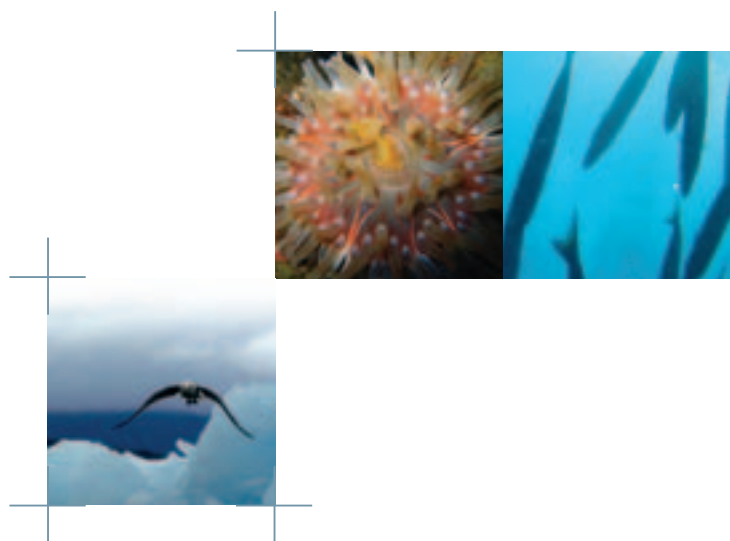



Bruk forskningen!

Tematisk framstilling av av forvaltningsrelevante resultater fra prosjekter avsluttet i perioden 2006-2009

Program
Havet og kysten





Om programmet Havet og kysten

For å styrke Norges internasjonale posisjon innen marin forskning er det viktig å satse på langsiktig og bred kompetanseoppbygging. Forskningsprogrammet "Havet og kysten" skal fremskaffe grunnleggende kunnskap for en fremtidig økosystemrettet og føre-var-basert forvaltning av de marine økosystemene.

Programmet Havet og kysten (2006–2015) er finansiert av Fiskeri- og kystdepartementet, Kunnskapsdepartementet, Miljøverndepartementet, Olje- og energidepartementet, Oljeindustriens Landsforening, Forskningsfondet og Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond.

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	7
5.5	Plankton	9
5.6	Tidlige livsstadier av fisk	9
5.7	Norsk vårgytende sild	9
5.8	Torsk	10
5.9	Makrell	11
5.10	Fiskeriforvaltning og samfunn	11
6	Kunnskapsgrunnlag for miljømessig bærekraftig forvaltning	13
6.1	Olje – relatert forurensning	13
	Produsert vann	14
	Borekaks/slam	17
	Hydrokarboner	18
	Flammehemmere	18
	Modeller	19
6.2	Annen antropogen påvirkning	19
	PCB	20
	Bromerte flammehemmere	20
	Høsting av tareskog	20
	Effekter av fiskeoppdrett	20
	Eutrofiering	20
7	Kunnskapsgrunnlag marin økologi	22
7.1	Verktøy (metodikk/modellering/taksonomi)	22
7.2	Grunnleggende kunnskap om marine økosystemer	22
	De frie vannmasser	22
	Sjøbunnen	23
8	Overvåking/fjernmåling	24
8.1	Satelittmåling av algeoppblomstringer	24
8.2	Fjernmåling av fiskebestander	24
9	Polare områder	25
10	Sjøfugl	25
11	Sjøpattedyr	26
11.1	Grønlandshval	26
11.2	Vågehval	26
11.3	Storkobbe	26
	Appendiks 1.	
	Brev til prosjektledere med skjema	27
	Appendiks 2.	
	Liste over prosjekter som har levert innspill	29

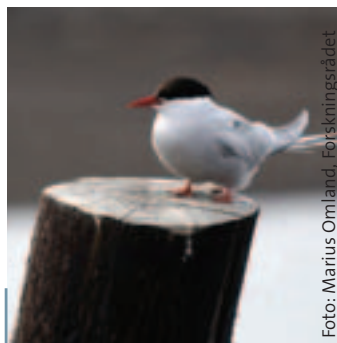


Foto: Marius Omland, Forskningsrådet

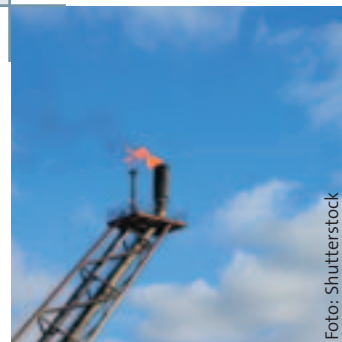


Foto: Shutterstock



Foto: Shutterstock

1 Sammendrag

Denne rapporten gir en oversikt over forvaltningsrelevante resultater i perioden fra 2006 til 2009 fra Forskningsrådets program Havet og kysten. Flere av prosjektene som danner grunnlaget for denne rapporten har også betydelig næringsrelevans, og resultatene som presenteres kan også ha konsekvenser for verdiskapende aktivitet. Innholdet er basert på sluttrapporter, faktaark og besvarelser fra en egen forespørsel til prosjektledere. Rapporten tar utgangspunkt i prosjekter som er avsluttet i perioden fra programmet startet (2006) og til arbeidet med denne rapporten ble igangsatt (september 2009). En vesentlig andel av prosjektene er følgelig startet opp i regi av tidligere programmer i Forskningsrådet. Til sammen 48 prosjekter (137,1 mill. kroner) var arv fra tidligere programmer (blant annet MARE, Fisktek, PROOF). I perioden ble det avsluttet til sammen 113 prosjekter med en totalbevilgning på 260 mill. kroner.

