

## 2 Hav (bunn og pelagisk)

Forfattere: Gro I. van der Meeren<sup>1</sup>, Svein-Håkon Lorentsen<sup>2</sup>, Hein Rune Skjoldal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, NO- 5817 Bergen

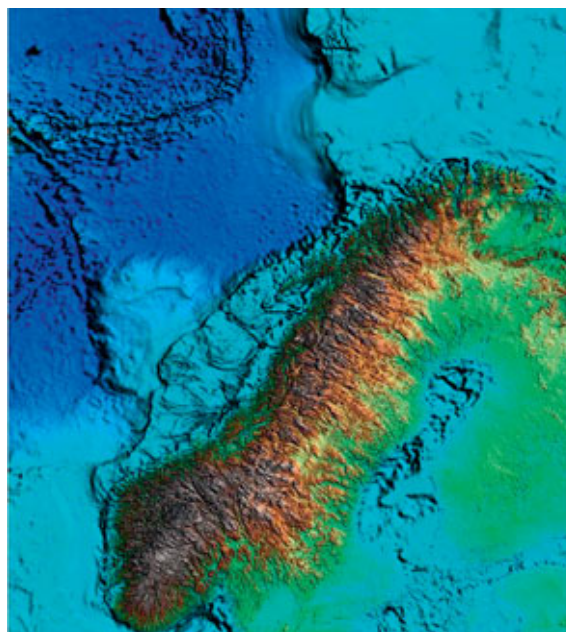
<sup>2</sup>Norsk Institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, NO- 7485 Trondheim

Med faglig bidrag fra G. Huse, A. Aglen, O. Bjelland, E. Eriksen, T. Falkenhaug, J.H. Fosså, J. Gjøsæter, H.Ø. Hansen, K. Helle, Å. Høines, T. Jakobsen, T. Johannesen, T. Knutsen, C. Kvamme, W. Melle, E.K. K.T. Nilssen, Stenevik, S. Tjelmeland, E. Torstensen, T. Vollen, N. Øien, T.A. Øigård (alle Havforskningsinstituttet)

I en ny undersøkelse av global marin biodiversitet er det vist at det i østre Atlanterhavet er registrert 12 270 ulike arter; 28 % planteplankton og storalg, 18 % krepsdyr, 13 % børstemark, 11 % bløtdyr, mens fisk utgjør 9 % og andre ryggradsdyr utenom fisk bare 2 % (Webber *et al.* 2010). Undersøkelsen viser også at det er i dyphavet og på dypere sjøbunn færrest arter er kjent. I utkanten av østre Atlanterhavet ligger den norske økonomiske sone med en enorm utstrekning som dekker havområder fra den grunne og tempererte Nordsjøen, via det dype norskehavet til polare havområder under isen i Barentshavet (Fig. 2.1). Området omfatter fire havområder, Skagerrak, Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet som hver for seg har helt spesielle karaktertrekk, men også fellestrekk som klart skiller dem fra andre naturtyper. Beskrivelsene nedenfor er hentet fra Gjøsæter *et al.* 2009; Gjøsæter *et al.* 2010; Sunnanå *et al.* 2010.

### 2.1 Grenser mellom havområder

Grensene for de fire norske havområdene i naturindeksprogrammet er hovedsaklig satt opp i overensstemmelse med det norske havforvaltningsregimet. Det er ingen geografiske grenser under vann. De oppsatte grensene er tilnærmet lik de naturlige grensene som settes av lys, temperatur, saltholdighet, næringsalter og vannbevegelser. De fysiske faktorene styrer hvor organismene opptrer og hvordan de klarer seg. Havstrømmer renner fra det ene området inn i det andre, mens de skifter



Figur 2.1 Topografisk kart over store deler av de norske havområdene, unntatt Skagerrak og deler av Nordsjøen. Grafikk: Havforskningsinstituttet

karakter etter hvert som de kommer nordover og blandes. Om dette fysiske grunnlaget for fordeling av arter endrer seg, så vil det få konsekvenser. Svømmende, mobile arter i vannsøylen kan raskt finne seg nye områder både i og utenfor norsk sone der forholdene er gode. Arter som er avhengige av faste, geografiske lokaliteter i deler av sin livssyklus, kan derimot rammes hardt. Det er en av grunnene til at det ofte er blant sjøfugl de første tegnene på økosystemendringer kan påvises. De er lojale mot sine faste hekkeplasser og avhengig av at maten i sjøen kommer nær nok.

### 2.2 Barentshavet

#### 2.2.1 Utforming

Barentshavet er havområdet nord og øst for nordspissen av Andøya, der forvaltningsområdet strekker seg sørover til utenfor Lofoten. Det er et relativt grunt sokkelhav; bare 230 m dypt i gjennomsnitt. De dypeste områdene i vest er gjennomskåret av dype renner inn fra Norskehavet mens lengre øst finnes mange banker med dyp på bare 50 m. Barentshavet kan deles inn i tre soner: Isfrie områder, områder med vinterisdekke og områder som alltid er isdekket. Iskanten befinner seg alltid i området med vinterisdekke og flytter seg mellom og gjennom år, avhengig av hvor mye isen fryser til eller smelter. Når iskanten trekker seg nordover om våren og

sommeren gir dette grunnlag for en meget stor produksjon av planteplankton ("havets gress") i det smeltevannsstabiliserte området. Dette gir gode levevilkår for store mengder sjøpattedyr, sjøfugl og fisk. Iskantsamfunnet er av svært stor betydning for produksjonen i Barentshavet, og særlig for den høyarktiske næringskjeden som blant annet inkluderer hvalross og isbjørn.

### 2.2.2 Strømforhold

Havstrømmene er sterkt påvirket av det undersjøiske landskapet og vannmassene. Vi skiller mellom kystvann, atlantehavsvann og arktisk vann. Kystvannet (kyststrømmen) kommer hovedsakelig fra Østersjøen, Nordsjøen og med tilførsel fra norske elver på veien opp langs norskekysten. Det er ferskere enn atlantehavsvannet og følger kysten nordover og videre østover. Fra sørvest kommer Den norske atlantehavsstrømmen; varmt, salt atlantehavsvann som dels følger kontinentalsokkelen nordover langs Svalbard og dels kommer inn i selve Barentshavet. Hvert sekund strømmer det 2 millioner tonn atlantehavsvann inn i Barentshavet, dobbelt så mye som det som renner ut av alle elvene i verden.

Vannmengden og temperaturen i vannet fra Norskehavet endrer seg fra år til år og har mye å si for hvor varmt det er i selve Barentshavet. Fra nord og øst kommer det kaldt, mindre salt smeltevann inn i Barentshavet. Der det varme vannet fra sør og vest møter det kalde vannet fra nord og øst oppstår den såkalte polarfronten, der temperatur og saltinnhold endrer seg mye over korte avstander. På grunn av vannmassefordelingen er polarfronten særdeles rik på mineraler som gir gode vekstvilkår for plante- og dyreplankton. Isdekket i Barentshavet varierer også mye både gjennom året og mellom år. Den sørvestlige delen er isfri også om vinteren, men i den østlige delen kan det i sjeldne tilfeller være isdekket helt sør til kysten.

### 2.2.3 Økosystemet

Næringskjedene i Barentshavet beskrives som relativt enkle og korte, særlig de som omfatter nøkkelarter som lodde, ungsild og polartorsk (Fig. 2.2). Disse artene har høy biomasse og blir beitet av torsk, hyse, sjøfugl, sel og hval. I perioder og områder der disse nøkkelartene ikke er dominerende ser vi mer komplekst næringsnett.



Figur 2.2 Typiske representanter for ulike trofiske grupper i Barentshav-økosystemet. Grafikk: Havforskningsinstituttet.

Mengden av planteplankton er størst i en kort periode om våren. Selv om våroppblomstringen bare varer en kort periode på ett sted, flytter områdene seg etter hvor stabiliteten i vannmassene oppstår for eksempel på grunn av lokal oppvarming av overflaten, eller av smeltevann fra isen når iskanten trekker seg nordover i havet.

Dyreplankton, "havets insekter og småkryp", består av mange dyregrupper som pilormer, snegler, børstemark, ulike maneter og en mengde krepsdyrslag, som særlig omfatter viktige næringsarter. I tillegg finnes larvestadier av fisk. Variasjonen i dyreplankton er stor fra år til år. Produksjonen er dels styrt av dyrene som vokser og forplanter seg i Barentshavet, dels av at det kommer mer dyreplankton inn med Den norske atlantehavstrømmen og dels av beitepress fra planktonspisere.

Det er mange arter som lever av dyreplankton. Både økonomisk viktige pelagiske fiskearter og yngel av mange andre fiskeslag og maneter, sjøfugler som alkekonge, og bardehval spiser mye dyreplankton. Det finnes nær 200 fiskearter i Barentshavet, og torsken her blir vurdert som en nøkkelart. Her hekker også ca. 7 millioner par sjøfugl (17 arter). Når den ikke-hekkende delen av bestanden inkluderes, representerer dette ca. 20 millioner individer. Av disse hekker ca. 2,5 millioner par langs norskekysten nord for polarsirkelen, og 4,5 millioner på Svalbard, Franz Josef Land, Novaya Zemlya og den russiske fastlandskysten. Hovedtyngden av sjøfuglene i Barentshavet er alkefugler.

Omtrent 80 % av tilgjengelig biomasse i Barentshavet finner veien til organismer som lever på, og nede i, bunnen. Det finnes mer enn 3000 arter av bunnlevende organismer i Barentshavet. De lever fastsittende oppå bunnen der det er fjell, nedgravd i muddret eller de vandrer eller svømmer rundt på eller like over bunnen. Mengden av bunndyr varierer mye fra sted til sted og særlig er det funnet store konsentrasjoner i de områdene der isdannelse og -smelting foregår. Dette har trolig sammenheng med at det er her den mest intense produksjonen av plante- og dyreplankton skjer.

