

var de mellomårlege variasjoner relativt moderate, sammenlignet med tidligere periode.

De mellomårlege variasjoner i isutbredelsen er generelt så stor i Barentshavet at det trenges et lengre tidsrom enn for eksempel bare 10 år for å gjøre utsagn om trender.

September 2007 var en ny minimumsrekord for havisutbredelse i Arktis (siden daglige satellittmålinger foreligger, 1979), med betydelig mindre is enn ved den forrige rekorden i 2005 (se for eksempel Stroeve et al. 2008). Det området som var sterkest påvirket var Nordpolbassenget mellom Alaska og Øst-Sibir, der et stort område ble isfritt. Også i Barentshavet var 2007 et år med lite is på sommeren, mens det samtidig var relativt mye havis i Framstredet vest for Svalbard. Som en følge av lite is i 2007, kommer det til å bli en økt andel av førsteårsis i forhold til flerårsis i polbassenget fremover. Minimumsutbredelsen i september 2008 for hele arktis var også veldig lavt, men litt større enn rekorden i september 2007. Det kan konstateres at somrene 2007 og 2008 skiller seg tydelig fra årene før (1979–2006) med sin veldig lave isutbredelse (Arctic report card 2008).

De mellomårlege variasjoner (minimums-isutbredelse) for helarktis korrelerer ikke umiddelbart med mellomårlege variasjoner i Barentshavet. Men trender peker i samme retning. Det trengs mer arbeid for å undersøke forholdet mellom den regionale utviklingen og den panarktiske utviklingen for forskjellige sesonger og forskjellige år.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer rimelig godt i forhold til det den er ment å belyse, men det kan være nødvendig med noen justeringer. Det kan være vanskelig å forstå isutbredelsen i Barentshavet ved å se på Barentshavet alene. For en god forståelse bør man se på isutbredelsen i hele eller større deler av Arktis. Justeringer kunne også inneholde et mer detaljert syn på isen, dvs. trekke inn forskjellige istyper og istykkelse, i den grad data er tilgjengelig. Dette ble gjort delvis i denne rapporten, men det vil bli mer detaljert i rapporten for 2009.

#### Økosystemvurdering

Et økende isdekket etter en periode med svært mye åpent vann hele året vil kunne endre fordelingsmønsteret for en del arter av fisk og sjøpattedyr. Fordeling og mengde av primærproduksjon kan også endres. Forandring av istykkelse og snømengde kan bety endrete lysforhold og dermed habitatforhold for økosystemet tilknyttet isen.

## 4.1.2 Temperatur, saltholdighet og næringsalter i faste snitt

### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

### Forfattere

Randi Ingvaldsen og Francisco Rey

### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet. Temperatur og saltholdighetsdata eldre enn 2 år er tilgjengelig hos ICES ([www.ices.dk](http://www.ices.dk)). For andre data, ta kontakt med Havforskningsinstituttet

### Type indikator

Tilstandsindikator

### Referanseverdi

Middel over hele måleperioden

### Tiltaksgrøse

Ingen

### SVO-relevans

Kystnært - Iskanten - Polarfronten - Svalbard

Snittene som er valgt er Fugløyå-Bjørnøya og Vardø-Nord, og plasseringen av disse er vist på Figur 3.1.1. Disse snittene dekker havstrømmene inn i Barentshavet og tas henholdsvis 6 og 4 ganger per år. Snittene gir en god pekepinn om klimastatusen i det sørvestlige Barentshavet og viser at temperaturene har hatt en oppadgående trend fra 1977 (Figur 4.1.2.1). Trenden antyder en økning på omkring 1,5 °C over denne perioden. Fordi tidsseriene startet på et kaldt tidspunkt i den naturlige klimasyklusen, ventes en oppadgående trend over perioden. Det var imidlertid varmt i Barentshavet også i 1930 og 1950-årene, men ikke fullt så varmt som i de siste årene. Alle årene 2004–2007 hadde faktisk høyere årlig gjennomsnittstemperatur enn det varmeste året under siste varmeperiode (som var 1938).

I 2009 var det fremdeles varmt, og vinteren det året hadde temperaturer omkring 0,5–0,75 °C over langtidsmiddelet (Figur 4.1.2.1). Dette er lavere enn det som har vært vanlig de siste 5–6 vintrene. Årsaken er lavere lufttemperaturer og dermed mer luftavkjøling, kombinert med lav innstrømming av atlantehavsvann. Utover året steg temperaturene, og i august-oktober var de omkring 0,9 °C over langtidsmiddelet. På grunn av spesielle atmosfæriske forhold i slutten av 2009 holdt havtemperaturen i Barentshavet seg høy også resten av 2009 og begynnelsen av 2010, selv om lufttemperaturene over Skandinavia i samme periode var lave.

