

MARIAGER FJORD

UDVIKLING OG STATUS 1997



Udgiver: Århus Amt
Natur- og Miljøkontoret
Lyseng Allé 1
8270 Højbjerg
Tlf. 89 44 66 66

Nordjyllands Amt
Miljøkontoret
Niels Bohrs Vej 30
9220 Aalborg Øst
Tlf. 96 35 10 00

Udgivelsesår: 1998

Titel: Mariager Fjord. Udvikling og status 1997.

Forfattere: Finn Andersen (NJA), Jens Møller Andersen (ÅA), Kirsten Broch (NJA), Grethe Fallesen (ÅA), Dorte F. Hansen (ÅA), Lise Evald Hansen (NJA), Christian A. Jensen (ÅA), Bent Sømod (ÅA), Helene Munk Sørensen (ÅA) Lisbeth Wiggers (ÅA).

Redaktion: Helene Munk Sørensen og Grethe Fallesen.

Layout: Hanne Lykkegård Schmidt.

Kort: Hanne Lykkegård Schmidt og Jette Brøndum.

Emneord: Mariager Fjord, iltsvind, kvælstof, fosfor, svovlbrinte, planteplankton, ålegræs, blåmuslinger, sediment, vand- og stoftransport.

Forside foto: Erik W. Olsson

Øvrige fotos: Natur- og Miljø

ISBN: 87-7906-026-9

Oplag: 500

Sidetæl: 198

Tryk: Århus Amts Trykkeri, trykt på miljøpapir

Mariager Fjord.

Udvikling og status 1997



ÅRHUS AMT

N O R D J Y L L A N D S A M T



INDHOLD

1. Forord	5
2. Sammenfatning	6
3. Indledning	9
4. Fjorden og dens omgivelser.	11
4.1 Yderfjorden.	11
4.2 Inderfjorden	12
4.3 Fjordens opland	13
Sammenfatning.	15
5. Meteorologiske forhold.	17
5.1 Solindstråling	17
5.2 Lufttemperatur	17
5.3 Vind	17
5.4 Nedbør	22
6. Kvælstof- og fosfortilførsel til fjorden	23
6.1 Ferskvandstilførslen.	23
6.2 Næringsstofftilførslen	24
6.3 Kvælstoftilførselns afhængighed af afstrømningsmønsteret	27
6.4 Næringsstofftilførslerne i 1997	27
Sammenfatning.	28
7. Hydrografi	31
7.1 Hydrografiske undersøgelser	31
7.2 Overvågning af hydrografi	35
Sammenfatning.	41
8. Ilt	43
8.1 Årstidsvariation	43
8.2 Dybdevariation	43
8.3 Geografisk variation.	45
8.4 Svovlbrinte	46
8.5 Udvikling i iltforholdene	46
8.6 Iltforholdene i 1997.	47
Sammenfatning.	48
9. Næringssalte	51
9.1 Kvælstof.	51
9.2 Fosfor.	61
9.3 Silicium	68
Sammenfatning.	70
10. Plankton.	73
10.1 Planktonbiomasse	73
10.2 Primærproduktion	73
10.3 Planktonsammensætning	81

10.4 Opblomstringer/masseforekomster	84
10.5 Giftige og potentielt giftige arter	85
10.6 Regulerende faktorer for biomasse og produktion af planteplankton	86
Sammenfatning	91
11. Bundvegetation	93
11.1 Bundforhold	93
11.2 Udbredelse af blomsterplanter	93
11.3 Udbredelse af søsalat	98
11.4 Regulerende faktorer	99
Sammenfatning	101
12. Bunddyr	103
12.1 Blåmuslingernes og de øvrige bunddyrs udbredelse	103
12.2 Blåmuslingernes betydning for fjorden.	107
12.3 Bunddyrene og iltsvindet 1997.	108
Sammenfatning	109
13. Sediment og tungmetaller	111
13.1 Sediment	111
13.2 Tungmetaller	116
Sammenfatning	119
14. Vand- og stoftransport	121
14.1 Modelopsætning	121
14.2 Vandskifte	121
14.3 Kvælstof.	124
14.4 Fosfor	127
14.5 Usikkerheder	130
Sammenfatning	132
15. Vandkvalitetsplan	133
15.1 Målsætninger for vandkvaliteten	133
15.2 Indsats og effekt	133
Sammenfatning	134
16. Mariager Fjord før, nu og i fremtiden	135
16.1 Fjorden og dens omgivelser.	135
16.2 Forurening af fjorden de sidste 200 år	137
16.3 Dyre- og plantelivet i fjorden fra 1979 til iltsvindet i 1997.	141
16.4 Iltsvindet i 1997	143
16.5 Mariager fjords fremtid	145
Referencer	147
Bilag.	155

1.FORORD

Kære læser

Mariager Fjord blev genstand for stor opmærksomhed i slutningen af august 1997, da et voldsomt iltsvind udryddede alt liv i Inderfjorden. Interessen for Mariager Fjord og behovet for information om fjorden er fortsat stort.