Resultatene fra programmet i denne perioden viser at det var 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. 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. Videre er det gjort flere studier som gir et bedre grunnlag for en økosystembasert forvaltning av plankton og tidlige livsstadier av fisk.

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 og mandat

Programstyret i Havet og kysten ble anmodet av Divisjonsdirektøren på å utarbeide et dokument som viser de forvaltningsrettede resultatene fra de prosjektene programmet har finansiert. Dette er etterspurt av forvaltningen og de finansierende departementer. Forvaltningen 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 har vedtatt 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 og faktaarkene fra prosjektene samt en spørreundersøkelse til alle aktuelle prosjekter.



Foto: Marius Omland, Forskningsrådet

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 karakterer 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 sedi-

menter. 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 verdiskaping.
- 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 forsknings samarbeid og kunnskapsutveksling.

I perioden 2006 til 2009 ble prosjekter med en total bevilgning på i underkant av 260 mill kroner avsluttet (Tabell 1). Mer enn halvparten av dette var prosjekter som var initiert i regi av andre programmer i Forskningsrådet (MARE, Fiskeriteknologi, PROOF).

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

TABELL 1. PROSJEKTER AVSLUTTET I PERIODEN FORDELT PÅ DELPROGRAMMENE I HAVET OG KYSTEN (T.O.M. 30.9.2009).

Delprogram	2006		2007		2008		2009		Totalt	
	Prosjekter	Sum	Prosjekter	Sum	Prosjekter	Sum	Prosjekter	Sum	Prosjekter	Sum
BILAT							4	736 000	4	736 000
Forskningssamarbeid	3	257 000	3	550 000	8	1 571 000	6	1 460 000	20	3 838 000
Forvaltning og konfliktløsning					1	2 270 000	1	2 039 500	2	4 309 500
Grunnlag for verdiskaping	1	435 000	1	750 000			2	1 185 000		
Marine økosystemer							3	7 239 500	3	7 239 500
Metoder, modeller og teknologi					1	600 000	1	2 403 500	2	3 003 500
PROOFNY	5	13 635 500	5	16 798 000	6	25 467 500	8	28 397 875	24	84 298 875
Økosystempåvirkning			1	1 752 000	1	2 048 000	6	14 282 000	8	18 082 000
Arv fra tidligere programmer	23	66 817 972	11	30 242 000	11	30 794 279	3	9 272 500	48	137 126 751
Total	31	80 710 472	21	49 777 000	29	63 500 779	32	65 830 875	113	259 819 126

4 Gjennomføring og besvarelser

Prosjekter avsluttet i 2006 til 2009 ble tilskrevet (brev, se appendiks 1). Det er utarbeidet en liste over prosjekter som har levert innspill (se appendiks 2).

I tillegg til dette materialet er det også benyttet resultater fra prosjektenes sluttrapporter, og fra enkelte prosjekter er også faktaark benyttet.

Rapporten er tematisert og i teksten under hvert tema er det kun henvist til institusjonen hvor prosjektet er gjennomført. Det er imidlertid oppgitt prosjektnummer i teksten rett etter institusjonsnavnet. Prosjektnummeret vises også i vedlagte tabell over prosjekter som har bidratt i undersøkelsen, slik at det er mulig å søke ytterligere informasjon om prosjektet.



5 Kunnskapsgrunnlag 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 merkefisk. 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 overvåkingsressurser. 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 mengdeestimer 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 helt sentral 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 stimpisk, må vi fokusere på og skaffe kunnskap om enkeltindivider inni 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 av resultatene til bedre mengdemåling av pelagisk fisk i dynamiske situasjoner.

5.3 Akustikk

Etter hvert som fiskeriakkolodd 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 for 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 fiskeriresurser 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 det er avgjørende å ta hensyn til store forskjeller i arts-, område- og dybderelaterte atferdsmønstre for å minske usikkerheten i mengdemåling fra tokt. 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 også 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 forvaltningen. 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-/doppeltrål er gjort kjent for medlemmene i ICES Artic Fisheries Working Group. Dataene fra forsøkene ble første gang benyttet av denne arbeidsgruppen i 2007 i forbindelse med mengdeberegning av sei i Barentshavet. Nyttever-

dien ligger i konvertering av data fra trålefiske med enten enkel eller dobbeltrål.