## 2.3 Norskehavet

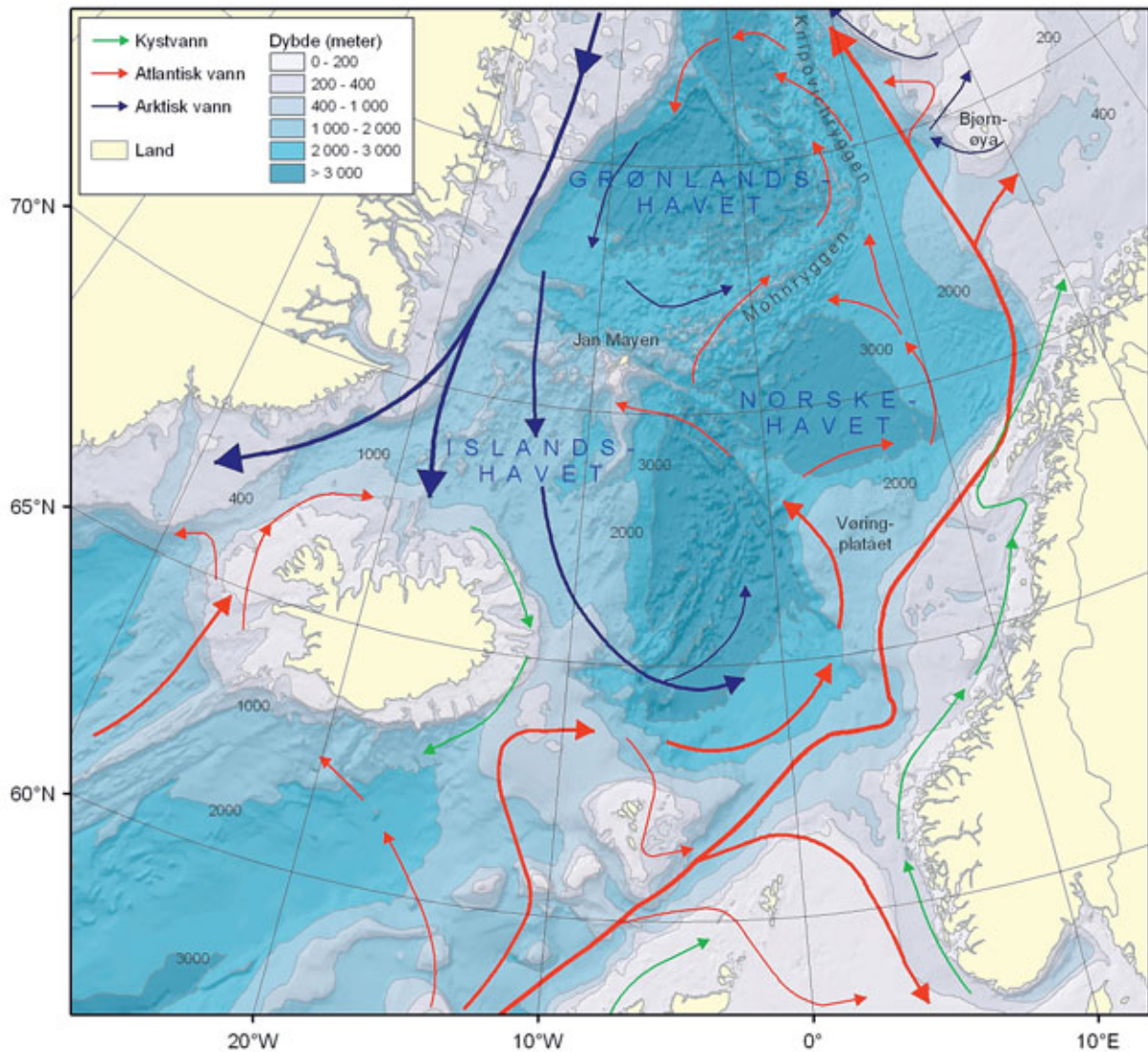
### 2.3.1 Utforming

Havområdet fra Stadt til nordspissen av Andøya kalles Norskehavet. Norskehavet er, noe avhengig av hvordan en avgrenser det, på rundt 1,1 millioner km<sup>2</sup> og et totalt volum på ca 2 millioner km<sup>3</sup>. Det domineres av to dyphavs basseng, separert fra Grønlandshavet i nord av undersjøiske fjellrygger og i vest av det noe grunnere Islandshavet. Middeldypet i Norskehavet er ca 1800 m og dyphavs bassengene har dybder på mellom 3000 og 4000 m med et største målt dyp på 4020 m. Ryggen mellom Skottland og Grønland, som danner grensen mot Atlanterhavet, er for det meste grunnere enn 500 m.

### 2.3.2 Strømforhold

Strømsystemet i Norskehavet bestemmes i stor grad av bunntopografien (Fig. 2.3). Varmt og salt vann fra Atlanterhavet strømmer inn hovedsakelig mellom Færøyene og Shetland, og mellom Færøyene og Island, og fortsetter nordover som Den norske atlantehavsstrømmen.

Hovedstrømmen følger kanten av kontinentalskråningen, men det er også en ytre strømgren lengre fra sokkelen. På vestsiden av området strømmer kaldt og ferskere vann fra Polhavet sørover (Østgrønlandsstrømmen). Disse hovedstrømmene avgir vann til sidegrener inn mot de sentrale delene av området. Hovedgrenen av Den norske atlantehavsstrømmen fortsetter nordover til midt mellom det norske fastlandet ved Troms og Bjørnøya der strømmen deler seg og fortsetter inn i Barentshavet. Hvert sekund renner det omtrent 8 millioner tonn varmt og salt vann fra Atlanterhavet inn i Norskehavet. Denne transporten tilsvarer 8 ganger summen av alle verdens elver, og må balanseres av en tilsvarende transport ut igjen til Atlanterhavet. Det utstrømmende vannet er tyngre og betydelig kaldere (bunnvann). Det innstrømmende atlantehavsvannet avgir store varmemengder til atmosfæren, noe som er avgjørende for det milde klimaet i Nord-Europa. Langs norskekysten går Den norske kyststrømmen som strekker seg fra overflaten og ned til 50 til 100 m. Den norske kyststrømmen har lavere saltholdighet enn atlantehavsvannet. Norskehavet er preget av stor årlig og sesongmessig klimavariasjon, i stor grad påvirket av variasjoner i det innstrømmende varme atlantehavsvannet. Variasjonene i



Figur 2.3 Kart over hovedstrømmene i norske havområder. Atlanterhavsstrømmen (rød), Den norske kyststrømmen (grønn) og arktisk vann (blå). Grafikk: Havforskningsinstituttet.

havklima og vannmassefordeling styres i hovedsak av den storstilte fordelingen av lufttrykk over Nordatlanten og tilhørende vindforhold.

### 2.3.3 Økosystemet

Økosystemet i Norskehavet har relativt lav biodiversitet, men de dominerende livsformene finnes i svært store mengder. Næringskjedene er dermed nokså enkle, men de har høy produksjon. Vinteravkjølingen gir en vertikal omrøring av vannmasser som bringer næringsalter opp i den øvre, belyste del av vannsøylen, slik at de blir tilgjengelige for planteplanktonet. Disse ørsmå algene driver rundt i vannmassene og er en viktig komponent på det nederste trinnet i næringskjeden. De finnes i enorme

mengder under den intense, men korte våroppblomstringen. Bindeleddet mellom dette "havets gress" og fiskebestandene er en rekke ulike arter dyreplankton.

Den store planktonproduksjonen er viktig for fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. 14 arter forekommer i Norskehavet, blant annet vågehval, blåhval, finnhval og knølhval. Man regner med at det hekker ca. 1,3 millioner par sjøfugl i Norskehavet. Av disse er alkefuglene generelt og særlig lunden mest tallrik.

Mesopelagisk fisk (dyptlevende pelagisk fisk) er tallrik i Norskehavet, særlig artene laksesild og nordlig lysprikkfisk. Disse små, saktevoksende fiskene finnes over store deler av området og inne i de dypeste fjordene. Store bestander av norsk vårgytende (NVG)

sild, kolmule og makrell finnes også i Norskehavet, særlig om sommeren (Fig. 2.4). Ingen av disse tre bestandene tilbringer hele livet sitt i Norskehavet, noe som gjør det vanskelig å avgrense marine økosystemer.

Deler av makrellbestandene vandrer vanligvis inn i det sørlige Norskehavet på sommerbeite, mens hovedområdene er lenger sør og vest. Det har i de senere år også vært innsig lenger mot nord, helt opp mot Barentshavet. Kolmule finnes over det meste av Norskehavet, men gytingen foregår i stor grad på sokkelen og banker vest for De britiske øyer. Silda beiter i Norskehavet om sommeren, gyter langs norskekysten og yngelen vokser for det meste opp i Barentshavet. Mengden fiskespisende fisk i Norskehavet er lav. Unntaket er storsei, som ofte følger etter sildestimene på sommerbeite. I tillegg finnes det en del blåveite og breiflabb i tilknytning til kontinentalsokkelen.

Bunnfaunaen i Norskehavet er variert på grunn av den store dybdevariasjonen. De store bassengene er dominert av dyphavsfauna, mens det på

kontinentalsokkelen langs Norskekysten finnes store korallrev med en svært høy diversitet blant annet av fastsittende bunndyr og fisk.

## 2.4 Nordsjøen og Skagerrak

### 2.4.1 Utforming

Skagerrak og Nordsjøen er havområdet fra Kattegat og nordover til Stadt. Inkludert fjorder og elveutløp, har Nordsjøen et overflateareal på ca. 750 000 km<sup>2</sup>. Det er et meget grunt hav sammenlignet med både Norskehavet og Barentshavet. To tredjedeler av Nordsjøen er grunnere enn 100 m. Den dypeste delen er Norskerenna nær norskekysten som har dybder på over 700 m.

### 2.4.2 Strømforhold

Hovedvannmassene i Nordsjøen og Skagerrak har sin opprinnelse i det salte atlantisk vannet som strømmer inn fra Norskehavet og gjennom Den engelske kanal, samt ferskvannstilførsel fra land. Om vinteren er omrøringen stor i de fleste områdene, slik at det



Figur 2.4 Sildestim i Norskehavet, med innblanding av makrell.

Grafikk: Havforskningsinstituttet.

blir liten forskjell mellom øvre og nedre vannmasser. Dette hindrer at oksygenverdiene blir kritisk lave for bunntilknyttede organismer. De sørøstlige delene av Nordsjøen blir tilført store mengder næringssalter fra tyske elver. Dette medfører høy produksjon av alger, og stor omsetning av organisk materiale som fører til lavt oksygenivå langs danskekysten, spesielt i august/ september. Om sommeren gjør oppvarmingen i øvre vannlag at det blir et klart temperatursprang på 20–50 m dyp.

Skagerrak tilføres store mengder ferskvann fra Østersjøen og elver. Det lette ferskvannet legger seg derfor som et vannlag over atlantehavsvannet. Vannmassene i Nordsjøen strømmer hovedsakelig mot klokken, og nesten alt vannet må innom Skagerrak før det fortsetter nordover som en del av Den norske kyststrømmen. Rundt 70 % av vannmassene i Nordsjøen strømmer innom Skagerrak og ut av Nordsjøen som en del av kyststrømmen.

### 2.4.3 Økosystemet

I grunne havområder som Skagerrak og Nordsjøen representerer er ofte prosessene på bunnen og oppe i vannmassene nær koblet, noe som bidrar til høy produktivitet (Fig. 2.5). Om vinteren er planteplanktonproduksjonen begrenset av lite lys og lav temperatur. Om våren, med bedre lysforhold og redusert vertikal blanding, ligger forholdene til rette for en oppblomstring av planteplankton, som er grunnlaget for hele den videre næringskjeden via dyreplankton og fisk til topp-predatorer som sjøfugl, sel og hval.

Dyreplanktonet i kystnære og sørlige områder domineres av små, altetende arter som er lite egnet som fiskeføde, men som kan tåle mye forurensning og skiftende miljø. Lenger nord tilføres dyreplankton med atlantehavsvannet. Blant bunndyrene er det et skille mellom sør og nord. De sørlige områdene er dominert av frittlevende arter. I nord er artene i større grad fastsittende. Tallet på arter er høyere i nord enn i sør. Generelt er det også større mengder nær kysten enn lenger ute.



Figur 2.5 Typiske representanter for ulike trofiske grupper i Nordsjø-økosystemet. Grafikk: Havforskningsinstituttet

Der finnes en rekke bestander av planktonspisende fiskeslag også i Nordsjøen inkludert norsk høstgytende sild (NHG-sild), makrell, tobis og brisling. Andre arter som nordsjøtorsk, hyse og sei spiser plankton når de er små og endrer gradvis dietten til fisk og bunndyr når de blir større. Grovt sett kan Nordsjøen deles i fire områder: I nord, med dybder på 100–200 m, finner vi de beste bestandene av voksen torsk, sei, sild, hyse og øyepål. Om høsten opptrer makrell og taggmakrell. I Norskerenna finner vi voksen sild og makrell nær overflaten, mens dypet er oppvekstområdet for kolmule, og tilholdssted for dyphavsarter som vassild, skolest og svarthå. I de sentrale delene av Nordsjøen opptrer ungsild, og brisling forekommer. Torskefiskene domineres av hvitting og hyse. Store deler av dette området er generelt mindre fiskerikt enn lenger nord, og er preget av lav primærproduksjon. I øst, med dybder på 50–100 m, finnes oppvekstområder for sild og torsk. Her er det også viktige tobisområder, og det er hovedområdet for flatfisk.

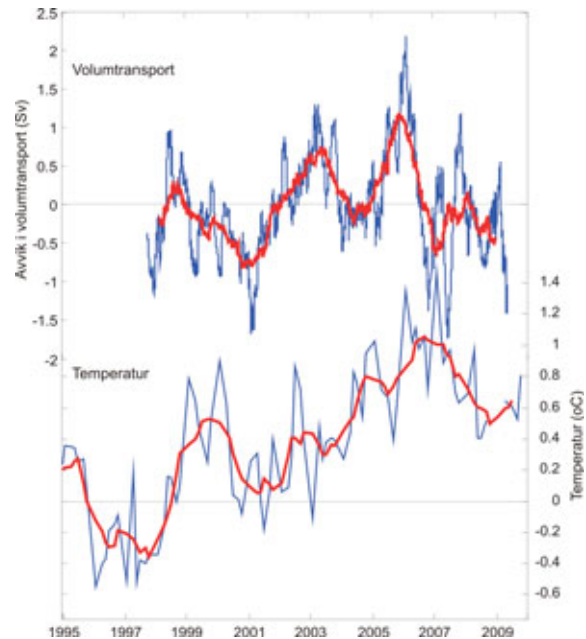
Nordsjøen og Skagerrak huser ca. 250 000 hekkende par med sjøfugl, hovedsakelig dominert av måkefugl og ærfugl. Havområdet har også store bestander av steinkobbe og nise.