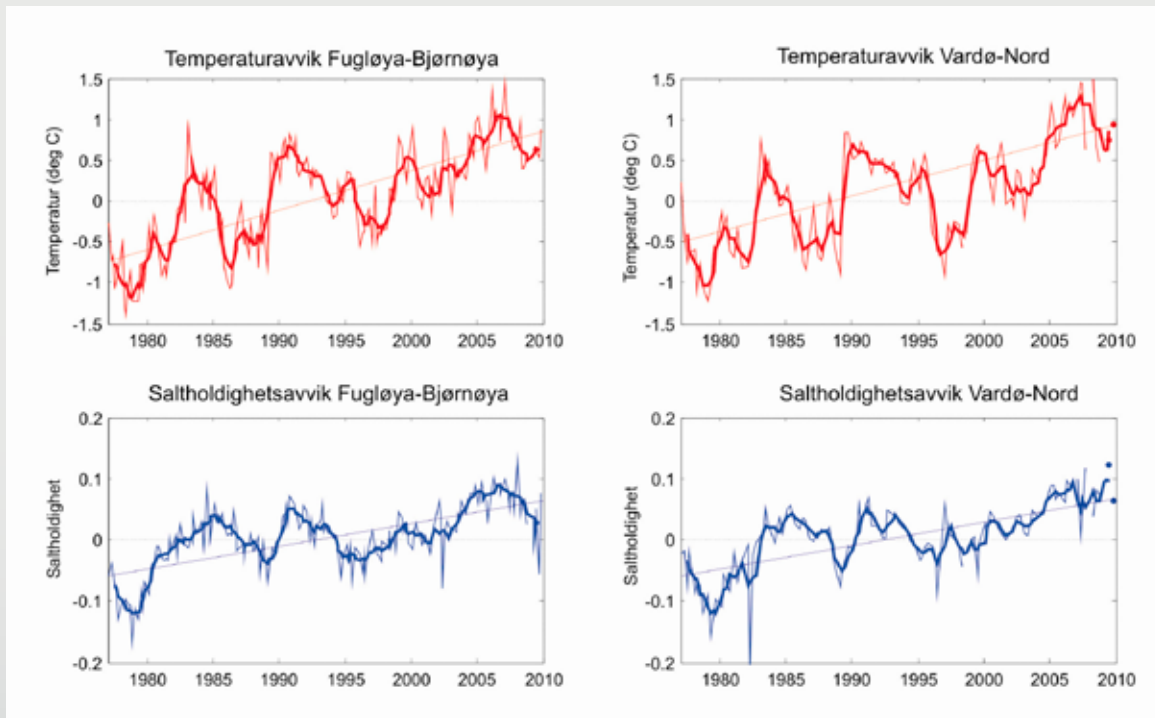
Saltholdigheten varierer i stor grad i takt med temperaturen (Figur 4.1.2.1), spesielt i innstrømningsområdet i sørvest (Fugløyå-Bjørnøya-snittet). I løpet av 2009 minket saltholdigheten ned til under langtidsmiddelet i dette snittet.

Sjøtemperaturene i Barentshavet er på sitt kaldeste i mars fordi luften da har avkjølt havvannet gjennom hele vinteren (Figur 4.1.2.2). Senvinteren 2009 var det varmt i Barentshavet, men en del kaldere enn året før. I 100 m dyp var temperaturene 0,5–1 °C over langtidsmiddelet i hele det sørvestlige området, mens i og nær Polarfronten var temperaturene under langtidsmiddelet (Figur 4.1.2.3). Den generelle nedgangen skyldes en kombinasjon av lavere temperatur i, og mengde av innstrømmende atlantehavsvann, kombinert med lave lufttemperaturer. Sjøtemperaturene øker utover våren, og er på sitt høyeste i august–september (Figur 4.1.2.2). Målingene fra sensommeren 2009 viser at temperaturen på 100 m dyp var over langtidsmiddelet i mesteparten av Barentshavet (Figur 4.1.2.3). Unntaket er et område øst av Svalbard hvor det var betydelig kaldere enn normalt. Det var varmest i det nordlige og østlige Barentshavet med temperaturer 1–2 °C over langtidsmiddelet.

