

Mange hevder at Nordsjøen er sterkt belastet med næringssalter, og at denne tilstanden fører til bl.a. giftige algeoppblomstringer. Det er derfor internasjonal enighet om å redusere tilførslene av næringssalter til Nordsjøen. Dette havområdet er imidlertid et naturlig høyproduktivt område og har alltid vært det. Med utgangspunkt i kravet om å redusere tilførslene av næringssalter blir spørsmålet: er Nordsjøen negativt påvirket av næringssalter? Havforskningsinstituttet har overvåket Nordsjøen for å svare på dette.

Hvorfor overvåker vi næringssalter?

Forekomst av næringssalter i tilstrekkelig mengde, i et riktig innbyrdes mengdeforhold og i riktige dyp er grunnleggende for primærproduksjonen i havet. Primærprodusentene er energibinderne og første trinn i de marine næringskjeder. Produksjonsforholdene i et havområde og dermed hvor mye vi til sist kan høste på det ønskede trinn i næringskjedene, er nært knyttet til tilførslene av næringssalter til de produktive øvre lag i havet.

For store tilførsler av næringssalter og/eller med feilaktig innbyrdes mengdefordeling kan føre til uønskede algeblomstringer og i enkelte tilfeller masseblomstringer av skadelige alger. Overgjødning er i de aller fleste tilfeller en følge av tilførsler fra land og skapt av oss mennesker. Tilførslene er både diffuse som avrenning fra landbruket eller i form av direkte utslipp. De diffuse utslippene er vanskelige å regulere og kan for eksempel kreve omlegginger i landbruket, mens de direkte utslippene lettere kan kontrolleres ved innføring av renseanlegg.

De menneskeskapte, antropogene, tilførslene påvirker først og fremst fjorder og nære kystfarvann. I fjorder med dårlig vannutskifting og grunne terskler kan overgjødning føre til for stor tilførsel av primært produsert organisk materiale til de dypere vannlag. Organisk materiale forbruker oksygen når det brytes ned. Når oksygenet er brukt opp dannes det hydrogensulfid, H₂S, som er en giftig illeluktende gass. Kun enkelte typer bakterier kan leve under slike forhold. Det er flere eksempler på

norske fjorder med slike “døde” tilstander i indre og dype fjordbassenger. I de aller fleste fjorder av dette slaget skjer det utskiftninger av dypvannet med varierende mellomrom. Oslofjorden og spesielt den indre del er et godt eksempel på en fjord i en slik tilstand.