Bifangst av fiskeyngel i reke-trål er et alvorlig problem, og sorteringsrist i reke-trål 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 bifangster ytterligere. Anordninger som baserer seg på atferdsforskjeller vil bli unngått ved en eventuell videre satsing fra forvaltningsmyndigheten for å forbedre utsortering av 0-gruppe yngel. Forsøkene viste med all tydelighet at om der var en liten atferdsforskjell, var den for liten til at det ga effekt i utsortering. Fremtidig arbeid på reke-trål 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 reke-trål fange mindre fiskeyngel enn i dag, 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 reke-trål på yngelstadiet.

Skillerist i reke-trål (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 reke-trål. 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 målsettingene 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 koral-ler, 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 (bobbins). Dette gear-arrangementet, kalt plategear, har færre kontaktpunkter med havbunnen, og skaper mindre friksjon mellom gear og bunn enn konvensjonelt rockhoppergear. Et mer skånsomt trålgear vil være et 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



Foto: Kjell Naas, Forskningsrådet



Foto: Megapix

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 fordeling av fiskeinnsatsen. Dermed er det i større grad mulig å unngå fiske i sårbare områder.

5.5 Plankton

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 målemetodikker (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.

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 er 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 sammensetningen 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.

5.7 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 fremfor 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.

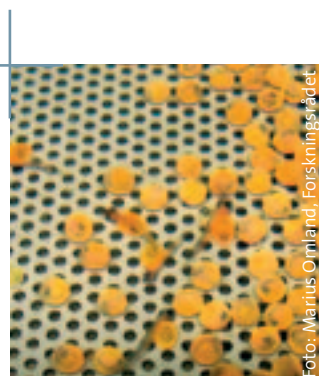


Foto: Marius Ormland, Forskningsrådet



Foto: Vidar Vassvik



Foto: Shutterstock

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 økosystembetragtninger og modellering. Hos NVG-sild virker det som 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.



Foto: Shutterstock

5.8 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 med bedret yngelvern for viktige fiskebestander og løftet 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 mikrosatelitt DNA) i kombinasjon med tradisjonelle fangst-gjenfangstforsøk over en finere geografisk skala enn tidligere har Havforskningsinstituttet vist at torskpopulasjonene 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 reproduksjonseenhet. 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 torskpopulasjonene i ulike områder langs Skagerrakkysten som respons på det lokale miljøet. Resultatene er viktig i forvaltningssammenheng, 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 "over-



hopping”. 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.

5.9 Makrell

Ved Norges veterinærhøgskole 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. Mikrosatelittene 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 overvåking av populasjonsstruktur for forvaltningen. Det kan også bli avgjørende for å få en 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, som kan være viktig både for forvaltning og for å fremskaffe informasjon om gytamakrellens 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. De pågående fiskeriforhandlingene viser 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 struktur også på lang sikt.

5.10 Fiskeriforvaltning og samfunn

Samfunns- og næringslivsforskning as 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 fremtidig 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 frem 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 resultat er at når aktørene får direkte interesser i fiskeriene ved hjelp av ulike former for eierandeler, vil de ha incentiver 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.

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 fremtidig endring i forvaltningsformen. Videre illustrerer de hvordan problemer med feilrapportering 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 er spesielt 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

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 forvaltningsregimer, som et mulig hjelpemiddel for å oppnå konsensus om målsettinger innen fiskerireguleringer. Det kan være mulig å tilfredsstille forskjellige preferanser. Det å innfri

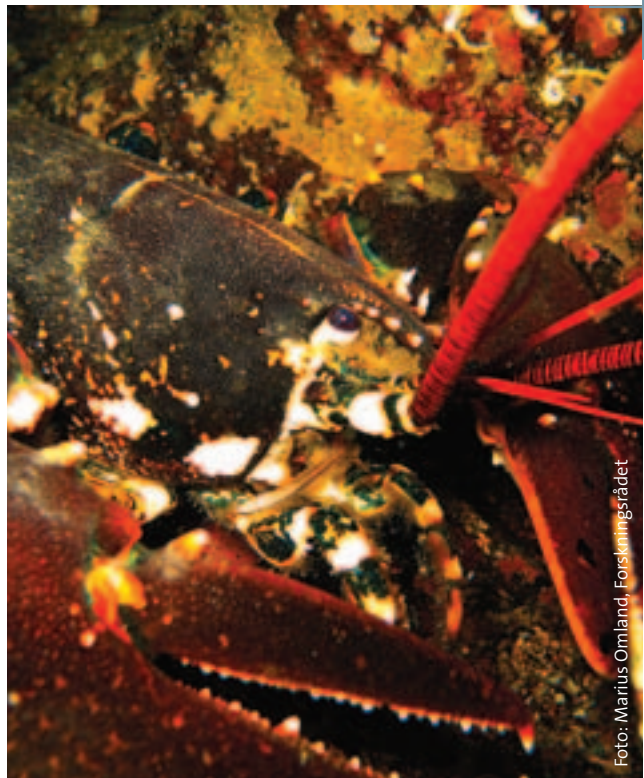


Foto: Marius Omland, Forskningsrådet

noen sine ønsker fører ikke nødvendigvis til store tap for andre. For eksempel vil en forsiktig beskatning tilfredsstille de flestes 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.