Næringsaltene, spesielt nitrat og silikat, er essensielle for veksten av de vanligste planteplanktonartene i Barentshavet. Deres fordeling om vinteren gir en pekepinn på mengden som er tilgjengelig før vekstsesongen starter om våren. Fordelingen om sommeren gir i tillegg en indikasjon om hvor vellykket planteplanktonets vekst har vært. I Barentshavet finnes det forskjellige vannmasser, og man har valgt å dele denne presentasjonen i to: en for kystvannet (saltholdighet under 35 i de øverste 100 m) og en for atlantehavsvannet (saltholdighet over 35 i hele vannsøylen).

Figur 4.1.2.4. viser avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om vinteren i tre dybdelag i atlantehavsvannet i Fugløyå-Bjørnøya og Vardø-Nord-snittene. I tidligere rapporter ble det observert kun små forskjeller i næringssaltkonsentrasjonene i Fugløyå-Bjørnøya-snittet i de tre lagene, noe som tyder på god vertikalblanding av vannmassene om vinteren. De tre dybdelagene som er valgt representerer det produktive øverste laget hvor våroppblomstringen finner sted, et midt-lag hvor akkumulering og nedsynking av planteplankton om sommeren bidrar til et visst konsum av næringsalter, og et dypt lag der bioproduksjonen er minimal. De årlige avvikene er små, men de viser en svak, men klar, nedgående tendens gjennom hele den observerte perioden.

Nitrat viser mellomårlege variasjoner rundt en gjennomsnittverdi på 11,1 µmol/l i de øverste 50 m for hele perioden. Tilsvarende verdi for laget 50–200 m er 11,2 µmol/l. Silikat viser også liknende variasjoner rundt en gjennomsnittverdi på 4,7 µmol/l, men den klare nedgående "trend" fra 5,1



**Figur 4.1.2.1**

Temperatur og saltholdighetsavvik i Atlanterhavsvannet i perioden 1977-2009. Figurene til venstre viser snittet Fugløya-Bjørnøya og figurene til høyre viser snittet Vardø-Nord. Tynn linje viser ufiltrerte data, tykk linje 1 års glidende middel og den rette skrå linjen viser trend. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med 30-års middelet fra perioden 1977-2006.

$\mu\text{mol/l}$  i 1995 til  $4,1 \mu\text{mol/l}$  i 2005 ser ut til å ha snudd og stabilisert seg rundt verdier på  $4,5 \mu\text{mol/l}$ .

Tilsvarende forhold som i Fugløya-Bjørnøya-snittet finner man i Vardø-Nord-snittet om vinteren (Figur 4.1.2.4).

Om sommeren er det, pga. biologisk forbruk av næringssaltene i de øverste lagene, større forskjell mellom lagene og større årlige variasjoner enn om vinteren (Figur 4.1.2.5). Spesielt i laget 0–20 meter er det stor årlig variabilitet både i nitrat og silikat. Positive avvik antyder lave vekst av planteplanktonet fram til måletidspunkt og negative verdier antyder høy vekst. Laget 20–50 m viser som regel også en nedgang i næringssaltene i forhold til vinteren, men i mindre grad enn laget 0–20 m. I laget 50–200 meter var gjennomsnittet litt høyere enn om vinteren,  $11,2 \mu\text{mol/l}$  for nitrat og  $4,8 \mu\text{mol/l}$  for silikat, samtidig som de mellomårlige variasjonene var noe større.

Nedgangen i silikat i det dypeste laget i perioden 1995–2005 var også tydelig i de etterfølgende somrene.

Forholdene i Vardø-Nord-snittet om sommeren var stort sett de samme som ved Fugløya-Bjørnøya-snittet, men konsentrasjonene av både nitrat og silikat var noe