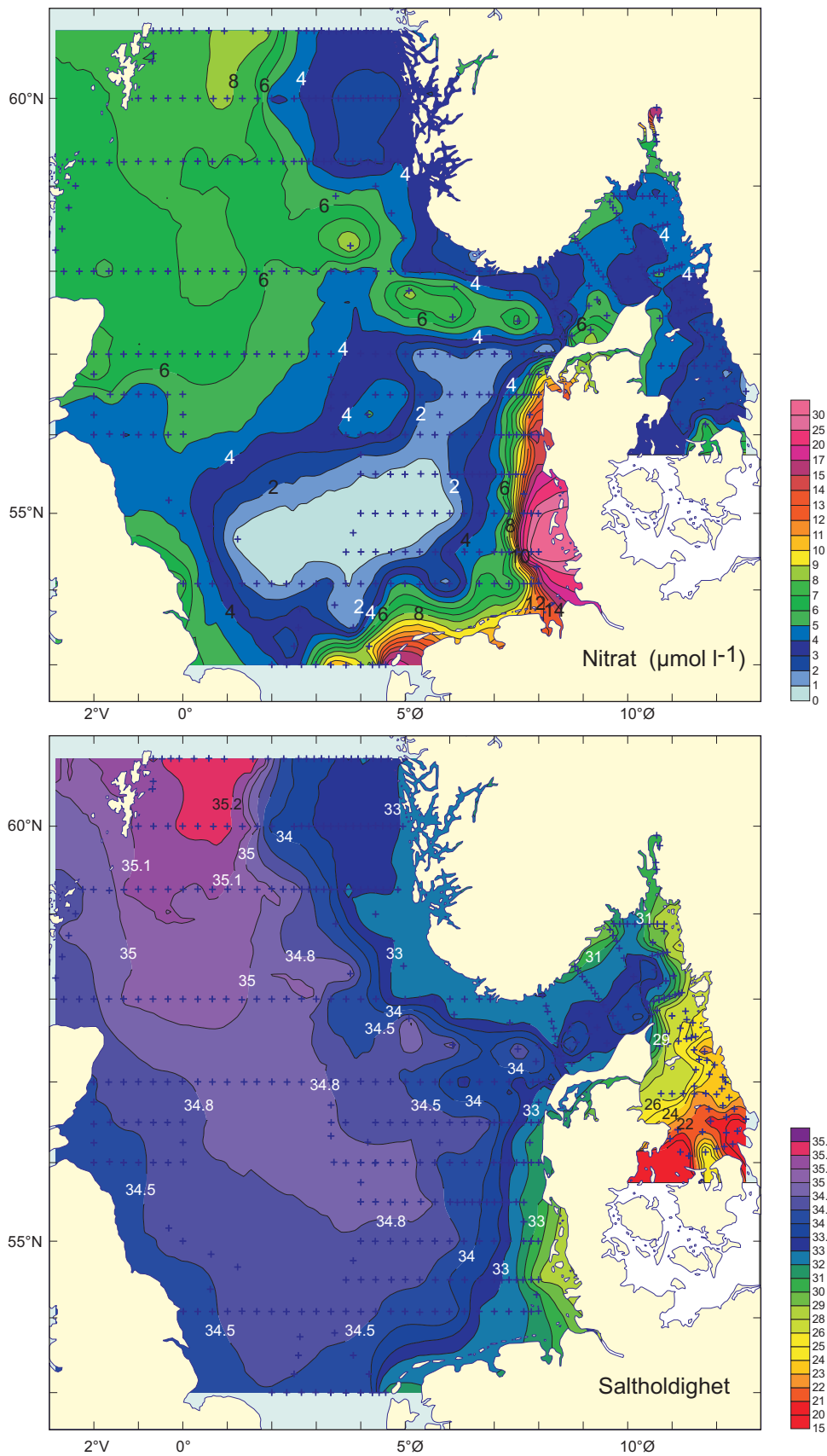
Norge ligger “nedstrøms” alle tilførsler fra land til Nordsjøen og Østersjøen. Dette reflekteres i registrering av langtransporterte miljøgifter i norske farvann. Når det gjelder tilførsel av langtransporterte næringssalter til våre farvann, har disse både en naturlig og en antropogen komponent. Overvåking av næringssalter er derfor en viktig forutsetning for å kunne vurdere hva som er langtransportert, hva som skyldes egne utslipp og hva som er et resultat av naturlige tilførsler. Data fra overvåkingen er også viktig for å kunne forutsi noe om sannsynligheten for uønskede algeblomstringer.

Verdien av en overvåking øker med antall år den pågår. Når det gjelder overvåking av næringssalter i områder som ikke er direkte knyttet til utslipp fra land, er det først ved lange systematiske tidsserier det er mulig å trekke konklusjoner om hvorvidt endringer i utslippene fører til endringer i næringssaltene forekomst og mengdemessig fordeling.

Næringssalter i Nordsjøen – overvåket i 20 år

I over 20 år er det blitt gjennomført en årlig overvåking av fordelingen av næringssalter i hele Nordsjøen i november-desember. Overvåkingen i 2001 synes foreløpig å være siste gang det blir gjort en slik grundig dekning av Nordsjøen. Dermed brytes en verdifull tidsserie. Toktene er også nytt til overvåking av radioaktivitet, ungsild og brisling.