6 Kunnskapsgrunnlag for miljømessig bærekraftig forvaltning

6.1 Oljerelatert forurensning

Havområdene utenfor norskekysten har høy biologisk produksjon og gir grunnlag for en rik fiskeri- og havbruksnæring. Oljevirkomheten bruker mer enn 1000 forskjellige kjemikalier i varierende mengder og sammensetninger i de forskjellige faser av oljevirkomheten. Utslipp fra oljevirkomheten kan ha effekter på fiskelarver eller på andre stadier i livssyklusen til fisk og andre organismer i de marine næringskjedene. Det er av avgjørende betydning at ikke utslippene fra petroleumsvirkomheten har negative konsekvenser for de rike fiskeressursene, og heller ikke for fiskens kvalitet som menneskeføde. Den vitenskapelige dokumentasjonen av eventuelle langtidsvirkninger av petroleumsvirkomheten på fiskeressurser må betegnes som mangelfull. Utvidelsen av offshorevirkomheten 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 virksamheten.



Utslippene fra oljevirkomheten 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 pro-

duksjon (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 boreaktiviteter.

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 for miljøovervåking 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-/gassinallasjoner 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-/gassinallasjoner 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 kompleks 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 fraksjoner 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 til 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 vannløse-

lige 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 varieres systematisk. 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 voksne plankton gjennom 4 uker med konstant eksponering for vannløst fraksjon (WSF) av forvitret (200+) råolje fra Troll B produksjonsplattformen. WSF ble generert online fra oljesuspensjon med total konsentrasjon 50mg/l, ved frafiltrering av oljedråper og påfølgende fortyning av generert WSF til 50 – ~ 0,1 % av utgangskonsentrasjon WSF. Ingen av konsentrasjonene ga effekter på overlevelse, stadiefordeling, 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 konsentrasjonene, viser derfor dette forsøket på samme måte som vekstforsøkene, overraskende høy toleranse hos raudåte for den undersøkte oljen.

Produsert vann

Utslipp fra olje og gassproduserende installasjoner i Nordsjøen er en bidragsyter til den totale forurensingsbyrden i Nordsjøen. Produsert vann (prosessvann fra offshore-installasjoner) er en viktig kilde til utslipp av en rekke uorganiske og organiske stoffer, hvorav stoffer som for eksempel polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH'er), 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



Foto: Kjell Naas, Forskningsrådet



Foto: Shutterstock

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 derfor bør vurderer å gjennomføre en føre-var-tankegang i risikovurdering av komplekse blandinger på kort sikt, for eksempel i form av sikkerhetsfaktorer. 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 fortynt etter utslipp fra plattform. En eventuell eksponering av villfisk som befinner seg nedstrøms, vil alltid være lavdose. Derfor er det mye usikkerhet knyttet til graden av eksponeringen i villfisk fanget i nærheten av offshore-plattformer. Ved å utføre eksponeringen med lavdose 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.



Foto: Shutterstock

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 miljøovervåking 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 reagerer veldig sensitivt på eksponering fra alkylfenol, og at disse stoffene påvirker en rekke biokjemiske og fysiologiske prosesser. Et spesielt viktig resultat var at eksponerte fisk hadde en forsinkelse på gydetidspunktet på mellom 1-2 måneder, selv ved lave doser. Gytetidspunktet for torsken er knyttet til oppblomstringen 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 fødetilgang. En forsinkelse i gytetidspunktet kan derfor være forbundet med stor risiko, og gi 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, medfører likevel at man 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 de gjennom tidlige livsstadier 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 fisk som var blitt dosert med 0,1 % og 1 % produsert vann i sen yngelfase, var det imidlertid en markant nedgang i mengden med normalutviklede 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 forekommende stoffer i produksjonsvann, som PAH, alkylfenoler og tungmetaller, vil klart bli klassifisert innenfor sort kategori (Klif).

Det har vært diskusjoner om produsert vann gir DNA-skader. Ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) 164419 er det vist at eksponering for noen av de mer vannløselige polycykliske 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 overvåking 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 oljevirkosheten. Dette vil kunne implementeres i miljøforvaltningen som en del av vannsøyleovervåkingen 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 utviklet antistoffer mot. 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 Staffjord 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 proteinuttrykkingsprofiler 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 torskelarver 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-prinsippet, 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 skal 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 både på opptak og biologiske effekter, men det ble funnet at tilstedeværelsen av "scale inhibitor" økte tilgjengeligheten til radium biologisk



Foto: Marius Omiland, Forskningsrådet

med en faktor >5 mot ubundet radium. Det forventede opptak 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 velværesonen, 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 de dosemessige implikasjonene 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.