#### 2.4.4 Menneskelig påvirkning

Økosystemet i Nordsjøen og Skagerrak skiller seg ut fra Barentshavet og Norskehavet ved at det i mye større grad er påvirket av menneskelig aktivitet. Dette er et av de mest trafikkerte sjøområdene i verden, med noen av verdens største havner. Her foregår et stort fiskeri, utvinning av olje og gass, uttak av sand og grus og dumping av mudder. Rundt hele Nordsjøen ligger det tett befolkede og høyt industrialiserte land. Til sammen bor det ca. 184 millioner mennesker i nedslagsområdet til dette økosystemet, og det påvirkes av utslipp fra bebyggelse, jordbruk og industri. Utslippene tilføres i stor grad fra elvene som renner ut i Nordsjøen, og via innstrømningen fra Østersjøen.

### 2.5 Generelle utviklingstrekk

Fysiske forhold som strøm, vannmasse, lys, temperatur og næringssaltinnhold er av stor betydning for tilstanden i økosystemene. Dette er påvirkningsfaktorer som ikke direkte måles av Naturindeksen. Det er dokumentert en trend med stigende sjøtemperatur de siste tiårene (Fig. 2.6).



**Figur 2.6** Avvik i vanntransport til Barentshavet (Volumrapport) og sjøtemperatur i Barentshavet (Temperatur) siden 1995, rød linje er 1 års middelværdi, blå linje er 3 måneders glidende middelværdi.

I Nordsjøen er dette en mulig årsak til blant annet et skifte i planktonsamfunnet fra å være dominert av hoppekrepsen rauåte (*Calanus finmarchicus*) til en mer sørlig art (*Calanus helgolandicus*) og en rekke andre mer småvokste hoppekrepsarter som opprinnelig var vanligere i sørlige Nordsjøen.

Andre faktorer er menneskelig påvirkning, som ved siden av næringssalttilførsel (eutrofiering) også omfatter fiskeri, skipsfart og inngrep og installasjoner på havbunnen i form av rørlegging og olje- og gassleting og -produksjon. For havet er det fiskeriene som til nå har hatt størst påvirkning, mens eutrofiering er mer knyttet til kyst. Unntaket er i Nordsjøen, som også er sterkt preget av utslipp fra de store europeiske elvene.

Fiskeriene påvirker særlig de kommersielle artene men også annen fisk gjennom bifangst. Bunnsamfunn påvirkes fysisk gjennom tråling. Det er gjennom lang tid innhentet bestandsdata på de viktigste kommersielle artene. Disse dataene blir analysert og modellbehandlet og ender opp i en vurdering av bestandsstyrke og påfølgende råd om fiskerikvoter. Etter innføringen av Havressursloven, er en rekke nye, også ikke-kommersielle arter aktuelle for overvåking. Tidsseriene for disse artene er korte og det er i Naturindeksdatabasen helst faglige vurderinger

av den historiske utviklingen som er benyttet her. For nøkkelelementer med særlig stor betydning er plante- og dyreplankton ført opp i form av biomasse (g/m<sup>2</sup> overflate). Mer detaljert informasjon finnes hos planktonforskerne men denne er ikke ferdig operasjonalisert. Utvikling av indikatorer for spesifikke artsdata på utvalgte, viktige dyreplanktonarter er i gang. I databasen er det ofte et femårs-snitt som ligger til grunn for den verdien som oppgis for hvert av årene, unntatt for plankton, sjøpattedyr, fugl og ekspertvurderingene (Skarpaas *et al.* 2010). Sjøfuglene er tilknyttet det marine miljøet gjennom hele året, og er således gode indikatorer for tilstanden i de marine økosystemene.

### 2.5.1 Hav pelagisk

Totalt i "Hav pelagisk" er det tatt inn 28 indikatorer: Planteplankton, dyreplankton samlet, og krill spesielt, 11 beinfiskarter og to brusfiskarter, fire hvalarter og to selarter, samt seks sjøfuglarter. Det er for mange arters del en overlappende utbredelse mellom kyst og hav, og bunn og vannsøyle (pelagialen). Dette er nærmere omtalt under "Hav bunn" nedenfor. I vannmassene mellom hav og kyst er det overlapp mellom lysing, makrell, taggmakrell, sei, lomvi, polarlomvi, lunde, havhest, krykkje og sildemåker, der alle hovedsakelig er regnet med for hav, men i en mindre grad også for kyst. Prioriterte nøkkelgrupper er pelagisk dykkende og overflatebeitende sjøfuglarter, lodde, sild, krill, dyreplankton generelt og planteplankton.

En stor del av dataene for de utvalgte artene som ligger til grunn for naturindeksene for hav er fra produktivetsdata og bestandsberegninger for de kommersielle fiskebestandene, samt overvåking av hekkebestandene av sjøfugl. Utviklingstrekkene må sees på bakgrunn av hvor mye innsats det er lagt i datainnsamling, og at det er en relativt kraftig økning i økosystemovervåkingen etter 2005. Da ble både havforskningsinstituttets økosystemtokt, som henter prøver fra alle trofiske nivå, og sjøfugl-overvåknings- og kartleggingsprogrammet SEAPOP startet.

1950

Så mye som 77,8 % (Skagerrak) til 100 % (Barentshavet) av indikatordata er her basert på ekspertvurdering (Fig. 2.7). Det finnes tilgjengelig for denne rapporten bare 1-2 arter sør for Barentshavet som ble dataregistrert; torsk og sild. Andre data som måtte finnes er i liten grad overført til digitale databaser, og mange av de benyttede indikatorene ble ikke undersøkt, særlig fra Barentshavet.

På grunnlag av lite konkrete data, men med antakelsen at den menneskelige påvirkningen inntil 1950 var begrenset av andre verdenskrig, mindre effektive hjelpemidler og mindre båter, er tilstanden for langt de fleste indikatorartene vurdert som god i 1950 med en samlet naturindeks på 0,88 for alle havområder. Bare Skagerrak var under 0,8, med en indeks på 0,76 (Fig. 2.8a).

Denne tidlige perioden er derfor for mange indikatorer også benyttet til fastsetting av referansenivå.

1990

I 1990 var innsatsen i havforskningen blitt klart bredere og ekspertvurderingene varierer nå fra 41,2 % for Skagerrak opp til 60,7 % i Norskehavet (Fig. 2.7). Det er en klar økning i indikatorer som legges inn i Naturindeksbasen som data. Igjen er det de kommersielle fiskeartene, samt sjøpattedyr, som er best undersøkt. I Skagerrak og Nordsjøen er henholdsvis 17 og 18 indikatorer tatt med, men det er så stor overlapp mellom Nordsjø- og Skagerrakbestander av fisk og sjøpattedyr at det er vanskelig å vurdere dem separat (Fig. 2.7). Tilstanden i Nordsjøen påvirker tilstanden i Skagerrak og vice versa. I Barentshavet er det nå 20 indikatorer mens Norskehavet topper med 28 indikatorer.

Naturindeksene for disse havområdene er nå vurdert på et bedre grunnlag, og antyder at naturtilstandene er betydelig stresset i forhold til 1950. For Barentshavet er indeksen 0,57, Nordsjøen 0,54 og Skagerrak 0,44 (Fig. 2.8b). Norskehavet er noe bedre, med en samlet naturindeks på 0,65.

2000

I 2000 var datasettene enda bedre for flere arter på grunn av økning i antall arter som var innlagt i tidsserieovervåking gjennom 90-tallet. Norskehavet og Nordsjøen hadde mest ekspertuttalelser, henholdsvis 54,8 % og 52,6 % (Fig. 2.7) mens de andre regionene benyttet datasett for 60,9 (Barentshavet) og 55,6 % (Skagerrak) av indikatorene. Antall indikatorer som ble lagt inn var også noe høyere for Norskehavet (31) og Barentshavet (23), mens bare en ny indikator var lagt til for Skagerrak og Nordsjøen (Fig. 2.7).

Fiskeriforvaltningen var på dette tidspunktet godt inne i en utvikling og forbedring som antas å ha vært en betydelig del av årsaken til en klar forbedring av naturindeksen i Norskehavet (0,74) og Barentshavet (0,66) (Fig. 2.8c). Det var ingen forbedring i indeksen for Skagerrak (0,41) og bare en svak oppgang i Nordsjøen (0,57).



2010

Under innleggingen av data for 2010 var det for en god del indikatorer ikke opparbeidete datasett for Norskehavet, så der ble det en liten økning i andel ekspertbidrag (62,1 %) (Fig. 2.7). I andre havregioner er det nå fra 50 % (Nordsjøen) ned til 42,9 % (Skagerrak) og 36,4 % for Barentshavet. Det er likevel viktig å merke seg at ekspertuttalelsene nå er basert på forskernes egne erfaringer, mens uttalelsene for 1950 vil være mer usikre da de er basert på historisk kunnskap mer enn egen erfaring. I Norskehavet ble det av samme grunn også færre datasett levert på indikatorer, så antallet sank til under 30 (Fig. 2.7). Det er likevel fremdeles det havområdet med flest indikatorer (29).

Naturindeksen er stadig bedre i Barentshavet (0,71) og Norskehavet (0,66) mens Nordsjøen igjen har en liten økning til 0,59, og nå også med en oppgang i Skagerrak (0,49) (Fig. 2.8d). Nedgangen i Norskehavet er særlig grunnet nedgang i nøkkelindikatoren dyreplankton (se også temaindeks "Krill og dyreplankton").

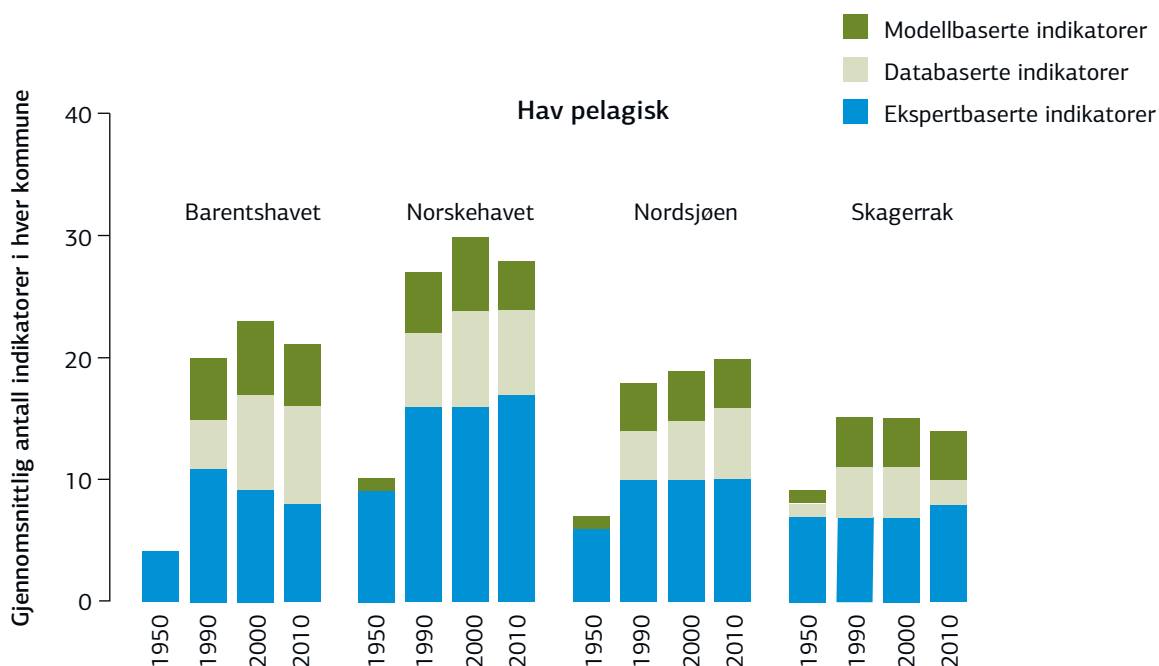
En dramatisk utvikling som avviker fra den samlede indekstutviklingen mellom 2000 og 2010 er hos sjøfuglene, særlig i Barentshavet og Norskehavet (Fig. 2.9). Etter stabile indekser i 1990 og 2000 på ca.