I en sen høst-/vintersituasjon, som november-desember, fører lysforholdene til lite plantevekst i sjøen og dermed lite forbruk av næringssalter. Mengden næringssalter som vi da måler vil være tilnærmet den mengden som er tilgjengelig når vårbloomstringen tar til i februar. Fordelingen av og mengden næringssalter senhøstes i sydlige del



Figur 6.34
 Fordelingen av nitrat og saltholdighet i 10 m dyp i Nordsjøen og Skagerrak.
 The distribution of nitrate and salinity in 10 m depth in the North Sea and Skagerrak.

av Nordsjøen vil fortelle noe om mulighetene for transport inn i våre områder kommende vår og dermed grunnlag for uønsket algevekst. Den langsiktige overvåkningen gir også mulighet til å vurdere hvorvidt tiltak for å begrense næringsstofftilførselen til Nordsjøen gir merkbare resultater eller om tilførslene fortsatt øker. Dataene fra overvåkningen er også viktig for modelleringen av de årlige tilførslene av atlantehavsvann til Nordsjøen og Skagerrak.

Figur 6.34 viser horisontalfordelingen av nitrat i 10 m dyp. Enkelte karakteristiske trekk i fordelingsmønsteret for nitrat går igjen fra år til år. I den sydlige sentrale del av Nordsjøen finner vi et nitratminimum fra Doggerbanken og nordøstover til munningen av Skagerrak. Dette området med svært lave nitratverdier, under $2 \mu\text{mol NO}_3^-$ per liter, har imidlertid relativt høye nitrittverdier, noe som tyder på at det skjer en betydelig nedbrytning av organisk materiale i denne vannmassen.

Tilførslene fra land er tydelig markert i sydlige Nordsjøen, hvor tilførslene er klarest markert i Tyskebukta nord for Helgoland. Nitratkonsentrasjonen i de grunne områdene innerst i Tyskebukta og nordover langs Jyllands vestkyst varierer imidlertid betydelig fra år til år. De høyeste verdiene finner vi vanligvis på stasjonene nærmest land på det faste snittet på $54^\circ 30' \text{ N}$ rett nord for Helgoland. Her har vi målt fra de laveste konsentrasjoner mellom $12\text{--}15 \mu\text{mol NO}_3^-$ per liter til de høyeste mellom 40 og $45 \mu\text{mol NO}_3^-$ per liter. I 2001 registrerte vi i dette området verdier så vidt over $30 \mu\text{mol NO}_3^-$ per liter og fosfatverdier over $1.5 \mu\text{mol PO}_4^{3-}$ per liter. Figuren viser også at konsentrasjonen av nitrat avtar gradvis nordover langs Jyllands vestkyst, og våre observasjoner tyder ikke på spesielle tilførsler inn i Skagerrak på denne tiden av året. Dette er forøvrig et bilde vi har registrert i alle de over 20 år vår overvåkning har pågått.

