

MILJØTILSTANDEN I HJARBÆK FJORD

Beskrivelse af udviklingstendenser
af centrale miljøparametre

August 2020



MILJØTILSTANDEN I HJARBÆK FJORD

Er udgivet af

Landbrug og Fødevarer F.m.b.A.

SEGES

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

+45 87 40 5000

seges.dk

UDARBEJDET AF

Plante- og Miljøinnovation, SEGES

REDAKTØR

Flemming Gertz, Chefkonsulent

FORFATTERE

Flemming Gertz, Chefkonsulent

Line Kolding Thostrup, Miljøkonsulent

Sebastian Piet Zacho, Konsulent

FORSIDEFOTO

Line Kolding Thostrup

FINANSIERET AF

Promilleafgiftsfonden



STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

RESUMÉ

Hjarbæk Fjord er en brakvandsfjord med en dybde på 2-3 meter i store dele af fjorden. Den er ofte lagdelt, da der via slusen kommer saltholdigt vand ind fra Lovns Bredning. Lagdelingen betyder, at der hvert år optræder iltsvind i fjorden typisk fra omkring juni måned, hvilket medfører, at der hver sommer udledes betydelige mængder fosfat og ammonium fra fjordbunden, som algerne kan optage.

Miljøtilstanden i Hjarbæk Fjord er forbedret betydeligt siden 1980'erne, når man ser på udviklingen i klorofyl (proxy for planktonalger). Niveauet er faldet fra 100-140 µg/l i 1980'erne og 1990'erne til et niveau, hvor klorofyl når målet for god økologisk tilstand i maj måned de seneste år (under 9 µg/l), men stiger gennem sommeren op til 60 µg/l. Om sommeren er fjorden derfor stadig langt fra god økologisk tilstand. Det er fosforbegrænsningen i foråret, der har rykket fjorden i den rigtige retning. Senere på foråret og i juni måned optræder der hvert år iltsvind, som medfører, at der frigives fosfor og ammonium fra fjordbunden. Det betyder, at fra juni er det primært kvælstof, der er begrænsende. Denne begrænsning er dog ikke så solid som fosforbegrænsningen om foråret, og det lave klorofylniveau fra foråret kan ikke fastholdes og stiger til 60 µg/l frem til oktober, hvilket er på niveau med 1980'erne og 1990'erne.

Sommersigtdybden har været på knap 1 meter gennem årene, dog ikke de sidste 4 år (2016-2019), hvor den er steget til ca. 1,6 meter. Vegetationen består primært af Børstebledet Vandaks og Havgræsser, registreret på tre transekter i fjorden, og har generelt haft en dybdegrænse på knap 1 meter, dog med år til år variationer. Ved den seneste undersøgelse fra 2018 er vegetationen på et par transekter næsten kommet ud på dobbelt dybde (knap 2 meter). Dette kan være en respons på den forøgede sigtdybde de seneste år, men det er for tidligt at sige, om det er en vedvarende forbedring. Det ses også fra tidligere, at enkelt år med fremgang er blevet efterfulgt året efter af tilbagefald til ca. 1 meter.

Fjorden monitoreres ikke for algesammensætning, men luftfoto fra 2014 indikerer, at der skete en kraftig opblomstring af blågrønalger. Blågrønalger kan være giftige, og kan trække kvælstof ud af atmosfæren. Hvis der optræder blågrønalger, er der potentielt risiko for at en strategi, hvor der satses på kvælstofreduktion til fjorden

vil mislykkes, da blågrønalger vil kunne kompensere, helt eller delvist, for en lavere tilførsel af kvælstof fra land, med kvælstoffiksering fra atmosfæren.

Anbefalinger

Prøvetagning og måling af algesammensætning i overvågningsprogrammet for Hjarbæk Fjord bør snarest muligt implementeres, så omfanget af blågrønalger kan dokumenteres.

På lidt længere sigt bør en anden forvaltningsstrategi for fjorden overvejes. Med den nuværende, eller ved en eventuelt lavere saltholdighed, vil der formentlig fortsat være risiko for blågrønalge-opblomstring, og den nuværende ensidige fokus på kvælstofreduktion vil således ikke være hensigtsmæssig. I stedet bør en højere grad af satsning på fosforeduktion overvejes, som er den strategi man vælger for søer. Alternativt kan saltholdigheden forøges, så den nærmer sig den i Lovns Bredning, således, at blågrønalger helt undgås. Dette vil formentlig kræve, at slusen fjernes for at få nok vandudskiftning med Lovns Bredning. Mindre drastisk løsning vil være at undersøge mulighederne for at justere slusens åbningsperioder, således man forsøger undgå at lukke saltvand ind i fjorden i perioder sommerhalvåret, hvor det er stille og der er risiko for lagdeling og iltsvind. En sådan strategi benyttes med succes i Ringkøbing Fjord.