0,8 (Fig. 2.9a, b) har det vært en dramatisk nedgang til henholdsvis 0,5 og 0,4 i 2010 (Fig. 2.9c). For sjøfuglgruppen er de største bestandstilbakegangene observert for lomvi, sildemåke, krykkje, lunde (som inngår i Fig. 2.9) og eksemplifisert for lomvi (Fig. 2.10). Lomvi og krykkje har gått kraftig tilbake de siste 30-40 årene. Bestandene er nå under 30 % av hva de var på starten av 1980-tallet. Sviktende næringstilgang er antatt viktig årsak, men det sammensatte årsaksforholdet er ukjent.

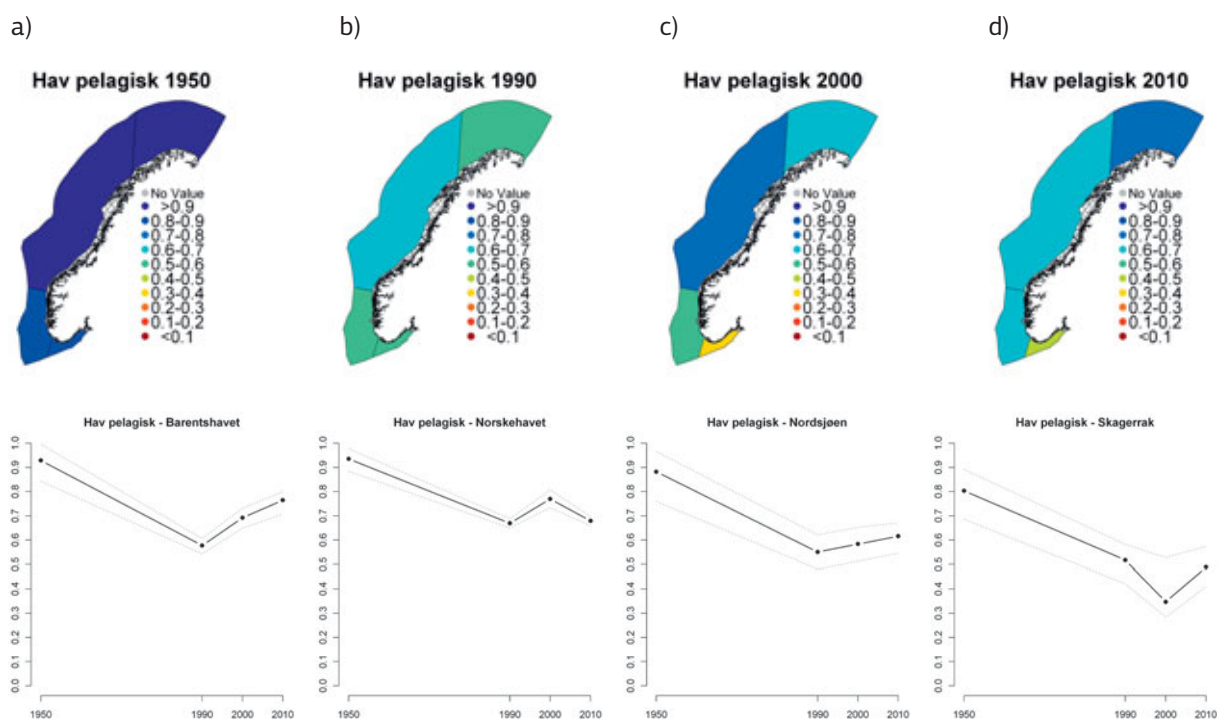
## 2.5.2 Hav bunn

Totalt i "Hav bunn" er det tatt inn 26 indikatorer; derav ingen planter fordi det i dypet ikke er tilstrekkelig lys til vekst, seks evertebrater på bunnen (benthos) derav tre samfunnsrelaterede; en skjellart (haneskjell) og to krepsdyrarter, 17 beinfiskarter og en bruskfiskart. Torsk, dypvannsreker, svampesamfunn, korallrev og bløtbunnsamfunn er valgt som prioriterte nøkkelgrupper.

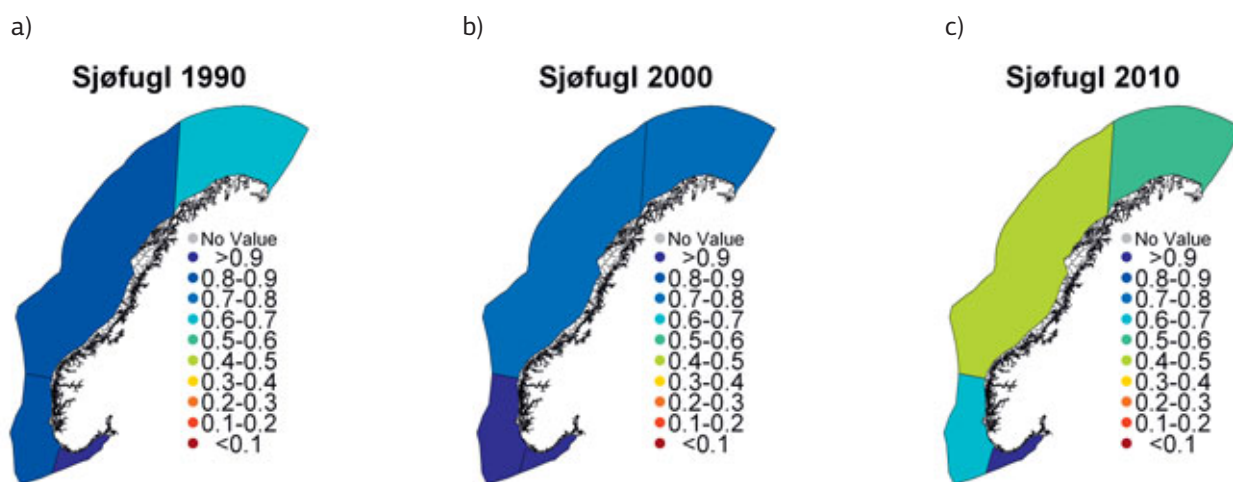
Dypvannsreker, blåsteinbit, kveite, uerartene, torsk og øyepål opptrer både i vannmassene (pelagialen) og på bunnen. Disse artene er med i naturindeksen for begge habitatene. Reke, blåsteinbit, torsk og øyepål er likevel mer langs bunnen enn oppe i vannmassene.



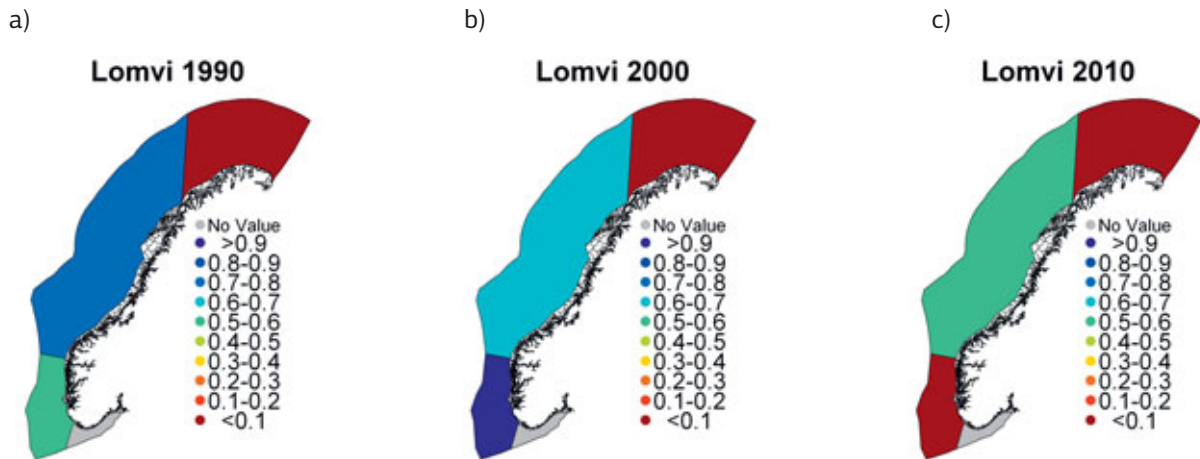
Figur 2.7 Gjennomsnitt antall indikatorer og andel ekspert-, data- og modellbaserte datasett for "Hav pelagisk".



Figur 2.8 Tilstand for biologisk mangfold av indikatorer i havets vannmasser (Hav pelagisk), som er lagt inn i naturindeksdatabasen; kart for 1950 (a), 1990 (b), 2000 (c) og 2010 (d) og utviklingstrender for 1950 (e), 1990 (f), 2000 (g) og 2010 (h).



Figur 2.9 Sjøfugl, kart for 1990 (a), 2000 (b), 2010 (c). Det er ingen kjente data eller ekspertvurderinger fra 1950.



**Figur 2.10** Trend i naturindeks for sjøfuglen lomvi for 1990 (a), 2000 (b) og 2010 (c). Det er ingen kjente data eller ekspertvurderinger fra 1950.

I tillegg har svært mange arter en tilknytning til kyst for gyting, klekking og i yngelfase. Disse er i denne rapporten ikke tatt med på kyst, men følgende arter har utbredelse både i kyst og hav også når de vokser til: sjøkreps, breiflabb, brosme, gråsteinbit, hvitting, lange, og skater. Det er bare skater, breiflabb og gråsteinbit som regnes som mer kystnære, men likevel såpass vanlig i havet at de også må trekkes inn i "Hav bunn"-indeksen. Dette er en svært grov tilnærming. Også andre arter forekommer i mindre forekomster i flere havhabitat.

I likhet med "Hav pelagisk", er en stor del av dataene for "Hav bunn" basert på systematiske toktdata som benyttes for å modellere artenes produktivitet, og regulære fiskeriundersøkelser. Derfor preges også naturindeksen for "Hav bunn" av utviklingen i de kommersielle fiskeartene og av trenden gjennom perioden fra 1950 til 2010. Som for "Hav pelagisk", må utviklingstrekkene sees på bakgrunn av hvor mye innsats det ble lagt i datainnsamling, der det har vært en kraftig økning i antall arter siden 2005.

#### 1950

I likhet med "Hav pelagisk", er de aller fleste indikatoredata basert på ekspertvurdering, fra 75 % i Barentshavet til 76,9 %, 91,7 % og 100 % i henholdsvis Nordsjøen, Skagerrak og Norskehavet (Fig. 2.11). Tilgjengelige data i egnet form for denne rapporten dekker bare 8 arter fra Barentshavet og 12-13 arter i de andre regionene. Andre data som måtte finnes er i liten grad overført til digitale databaser. Mange av de benyttede indikatorene ble ikke undersøkt eller er nå under opparbeiding og digital registrering, særlig fra Barentshavet.

Samme vurdering ble i stor grad fulgt av ekspertene også for Hav bunn og tilstanden der i 1950; på grunnlag av lite konkrete data, men ut i fra at den menneskelige påvirkningen inntil 1950 var begrenset av andre verdenskrig, mindre effektive hjelpemidler og mindre båter, er tilstanden i langt de fleste indikatorartene vurdert som god i 1950 med en samlet naturindeks på 0,93, som også er tilnærmet likt for alle havområdene (Fig. 2.12a).

Denne tidlige perioden er derfor for mange indikatorer benyttet som verdi for referanseverdiene.

#### 1990

I 1990 var innsatsen i havforskningen også for bunnarter økt i innsats og omfang. Flere databaserte indikatorer var tilgjengelige for Naturindeksbasen, som fra nå av blir liggende på mellom 17 til 20 indikatorer for alle havområdene (Fig. 2.11). Igjen var det de kommersielle fiskeartene som ble best undersøkt. Ekspertvurderingene omfattet likevel mellom 52,6 og 58,8 % av datasettene fra henholdsvis Nordsjøen og Skagerrak. Kvalitative datasett utgjorde derimot 84,2 % for Norskehavet og 73,7 % for Barentshavet (Fig. 2.11).

Naturindeksene for disse havområdene er nå vurdert på et bedre grunnlag. Både for Norskehavet og Nordsjøen/Skagerrak er det beregnet en redusert indeks på henholdsvis 0,78, 0,79 og 0,70 (Fig. 2.12b). Barentshavet fikk en noe dårligere indeks (0,63), særlig på grunn av evalueringen av en reduksjon i rekebestanden.

2000

I 2000 var det liten endring i datatilgangen, med samme fordeling mellom antall indikatorindekser og ekspertuttalelser som i 1990 (Fig. 2.11).