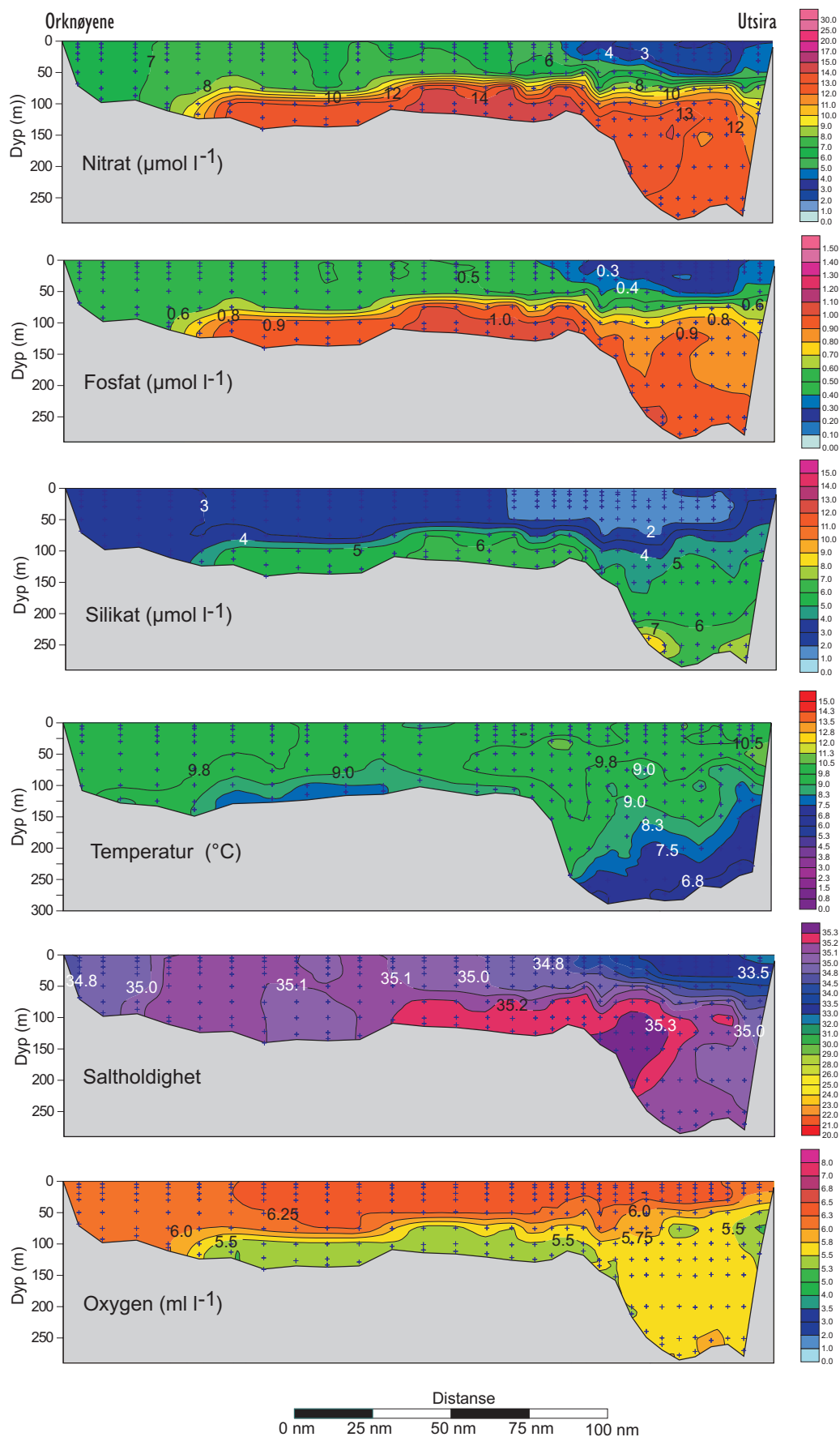
Nitratverdiene slik det framgår av Figur 6.34 og de andre næringsstoffverdiene i Kattegat er også lave, og gjenspeiler hverken de forventede tilførslene fra Østersjøen eller belastningen fra landbruk og byer i området. Tidligere års klorofyllmålinger viser imidlertid at det foregår en betydelig primærproduksjon i Kattegat selv på denne tiden av året. Dermed vil antropogene tilførsler bindes i organisk materiale. I så måte kan Kattegat oppfattes som et stort biologisk renseanlegg.

Atlantehavsvann inneholder mye næringsstoffer

De største tilførslene av næringsstoffer til Nordsjøen kommer med innstrømmende atlantehavsvann. Denne innstrømmingen går klart fram av Figur 6.34, nederst, som viser fordelingen av saltholdighet i 10 m dyp. Innstrømming av atlantehavsvann skjer ikke bare i overflatelagene, men også langs vestskråningen av Norskerenna.

Figur 6.35 viser vertikalfordelingen av nitrat, fosfat, silikat, oksygen, temperatur og saltholdighet i et snitt som krysser Nordsjøen fra Utsira til Start Point på nordspissen av Orkenøyene. Her er kjernen av atlantehavsvann med høy saltholdighet, over 35.2, tydelig og med korresponderende høye næringsstoffverdier. Innstrømmingen fortsetter inn i Skagerrak, noe som også tydelig framgår av Figur 6.36. Den viser fordelingen av de forskjellige miljøvariablene i et snitt fra Torungen utenfor Arendal til Hirtshals i Danmark. Det innstrømmende atlantehavsvannet er rikt på næringsstoffer og er årsaken til at Skagerrak alltid har hatt en mye høyere produksjon per flateenhet enn resten av Nordsjøen.

