

6. Sammenfatning

Klima

Klimaet i 2002 var varmere end normalt fra januar til oktober og var præget af en usædvanlig hyppig vind fra sydøstlige retninger.

Fra årsskiftet til midten af marts var vejrforholdene præget af kraftige vinde fra sydvestlig retning. I marts skiftede vinden til svage vinde fra sydlige retninger, mens den i juni var kraftigere og kom fra vest. August og september var meget varm og præget af svag vind.

Nedbørsmængden i Limfjordsområdet i 2002 udgjorde 898 mm, eller 24 % mere end normalt. De seneste 5 år har alle givet store nedbørsmængder, som middel 20 % mere end normalt.

I januar-februar og juni-juli var nedbøren mere end det dobbelte af normalen. Også månederne august og oktober-november gav nedbør over normalen. Kun forårsmånederne marts-maj samt september og december var forholdsvis tørre med knap 30 % mindre nedbør end normalt.

Den hyppige østenvind i 2002 var et tegn på at vores vindklima tilsyneladende gradvist udvikler sig. Fra 1982 til 2002 var der en signifikant stigende andel af dage med østlige vinde i sommerperioden, hvor antallet af dage med østenvind er øget med knap 50 %.

Vindenergien pr. dag ved østenvind var som gennemsnit over sommerperioden godt 40 % mindre end ved vestenvind. Men det er stadig de resterende dage med vestenvind, der repræsenterer den største andel af vindenergien. Erfaringerne fra iltovervågningen i fjordene viser, at enkelt dage med vestenvind har stor betydning for nedblanding af iltholdigt vand til bunden. Dette forhold skyldes netop, at energiindholdet i vestenvinden normalt er væsentlig større end i østenvinden.

Fysiske forhold

Vandtemperaturen var fra januar til september over langtidsmidlen, som følge af det varme vejr. Oktober var derimod meget kold, og vandtemperaturen lå ligesom i resten af året under langtidsmidlen. Ved årsskiftet var næsten hele fjorden isdækket.

Saltholdighederne lå generelt under langtidsmidlen for 1989-2001. Specielt i sidste halvdel af året var saltholdigheden meget lav på alle stationer i fjorden, hvilket skyldes den regnfulde forsommer med stor afstrømning af ferskvand og en forholdsvis store opholdstid i fjorden i det meste af 2002. Sigtdybden var i starten af 2002 generelt dårlig i den vestlige del af fjorden, hvor kraftig vestenvind medførte resuspension af fine lerpartikler. I Løgstør Bredning lå sigten stort set hele året under langtidsmidlen. Det samme var tilfældet i Skive Fjord, hvor sigten især i august – oktober var meget lav på grund af en voldsom opblomstring af især kiselalger. Opblomstringen var forårsaget af frigivelse af uorganiske næringssalte fra sedimentet som følge af kraftigt iltsvind.

Saltholdigheden i Løgstør Bredning faldt signifikant med ca. 3 PSU i perioden 1989 til 2002.

Målinger af saltholdigheder ved Oddesund, Vilsund og Aalborg viser stigende saltholdighed på ca. 1 PSU fra perioden 1893-1927 til perioden 1931-60. Faldet i de sidste 13 år indikerer, at saltholdigheden nærmede sig forholdene for omkring 100 år siden.

Den gennemsnitlige sigtdybde for hele fjorden var i 2002 kun lidt større end i 2001, hvor sigtdybden var den laveste i hele perioden.

Den gennemsnitlige sommersigtdybde for hele Limfjorden faldt signifikant i perioden 1989 – 2002, fra et niveau omkring 4 meter i begyndelsen af 1990'erne til omkring 3 meter ved årtusindskiftet.

Tilførsel af vand og næringsstoffer

Både tilførslen af kvælstof og fosfor er afstrømningsafhængig, og tilførslen var i 2002 større end normalt, delvis som følge af at afstrømningen var 24 % over normalen.