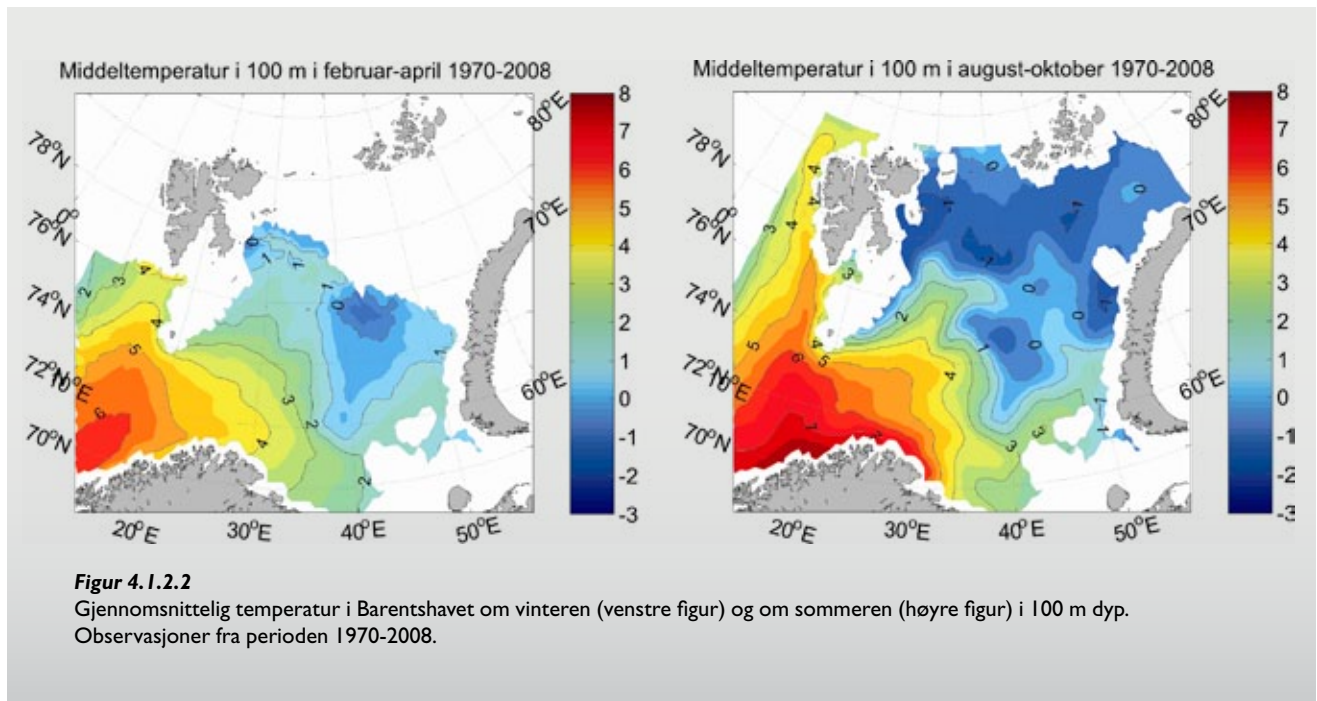
lavere. De to siste årene har det blitt observert et kraftig negativt avvik i næringssaltene, spesielt nitrat, i de to dypeste lagene. Dette avviket skyldes en sen og massiv oppblomstring på snittet som forbrukte næringssalter helt ned til 100–125 m. Større avvik i nitrat enn i silikat tyder på at disse oppblomstringene var dominert av andre arter enn diatomeer (Figur 4.1.2.5).

Hva som er årsaken til nedgangen i silikat er ikke klart, men en mulighet er at det har forbindelse med den observerte økningen både i temperatur og saltholdighet i samme periode. En mer detaljert studie av forholdene, især variasjoner i dypet til blandingslaget i atlanterhavsvannet i det nordlige Norskehavet om vinteren, kan muligens avsløre årsaken. Næringssaltene blir regenerert i blandingslaget om vinteren. Jo dypere vinterens blandingslag blir, jo mer organisk materiale blir utsatt for remineralisering. Dermed blir større mengder næringssalter disponibel for produksjon den etterfølgende våren. Silikat regenereres saktere enn både nitrat og fosfat, samtidig som det ofte fjernes fra det øverste laget om sommeren via synkende diatomeer. Dette kan delvis forklare, for eksempel ved et grunnere vinterblandingslag, at relativt mindre silikat blir regenerert i forhold til nitrat og fosfat. I de siste årene har atlanterhavsvannet som strømmer inn

i området fra sør vært varmt. Kombinert med at vinteravkjølingen i Barentshavet har vært mindre enn vanlig, har dette sannsynligvis ført til en grunnere vertikalblanding og dermed mindre silikat.

Nitrat og fosfat blir brukt av samtlige planteplanktonarter, mens silikat blir brukt hovedsakelig av diatomeene. Tidlig om våren blir en betydelig, men variabel del av nitrat og fosfat brukt av små flagellater som ikke bruker silikat. Dette gjør at mengde næringssalt disponibel til diatomeenes våroppblomstring blir mindre, samtidig som diatomeene som regel ikke kan vokse optimalt ved silikatkonsentrasjoner lavere enn  $1\text{--}2 \mu\text{mol/l}$ . Etter diatomé-oppblomstringen blir det som er igjen av næringssaltene brukt opp av flagellater. Siden diatomeene er hovedføde for en stor del av dyreplanktonet, er planteplanktonets sammensetning tidlig på våren av stor betydning for hvor mye av produksjonen som blir direkte overført til høyere trofiske nivåer.