Fiskeriforvaltningen var på dette tidspunktet i full gang med en utvikling fra en-arts- til flerartsforvaltning. Tegnene på forbedringer som spores for "Hav pelagisk" for Norskehavet og Barentshavet (Fig. 2.8c) er ikke tilstede for "Hav bunn", der samlet 2000-indeks er innenfor konfidensintervallet for 1990-indeksene (Fig. 2.12c).

2010

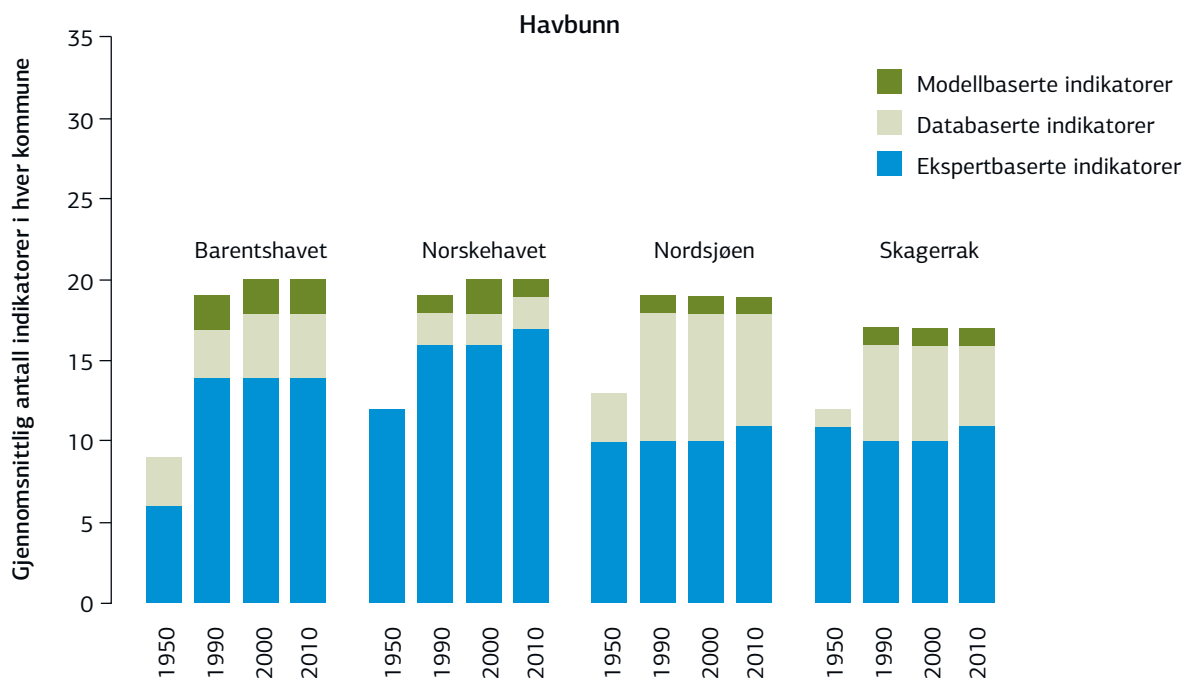
Under innleggingen av data for 2010 er det noen indikatorer som ikke ble opparbeidet i tide, så der ble det en liten økning i andel ekspertbidrag for alle regioner unntatt Nordsjøen der det i stedet er nedgang i registrerte indikatorer (Fig. 2.11). Også her er det viktig å merke seg at disse ekspertuttalelsene er basert på forskernes egne erfaringer som vi anser som sikrere enn uttalelsene for 1950 da de er basert på historisk kunnskap. Antall indikatorer er stort sett i de samme kategorier som i 2000 (Fig. 2.11).

Naturindeksen er fremdeles tilnærmet stabil for Nordsjøen og Skagerrak (henholdsvis 0,78 og 0,79), men med en økning i Norskehavet (0,83) og klar oppgang i Barentshavet (0,73) (Fig. 2.12d). Det er særlig en reduksjon i rekefiskeriene og i trål-innsats generelt som trekker naturindeksen opp i Barentshavet.

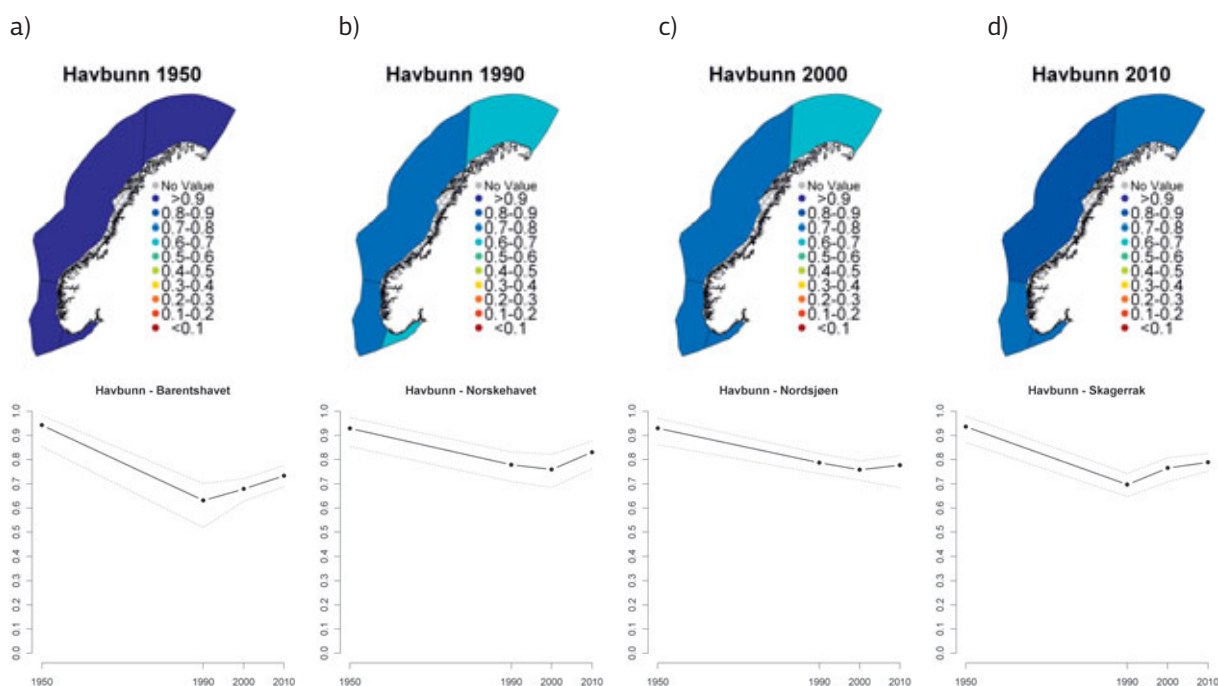
Siden antall indikatorer er såpass lavt og andel ekspertvurderinger så høyt, er den videre presentasjon i temaene om utvikling og sammenhenger i havet basert på pelagiske og bare noen få bunn- og mulithabitat indikatorer. Aggregerte bunnfisk har såpass gode tidsserier til grunn for naturindeksberegningene at de er inkludert her.

### 2.5.3 Samlet vurdering av utviklingen; økosystemene sett under ett

Når vi ser på samlet naturindeks for pelagisk og sammenlikner med bunn, så viser naturindeksen at bunnen har jevnt over høyere og jevnere indekstall gjennom de siste 20 årene mens det pelagiske habitatet har større svingninger og derfor tidvis en lavere indeks. Pelagiske bestander, da særlig stimfisk som sild og lodde, har naturlige store og



Figur 2.11 Gjennomsnitt antall indikatorer og andel ekspert-, data- og modellbaserte datasett for "Hav bunn".



**Figur 2.12** Tilstand for biologisk mangfold av indikatorer ved bunnen, som er lagt inn i naturindeksdatabasen; kart for 1950 (a), 1990 (b), 2000 (c) og 2010 (d) og utviklingstrender for 1950 (e), 1990 (f), 2000 (g) og 2010 (h).

til dels raske svingninger. Disse artene er i volum og diett sentrale for hele økosystemet og har derfor blitt tillagt økt verdi som nøkkelarter. De trekker dermed mye i samlet indeks. Det er sannsynligvis dette som er det viktigste elementet i svingningene i den pelagiske naturindeksen. Slike svingninger er altså en naturlig dynamikk som alltid vil prege det pelagiske økosystemet (se temaene "Artene i havet påvirker hverandre" og Hvilken rolle har fisk i næringskjeden?). På bunnen er de fleste nøkkelindeksene samfunnsrelaterte. Både svamp og korall er svært gamle og stabile samfunn. Raske svingninger i disse samfunnene skjer bare ved katastrofale ødeleggelser av slike samfunn. Det vil ta svært lang tid for å bygge dem opp igjen, så økning i indeksen for hav bunn vil naturlig være sen. Dessverre har vi enda ikke tidsserier på disse gruppene som er lange nok til å si noe om utviklingen på bunnen.

Den gode tilstanden i 1950 må vurderes kritisk, siden den baserer seg på færre indikatorer der et flertall av disse er basert på ekspertvurdering. Svært få ble direkte målt. Det er også viktig å huske at trendanalysene for hav bunn og hav pelagisk under ett, så vel som for hvert havområde, er behengt med en betydelig usikkerhetsgrad. De beregnede naturindeksendringene for de siste 20 årene er såpass små at alle ligger nær eller innenfor usik-

kerhetsgrensene. Påstander om en utvikling til det bedre eller verre kan derfor ikke forsvares.

### Konfidensintervall (Usikkerhet i vurderingene)

For noen indikatorer, herunder sjøfugl, er trendanalysene langt sikrere enn for de fleste andre grupper. De samlede vurderingene av "Hav pelagisk" for Barentshavet og Norskehavet i 2010 er sikrere enn for Nordsjøen og Skagerrak. De nordlige havområdene har det høyeste antall indikatorer og er samtidig det økosystemet som, samlet sett, er minst påvirket av menneskelig aktivitet. Havområdene i Nordsjøen og særlig Skagerrak er i mye større grad påvirket av menneskelig aktivitet. For "Hav bunn" er det en større usikkerhet i nord enn i sør, med minkende usikkerhet for Barentshavet i det siste tiåret men fremdeles stor usikkerhet for Norskehavet.

I alle havområder, bortsett fra pelagisk i Barentshavet, er det en større sikkerhet i den samlede naturindeksen i 2010 enn i 1950, noe som gjenspeiler økt grad av kunnskap for vurdering av indeksverdiene, samt langt bedre datagrunnlag for de fleste indikatorene. Likevel er usikkerheten gjennomgående stor og det er behov for både å utvikle indikatorsettene og fortsette dette over lang tid for å få flere tidsserier på plass.

Det gjenstår å teste i hvilken grad naturindeksen viser en korrekt fremstilt utvikling i havet. Dette vil bli gjort i forbindelse med arbeid for å forbedre og utvikle naturindeksmodellen. Sentralt står det å kvalitetssikre analyseresultatene fra dette prosjektet og sammenlikne dem med allerede etablerte analyseresultat som også beskriver tilstanden i marine miljø og bestander. Før disse testene er gjennomført anbefales det ikke å benytte naturindekser for havet til å trekke faste konklusjoner på utviklingen. Dette er det viktig å ha i minne når kart og trender diskuteres i dette kapittelet.

## 2.6 Temaindekser med tilhørende historier

### 2.6.1 Krill og dyreplankton i vannmassene

Som beskrevet i innledningen vil energien fra sollyset og oppløste næringsstoffer i havvann samles i planteplankton. Ca. 50 % av den globale karbonomsættningen foregår i havets flytende (pelagiske) alger (plankton). Norge har et enormt havareal, og derfor en utrolig stor energirikdom å forvalte.

Selv om mesteparten av plankton dør og faller til bunns som næring for mikroorganismer, bunn-dyr og dyptlevende organismer er det pelagiske næringsnett som er best kjent. En stor del av planteplanktonet blir spist av dyreplankton. I Barentshavet er særlig krepsdyr, hoppekreps som raudåte, krill og marflo (amfipoder), viktige arter. Dessuten finnes pilormer, snegler, børstemark, maneter og andre krepsdyrslag og larvestadier av fisk. Både planteplankton og dyreplankton er nøkkelgrupper, da alt annet liv er avhengig av disse gruppene og sammensetningen av dem.