Tilførslen af kvælstof var næsten det dobbelte af det mål, som angivet i renseplanen for Limfjorden, hovedsageligt som følge af udledning fra landbruget. Den samlede tilførsel af fosfor var lidt over målet. Målet ville være nået i år med en normal afstrømning.

Målet er nået for udledning fra rensningsanlæg, industri, dambrug samt spredt bebyggelse for både kvælstof og fosfor. Målet er ikke nået for udledning fra landbruget, hverken for kvælstof eller fosfor.

Når der korrigeres for forskelle i afstrømning, er der en svag stigende ikke-signifikant tendens for fosfortilførslen fra det åbne land i perioden 1990 - 2002.

Når der korrigeres for forskelle i afstrømning, er der en signifikant nedgang, signifikans-test for lineær regression ANOVA, på kvælstoftilførslen fra det åbne land i perioden 1984 – 2002. Den afstrømningskorrigerede tilførsel er faldet med omkring 10 % fra perioden 1984-91 til perioden 1995-2002.

Den arealspecifikke tilførsel af kvælstof er ca. 10 % højere for Limfjordens opland end for landet som helhed.

En stigende husdyrproduktion i oplandet til Limfjorden kan gøre, at man på sigt ikke kan nå den forventede effekt af Vandmiljøplan I+II. For kvælstof vil niveauet selv ved opfyldelse af Vandmiljøplan II stadig ligge over målet i Limfjordsamternes renseplan.

Næringsstoffer i vandet

Koncentrationen af både uorganisk- og total-kvælstof lå i 2002 i hele fjorden på eller under langtidsmidlen for perioden 1989-2001. I Skive Fjord var der i slutningen af august en massiv frigivelse af ammonium som følge af kraftigt iltsvind.

Koncentrationen af fosfat lå generelt tæt på langtidsmidlen i hele fjorden. I juli – august lå indholdet af fosfat relativt lavt i de indre dele af fjorden, mens iltsvindet sidst i august gav kraftige koncentrationsstigninger især i Skive Fjord.

Vintermidlen af ammonium har på 3 ud af 7 stationer været signifikant faldende i perioden 1989 – 2002. Det gælder også for total-fosfor, mens vinterkoncentrationen af ortho-fosfat var ret konstant og endda med stigende tendens de seneste år.

Sommermidlen af ortho-fosfat var derimod signifikant faldende på 3 stationer. Det skyldes, at perioden med fosforbegrænsning, i modsætning til tidligere, nu strækker sig helt frem til juni måned. Længden af perioden med kvælstofbegrænsning viser en signifikant stigning i perioden 1995-2002.

Sommermidlen af silicium i Skive Fjord var i 2002 den højeste i hele måleperioden 1992 - 2002, hvilket blandt andet skyldtes lav salinitet og dermed større ferskvandspåvirkning i hele vækstsæsonen.

Ilt- og næringsstoffluxer i sediment

I forbindelse med kraftig iltsvind i august og september var der et stort iltoptag i sedimentet på alle stationer, størst i Skive fjord og Thisted Bredning.

Der var samtidig en stor frigivelse af NH_x i de 2 områder og i Løgstør Bredning. Ligeledes blev der i forbindelse med iltsvind i Skive Fjord og Thisted Bredning frigivet store mængder ortofosfat til vandsøjlen. Der var frigivelse af silicium på alle stationer, størst i Skive fjord og Thisted Bredning i maj-august, hvorefter koncentrationen faldt. Samtidig var der en stor opblomstring af kiselalger i ytoplanktonnet.

Vand og næringsstof-transport

Netto-vandskiftet i Limfjorden ved Løgstør var 8 km^3 i 2002 og lå lidt under middel for perioden 1988-2001.

Opholdstiden i Limfjorden var i vintermånederne lidt lavere end normalt, under 1 måned og om sommeren lidt højere end normalt, over 3 måneder.

Den østgående nettostrøm i Limfjorden gav i 2002 en transport af omkring 9000 ton kvælstof og 600 ton fosfor til Kattegat, hvilket svarer til henholdsvis 45 og 127 % af den tilførte mængde fra land og atmosfæren. 2/3 af kvælstoftransporten til Kattegat skete i 1. kvartal i forbindelse med et usædvanligt kraftigt vandskifte.