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 grunnet 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 vektmateriale ilmenitt på bunnsfauna, som medførte signifikant nedgang i biologisk mangfold av bunnlevende virvelløse dyr i kontrollerte langtidseksperimenter. Effektene var kraftige og nesten ingen arter overlevde begravningen 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 betraktning når de vurderer miljøkonsekvensene av utslipp av vannbasert borekaks. Effektene må 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 marin miljø.

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 langtidforsøk. 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 (vektmateriale). 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-WBM. 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 spredning 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 mud, ikke bare innholdet av metaller. Dette gjelder effektene på bunndyr som lever nær utslippet og "drukner i kaks", og i tillegg effekter av suspenderte boreslampartikler som kan transporteres med havstrømmene langt vekk fra borestedet.



Foto: Kristin, Stand By

Hydrokarboner

Oljevirkosomhet 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 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 fremtidige olje- og gassaktiviteter i nordlige regioner å utvikle overvåkingsmetoder for mulig påvirkning av arktiske nøkkelarter.

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.



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 (overvåkingsparametere). 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) vil 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 overvåkningssammenheng. Det er også implementert GIS kartverk for grafisk beskrivelse og tolking av vannkvalitetsdata.

6.2 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.

De fleste tiltak 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 rekreasjonsaktiviteter. I de fleste av 14 undersøkte stasjoner 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 fremtidig effekt på den marine faunaen. Det ble også funnet forhøyede 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 og 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, mudring/deponering. Det er iverksatt forbud mot behandling av båtskrog med tinnholdig maling, og situasjonen vil sannsynligvis bli bedre over tid, men bør overvåkes. I tillegg til kontinuerlig måling av tungmetaller i avløpsvannet fra renseanleggene, bør tungmetallinnholdet i overflatevannet også overvåkes.

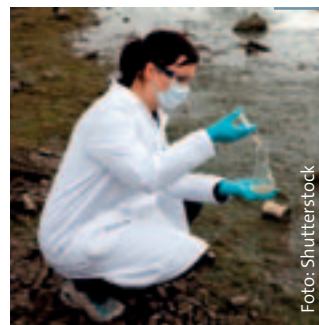


Foto: Shutterstock



Foto: Digital Vision

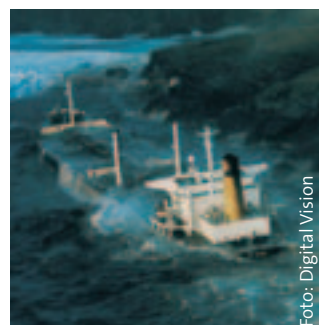


Foto: Digital Vision

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.

Bromerte flammehemmere

Norsk institutt for luftforskning (NILU) 173366 har gjennomført et prosjekt med bakgrunnen 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.

5 forskjellige organismer som utgjorde et representativt næringsnett fra fjorden hentet inn sedimentlevende børstemark, blåskjell, strandkrabbe, og egg fra ærfugl og svartbakk. 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.

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 at 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.

Effekter av fiskeoppdrett

Tildels 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 med avstanden til anleggene. 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 fettere diett (pellets) enn ikke-tiltrukket fisk og at miljøgifter "bindes" bedre i fett.

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. En 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 temperaturøkninger. Det ble også vist at Copepoder som overvinter 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 copepoder, 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 predatorunnavikelse. 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 (hypoxia) 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 oksygeninnvå i det marine miljø.



7 Kunnskapsgrunnlag marin økologi

Myndighetenes målsetting om økosystembasert forvaltning krever ny og omfattende kunnskap om økosystemene. Slik kunnskap vil være nødvendig for å gi myndighetene relevant og troverdig rådgiving om bærekraftig bruk av ressurser og goder fra økosystemene slik at deres struktur, virkemåte og produktivitet opprettholdes. For å få bedre forståelse og forvaltning av de levende marine ressursene i våre økosystemer, kreves mer kunnskap om hvordan fysiske, kjemiske og biologiske faktorer påvirker økosystemene. Det vil for eksempel bli nødvendig å framskaffe kunnskap om hvorledes klimaet gir rammene for produksjon av plante- og dyreplankton, som igjen er styrende for fiskebestandenes vandring, vekst og rekruttering. Et annet felt er bedre kunnskapen om hvorledes sjøpattedyr, sjøfugl og fiskebestander gjensidig påvirker hverandre. Likeledes er det behov for mer kunnskap om den bentiske delen av marine økosystemer.