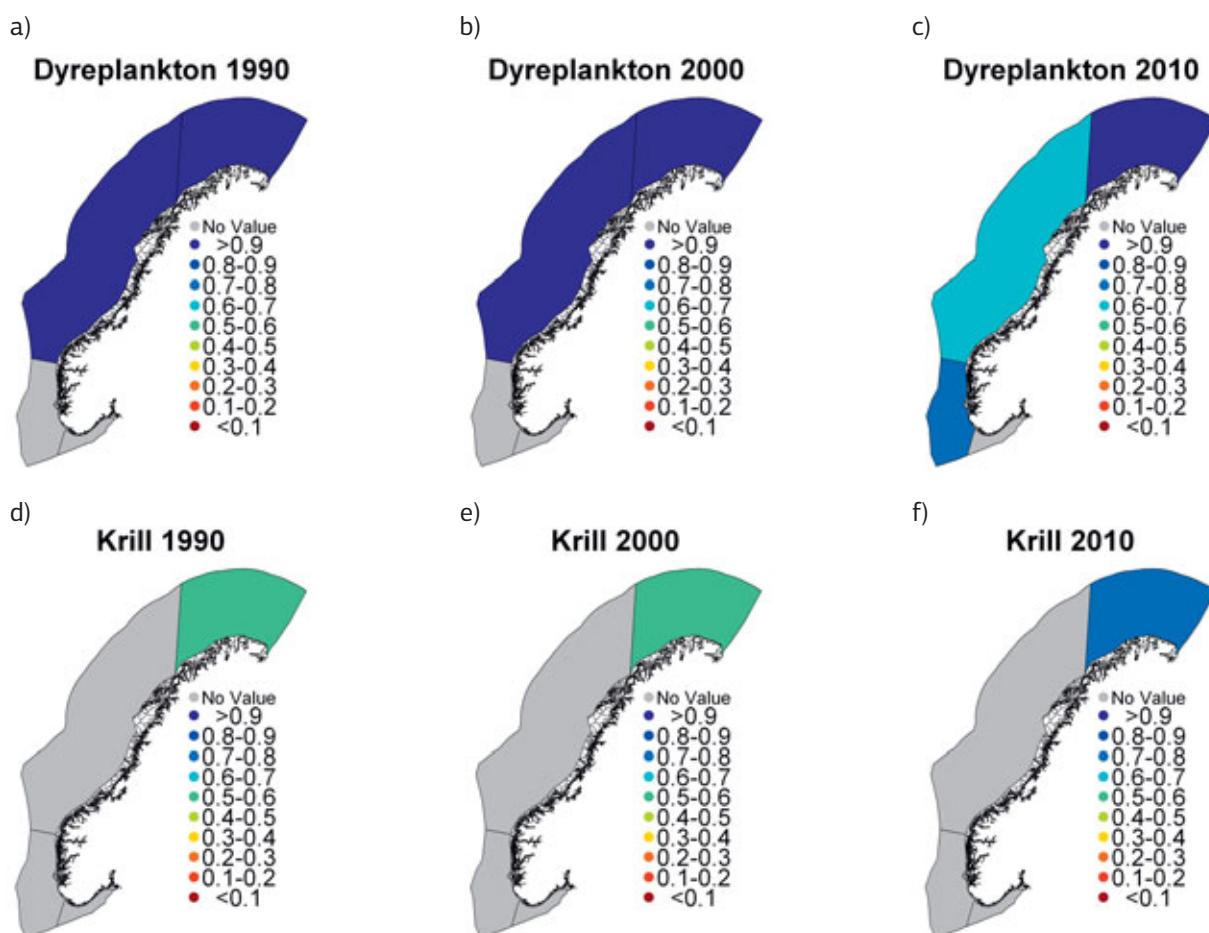
Overvåking av plankton i havet har foregått i lang tid, blant annet gjennom programmet "The Continuous Plankton Recorder" (CPR). Samlerne henger under en rekke skip i internasjonal fart og filtrerer sjøvannet mens skipet går fra havn til havn. Dataene samles inn fra forskjellige havområder, med vekt på Nordøst -Atlanteren. Innsamlingsprogrammet drives av The Sir Alistair Hardy Foundation for Ocean Science (SAHFOS) i England. Dessverre har det foreløpig ikke vært anledning å hente ut data fra norske farvann til naturindeksdatabasen. I stedet er det benyttet mengde (biomasse) data fra faste målestasjoner og tokt på tvers av havområdene. De eksisterende databasene utvides nå gjennom

artsbestemmelser kombinert med vekt, antall og størrelsesmål. Historiske prøver er lagret men det koster tid og penger å få dette på plass.

For arter som lever av dyreplankton er art, størrelse og utbredelse viktigere enn hvor mye som finnes samlet sett. Det er arter som små blekkspruter i familien Gonatus, krepsdyr som rauåte, amfipoder (relativt store planktoniske tanglus) og krill (Fig. 2.13). I denne første utgaven av naturindeksdatabasen viser naturindeksen utviklingen innen samlegruppa "Dyreplankton" gjennom 20 år, mens krill i tillegg til å inngå i fellegruppen har blitt ekspertvurdert (Fig. 2.14). Krill har gått fra en noe redusert naturindeks i 1990 og 2000 til en god tilstand i 2010 mens dyreplankton samlet sett generelt har hatt en god tilstand hele tiden. Krill kan være en mulig indikator på framveksten av den etter hvert store sildestammen som vokste opp i Barentshavet på 1990- og tidlig på 2000-tallet, samtidig som krillindeksen er antatt relativt lav. Siden 2004 er den erstattet av en voksende loddebestand i Barentshavet. Den voksne silda beiter nå i store mengder i Norskehavet (naturindeks 1,0 i 2010), der det samtidig er påvist en redusert mengde dyreplankton (fra 1,0 i 1990-2000 til 0,6 i 2010).



Figur 2.13 Krill i stim. Foto: Havforskningsinstituttet



Figur 2.14 Utviklingskart for dyreplankton for 1990 (a), 2000 (b) og 2010 (c) og for krill for 1990 (d), 2000 (e), og 2010 (f). Ingen vurdering eller data er gitt for 1950.

Nå har det også vært endringer i temperaturforholdene i denne perioden, så det er ikke mulig på grunnlag av naturindeksene å trekke faste konklusjoner. Naturindekskartene viser likevel til at dette er en mulighet som vi bør se nærmere på.

## 2.6.2 Artene i havet påvirker hverandre

### Samspill mellom arter i Barentshavet

I Barentshavet er det en rekke pelagiske fiskearter som lodde, sild og polartorsk som spiser plankton. Likevel er naturindeksen for plankton stabil (Fig. 2.14a-c). Norsk vårgytende sild (NVG sild), lodde og nordøstarktisk torsk (skrei) er nøkkelfaktorer i de marine økosystemene i Norskehavet og Barentshavet (Fig. 2.15a-c) og avhengig av planktonet. Voksensilda gyter utenfor kysten av Midt-Norge og yngelen følger kyststrømmen nordover langs kysten og inn i Barentshavet der den tilbringer de første 3-4 årene av sitt liv. Enkelte år produseres meget store årsklasser av sildeyngel. Ungsilda vil da gjøre så store innhugg i bestandene av loddelarver og

yngel at den totale loddestammen svekkes (Fig. 2.16) (Arneberg *et al.* 2009). Også deler av dyreplanktonet blir merkbart påvirket (Fig. 2.14d-f; 2.16a). Dette skjedde sist i 2002-2004. Det er typisk at slike årskull med sild kommer sporadisk og relativt sjeldent. Gytebestanden av både den vandrende skreien og lodde har vokst etter 2000 (Fig. 2.16b; 2.16c). Sild og lodde er svært næringsrike og er derfor viktige for torsk og arter som spiser fisk. Utviklingen av torskebestanden i Barentshavet er derfor god og gytebestanden er per 2010 nær rekordstor, mye på grunn av økt næringstilgang og sjøtemperatur. Bardehvalarter, som vågehval, finnhval og knølhval, høster av dyreplankton og småfisk, og har i 2010 en god naturindeksverdi (Fig. 2.16d).



Foto: © Bård Bredesen/Naturarkivet.no

**Figur 2.15** Arter som inngår i næringsnettet i Barentshavet: Lodde (a), sild (b), nordøstarktisk torsk (skrei) (c) og lomvi (d).

Illustrasjon: Havforskningsinstituttet. Foto: Geir Systad

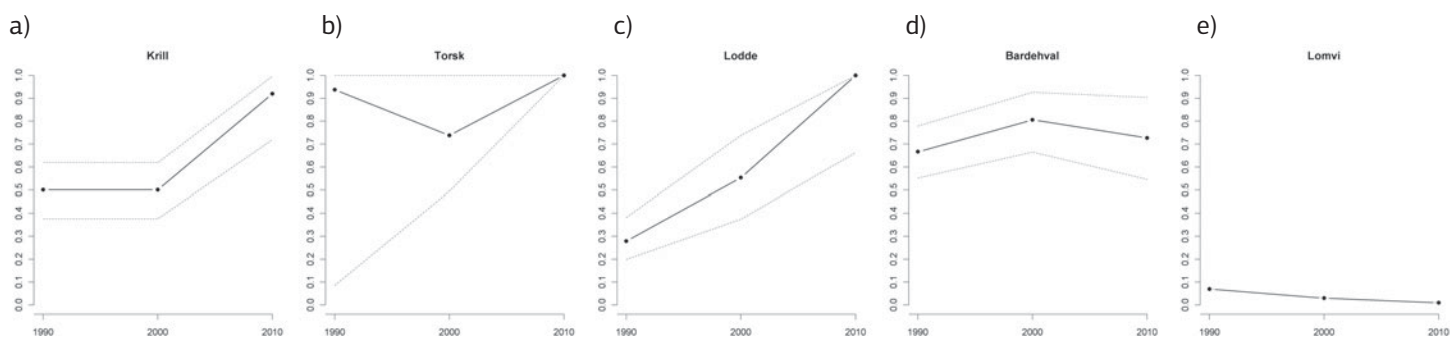
Mange sjøfuglarter er også avhengige av å finne fisk eller plankton av rett kvalitet og mengde nær hekkeplassen for å få unger på vingene. Blant våre fiskepisende sjøfuglarter som finner maten i pelagiske områder finner vi lomvi (Fig. 2.15d), polarlomvi og lunde. For lomvien har hekkebestandene vært svært lave i Barentshavet gjennom hele perioden fra tidlig på 1980-tallet og fram til 2010 (Fig. 2.10; 2.16e). Hekkebestandene i de største fuglefjellene, Hjelmsøya og Vedøy (Røst), er nå (2010) på et nivå som tilsvarer 1-5 % av bestandene på slutten av 1980-tallet. Hekkebestanden av lunde har også gått tilbake, spesielt gjelder dette bestanden på Norges største koloni for arten, Røst. Polarlomvien har nærmest forsvunnet som hekkefugl i fastlands-Norge, mens den har holdt seg relativt stabil i mange kolonier på Svalbard. Disse typiske sjøfuglene legger små eggkull og lever lenge, og er derfor tilpasset et uforutsigbart næringsgrunnlag. Problemet er at når først en bestand er svekket av langvarig næringsmangel, vil det ta svært lang tid på å bygge den opp igjen, selv om næringstilgangen øker.

Årsaken til tilbakegangen i lundebestanden på Røst er hovedsakelig kollapsen i den Atlantiskandiske sildestammen på slutten av 1960-tallet. Lundene på

Røst er avhengige av sildeyngelen som flyter forbi i kyststrømmen for å få fram unger. I mange år ble det ikke ble produsert unger i det hele tatt, og etter hvert sørget den naturlige dødeligheten av voksenfugl for at bestanden gikk tilbake. I de siste 10 årene, da silda har kommet tilbake, har bestanden vært relativt stabil på rundt en tredel av bestanden i 1979. For de andre koloniene er årsakene til endringene mer usikker men er sannsynligvis relatert til endringer i forekomsten av næring.

Årsaken til den store tilbakegangen i lomvibestanden er mer usikker, men flere faktorer er mulige, som drukning i garn, næringsmangel, klimaendringer og en voksende havørnbestand som forstyrrer rugende fugl med stadige angrep. Når fuglene skremmes ut fra hyllene drar de ofte med seg egg eller unger.