Massebalancen for total-kvælstof og -fosfor viser, at 60 % af den samlede tilførsel af kvælstof blev tilbageholdt i fjordsystemet, delvis som følge af denitrifikation. Tilsvarende blev 27 % af den samlede tilførsel af fosfor tilbageholdt i fjorden.

Massebalancen er i god overensstemmelse med den beregnede lange opholdstid i sommerperioden.

Iltforhold og svovlbrinte

Den første periode med iltsvind i 2002 forekom i juli måned. I Risgårde Bredning faldt iltindholdet i et 1 meter tykt bundlag i løbet af 7 dage fra ca. 8 til ca. 2 mg/l. Tidligere analyser af iltsvind i Skive Fjord fra perioden 1985 til 1999 har vist, at efter lagdeling af vandmassen går der fra 4 til 16 dage inden iltindholdet er faldet til under 20 % mætning. Ud over de hydrografiske forhold afhænger iltforbruget ved bunden af kvælstoftilførslen, og i første halvår af 2002 var tilførslen af kvælstof særdeles høj.

I august måned var der en periode på 3 – 4 uger med alvorligt iltsvind i Skive Fjord, Lovns Bredning samt Risgårde Bredning. Dykkerundersøgelser viste, at i de dybe dele af områderne var en stor del af bundfaunaen død af iltmangel.

Sommeren igennem blev ca. 20 % af fjordens areal påvirket af iltsvind.

Plankton

Biomassen af auto- og mixotroft plankton var i 2002 høj på alle tre stationer i Limfjorden.

Årsmiddelbiomassen i Nissum Bredning var den højst registrerede siden 1988, i Skive Fjord var det den trediehøjeste siden 1988 og i Løgstør Bredning var biomassen høj, højere end i 2001; men på niveau med de seneste syv år. Den højeste biomasse i hele fjorden blev registreret i Nissum Bredning i slutningen af juni måned.

På trods af de høje biomasser var årets primærproduktion på alle tre stationer lavere end i 2001. Kun i Nissum Bredning var der væsentligt flere episoder med masseopblomstringer end sidste år. Klorofylværdierne lå store dele af året tæt på eller lidt under langtidsmidlerne.

Planktonet var året i gennem domineret af ”fjordarter” (i modsætning til ”Vesterhavsarter”) af kiselalger. I sommerperioden var der korte opblomstringer af furealger og af den autotrofe ciliat *Mesodinium rubrum*. Dog blev der i Skive Fjord i juli måned fundet furealgearter, som normalt findes i Nordsøen og kun sjældent registreres i de indre dele af fjorden.

Der blev fundet 16 potentielt giftige algearter i Limfjorden; kun af *Pseudo-nitzschia* arterne blev der konstateret høje koncentrationer. Der blev ikke registreret algegifte i muslinger 2002.

De meget høje biomasser i 2002 i Nissum Bredning var medvirkende til, at der var en signifikant stigning i årsbiomasserne fra 1989 til 2002.

Den totale heterotrofe planktonbiomasse var stort set på det samme niveau på alle tre stationer i 2002, og de var på niveau med hvad der blev registreret i 2001. I forårmånederne var det heterotrofe plankton domineret af bakterier og encellet dyreplankton. I løbet af sommeren blev der opbygget store biomasser af mesozooplankton. I efterårmånederne dominerede holoplankton, som copepoder og dafnier.

En ny dafnie-art, *Penilia avirostris* blev fundet i Nissum og Løgstør bredninger i sensommeren 2002. Den blev første gang registreret i Danmark i 2001 og har sin geografiske hovedudbredelse i sydligt tempererede/subtropiske farvande.

Der var signifikante stigninger i års- og sommerbiomasser af mesozooplankton på alle tre stationer i Limfjorden i perioden 1989 til 2002. Til gengæld faldt både sommer- og årsbiomasser af mikrozooplankton signifikant i Nissum Bredning.