7.1 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 varslingssevne for de fysiske havparametrene (strøm, temperatur, saltholdighet). De 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 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. Dette kan forsvarer i beregninger av strøm i store havområder som for eksempel Nordsjøen. Slike studier benytter grov romlig oppløsning. I mere 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 forvaltning, må ikke-hydrostatisk trykk inkluderes. Detaljerte beregninger av strøm er også nødvendig for å styre trafiksikkerheten i havner og i trange farvann.

I den forbindelse kan også de utviklede ikke-hydrostatiske trykkmetodene kunne gi mere presise beregninger enn det vi opererer med i dag.

7.2 Grunnleggende kunnskap om marine økosystemer

De frie vannmasser

Biologisk Institutt (UiB) 158936 har studert hvordan næringsalter (nitrogen og fosfor) beveger seg gjennom den mikrobielle delen av det pelagiske næringsnett opp til copepod-nivå. Forsøk i ulike farvann har vist at vi kan forklare resultatene innefor en relativt enkel næringskjedemodell, der det er tre hovedinnganger for næringsaltene: 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) forurensning, samtidig som dette økosystemet kobler opptak av CO₂ 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. Problemerkene 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) har en stor grad av omnivori - utnytter føde fra både planteplankton og dyreplankton, noe som gjør at konsekvensene av interaksjonene mellom organismer ikke lenger er intuitive, som tidligere har 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 vannmassene. 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.

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 fremtidige 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 laticissima*) og områder der denne har forsvunnet i Skagerrak.



Foto: Marius Omland, Forskningsrådet



Foto: Shutterstock

8 Overvåkning og fjernmåling

8.1 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 oppdrettsforvaltningen og fiskeriforvaltning (Fikeridirektoratet sin beredskapsportal). Tilsvarende web-baserte tjenester er senere utvidet med web-GIS presentasjoner sammen med for eksempel informasjon fra bøyer og gitt skipsdata på. 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 forutsetning 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

8.2 Fjernmåling av fiskebestander

Ved Havforskningsinstituttet 152910 er det utviklet et nytt lasersystem for flyovervåkning av makrell. Systemet er spesielt egnet for hurtig dekning av utbredelsesområdet til denne hurtigmigrerende 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 refleksivitet 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.

9 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 fremtidig 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.

10 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 overvintre 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 forvaltning 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.



11 Sjøpattedyr

11.1 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 Hvalfangstkommissjonen at det er fem bestander av grønlandshval i Arktis. Prosjektets resultater antyder at denne inndelingen ikke er riktig hvis inndelingen 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 hvalfangstkommissjonen i 2010, og vil ha stor betydning for internasjonal forvaltning av grønlandshval i Arktis.

11.2 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 hvalfangstkommissjon. Basert på en populasjonsdynamisk modell er det utført simuleringsstudier for hvilke konsekvenser det har å gjøre ulike endringer i CLA-prosedyren, 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 fangskvoter på vågehval, og for Norges arbeid i Den internasjonale hvalfangstkommissjonen.

11.3 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 føre 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 som ble avsluttet i perioden 1. januar 2006 til 31. august 2009. 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.

Frist for innsendelse er 1. desember 2009.

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).

Resultat 3

Fortsett videre med ytterligere resultater.

Utfylt skjema bes sendt til Kjell Naas ken@rcn.no

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 evaluation.	01-01-01	30-06-06	Vadstein, Olav Forsker
158936	Institutt for biologi, Universitetet i Bergen	Mønstre i biodiversitet: Oppblomstringer og stabil sameksistens i den nedre del av marine næringsnett.	01-01-04	31-12-07	Thingstad, Tron Frede Professor
158881	Biologisk institutt, Universitetet i Oslo	Flagellate biodiversity of marine North Atlantic sandy beaches, Dr.gr.stip/postdr.stip.	01-01-04	31-05-07	Thronsdén, Jahn Professor
152790	Christian Michelsen Research AS	Minimizing errors due to nonlinear effects in fisheries and research echo sounders and sonars, dr.gr.stip.	15-06-03	15-08-06	Lunde, Per Seniorforsker
156251	Havforskningsinstituttet	Otolith growth as indicator of herring stock. affiliation and survival probability, Dr.grad.stip	01-01-02	01-02-07	Slotte, Aril Forsker
152910	Havforskningsinstituttet	Surface monitoring of marine resources by LIDAR (SUMMAREL)	01-01-03	31-12-06	Godø, Olav Rune Forsker
146687	Havforskningsinstituttet	Assessomg and Compensating for Uncertainty in Combined Trawl and Acoustic surveys (ACUCTA)	01-04-03	01-04-06	Godø, Olav Rune Forsker
190317	Havforskningsinstituttet	Assessing the marine fish diversity of Jan Mayen and adjacent waters towards the 2010 Norwegian Red List	01-04-08	31-03-09	Nedreaas, Kjell Harald Seksjonsleder
184939	Havforskningsinstituttet	PhD studies at Massachutes Institute of Tecnology (MIT) for Lise Doksæter	01-01-09	06-01-09	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.	01-01-03	30-04-06	Salvanes, Anne Gro Vea
140293	Molekylærbiologisk institutt, Universitetet i Bergen	Proteome ecotoxicology - a new strategy for developing biomarker tests for environmental monitoring, Postdr.stip.og utenl.stip. til Danmark	01-02-01	30-04-06	Goksøy, 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	01-01-04	31-12-06	Larsen, Roger B. Førstemanuensis
185139	Norsk institutt for vannforskning	7 - PhD-exchange for Hilde Cecilie Trannum	15-04-08	15-07-08	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	01-06-06	01-10-08	Barrett, Robert T. Førstemanuensis
194292	Universitetet i Tromsø	Pseudocalanus: ecology and taxonomy of two sibling copepod species in Svalbard and Northern Norwegian waters	26-04-09	29-06-09	Aarbakke, Ole
153882	Akvamiljø as	Validation of methods and data for Environmental Risk Assessment off-shore	01-01-03	01-03-07	Sanni, Steinar Forskningsjef
164501	Avdeling for beregningsvitenskap, Universitetet i Bergen	Non-hydrostatic Ocean General Circulation Models	01-01-05	31-07-09	Berntsen, Jarle Professor

