

Havforskningsinstituttet overvåker miljø- og klimaforholdene i fjorder langs norskekysten fra Oslofjorden til Kirkenes, bl.a. i forbindelse med fiskeriundersøkelser. I det følgende er det gitt eksempler på noen utvalgte fjorder fra Nordland til Skagerrakkysten som av ulike årsaker har betydelige oksygenproblemer.

Jan Aure

jan.aure@imr.no

#### Ofofjorden (sild)

Etter at sildebestanden brøt sammen på slutten av sekstitallet, overvintret restene av bestanden i flere fjorder langs norskekysten, bl.a. i Møre og Romsdal i 1980-årene. Etter 1987–1989 skiftet silda imidlertid overvintringsområde til indre deler av Vestfjorden, Ofofjorden og Tysfjorden i Nordland. De store sildekonsentrasjonene førte til en betydelig reduksjon av oksygeninnholdet i Ofofjorden om høsten og vinteren. Observasjonene av oksygenforholdene i Ofofjorden utenfor Narvik viser derfor en kraftig nedgang i oksygenkonsentrasjonene i 200 m dyp, etter at silda vandret inn i fjorden i 1989, med konsentrasjoner nær  $1.0 \text{ ml l}^{-1}$  (Figur 1.3.1).

De reduserte oksygenforholdene i dypere vannlag av fjorden har vedvart. Som regel inntreffer de laveste oksygenverdiene i januar måned, når silda begynner sin vandring ut av fjordsystemet. I de senere årene har imidlertid en stadig økende andel av

silda overvintret utenfor Ofofjorden. Det har gitt reduserte sildemengder i Ofofjorden og ført til en markert økning av oksygenverdiene etter 1996–1997, med relativt stabile oksygenverdier omkring  $3.0 \text{ ml l}^{-1}$  i indre del av Ofofjorden fram til 2004. De stabile oksygenverdiene tyder på at mengden av sild som har overvintret i Ofofjorden ved Narvik har vært tilnærmet konstant etter 1997.

#### Sørfjorden–Hardanger (industri)

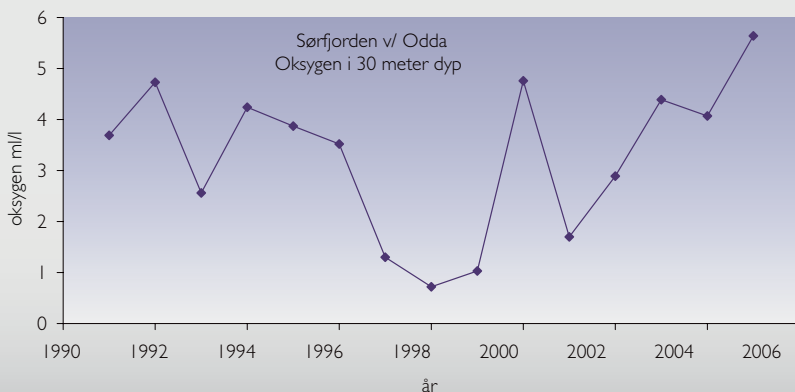
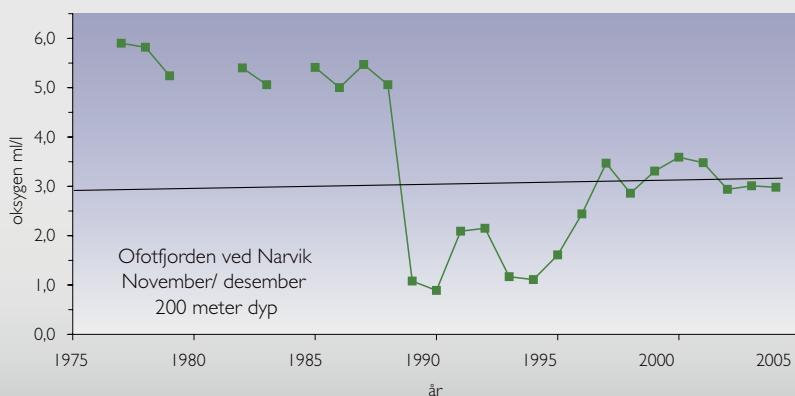
Undersøkelser i Sørfjorden–Hardanger viser at oksygen- og næringssaltforholdene har vært betydelig påvirket av et årlig utslipp av 50 000 tonn såkalt Dicykalk fra Odda smelteverk som forbraker oksygen og frigir nitrat når det kommer i sjøvann. I indre del av Sørfjorden har det derfor periodevis vært observert kritisk lave oksygenverdier mellom 5 og 50 m dyp og betydelige overkonsentrasjoner av nitrat. Figur 1.3.2 viser for eksempel at oksygenverdiene i 30 m dyp ved Odda periodevis var kritisk lave ( $1\text{--}2 \text{ ml l}^{-1}$ ), og nitratkonsentrasjonene som ble observert er de høyeste som er målt i frie vannmasser i Norge ( $70\text{--}80 \text{ mmol m}^{-3}$ ). Foruten direkte effekter på det biologiske liv på grunn av lavt oksygeninnhold, førte også det store overskuddet av nitrat til tidvis massive blomstringer av algen *Dinophysis acuta* som gir diaréfremkallende toksiner i blåskjell. Etter at smelteverket ble lagt ned i 2001–2002 har miljøforholdene blitt gradvis bedre, og i 2005 var det igjen tilnærmet normale oksygen- og næringssaltverdier i 30 m dyp i Sørfjorden ved Odda.