Bundvegetation

Den gennemsnitlige maksimale dybdeudbredelse af ålegræs i hele Limfjorden aftog yderligere i 2002, hvor den nåede ned på den laveste værdi i hele perioden 1989-2002.

Den gennemsnitlige maksimale dybdeudbredelse faldt signifikant fra over tre meter i 1989 til 1,8 meter i 2002.

Ålegræsset har efterhånden meget svært ved at overleve på vanddybder over 2 meter. Der er i de fleste områder en signifikant sammenhæng mellem sigtdybde og dybdegrænse, hvilket tyder på, at dårlige lysforhold er en væsentlig årsag til den reducerede dybdegrænse.

Ålegræssets dækningsgrad på dybder større end 1. meter aftog gennem perioden 1989 - 2002. Den har de seneste 3-4 år været meget lav, og der ses ingen tendens til øgning.

Dækningsgraden på det helt lave vand, det vil sige på dybder mindre end 1 meter, steg i Skive Fjord, Lovns og Risgårde bredninger samt området Venø Bugt – Salling Sund.

Biomassen faldt markant fra 2001 til 2002 både i Limfjorden som helhed og i de enkelte delområder. Den kraftigste reduktion skete i dybdeintervallet 0-1 meter, også i de ovenfor nævnte områder, hvor dækningsgraden ellers steg.

Den største tilbagegang for ålegræsset skete i Nibe og Gjøll bredninger, hvor arealudbredelsen, registreret ved luftfotografering, viser et fald fra 36 km² i 1998 til 4,6 km² i 2001, svarende til en reduktion på 85 %.

Bundfauna

I Nissum Bredning udviste bundfaunaen en stor stabilitet og pæne artsantal, tætheder og biomasser i hele perioden 1998-2002, og den levede derfor op til basismålsætningen.

I Løgstør Bredning var tætheden signifikant højere i 2002 end i årene 1999-2001, og biomassen var stor.

I Løgstør Bredning var tætheden signifikant højere i 2002 end i årene 1999-2001, og biomassen var stor. De senere års bundfaunaforhold i bredningen er som følge af påvirkning af iltsvind og muslingefiskeri ikke tilfredsstillende, men dog mere stabile end i perioden 1978-94, hvor der visse år kun fandtes ganske få arter og små biomasser.

I Skive Fjord blev der i 2002 registreret større tætheder end ved alle tidligere undersøgelser.

Biomassen var også forholdsvis stor, men det var dog karakteristisk, at hovedparten af dyrene var unge individer, der havde koloniseret området efter iltsvindet i sommeren 2001. Bundfaunaforholdene lever som følge af de hyppige og langvarige iltsvind ikke op til basismålsætningen for området.

I Agerø-området har de tolv års overvågning, hvor indsamlingen er begrænset til infauna, ikke vist en udvikling i bundfaunaen, der adskiller den fra udviklingen i de tilstødende Visby og Kås bredninger.

I 2001 og 2002 blev bundfaunaen i Nissum Bredning, Løgstør Bredning og Skive Fjord undersøgt efter såvel den nye metode som den metode, der var gældende til og med 1997. Resultaterne af de to metoder gav så forskellige resultater vedrørende arternes tæthed og biomasse, at det blev fastslået, at sammenligning tilbage til tiden før 1998 er meget problematisk. Den nye metode vurderes at give et mere nøjagtigt billede af bundfaunaen i et område, end den tidligere anvendte metode.

I Skive Fjord blev mængden af bundlevende filtratorer undersøgt i september 2002. Blåmuslinger var den mest betydende art. De forekom i store tætheder på dybder mindre end 4 meter, mens iltsvind i sommeren 2002 stort set havde udryddet blåmuslingerne på større dybder.

Blåmuslingernes samlede vådvægt på ca. 35.000 tons var en halvering i forhold til de fire foregående år.

De bundlevende filtratorer var til trods her for teoretisk i stand til at filtrere vandet i Skive Fjord 2,5 gange i døgnnet. Deres betydning for stofomsætningen, vandets klarhed og miljøtilstanden var derfor betydelig.