Nordjyllands og Århus amter har siden 1979 fulgt udviklingen i fjorden tæt. Dels for at se hvordan fjorden reagerede på begrænsninger i forureningen som følge af forbedret spildevandsrensning. Dels for at vurdere, om der er behov for yderligere indgreb for at genoprette et sundt miljø i fjorden.

I denne rapport beskrives resultaterne fra tilsynet med fjorden fra 1990 til 1997. I de fleste af kapitlerne er der et særligt afsnit om følgerne af iltsvindet i 1997. Rapporten kan selvfølgelig læses fra ende til anden, men ønsker du et hurtigt overblik over miljøtilstanden og udviklingen i fjorden, så læs kapitel 16.

Har du brug for flere oplysninger om fjorden, er du altid velkommen til at kontakte Nordjyllands og Århus Amt. Du kan også søge oplysninger og finde de nyeste målinger på Mariager Fjord hjemmesiden: www.mariager-fjord.dk.

Vi håber, du får glæde af rapporten.



Bo Fibiger
udvalgsformand
Århus Amt



Olav Jungersen
udvalgsformand
Nordjyllands Amt

2. SAMMENFATNING

Fjorden og dens omgivelser

Mariager Fjord er med sine 42 km den længste af de østjyske fjorde. Fjorden er en tærskelfjord med en dyb indre del og en lavvandet ydre del. I Inderfjorden er vanddybden stor, op til ca. 30 m ud for Mariager, mens Yderfjorden er lavvandet, 0-2 m, med en smal 7 m dyb sejlrende. I begyndelsen af 1960'erne blev en del af det lavvandede område i den yderste del af fjordens sydside inddæmmet af flere omgange.

Oplandet til Mariager Fjord er på 572 km², hvoraf de 66% er opdyrket, 17% er dækket af skov, 9% er bebygget, mens de resterende 8% udgøres af søer, vådområder og andre naturområder. Arealanvendelsen afviger ikke væsentligt fra gennemsnittet i Århus og Nordjyllands amter. Undergrunden består overvejende af kalk, og jordlaget over kalken er sandet og forholdsvis tyndt. Dette medfører, at omsætningen og tilbageholdelsen af næringssalte er ringe.

En trediedel af vandet i Mariager Fjord stammer fra oplandet, mens to trediedele stammer fra Kattegat. Grundvandstilførslerne til vandløbene udgør en forholdsvis stor del, omkring 60%, af den samlede ferskvandstilførsel.

Fjordens udformning som en tærskelfjord medfører, at det tilførte vand opholder sig længe i fjorden. I Inderfjordens nedre lag udskiftes halvdelen af vandet i løbet af 17 måneder, mens halvdelen af vandet i det øvre lag udskiftes i løbet af 3 måneder. I Yderfjorden udskiftes to trediedele af vandet inden for en måned.

Tilførsel af kvælstof og fosfor

De største kvælstoftilførsler blev registreret i årene 1984-88 og 1994-95 (ca. 1400-1700 t/år), mens tilførslerne i de øvrige år har ligget på et relativt ensartet niveau (ca. 1100-1300 t/år). I 1997 er tilførslen opgjort til 1095 t. Variationerne skyldes hovedsageligt forskelle i nedbøren. Der er ikke nogen udvikling i den samlede kvælstoftilførsel i undersøgelsesperioden, men kvælstofindholdet har været stigende i en række vandløb i oplandet. Landbruget bidrog i 1997 med 71% af kvælstoftilførslen, renseanlæg, regnvandsbetingede afløb og industri med 7% og dambrug med 3%.

De største fosfortilførsler blev målt i perioden 1978-85 (66-83 t/år). Fra 1986 er der sket et signifikant fald, og i 1997 er fosfortilførslen opgjort til 18 t. Fosfortilførs-

slen er således reduceret med 73-78%. Faldet skyldes primært en væsentlig forbedring af spildevandsrensningen, idet udledningen fra renseanlæg er faldet fra ca. 37 til ca. 3 tons. Udledningen fra dambrug er også reduceret væsentligt - fra ca. 16 til ca. 2 tons. Renseanlæg og regnvandsbetingede afløb bidrog i 1997 med 27% af fosfortilførslen, landbruget med 24% og dambrug med 11%.

