesis as Cellular and Molecular Targets for Emerging Fluorinated organochemicals and Pharmaceutical EDCs.	01.01.2007	31.12.2010	Augustine Arukwe
173348	Havforskningsinstituttet	Barents sea eccosstem dynamics - a spatial approach	01.01.2006	31.12.2009	Mette Skern-Mauritzen
178421	SINTEF Fiskeri og havbruk AS	Harvesting zooplankton by bubble flotation	01.01.2007	31.12.2009	Svein Helge Gjøsund