Prosjektnr.	Prosjektansvarlig	Prosjekttittel	Fra dato	Til dato	Prosjektleder
164941	Biologisk institutt, Universitetet i Oslo	Exposure as a factor for primary and secondary production in a kelp forest	01-01-05	31-12-07	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	01-07-06	27-09-09	Kaartvedt, Stein Professor
155890	Havforsknings-instituttet	3 - Hormone disruption and possible DNA damage on fish of alkylphenols in produced water from offshore oil installations	01-01-03	20-05-08	Klungøy, Jarle Seniorforsker
165357	Havforsknings-instituttet	Multi-usage system for towed vehicles, 2 dr.gr.stip.	01-09-03	31-12-06	Dalen, John Forsker
165121	Havforsknings-instituttet	3 - Effects on development, sex differentiation and reproduction of cod (<i>Gadus morhua</i>) exposed to produced water during early life stages	01-03-04	01-01-08	Klungøy, Jarle Seniorforsker
163338	Havforsknings-instituttet	New approaches in the understanding of schooling fish: combining individual based models with direct observations	01-01-05	30-09-07	Nøttestad, Leif Forsker
153692	Havforsknings-instituttet	Monitoring recent technology changes in the Norwegian trawl fishery for gadoids	01-01-05	31-12-06	Engås, Arill Forsker
173441	Havforsknings-instituttet	How to avoid fish bycatch in shrimp trawls using behaviour differences	01-01-05	31-12-08	Isaksen, Bjørnar Forsker
165364	Havforsknings-instituttet	Timing and determination of fecundity and skipped spawning: implications for stock-recruitment theory of determinate spawners	01-01-06	01-07-09	Kjesbu, Olav Sigurd Forsker
173476	Havforsknings-instituttet	Development of Fishing Gears with Reduced Effects on Environment (DEGREE)	03-07-06	02-07-09	Jørgensen, Terje Forsker
173341	Havforsknings-instituttet	6 - Development of a PIT-tag registration unit for screening of commercial herring and mackerel catches	01-01-06	20-05-08	Slotte, Aril Forsker
173424	Havforsknings-instituttet	Generic properties of harvest control rules: what works and what doesn't?	01-01-06	31-03-09	Skagen, Dankert W.
164887	Havforsknings-instituttet, Forsknings-stasjonen Flødevigen	Dynamics and genetics of oceanic - coastal cod population complexes	01-01-05	30-06-08	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.	01-06-05	31-03-09	Olsen, Anders J. Forsker
146548	Institutt for biologi, Universitetet i Bergen	Fødeatferd hos planktivor fisk og fiskelarver, effekt av lysmiljøet og turbiditet	01-01-02	31-12-06	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	01-12-04	01-01-08	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.	01-01-02	20-10-06	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	01-01-03	30-06-06	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.	01-02-06	28-02-09	Ravagnan, Elisa
173418	International Research Institute of Stavanger AS	Drilling mud follow up study - Input data and validation experiments for ERMS	02-01-06	01-03-09	Bechmann, Renée Katrin
164407	International Research Institute of Stavanger, IRIS Biomiljø	Long term effects on Arctic ecosystem from accidental discharges	01-01-05	01-03-09	Sanni, Steinar Forskningsjef
173451	Marin miljøteknologi, SINTEF Materialer og Kjemi	Effects of the unresolved complex mixture (UCM) of petrogenic oils in the marine water column - phase 2	01-01-06	01-03-07	Brakstad, Odd Gunnar Forsker
152880	Meteorologisk institutt	Use of new in situ observations in operational ocean forecasting	01-01-03	30-06-07	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.	01-01-05	01-03-08	Goksøy, Anders Professor
146755	Nansen Senter for Fjernmåling, Stiftelsen	Integrating Modelling and Remote Sensing for Algae Bloom Monitoring in Norwegian Waters, Dr.gr.stip.	01-10-02	30-06-06	Pettersson, Lasse Herbert Forskningsleder
153028	Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo	Bowhead whales - at the edge of extinction in the Northeast Atlantic	01-01-03	31-12-06	Wiig, Øystein Professor
173446	NILU - Tromsø	Environmental occurrence of fluorinated alkyl substances from fire fighting foams used on Norwegian oil platforms	01-02-06	01-03-09	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	01-01-03	31-12-07	Fauchald, Per Forsker
173447	NINA Hovedadm.	Environmental pollution from municipal waste. Transport, bioaccumulation and effects on wildlife near point sources in Trondheim, Norway	01-01-06	31-12-07	Nygaard, Torgeir
153070	Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø	Plankton climatology in North Norwegian waters - concepts, mechanisms and monitoring	01-01-03	31-12-06	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)	01-01-07	20-05-08	Jørgensen, Trond Ø. Professor
184725	Norges veterinærhøgskole	Development of genetic markers for population biology studies of Atlantic mackerel (Scomber scombrus L)	01-01-08	30-06-09	Lingaas, Frode Professor
173030	Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning	4 - Implementation of TACs in the North Atlantic Fisheries	01-01-06	15-03-08	Gezelius, Stig Strandli