I det sørlige Barentshavet finner man i hovedsak vannmasser som stammer fra den norske kyststrømmen karakterisert med høyere temperaturer og lavere saltholdighet enn atlanterhavsvannet. Næringssaltforholdene i disse vannmassene kan ses i figurene 4.1.2.6 og 4.1.2.7.



Om vinteren er konsentrasjonene i lagene 0–20 m og 20–50 m ganske like i begge snitt, noe som reflekterer gjennomblandingen ned til 50 m dyp. I det dypeste laget er konsentrasjonene høyere gjennom hele året, noe som tyder på at disse vannmassene ikke er utsatt for mye blanding med vannmassene over. Hovedårsaken er det permanente skillet mellom kystvannet på toppen og vannmasser med opprinnelse i atlantehavsvannet i bunnen.

Om sommeren blir nærings saltene i det øverste laget i kystvannet brukt i større omfang enn i atlantehavsvannet, men det

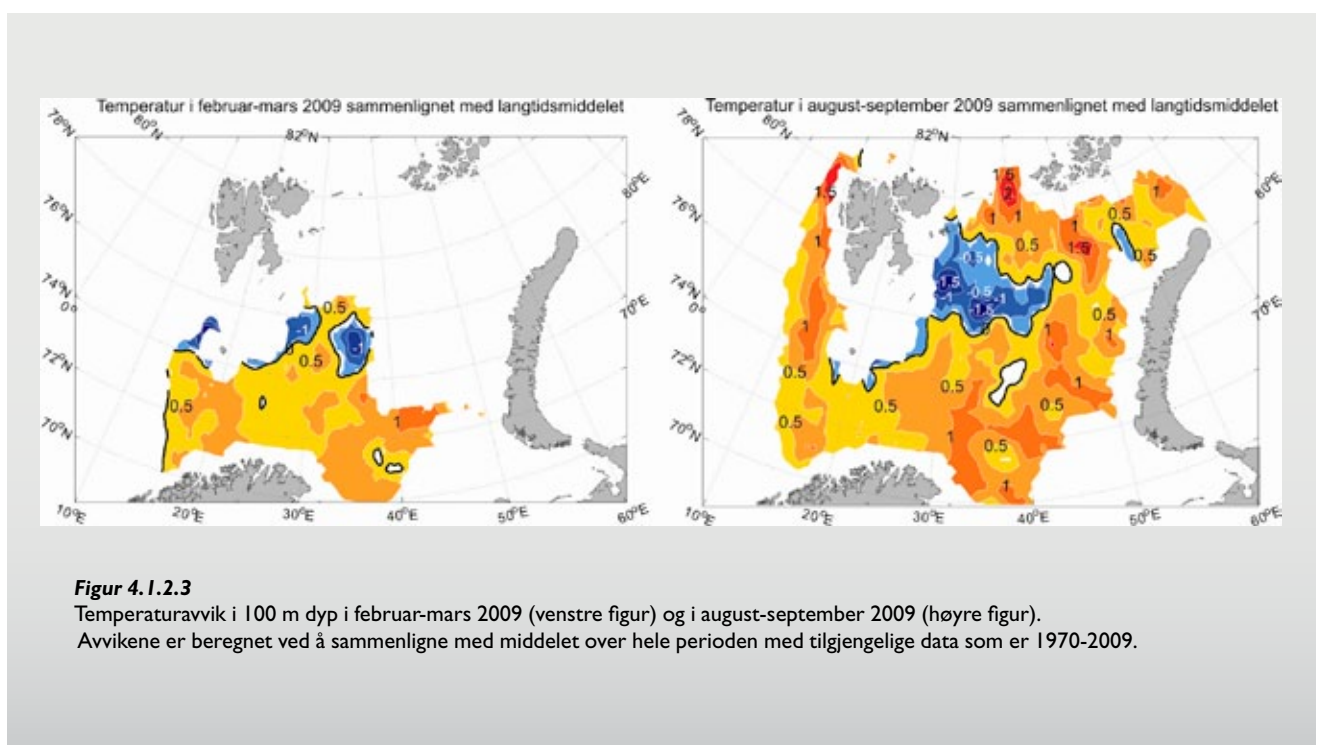
er også en stor forskjell mellom snittene. På begge snitt finner det største forbruk av nærings salt, og de største årlige avvikene sted i de øverste 20 meter, mens på Fugløya–Bjørnøya-snittet er det mindre forbruk av silikat i laget mellom 20–50 meter, i motsetning til Vardø–Nord-snittet. Dette viser hvor stor betydning det øverste laget i kystvannet har for diatomeenes våroppblomstring ved Fugløya–Bjørnøya-snittet. De kraftige negative avvikene i nitrat observert i 2008 og 2009 i atlantehavsvannet på Vardø–Nord-snittet pga. sen oppblomstring er også ganske tydelig i kystvannet.