Hydrografi

I Inderfjorden er vandet lagdelt på grund af forskelle i saltholdigheden. I det øvre lag, der strækker sig ned til ca. 10 meters dybde, er saltholdigheden ensartet på grund af vindens omrøring og ligger typisk på 12-17‰. I bundlaget tiltager saltholdigheden langsomt med dybden og ligger typisk på 18-24‰. Med års mellemrum stiger saltholdigheden markant i den nedre vandmasse på grund af indstrømning af store mængder saltvand fra Kattegat i forbindelse med stormvejr og højvande. I Yderfjorden ligger saltholdigheden typisk på 20-25‰. Temperaturen i det øvre vandlag stiger i løbet af året til omkring 20 °C. I de dybe dele af fjorden ligger temperaturen næsten hele året rundt mellem 2 og 6 °C.

Ilt

I de dybe dele af Inderfjorden er iltindholdet i den øvre vandmasse normalt meget højt som følge af den store produktion af planteplankton, mens der næsten konstant er iltfrit fra 15 meters dybde og ned til bunden. Grænsen mellem den øvre iltede vandmasse og den nedre iltfattige ligger om sommeren omkring 10 meters dybde og om vinteren lidt dybere. I de lavvandede områder i Inderfjorden er der næsten hvert år perioder med kraftigt iltsvind på vanddybder større end 5-6 meter. Fjorde med næsten permanent iltfrie forhold i bundvandet er meget sjældne, og der findes ikke lignende forhold i andre danske fjorde.

I august 1997 blev området fra Hobro til Hadsund ramt af kraftigt iltsvind i hele vandsøjlen og der blev frigivet store mængder svovlbrinte. Efter 2 uger begyndte en periode med kraftig vestenvind, og der skete langsomt en stigning i vandets iltindhold. I oktober-november var der stadig kraftigt iltsvind op til 9-10 meters dybde, mens iltindholdet i december 1997 var på niveau med tidligere år.

Den grundlæggende årsag til det kraftige iltsvind i august 1997 var den generelt store tilførsel af nærings-salte til Mariager Fjord, mens den usædvanligt solrige og vindstille sommerperiode var den udløsende faktor.

Det område i Inderfjorden, der jævnlige rammes af iltsvind, er blevet markant større siden 1930, mens der ikke er sket ændringer i perioden 1970-1997. Der er ikke tidligere i perioden 1979-97 registreret iltfrie forhold i hele vandsøjlen. Beboere ved fjorden beretter om kraftig svovlbrintelugt i somrene 1933 og 1947 samt i vinteren 1969/70, hvilket tyder på, at der tidligere har været kraftigt iltsvind i fjorden.

Nærings-salte

I vinterperioden er gennemsnitskoncentrationen af både kvælstof og fosfor i Mariager Fjord markant højere end i de fleste øvrige danske fjorde og bæltter. I det øvre vandlag ligger koncentrationen af total kvælstof på omkring 2000 µg N/l, mens koncentrationen af total fosfor ligger på omkring 110 µg P/l. I løbet af sommeren aftager koncentrationen grundet mindre tilførsel fra land og et øget forbrug, da produktionen af planteplankton og makroalger er meget stor. I sommerperioden er gennemsnitskoncentrationen af kvælstof (omkring 1200 µg N/l) dog stadig blandt de højest registrerede i danske farvande, og fosforkoncentrationen (omkring 80 µg P/l) ligger i den øvre halvdel af de målte områder.

Der er ingen generel udvikling i koncentrationen af nitrat, ammonium eller total kvælstof i perioden 1979-97, hverken i den øvre opblandede - eller i den nedre stillestående vandmasse. Forløbet afspejler, at der ikke er sket nogen ændring i tilførslen fra land. Såvel års- som sommer- og vinterkoncentrationen af ortho-fosfat og total fosfor er derimod signifikant faldende i den øvre vandmasse i perioden 1979-97. Faldet er hovedsageligt sket i slutningen af 1980'erne, fra 1992 har der kun været mindre ændringer. Forløbet afspejler det tilsvarende fald i tilførslen fra land som følge af forbedret spildevandsrensning.

Under iltsvindet i august 1997 steg koncentrationen af kvælstof (ammonium) og fosfor (orthofosfat) kraftigt i det øvre vandlag. Stigningen skyldtes nedbrydningen af døde muslinger, fisk og alger samt frigivelse fra fjordbunden betinget af de iltfrie forhold. Koncentrationerne faldt i løbet af efteråret.