Prosjektnr.	Prosjektansvarlig	Prosjekttittel	Fra dato	Til dato	Prosjektleder
164518	Norsk institutt for luftforskning	Development and Coordination of the IGBP program on Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ II)	01-01-05	31-12-06	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)	01-04-06	30-04-09	Sandanger, Torkjel Manning Seniorforsker
173366	Norsk institutt for luftforskning	Tracking the atmospheric sources of selected POPs to contaminated coastal zones	01-01-06	03-03-09	Schlabach, Martin Seniorforsker
178775	Norsk institutt for luftforskning	Climate change impact on catchment-coast processes and governance in the 21st Century	01-01-07	15-07-09	Pacyna, Jozef M. Professor
152962	Norsk institutt for vannforskning	Marine coastal habitat typology - how to model and classify habitats	01-01-03	31-12-06	Bekkby, Trine Forsker
173461	Norsk institutt for vannforskning	Integrating monitoring methods for impacts of offshore discharges to the North Sea - IMONIT	01-01-04	31-08-08	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)	01-01-05	31-05-09	Grung, Merete Forsker
164419	Norsk institutt for vannforskning	Predicting chronic effects in Fish from sublethal markers	01-01-05	31-03-09	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	31-01-06	30-04-09	Nilsson, Hans Christer
164398	Norsk institutt for vannforskning	Inputs of Chemicals from Recreational Activities to the Norwegian Coastal Zone 1. Summer Pilot Study	01-01-06	30-06-07	Langford, Katherine
164940	Norsk Polarinstitutt	Foraging ecology of bearded seals (<i>Erginathus barbatus</i>) and its effects on the benthic community in the Arctic	01-01-05	20-05-08	Kovacs, Kit M. Dr.
169046	Norsk Regnesentral	Relative bestandsestimater og simuleringsberegninger for nordøstatlantisk vågehval.	01-01-05	02-04-08	Aldrin, Magne Tommy Forsker
167359	Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF)	A market model for optimal resource management	01-01-05	31-12-07	Steinshamn, Stein Ivar Seniorforsker
173384	SINTEF Fiskeri og havbruk AS	2 Artificially created ecosystems (ACEs) in coastal waters: developing methods to assess their effects on wild fish in cold-water environments	01-04-06	31-01-08	Dempster, Timothy David
164430	SINTEF Materialer og Kjemi	Chemical Characterisation of Polar Components in Produced Water	01-06-03	01-06-06	Daling, Per S.
157673	SINTEF Materialer og Kjemi	The unresolved complex mixture (UCM) of petrogenic oils: Impacts in the seawater column	01-01-05	01-03-06	Brakstad, Odd Gunnar Forsker
173373	SINTEF Materialer og Kjemi	Exposure system for continuous controlled exposure of fish egg and larvae with dispersed oil	01-01-06	31-12-06	Nordtug, Trond Seniorforsker



Publikasjonen kan bestilles på
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Norges forskningsråd
Stensberggata 26
Postboks 2700 St. Hanshaugen
No-0131 Oslo

Telefon: +47 22 03 70 00
Telefaks: +47 22 03 70 01
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no

Utgiver:
© Norges forskningsråd
Havet og kysten
www.forskningsradet.no/havkyst

Juni 2010
ISBN 978-82-12-02782-4 (trykk)
ISBN 978-82-12-02783-1 (pdf)

Opplag: 350
Trykk: 07 Gruppen
Design: Jentestreker AS
Foto forside: Vidar Vassvik (profilbilde),
Marius Omland og Shutterstock