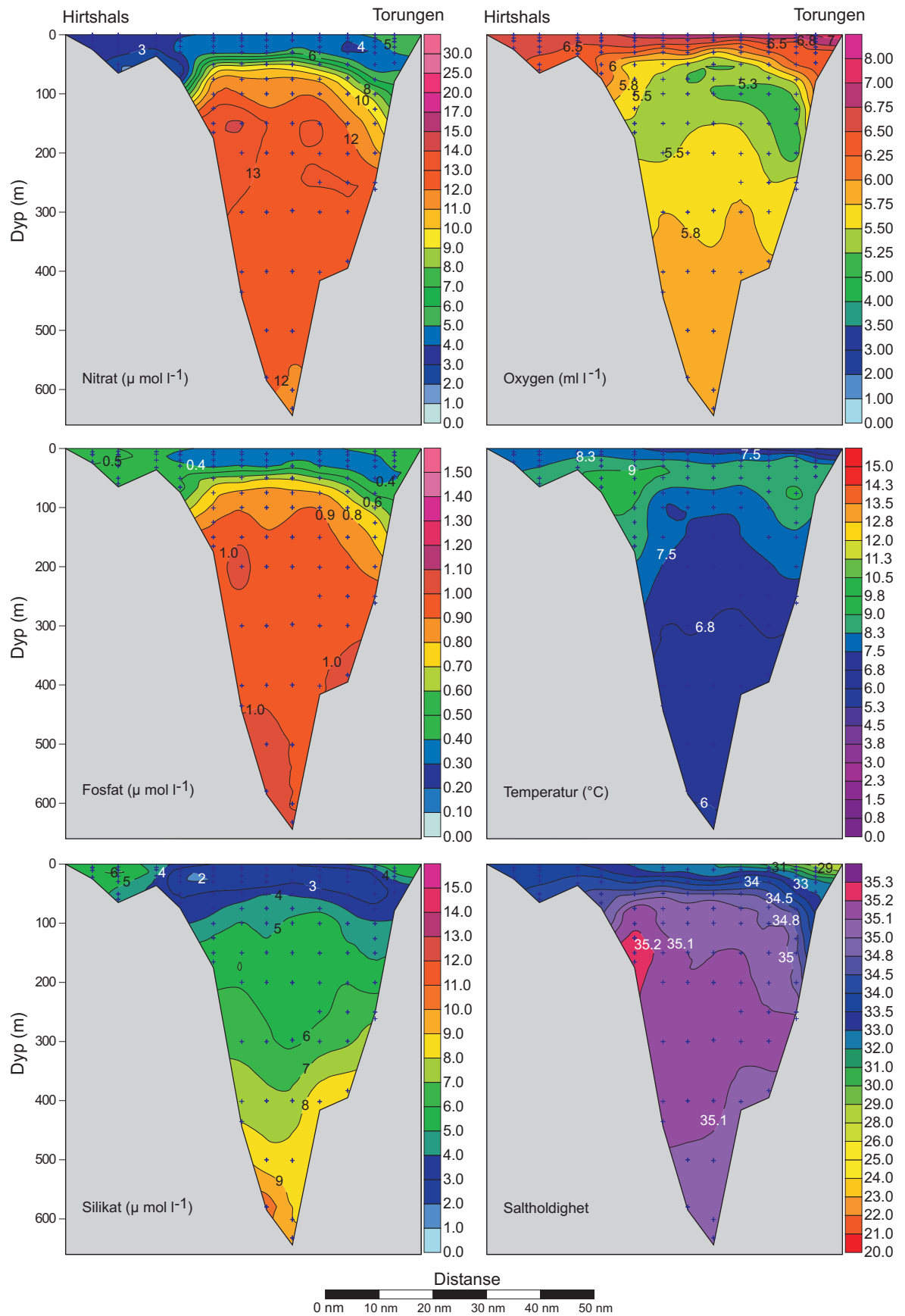
Vertikalfordelingen av næringsstoffer over bankområdene i nordlige Nordsjøen i en sen høst-vintersituasjon viser et karakteristisk mønster som vi finner igjen hvert år. Det synes som om det over bankområdene bygger seg opp et sjikt fra bunnen og oppover, med forholdsvis høye næringsstoffkonsentrasjoner slik dette framgår av Figur 6.35. Oksygenmengden er også redusert i de samme vannlagene. Dette tyder på at de relativt sett høye næringsstoffverdiene skyldes remineraliseringsprosesser hvor organisk materiale nedbrytes under forbruk av oksygen og næringsstoffene frigjøres. For at disse prosessene skal kunne foregå innenfor et slikt relativt sett avgrenset område, må vannmassene her holdes i ro. Denne opphopingen av næringsrike vannmasser over deler av Nordsjøplatået registrerer vi tydeligst på snittene fra Feie-Shetland på $60^\circ 45' \text{ N}$ og Utsira-Start Point på $59^\circ 19' \text{ N}$. Det næringsrike vannet ligger nærmest som en pølse sydover fra Tampen til ca 58° N . En forklaring på denne opphopingen av næringsstoffer kan være at det dannes en stor bakevje over dette området, slik at organisk materiale samles og holdes i ro for nedsynkning og nedbrytning i vannmassene nær bunnen av dette nordlige Nordsjøplatået.