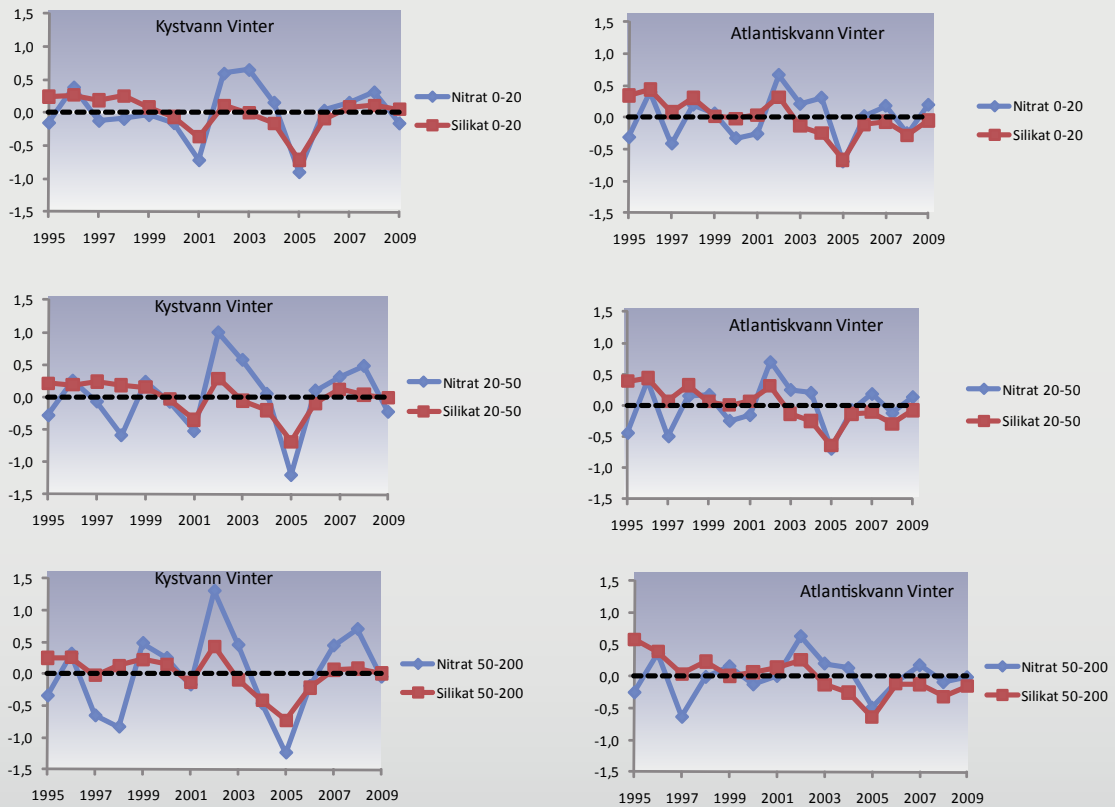
#### Teknisk vurdering

Indikatorene fungerer i forhold til det de er ment å belyse og revisjon er ikke nødvendig.