Naturindeksen bekrefter at i Barentshavet er topredatorene avhengig av tilgang på visse arter fisk som næring. Med naturindeksene er det mulig å presentere slike trender på en felles mal for disse svært ulike artene. Dette gir oss gode muligheter for å se etter uønskete utviklingstrekk, og kanskje i særlig grad mulige samspillfaktorer som bør undersøkes nærmere.



**Figur 2.16** Utviklingstrender for krill (a), torsk (skrei) (b), lodde (c), bardehval (d) og lomvi (e) i Barentshavet.



### 2.6.3 Hvilke rolle har fisk i næringskjeden?

Det er ofte antatt at energifordelingen i økosystemet går fra de mikroskopiske algene og oppover i systemet gjennom beitere og opp til rovdyrene. Dessuten er det vist i noen økosystem at store rovdyr kan i betydelig grad påvirke økosystem ovenfra og nedover. I Barentshavet er økosystemet i vannmassene grovt sett bygd opp fra plankton, fulgt av planktonbeitere som bardehval, noen sjøfuglarter og pelagisk stimfisk fisk, og toppredatorer som fiskespisende fisk, sel og sjøfugl som fanger fisk (Fig. 2.16; 2.17). Det er en relativt høy og stabil produksjon av dyreplankton, med naturindeks rundt 0,7 (Fig. 2.14a-c; 2.17a). De store svingningene som opptrer høyere oppe i kjeden, må altså skyldes andre påvirkninger.

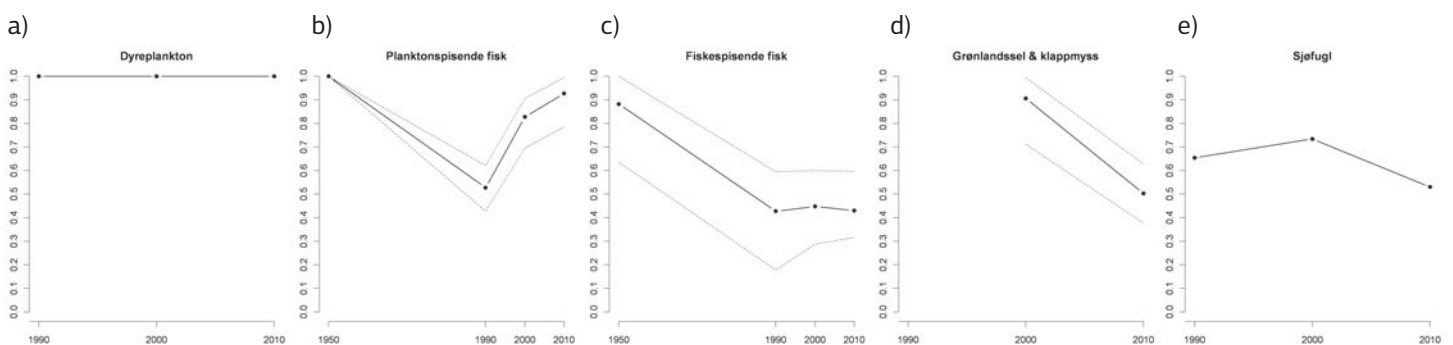
En viktig pådriver i Barentshavet ligger i midt-sjiktet; de stimlevende, vandrende og dynamiske fiskeartene, særlig sild i form av sildelarver og – yngel (Sunnanå *et al.* 2010). Sild er ikke inkludert i naturindeksene i Barentshavet, der lodde er en viktig representant for planktonspisende arter (Fig. 2.17b). Begge arter skifter på å opptre i enorme mengder og er viktig næring for fiskespisende fisk, sel og sjøfugl. Mengdene kan være så store at de også påvirker biomassen av dyreplankton (Arneberg *et al.* 2009). NVG sild i Norskehavet var rundt 2010 beregnet til en naturindeks nær det optimale (1,0) i Norskehavet. Det kan ha en betydning for den reduksjonen som sees i planktonindeksen der (2.14c).

Toppredatoren skrei har også hatt en markert oppgang mellom 2000 og 2010 (Fig. 2.16b). Indeksen for fiskespisende fisk generelt er ikke så positiv (Fig. 2.17c). Denne blir trukket ned av arter som kveite, blåkveite, uerarter og steinbitarter, i stor

grad dyptlevende arter som har scoret lavt på naturindeksen over de siste tiårene. Disse artene bruker lang tid på å vokse, reprodusere og bygge opp bestander. I tillegg blir de utsatt for fiskeri, til tross for den dårlige tilstanden, om enn med strenge kvotebegrensninger. Også sel (Fig. 2.17d) og sjøfugl (Fig. 2.9; 2.17e) har hatt en negativ utvikling mellom 2000 og 2010, til tross for en økt mengde lodde i havområdet. Dette er diskutert nærmere i egne underkapittel for Barentshavet og betydning av isdekke. Toppredatorene har likevel liten betydning for utviklingen av stimfisk og plankton. Grunnlaget for denne produktiviteten er nedenfra gjennom planktonproduksjonen, men planktonbeitende fisk opptrer i så varierende mengder at det er de som i størst grad påvirker både rovdyrene og dyreplanktonproduksjonen (Arneberg *et al.* 2009).

Naturindeksene er i grove trekk en realistisk trend for de økologiske gruppene som er lagt inn. En tidsserie på bare 20 år er for kort til å kunne være sikker på at samspill og viktige drivkrefter i økosystemet kan påvises når vi inkluderer arter med lang livstid og sen reproduksjon som stor eller dyptlevende fisk, sjøpattedyr og sjøfugl. Utviklingen påvirkes dessuten i stor grad av klimatiske forhold.

Naturindekstrender antyder at store endringer kan skje raskt i noen tilfeller. Da er det viktig å benytte data som gir et riktig bilde i naturindeksdatabasen. Dette er utfordrende, siden vi mangler oversikt over hva som er naturlige og menneskepåførte endringer, og siden datasettene inn til nylig er samlet og behandlet først og fremst for å gi fiskeriråd, ikke for å se på samspill i havet. Som informasjonsverktøy kan naturindeksene bidra til at samspill i havet får den oppmerksomhet som er nødvendig for å kunne forstå de komplekse prosessene i marine økosystem.



Figur 2.17 Sammenlikning av utviklingen 1990-2010 for representanter for ulike trofiske grupper: samlet dyreplankton (a), planktonspisende fisk (b), fiskespisende fisk (c), sel (d) og sjøfugl (e). Merk at tidsskalaen er 1990 til 2010 for alle grupper unntatt for plankton- og fiskespisende fisk, som strekker seg tilbake til 1950.

## 2.6.4 Er det forskjell på fisk som lever nær bunnen og i vannsøylen?

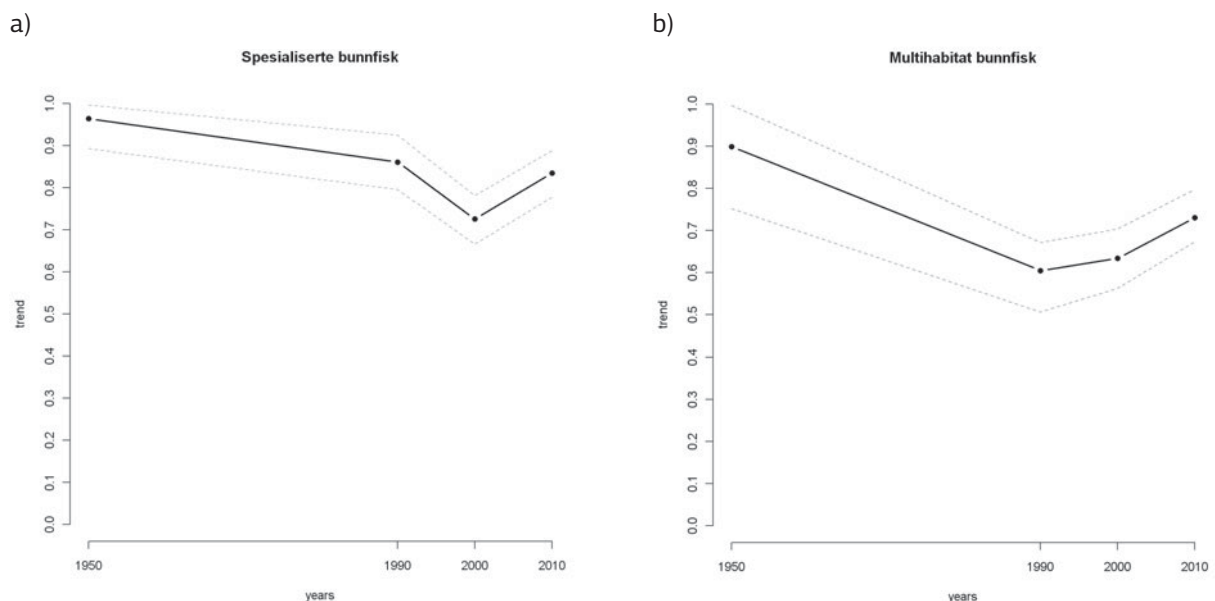
I tillegg til naturlige endringer i økosystemet er det en betydelig fiskeriaktivitet i norske havområder. I Nordsjøen for eksempel, er det en rekke land som fisker på de samme stammene, der EU har andre fiskeriregler enn Norge. Slike steder er det særlig vanskelig å skille mellom påvirkninger fra de ulike aktørene i økosystemet, inkludert mennesket.

Relativt grunne havområder som Skagerrak, Nordsjøen og Barentshavet trålfiskes mer og mindre hyppig. Trålen har en betydelig påvirkning på bunnforhold og påvirker bunnorganismer på forskjellig vis. For å dempe skadevirkningene på bunn og uønsket bifangst er det stadig utvikling av bedre teknologi. Det er samtidig mangler i kunnskapen om bunn-tilknyttete økosystem.

En enkel hypotese er at tråling kan svekke tilstanden for bunnlevende fiskearter. I naturindeks-databasen for Nordsjøen er "spesialisert bunnfisk" (breiflabb, brosme, hvitting, hyse, lange, rødspette, skolest og skater) gruppert for å lage en trend fra 1950 til 2010 (Fig. 2.18a). Det er også laget en trend for "multihabitat fisk" (kveite, lysing, tobis, nordsjøtorsk (torsk) og øyepål), som i tillegg til bunnen utnytter vannsøylen for matsøk (fig 2.18b).

Disse naturindeksene viser at tilstanden for de spesialiserte bunnfiskene er vurdert som noe god og bedre enn de multihabitatlevende artene. Altså kan det tenkes at bunntåling ikke har en negativ effekt på bunnfisk. Tanken må likevel forbli en tanke. Det er å misbruke Naturindeksene om en benytter dem for å trekke slike slutninger. Sammenlikningen er basert på indekser for grupper som er sammensatt av ulike arter som bortsett fra å være mer eller mindre spesialiserte bunnfisk har ulike livsstrategier, atferder, habitatsvalg og miljøkrav og i tillegg ulikt fiskeripress. Med så mange variabler involvert er det for tilfeldig å sette dem sammen kun ut i fra om de beiter på bunnen eller ikke.

Når artene blir for tilfeldig akkumulert som her, så vil de artene som det er best data og mest kunnskap om kunne dominere og skjule den egentlige utviklingen for de lite undersøkte artene. Det er bunnarter (spesialiserte arter) som har hatt en langvarig negativ utvikling, som uerarter, steinbit, blåkveite, breiflabb og skater, men som på grunn av den gode utviklingen hos brosme, hvitting og hyse ikke i særlig grad slår ut når alle samles. For de multihabitat artene har de fleste, bortsett fra kveite og til dels torsk, en rask livssyklus og dynamisk bestandsutvikling. Aggregeringen mellom sentmodnende og rasktmodnende arter visker ut forskjellene i bestandsdynamikken, kunnskap som er avgjørende i forvaltningssammenheng. Eventuelle direkte fiskerirelaterte effekter kan altså ikke påvises, og slett ikke skilles fra naturlige variasjoner.