#### Lysefjorden i Rogaland (klima)

I Lysefjorden er oksygenforholdene om høsten målt siden 1975. Lysefjorden er en forholdsvis innestengt fjord med terskeldyp på 15 m og største dyp på 450 m. Oksygenforbruket i Lysefjorden har ikke endret seg vesentlig siden 1975, i motsetning til i fjordene på Skagerrakkysten. De spesielle topografiske forholdene, med lite terskeldyp og stort bassengvolum, fører til at det går lang tid mellom hver innstrømming av oksygenrikt vann til de dypeste delene av fjorden. Tidsrommet mellom hver innstrømming til de dypeste delene

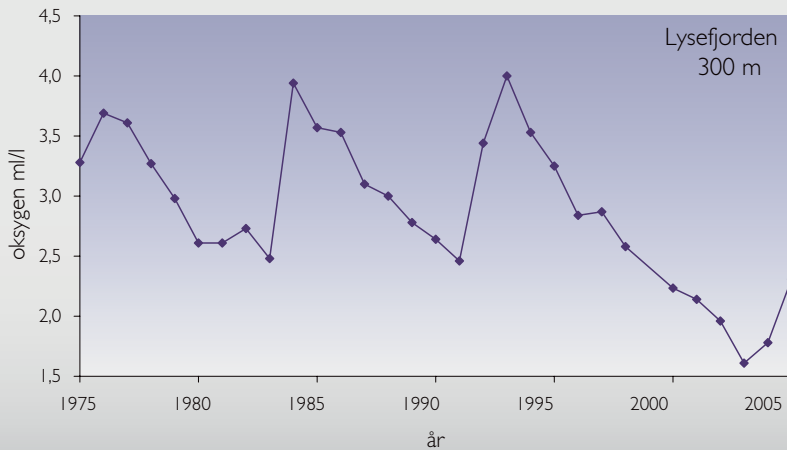
Figur 1.3.1

Oksygen ( $\text{ml l}^{-1}$ ) og temperatur i november–desember i 200 m dyp i Ofofjorden ved Narvik i perioden 1977–2004. Oxygen ( $\text{ml l}^{-1}$ ) and temperature in the Ofofjord outside Narvik (200 m depth) in December, 1977–2004.



Figur 1.3.2

Oksygen ( $\text{ml l}^{-1}$ ) i 30 m dyp i november, i Sørfjorden ved Odda i perioden 1993–2005. Oxygen ( $\text{ml l}^{-1}$ ) in the Sørfjord outside Odda (30 m depth) in November, 1993–2005.



### Oxygen problems in some Norwegian fjords

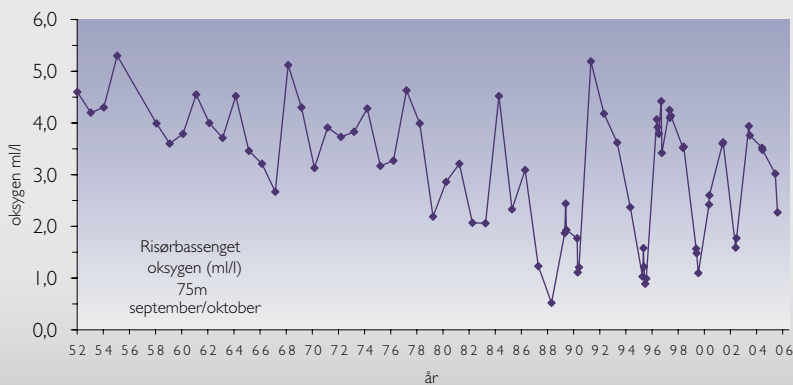
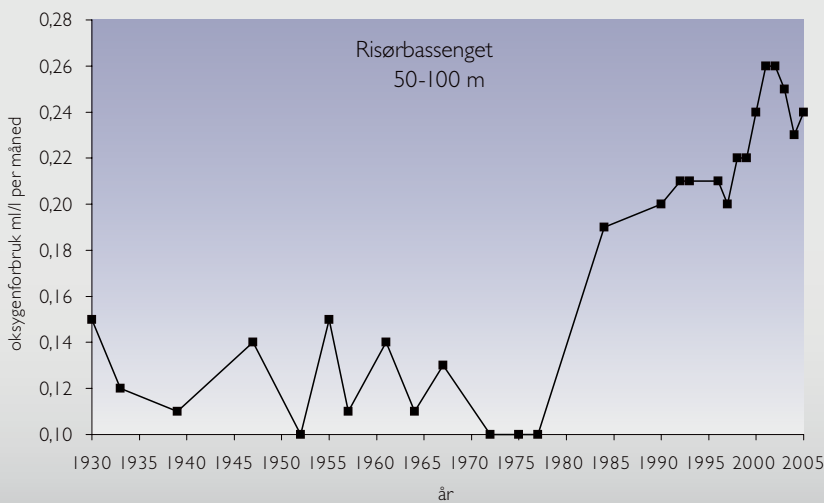
Institute of Marine Research is monitoring climatic and environmental conditions in 27 fjord regions important for the herring and sprat fisheries. Some of the fjords are found to have considerable oxygen problems. The problems are due to various impacts, such as over wintering of great densities of herring, discharges from industry, eutrophication and climatic changes.