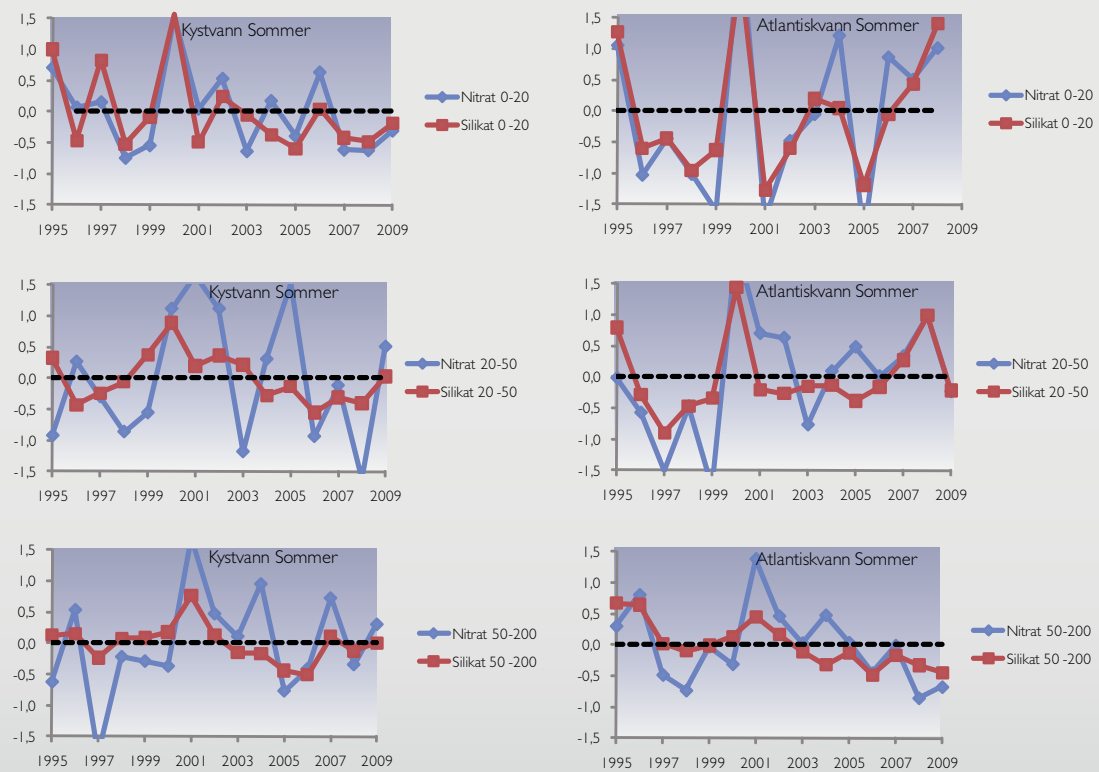
#### Økosystemvurdering

Oppvarmingen av Barentshavet gjennom en lengre periode har kunnet bidra til en hurtigere omsetning av biomasse i systemet og dermed en annen fordeling av resirkulerte nærings salt enn observert tidligere. Oppvarmingen har næye sammenheng med økt innstrømming av næringsrikt Atlanterhavsvann. En endring i dette mønsteret ved en redusert innstrømming kan føre til endringer i fordelingen av biomasse, i forhold til hva som er observert de siste 5 årene.