Miljøfremmede stoffer og tungmetaller i muslinger.

Forekomsten af miljøfremmede stoffer og tungmetaller blev i 2002 kortlagt i muslingers bløddele. I den østlige del af Limfjorden var stationerne udlagt for at beskrive en gradient fra et stort afstrømningsopland ud i Halkær Bredning gennem Sebber Bredning til det mere åbne fjordområde Nibe Bredning, der står i forbindelse med hovedløbet i Limfjorden.

Gennem hele perioden 1999-2002 kunne bredningerne betegnes som ubetydeligt belastet med tungmetallerne kviksølv, cadmium og nikkel, men moderat forurenet med kobber, bly og zink. Endvidere var bredningerne ubelastede eller kun svagt belastede med PCB, og indholdet af pesticiderne HCB, HCH og DDT lå på et niveau, så forureningen må betegnes som diffus, der ikke kan relateres til lokale kilder.

Koncentrationen af organotin, TBT, lå i 2002 på et lavt niveau, hvor der kun kan forventes ingen eller svage effekter. Det står i kontrast til forholdene i 2001 i Sebber og Nibe Bredning, hvor koncentrationen lå på et niveau, hvor man kan forvente skadelige biologiske effekter.

Koncentrationen af TBT synes således at variere meget, men kan ikke forklares i ændringer i kildestyrken.

I den vestlige del var stationerne dels udlagt centralt i Nissum Bredning og nord for Venø for at beskrive niveauet i hovedstrømmen gennem Limfjorden, dels ved Rønland og Lemvig for at beskrive en mulig effekt af lokale kilder.

Koncentrationen af kviksølv lå på alle stationer over baggrundsniveauet, med de højeste værdier ved Rønland, sandsynligvis som følge af tidligere forurening fra Cheminova. Koncentrationen af cadmium, zink, nikkel, bly og kobber lå generelt på baggrundsniveauet. Dog var koncentrationen af kobber forhøjet nord for Venø og koncentrationen af bly og kobber forhøjet ved Rønland.

Koncentrationen af PCB lå over det niveau, hvor det ikke kan udelukkes, at der vil forekomme effekter i miljøet, mens indholdet af pesticiderne HCH og DDT lå under den norske STF-værdi for grænsen til moderat forurenet.

Koncentrationen af organotin, TBT lå ved Rønland, Lemvig og i den vestlige del af Nissum Bredning på et niveau, hvor det er sandsynligt, at der vil være effekter på miljøet. Koncentrationen i den østlige del af Nissum Bredning og nord for Venø lå på et niveau, hvor det ikke kan udelukkes, at der vil forekomme effekt på miljøet.

Imposex

Organotin TBT har en androgen effekt, det vil sige, at det hos en række havsnegle medfører, at hunsnegle udvikler hanlige kønsorganer, hvilket benævnes imposex. Det gælder blandt andet dværgkonk, der benyttes som indikatororganisme.

Tilstedeværelsen og graden af imposex hos dværgkonk blev i perioden 1999 – 2002 overvåget på tre stationer i den østlige del af Limfjorden. Både ved Hesteskoen og Gåser Enge, øst for Aalborg, havde samtlige undersøgte hunner udviklet imposex med en fremskreden grad af forandringer. Ved Aggersund, øst for Aalborg havde lidt under halvdelen udviklet imposex, og kun med begyndende forandringer. Der var ingen udvikling i perioden.

Tilstedeværelsen og graden af imposex hos dværgkonk blev i 2002 ligeledes overvåget i den vestlige del af Limfjorden. På en station midt i Nissum Bredning, der repræsenterer hovedstrømmen i Limfjorden, havde en tredjedel udviklet imposex og med begyndende forandringer. På tre stationer ved Lemvig havde samtlige undersøgte hunner udviklet imposex med fremskreden grad af forandringer.

Endvidere blev imposex undersøgt hos strandsnegle indsamlet flere steder nær havneanlæg ved Lemvig og Thyborøn. Her var mellem 42 og 100 % af sneglene påvirket med forskellige grader af forandringer.