Den årlige nettosedimentation i fjorden er beregnet til ca. 300 g tørstof pr. m² pr. år. Sedimentets indhold af

kvælstof og fosfor aftager med sedimentdybden og var i 1950 kun halvt så stort som i 1991. Omkring halvdele af den sedimenterede fosfor frigives igen til vandfasen.

Modelarbejde har vist, at kvælstofmængden i fjorden er konstant. Af den mængde, der tilledes fra land, eksporteres 40 % til Kattegat, mens 60 % sandsynligvis forsvinder ved denitrifikation og sedimentation. Opholdstiden for kvælstof afhænger af denitrifikationens størrelse og ligger på mellem 2 og 4 år.

Modelarbejde viser tilsvarende, at mængden af fosfor, der eksporteres til Kattegat svarer til 130 % af tilledningen fra land. Det vurderes, at denne mereksport stammer fra sedimentet, men den er sandsynligvis også påvirket af usikkerhederne på tilledningen fra land. Opholdstiden for fosfor ligger på omkring 2,5 år.

Plankton

De høje nærings-saltkoncentrationer giver særdeles gode vækstbetingelser for planteplankton. Produktionen ligger på omkring 800 g C pr. m² pr. år, hvilket er 2-4 gange højere end i andre danske hav- og fjordområder. Mængden af planteplankton (kulstofbiomassen) er derfor høj med årsgennemsnit på 210-380 µg C/l.

Faldet i fosforkoncentrationen i sidste halvdel af 1980'erne medførte, at mængden af planteplankton (chlorofyl-a) faldt i samme periode, og at vandets klarhed (sigtddybden) blev større. Om foråret faldt koncentrationen af chlorofyl-a med enkelte undtagelser fra et gennemsnit på 18-63 µg/l i perioden 1979-88 til et gennemsnit på 4-12 µg/l i perioden 1989-97. Sigtddybden steg herved fra et gennemsnit på 1-2 m i perioden 1979-85 til et gennemsnit på 4-7 m i perioden 1988-94. Om sommeren er registreret en tilsvarende, men knap så markant, udvikling.

Planteplanktonet i Mariager domineres af meget få arter, hvilket er karakteristisk for marine områder med meget høje koncentrationer af nærings-salte. Kiselalgen *Skeletonema costatum* dominerer i størstedelen af vækstsæsonen, men andre kiselalger, små hurtigtvoksende furealger og ciliaten *Mesodinium rubrum* er dominerende i kortere perioder.

Iltsvindet i august 1997 fulgte efter en usædvanlig stor opblomstring af furealgen, *Prorocentrum minimum*, med biomasser på op til 890 µg C pr. l. Under iltsvindet faldt mængden af planteplankton drastisk til et usædvanligt lavt niveau. I oktober-november blev fun-

det usædvanligt store mængder af planteplankton, op til 1140 µg C/l, som følge af frigivelse af næringssalte og fravær af muslinger som græssere.

Mængden af dyreplankton er meget lille i Mariager Fjord. Indtil iltsvindet i august 1997 var mængden af planteplankton derfor først og fremmest reguleret af muslingernes græsning. Kun en meget lille del af primærproduktionen (ca. 2 %) sedimenterer ud af den øvre vandmasse.

Bundvegetation

Bundvegetationen i fjorden er kraftigt påvirket af de høje koncentrationer af næringssalte. Enårige makroalger, især søsalat, forekommer i store mængder i fjorden.

På blomsterplanterne (ålegræs og havgræs) vokser der mange epifyter (små alger), og mængden af epifyter er stigende ind gennem fjorden.

I Inderfjorden er der fra århundredeskiftet og frem til 1971 sket en reduktion i ålegræssets dybdeudbredelse fra ca. 2 m til 1,0-1,3 m. Dybdeudbredelsen anses for at være uændret i perioden 1971-1997. I Yderfjorden er udbredelsen af ålegræs i store træk ligeledes uændret siden 1971, hvor dybdegrænsen har ligget på 1,7 m til 2,1 m. Den mindskede udbredelse skyldes, at ålegræsset skygges af planktonalger, epifyter og store mængder af løstliggende alger, som alle begunstiges ved øget næringsstofftilførsel.

Ålegræsvegetationen blev skadet af iltsvindet i august-september 1997 i hele Inderfjorden og i Yderfjorden ca. ud til Havnø Hage.

Bunddyr

Bunddyrene i Mariager Fjord er på grund af iltforholdene afgrænset til dybdeintervallet 0 - 10 m, mens der i 1930'erne kunne leve muslinger ned til 12-14 meters dybde.