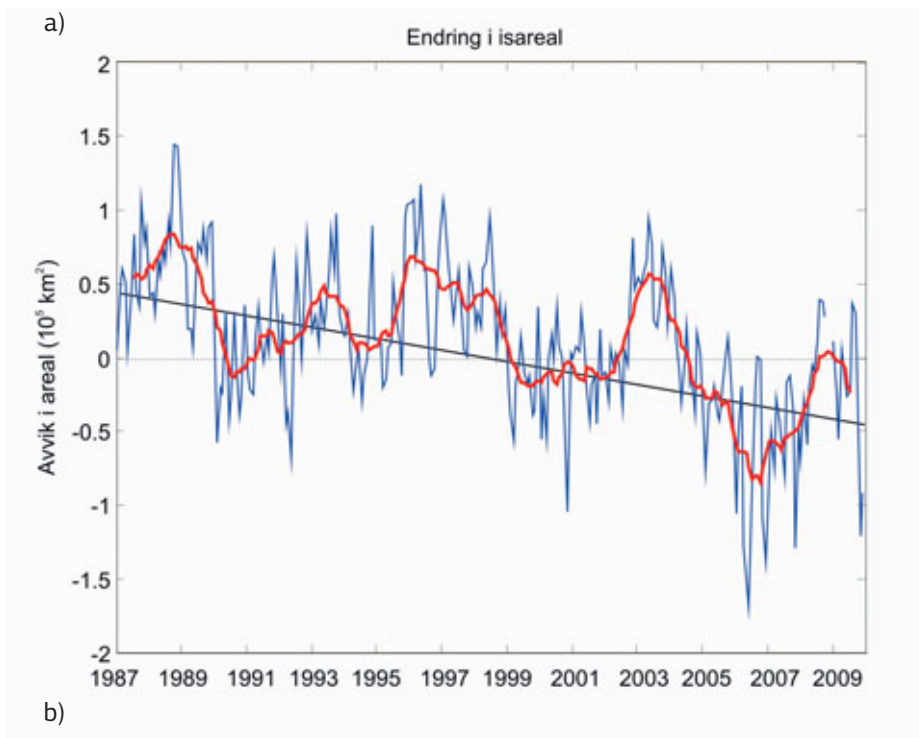


**Figur 2.18** Utviklingen fra 1950 til 2010 for en aggregert indeks for spesialiserte bunnfisk i Nordsjøen (breiflabb, brosme, hvitting, hyse, lange, rødspette, skolest og skater) (a) og multihabitat fiskearter (kveite, lysing, tobis, torsk og øyepål) (b).

Naturindeksene for hav basert på de indikatorene som inngår pr i dag, egner seg ikke for hypotese-testing, og det er heller ikke meningen med naturindeksene. Med en grundig utvelgelse av indikatorer for å minimere "nøytralisering" ved aggregering, vil naturindeksene være godt egnet til å vise trender for nøye utvalgte grupper. Om det viser seg å være påfallende stor forskjell i trender mellom gruppene, så er det et tydelig signal om at det er behov for å se nærmere på forholdene rundt artene i disse gruppene og se etter menneskeskapte eller naturlige påvirkningsfaktorer.

## 2.6.5 Er selene i nord påvirket av klimaendringene?

Det har de siste 30 årene vært en jevn nedgang i isdekke i Barentshavet forårsaket av økning i sjø- og lufttemperatur (Fig. 2.19a). Selartene klappmyss og grønlandssel (Fig. 2.19b) er polare arter som lever hele sitt liv i havet og er avhengig av is når de skal kaste (føde). Naturindeksen viser høyest produksjon rundt år 2000, da også isutbredelsen er høyere enn ti år før og etter. I 2006 og 2007 var isutbredelsen den laveste som er målt. Den siste modellerte sel-ungeproduksjonen er også den laveste for perioden 1990 til 2010. I naturindeksdatabasen er dataene for sel gitt med et bredt konfidensintervall (Fig. 2.17d).



**Figur 2.19** Utviklingen i maksimal isutbredelse i april måned (a) fra 1979. I tillegg til den lineære trenden for isdekning (rød linje), viser tynn blå linje månedsmiddelerdien og tykk blå linje treårs-middelerdien. Figur fra Sunnanå et al. 2010.

Foto: Grønlandssel med unge. Havforskningsinstituttet, Tore Haug.

Reproduksjon for klappmyss og grønlandssel i Barentshavet 2000-2010 er vist i figur 2.17d.

Det er igjen ikke mulig å si om det er noen direkte sammenheng basert bare på trenden i naturindeksene. Mattilgang, sykdom, konkurranseforhold og annet kan også ha betydning. Trenden viser likevel at det har vært en negativ utvikling som kan være koblet til klimaendringer. En så dramatisk nedgang bidrar til å styrke forståelsen for behovet for konkret forskningsinnsats rettet mot levetilstandene for artene, for å fastslå årsakene til en slik utvikling.

## 2.7 Datagrunnlaget og kunnskapsmangler

*Havforskningsinstituttet har i over 100 år samlet data, fysiske og biologiske, fra det marine miljøet. Det eksisterer en stor mengde data i form av ubehandlede innsamlete biologiske prøver, rådata, sorterte data og modellerte data og rapporter og publikasjoner. NINA har drevet overvåking av sjøfugl siden 1980-tallet og har data i en form som lett lot seg inkorporere i naturindeksen.*

Til nå er det stort sett bestandsutvikling som har vært overvåket hos et utvalg norske sjøfuglarter. Med etableringen av overvåkings- og kartleggingsprogrammet SEAPOP (oppstart i Nord-Norge 2005, Sør-Norge 2007/2008) er det nå satt i gang overvåking av parametre som voksenoverlevelse (som sier noe om forholdene gjennom vinterhalvåret), hekkesuksess (som gir oss data på hvor mange unger som produseres) og diettvalg (som gir oss data på tilgjengeligheten av næring, både artsutvalg og størrelse på den fisken fuglene spiser). Dette er parametre som i framtiden vil gi oss et mye bedre grunnlag for å vurdere årsakene til de bestandsendringene vi observerer i våre sjøfuglbestander.

Det er et stort tilfang av data allerede, særlig ved Havforskningsinstituttet. Mye er i form og opparbeidelse ikke tilgjengelig uten en kostbar og tidkrevende innsats. For de dataene som er opparbeidet og lagret i åpne databaser, er disse ofte basert på forutsetninger og tiltenkt formål som ikke uten videre gjør dem egnet for Naturindeksdatabasen. Utvalget av indikatorer, datatype og sikkerheten til datasettene ble derfor preget av den snevre tidsrammen. Med dagens status for datatilgang og datasett er det en del mangler som bør utbedres i en revidert naturindeks.

Det er for eksempel vanskelig i naturindeksmodellen å få til en god presentasjon av arter som har en rask og svært stor dynamikk i bestandsutviklingen, som sild, brisling og lodde. Loddebestanden har variert betydelig i mengde innimellom de tre observasjonstidspunktene (Fig. 2.16c). Den tilsynelatende veksten i bestanden som figuren viser gir ikke et godt bilde av hvordan situasjonen har vært for lodda i denne perioden. NHG sild i Nordsjøen og Skagerrak har en negativ utvikling som ikke kommer fram i naturindeksen. Data på sild og brisling er i naturindeksdatabasen beregnet ut fra 5-årsnitt, noe som har vist seg å være uheldig for arter med så store og raske naturlige bestandssvingninger.

Det ble i utgangspunktet lagt vekt på å få med data fra alle funksjonelle nivåer av økosystemet, men utvalget er ikke så gjennomarbeidet og tilpasset som ønskelig. Arbeidet med denne førsteutgaven er viktig for å bedre forstå hva slags data som egner seg i en revidert og utbedret versjon.

Gjennom utviklingen av de helhetlige økosystembaserte forvaltningsplanene er det nå etablert forskningsprogram på bunnkartlegging (MAREANO) og sjøfugl (SEAPOP), samtidig som Havforskningsinstituttet systematisk samler inn data fra alle funksjonelle nivåer av økosystemet. De nye dataseriene som nå etableres vil få en stor betydning i framtiden om de får gå lenge nok.

Havforskningsinstituttet ønsker å bidra til utviklingen av naturindeksene ved å legge vekt på flere og mer detaljerte analyser av datamaterialet i etterkant av at hovedrapporten foreligger for å finne forbedringspunktet. Det vil også bli sett på hva slags data og i hvilken form andre institutter har levert data til naturindeksdatabasen og vurdert i hvilken grad de fungerer i en felles analyseramme. Vi vil forsøke å se om det er noe å vinne på å "marinisere" naturindeksen, blant annet ved å se på veiing av arter/areal/volum. Det bør legges vekt på å samordne indikatorer som nyttes i ulike sammenhenger, som ressursrådgiving, miljørådgiving og ren beskrivelse av naturtilstand.

Det gjenstår en grundigere debatt om valg av referanseverdier for marine naturindekser. Det blir viktig å sammenstille resultater fra naturindeksanalysene med kjente resultater fra etablerte og etterprøvede modeller der de finnes for utvalgte indikatorer. Det er også et ønske om å se på muligheter

for aggregering av arter eller forhold mellom arter i spesifikke habitat. I punktet inngår også utvikling og uttesting av artsindekser der det er relevant. Dette er særlig aktuelt for evertebrater, med særlig fokus på marin plankton og bunndyr. Målet må være å få et kostnadseffektivt sett med indikatorer og samtidig minske usikkerheten rundt datasettene.

## 2.8 Egne tema

### 2.8.1 Naturindeksen som formidling:

Naturindekser er en metode som egner seg meget godt til enkel og lett tilgjengelig formidling av tilstanden for økosystem. De presenteres som lett-fattelige og enkle figurer og åpner for dialog med publikum og brukere uten faglig bakgrunn.

Den viser trender og utviklinger i store trekk og er derfor nyttig til å vise hvor det vil være behov for økt forskningsinnsats eller understøtte annen overvåking som melder om behov for tiltak.

Tilgangen på data og antall indikatorer formidler også tydelig hvor behovet for grunnkunnskap er til stede, som i dyphavet og på havbunnen.

### 2.8.2 Naturindeksen som påviser av kunnskapshull:

Under utviklingen av databasen ble det tidlig klart at det er en skjev fordeling av data på de ulike seksjonene i økosystemet. Kommersielt og samfunnsmessig viktige ressurser har blitt overvåket og forvaltet i lang tid og gode data og modeller finnes. Det kommer klart fram at det er behov for mer langtidbasert datainnsamling, særlig på bunndyr og ikke-kommersielle fiskearter. Det er i gang utvikling av planktonprøver og historiske bunndyrprøver fra Barentshavet. Det er også gode muligheter for fremtidig overvåking av Barentshavets bunndyrforhold, om Mareano-programmets kartlegging følges opp med overvåking av faste stasjoner.

Oversikten over type data som er benyttet og antall indikatorer (Fig. 2.7; 2.11) viser at det er områder der kunnskap og overvåking mangler. Det samme kan påvises ved å se på oversikter over antall indikatorer innen ulike plante- og dyregrupper. Det er viktig å være klar over at det ikke er gjort på kort tid å fylle kunnskapshull. Det må etableres tilstrekkelig lange tidsserier før de har noen betydelig relevans for en naturindeksdatabase.

### 2.8.3 Naturindeksen for forvaltningen:

Det er viktig å poengtere at naturindeksen, slik som den her framstår, har en klar begrensning og er ikke direkte egnet til forvaltningsformål. Den er på grunn av standardisering av til dels svært ulike datatyper og aggregering av disse, ikke egnet som verktøy for å analysere prosesser og årsaker til utvikningstrender som den påviser.

Forvaltningsdata må basere seg på grundig forskning som utføres etter anerkjent vitenskapelig metodikk, med en rigorøs sammenstilling og analyse av relevante data og fakta, tolkning av data ved bruk av litteratur og eksisterende kunnskap, og faglig akseptert dokumentasjon av alle fakta, forutsetninger og konklusjoner. En forutsetning for å kunne sammenstille og vurdere samlet påvirkning fra mange aktiviteter, er at virkningene fra hver enkelt aktivitet og påvirkningsfaktor blir grundig behandlet. Dette er en vurdering av miljøkonsekvenser ("impact assessment") som gjøres i mange sammenhenger og hvor det er mye erfaring og metodisk kunnskap å bygge på innen marin forskning.

### 2.8.4 Behov for langsiktighet i drift og vedlikehold av naturindeksdatabasen:

Naturen, ikke minst i havet, er svært dynamisk, med kort- og langsiktige svingninger i forholdet mellom artene fra dag til dag, måned til måned, år til år og i lange svingninger som kan gå over århundrer. Naturindeksdatabasen vil være av begrenset verdi nå, med sitt korte tidsspenn, men vil ha økt verdi over tid.