Konklusion

I sommerperioden i 2002 var der en usædvanlig hyppighed af vind fra sydøstlige retninger, som medførte vestgående strøm i forårsperioden og fra slutningen af juli og resten af året

Der var store nedbørsmængder, 24 % mere end i et normalt år, og dermed stor afstrømning fra land.

Tilførslen af både kvælstof og fosfor var i 2002 over det mål, som er sat i renseplanen for Limfjorden fra 1987, væsentligst for kvælstof hvor tilførslen var næsten det dobbelte af målet. Det skyldes hovedsageligt tilførslen fra landbruget, da det samlede mål for punktkilder er nået.

Den gennemsnitlige sommersigtdybde var i 2002 kun lidt større end i 2001, hvor sigtdybden var den laveste i perioden 1989-2002. I samme periode var der et signifikant fald i den gennemsnitlige sommersigtdybde for hele fjorden, med et fald fra ca. 4 m til ca. 3m

Transport af kvælstof var på ca. 9000 tons til Kattegat, hvoraf ca. 2/3 blev tilført i første kvartal af året. Det skyldes kraftig vind fra vest og dermed stort vandskifte til Kattegat.

I august måned var der en periode på 3-4 uger med kraftig iltsvind i Skive Fjord, samt i Lovns og Risgårde Bredninger. Dykkerundersøgelser viste, at i de dybere dele var en stor del af bundfaunen død på grund af iltmangel. Der blev samtidig frigivet store mængder af næringssalte, hvilket medførte opblomstring af kiselalger.

Artssammensætningen af planteplankton var præget af "fjord arter". Dette tilskrives de relative lave saltholdigheder samt en forholdsvis stor opholdstid i fjorden i sommerperioden. Der var på alle 3 stationer en høj biomasse, på niveau med biomasserne i 2001.

I foråret domineredes dyreplanktonet af protozooplankton, mens det i sensommeren var domineret af holoplankton, fortrinsvis copepoder. Der er fundet signifikante stigninger i års- og sommerbiomasserne af mesozooplankton på alle 3 stationer i Limfjorden i perioden 1989-2002

Ålegræssets dybdeudbredelse var i 2002 den laveste registrerede i perioden 1989-2002. Der var en signifikant sammenhæng mellem ålegræssets dybdeudbredelse og sigtdybden. Dækningsgraden af ålegræs har de seneste 3-4 år også været de laveste registrerede.

I 2002 fortsatte den gode og stabile udvikling af bundfaunaen i Nissum Bredning. Udviklingen af bundfaunaen i Løgstør Bredning og Skive Fjord er ustabil som følge af jævnlige iltsvinds hændelser.

Koncentration af tungmetaller i muslinger kan betegnes som en ubetydelig belastning, bortset fra kobber, bly og zink i den østlige del af fjorden, hvor der var en moderat belastning af muslinger.

I den vestlige del af fjorden var koncentrationen af kviksølv over baggrundsværdien på alle stationer, størst ved Rønland. Koncentrationer af øvrige tungmetaller lå på baggrundsværdier, bortset for kobber nord for Venø og bly og kobber ved Rønland, hvor koncentrationen var over.

De østlige områder var ubelastede eller kun svagt belastede med PCB og indholdet af HCB, HCH og DDT lå på et niveau som kan betegnes som diffus belastet.

Koncentrationen af PCB, i den vestlige del af fjorden, lå over det niveau, hvor det ikke kan udelukkes at der vil forekomme effekter i miljøet. Indholdet af HCH og DDT lå under den norske STF-værdi for grænsen til moderat forurenet.

Øst for Ålborg havde samtlige dværgkonkhunner udviklet imposex i en fremskreden grad af forandringer. Vest for Ålborg havde lidt under halvdelen af hunnerne udviklet imposex, men kun med begyndende forandringer.

I den centrale del af Nissum Bredning havde ca. en 1/3 udviklet imposex med begyndende forandringer, mens der ved Lemvig var udviklet imposex hos samtlige individer med fremskredne