Eutrofieringstolerente små børsteorm findes i ekstreme tætheder på op til 14.000 individer pr. m², og frem til iltsvindet i august 1997 var store dele af fjordbunden fra omkring 1,5 til 8 meters dybde dækket af blåmuslingebanker med biomasser på op til 800 gram organisk stof pr. m². Blåmuslingerne i Inderfjorden fra Dania til Hobro kunne optage omkring 20 % af den mængde kulstof, planteplanktonet producerer i denne del af fjorden.

I forbindelse med iltsvindet i august 1997 blev alle blåmuslingebanker og størsteparten af de øvrige bunddyr fra Dania og til Hobro udslettet. I området fra Dania til Hadsund blev de fleste blåmuslinger og en del andre bunddyr dræbt af iltsvindet, men langt fra alle bunddyr i denne del af fjorden har taget alvorlig skade af iltsvindet. I området fra Hadsund til Kattegat blev der ikke konstateret iltsvind, og bunddyrene i dette område har ikke været påvirket.

I første halvdel af 1998 er Inderfjorden blevet tilført store mængder muslingelarver fra Yderfjorden og Kattegat.

Fremtidige tiltag for at forbedre miljøtilstanden

For at forbedre miljøtilstanden i Mariager Fjord og for nedsætte risikoen for nye kraftige iltsvind skal både kvælstof- og fosfortilførslerne reduceres.

For at reducere kvælstoftilførslen skal udvaskningen af nitrat fra dyrkede arealer nedbringes. Nordjyllands Amt og Århus Amt tilskynder landmændene til at bruge de miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger til at opnå støtte til ekstensivering af landbrugsdriften i f.eks. ådale. En ekstensivering af dyrkningen af jorden i oplandet til Mariager Fjord vil hurtigt give en reduktion i den del af kvælstofafstrømningen, der løber direkte til vandløb, enten overfladisk eller gennem dræn. Den fulde effekt af en mindsket udvaskning af nitrat vil dog først ses efter en længere årrække, når også kvælstofindholdet i grundvandet falder.

For at reducere fosfortilførslen har Nordjyllands Amt og Århus Amt i Regionplan 1997 fastsat krav om yderligere reduktion af fosforudledningerne fra renseanlæggene. Desuden skal spildevandet fra spredt bebyggelse renses bedre.

For at opnå den nødvendige viden til at træffe beslutninger om videregående tiltag i Mariager Fjords opland har Nordjyllands og Århus Amt i 1998 iværksat undersøgelser, der skal belyse, i hvilket omfang etablering af våde enge, skovrejsning, braklægnings, reduktion i gødningsforbruget, yderligere spildevandsrensning m.v. vil kunne nedbringe næringsstofftilførslerne yderligere.

3. INDLEDNING

I perioden 1979-1997 er der foretaget en række undersøgelser af miljøtilstanden i Mariager Fjord. Undersøgelserne er i årene 1979-1988 udført som led i recipienttilsynet i Nordjyllands og Århus Amt. Fra 1989 indgår hovedparten af undersøgelserne som en del af vandmiljøplanens overvågningsprogram

Formålet med undersøgelserne har været at beskrive den tidsmæssige udvikling i næringssalt-tilførslerne og miljøtilstanden i området, for derigennem at følge virkningerne af de gennemførte reduktioner i udledninger af næringssalte.

Den første tilsynsperiode fra 1979-1981 er behandlet i rapporten "Mariager Fjord 1979-81". Den anden tilsynsperiode fra 1985 til 1989 er behandlet i rapporten "Mariager Fjord 1985-89. Udvikling og status". Begge rapporter er udarbejdet af Nordjyllands og Århus Amt.

I nærværende rapport behandles data fra hele undersøgelsesperioden fra 1979 til 1997. Ud over resultater fra amternes undersøgelser i fjorden er inddraget resultater fra universiteternes undersøgelser i området. Formålet er at samle den foreliggende viden om Mariager Fjord og give en samlet beskrivelse og vurdering af udviklingen i miljøtilstanden i fjorden.

En samlet oversigt over amternes og universiteternes undersøgelser i Mariager Fjord findes i bilag 3.1. For hver parameter er der her angivet undersøgelsesår og oplysninger om undersøgelsens omfang, herunder antal stationer/transekter, prøvetagningsfrekvens m.v. Referencer til undersøgelserne findes i referencelisten.

En beskrivelse af iltsvindet i Mariager Fjord i august-september 1997 og dets økologiske konsekvenser samt en vurderingen af årsagerne findes i særskilte afsnit i flere af rapportens kapitler.

Detaljerede beskrivelser af undersøgelser af enkelte parametre og undersøgelser af miljøtilstanden i de enkelte år findes i en række rapporter og notater udarbejdet af Nordjyllands og Århus Amt.