Figur 6.35

Vertikalfordelingen av nitrat, fosfat, silikat, temperatur, saltholdighet og oksygen på et hydrografisk snitt som krysser Nordsjøen fra Utsira til Start Point nord på Orkenøyene.

The vertical distribution of nitrate, phosphate, silicate, temperature, salinity and oxygen at the cross-section at 59° 19' N, from Utsira, western Norway, to Start Point, northern Orkeney islands.



Figur 6.36

Vertikalfordeling av nitrat, fosfat, silikat, oksygen, temperatur og saltholdighet mellom Torungen utenfor Arendal og Hirtshals i Danmark.

The vertical distribution of nitrate, phosphate, silicate, oxygen, temperature and salinity between Arendal in southern Norway to Hirtshals in Denmark.

De hydrografiske forholdene gjør at denne sjiktingen, hvor vi observerer et dyplag over bunnen med høye næringssaltverdier senhøstes, brytes ned senere på vinteren. På denne måten blir de akkumulerte næringssaltene gjort tilgjengelig for ny produksjon til våren.

Dersom tilførslene av antropogene næringssalter til hele Nordsjøen skulle øke med årene, burde vi også registrere en økning i dyplagene over det nordlige Nordsjøplatået, dette som følge av at økt produksjon av organisk materiale blir fraktet til disse områdene med strømsystemene.

Vannet i Kyststrømmen fra Svenskegrensa til nord for Bergen, det området vår overvåkning har dekket, er på denne årstiden karakterisert ved lave næringssaltverdier slik dette framgår av figurene. Det er bare i Indre Oslofjord vi finner slike høye næringssaltverdien som innerst i Tyskebukta.

Konklusjon

Det er kun innerst i Tyskebukta, langs Jyllands vestkyst samt nær kysten av Nederland vi finner spesielt høye næringssaltkonsentrasjoner og en viss ubalanse i forholdet mellom nitrogen og fosfor. Ubalansen tyder på at dette er antropogene tilførsler. I Norge er indre Oslofjord tilsvarende påvirket. Stor avrenning

fra land syd i Nordsjøen tidlig på året kan enkelte år skape næringssaltsituasjoner hvor det antropogene bidraget er helt dominerende også langs den norske Skagerrakkysten.

Hovedmengden av næringssalt til Nordsjøen kommer imidlertid med det innstrømmende atlantehavsvannet. Disse næringssaltene har ikke en antropogen opprinnelse. Fordi det ikke kan skilles mellom antropogent tilførte næringssalter og naturlig forekommende, må hele Nordsjøen fra Den engelske kanal i sør til Tampen i nord overvåkes. Bare med en slik bred dekning er det mulig å få et kvantitativt og kvalitativt bilde av tilførsler og transportveier og dermed grunnlag for dokumentasjon av overgjødsling.

Summary

The need for long time series in monitoring of nutrients in the North Sea is discussed. Since the sources for nutrients are both anthropogenic and natural, it is important to cover as wide an area as possible. This is in particular important when data from monitoring are used to calculate inputs, describe transport routes and model production. IMR has monitored nutrients in the North Sea for more than 20 years. From 2002 this monitoring will be terminated.