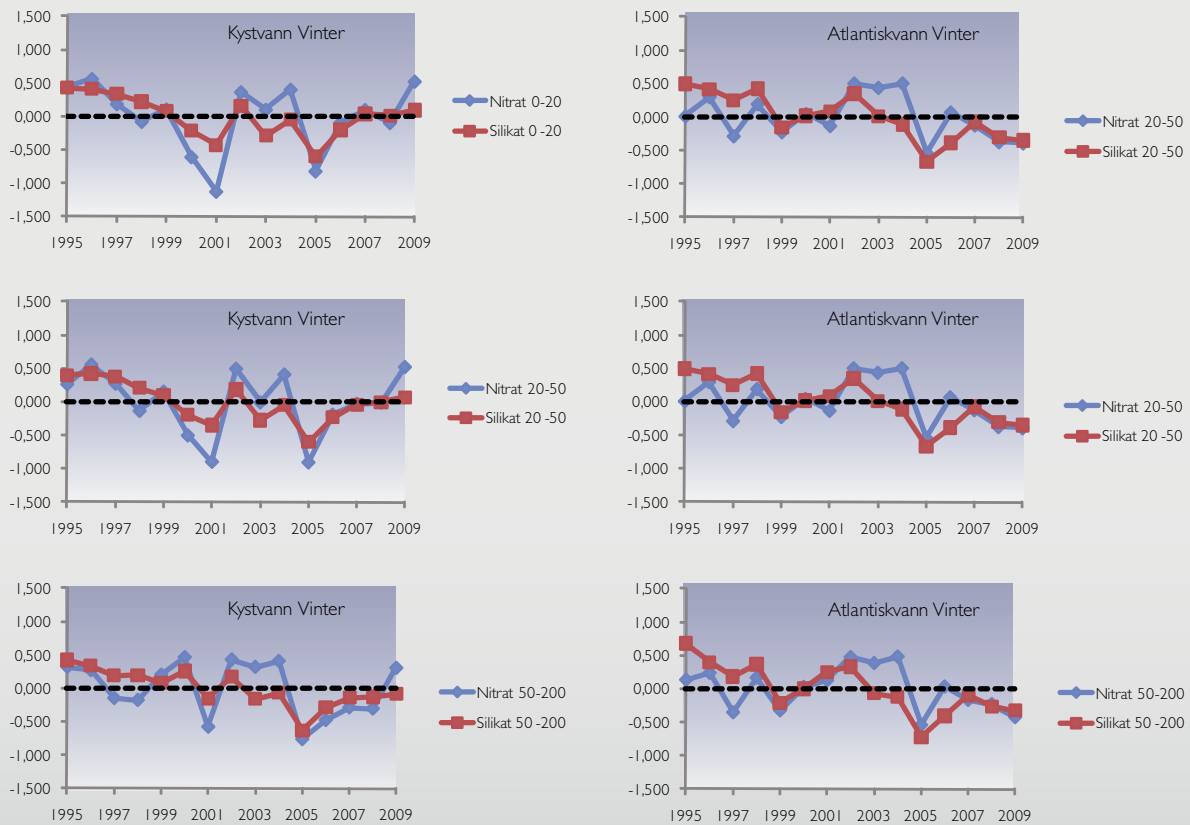




**Figur 4.1.2.4**  
 Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om vinteren i tre dybdelag i atlantehavsvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995–2009. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med gjennomsnittet fra perioden 1995–2009.

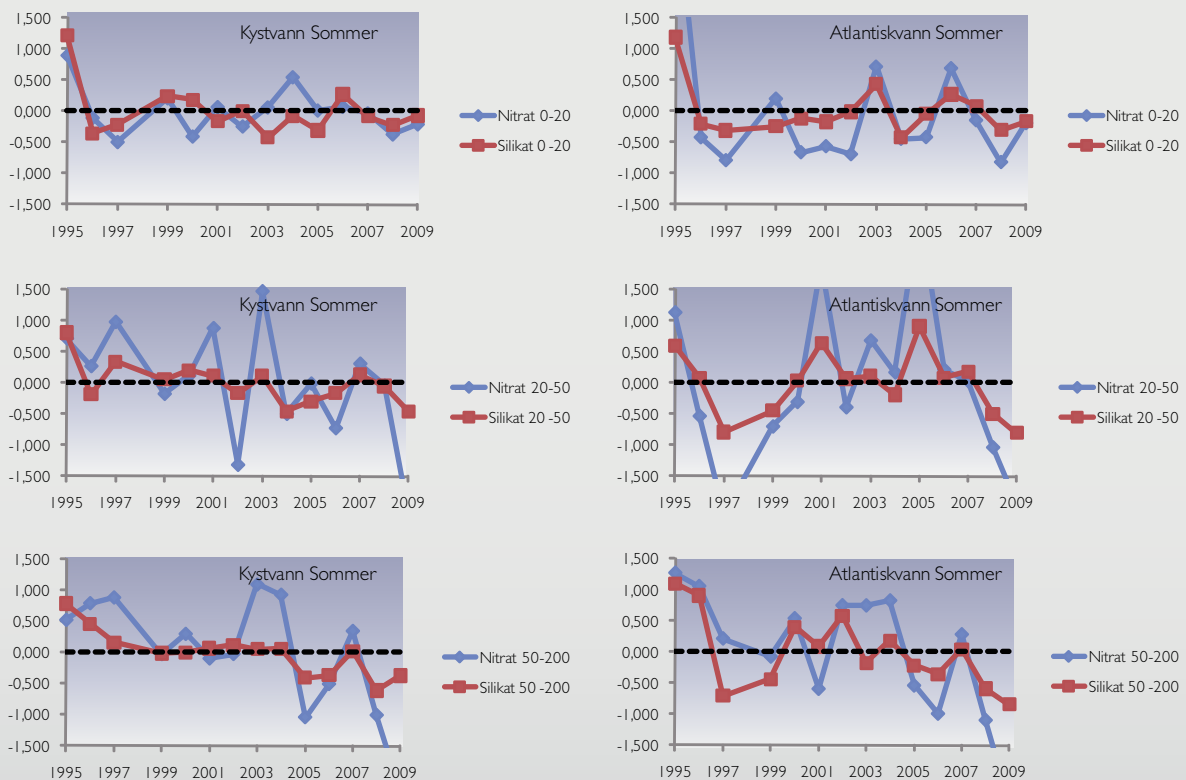


**Figur 4.1.2.5**  
 Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om sommeren i tre dybdelag i atlantehavsvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995–2009. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med gjennomsnittet fra perioden 1995–2009.



**Figur 4.1.2.6**

Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om vinteren i tre dybdelag i kystvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995–2009. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med gjennomsnittet fra perioden 1995–2009.



**Figur 4.1.2.7**

Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om sommeren i tre dybdelag i kystvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995–2009. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med gjennomsnittet fra perioden 1995–2009.