senvinteren og våren. Høsten 2005 var oksygenverdiene i 300 m dyp økt til ca. 2.3 ml l<sup>-1</sup>, og vi håper dette er starten på en mer storstilt innstrømming og bedre oksygenforhold i bassengvannet i Lysefjorden de kommende årene.

### Fjordene på Skagerrakkysten (eutrofiering)

Risørbassenget er benyttet som referansebasseng for overvåking av den organiske belastning fra kystvannet på terskelbasseng i indre Skagerrak. Figur 1.3.4 viser at oksygenforbruket og den organiske belastning i Risørbassenget (og andre fjorder på Sørlandskysten) har økt betydelig etter ca. 1980. Det midlere oksygenforbruk i Risørbassenget i 1984–2005 var om lag 70 % større enn i perioden 1930–1975. Figur 1.3.4 viser at det også har vært en tendens til økt oksygenforbruk etter 1999. Det økte oksygenforbruket har ført til forverrede oksygenforhold under terskeldyp i en rekke fjord- og kystbasseng langs Skagerrakkysten etter ca. 1980. Figur 1.3.5 viser at oksygenverdiene i Risørbassenget i september–oktober i 75 m dyp ble betydelig redusert fra slutten av 1970-årene, og fra ca. 1980 og utover har oksygenverdiene ofte vært under 1–2 ml l<sup>-1</sup>. Dette nivået er kritisk for biologisk liv i sedimentene, bunnær fisk og krepsdyr.

De reduserte oksygenforholdene i fjordbassengene langs Skagerrakkysten etter ca. 1980 er i hovedsak forårsaket av økte tilførsler av menneskeskapt næringsalter og organisk materiale fra sørlige Nordsjøen, Kattgat og indre Skagerrak. I enkelte fjorder har også lokale tilførsler betydning. En tendens til lengre stagnasjonsperioder i fjordbassengene, forårsaket av klimatiske endringer, kan også bidra til å forverre oksygenforholdene.



**Figur 1.3.3**  
Oksygenverdiene (ml l<sup>-1</sup>) i 300 m dyp i Lysefjorden i november i perioden 1975–2005.  
Oxygen concentrations in November at 300 m depth in Lysefjorden, Rogaland, 1975–2005.

**Figur 1.3.4**  
Oksygenforbruk (ml l<sup>-1</sup> per mnd.) i 50–100 m dyp i Risørbassenget i perioden 1930–2005.  
Oxygen consumption at 50–100 m depth in the Risør basin, 1930–2005.

**Figur 1.3.5**  
Oksygenverdiene (ml l<sup>-1</sup>) i 75 m dyp i Risørbassenget i perioden 1952–2005.  
Oxygen concentrations at 75 m depth in the Risør basin, 1952–2005.

av Lysefjorden var om lag sju år før 1993, og oksygenminimum i 300 m dyp var ca. 2,5 ml l<sup>-1</sup> (Figur 1.3.3). I 2003 var oksygenverdien i 300 m dyp redusert til ca. 1,6 ml l<sup>-1</sup>. Oksygenforholdene de siste årene har vært kritiske for invertebrater og fisk i de dypeste delene av Lysefjorden. De ekstra lave oksygenverdiene i 2003–2004 var ikke forårsaket av økt oksygenforbruk, men av at stagnasjonsperioden i fjordbassenget var økt fra tidligere sju år til ca. ti år. Den økte stagnasjonstiden for bassengvannet i fjorden kan være forårsaket av klimatiske endringer, dvs. mindre stabil nordavind langs vestlandskysten gjennom