INDHOLDSFORTEGNELSE

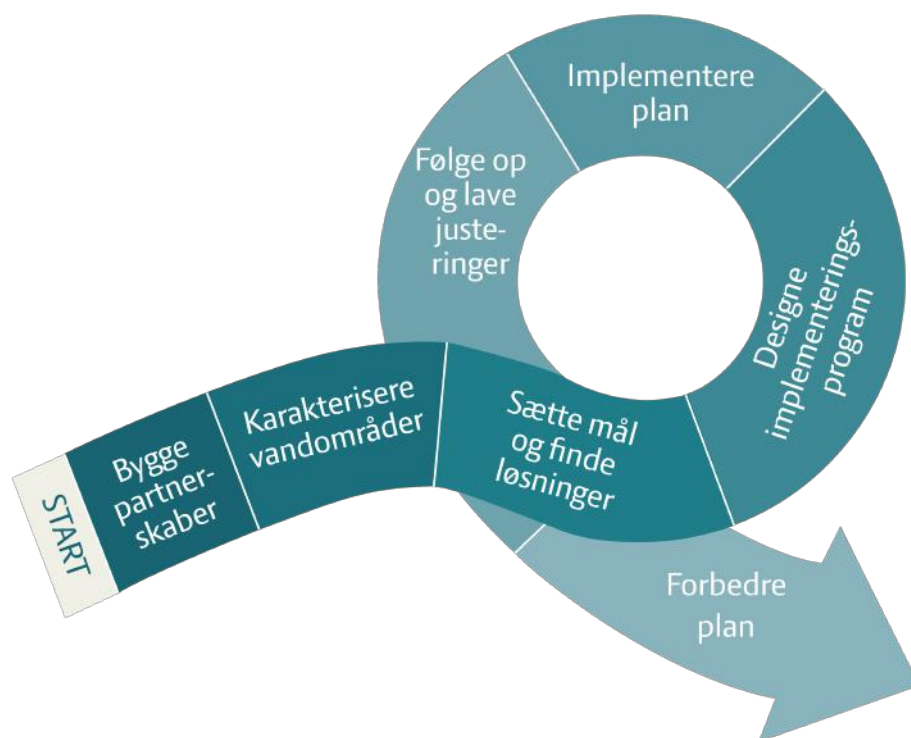
1	INDLEDNING	7
2	BESKRIVELSE AF DATA	9
2.1	Målestationer	9
2.2	Databehandling	9
2.3	Prøvetagningsfrekvens	9
3	TILSTANDSBESKRIVELSE	13
3.1	Hydrografi	13
3.2	Salinitet	13
3.3	Iltkoncentration	14
3.4	Sigtdybde	14
3.5	Klorofyl	14
3.6	Kvælstof	15
3.7	Fosfor	16
3.8	Næringsstofbegrænsning	16
3.9	Blågrønalger	17
3.10	Vegetation	17
4	DISKUSSION	19

INDLEDNING

1

Denne rapport belyser udviklingen i koncentrationen af ilt, sigtddybde, klorofyl, vegetation og næringsstoffer i Hjarbæk Fjord fra 1980'erne til nu. Rapportens formål er at analysere data, så en mere detaljeret systemforståelse af Hjarbæk Fjords udvikling gennem årene opnås. En dybere indsigt i fjordens tilstand og udvikling giver interessenter og lokale myndigheder mulighed for at kunne medvirke i en diskussion om fjordens tilstand, og dermed bidrage med vigtig information til udarbejdelse af miljømål for fjorden samt miljøtiltag i oplandet. Rapporten giver en kort gennemgang af de centrale miljøparametre for udviklingen i Hjarbæk Fjord, hvoraf et udvalg af de vigtigste figurer og tabeller findes i rapporten. Øvrige beskrivende figurer og tabeller for fjorden findes i det tilknyttede bilag.

at rapporten i videst muligt omfang inkluderer fagligt relevante kommentarer og input fra forskellige interessenter og eksperter. Den involverende proces er sket i regi af Interreg projektet Water Co-Governance (WaterCoG), hvor også idé og model for den involverende proces er udviklet. Den grundlæggende tænkning er, at der for hvert trin i en forvaltningscyklus (figur 1.1) sker et samarbejde mellem relevante aktører herunder også lokale aktører. I WaterCoG forsøges det hermed at give en bedre proces for interaktion for "top-down" og "bottom-up" processer, så konstruktivt samarbejde og dialog mellem "top" og "bottom" bidrager til, at de overordnede mål opnås via inddragelse af lokal viden og ejerskab. Arbejdet med Hjarbæk Fjord omhandler trin 2 - karakteriseringstrinet.



Figur 1.1 Syv forvaltningstrin i en forvaltningscyklus.

I forbindelse med udarbejdelse af rapporten er der foretaget en inddragende proces af lokale aktører således,

BESKRIVELSE AF DATA

2

2.1 Målestationer

I Hjarbæk Fjord, har der fra 1980 til nu, været registreret 21 målestationer. I analysen af miljøtilstanden er der lagt vægt på at bruge målestationer med lange datatidsserier. Udviklingen af henholdsvis næringsstoffer, klorofyl og sigtdybde præsenteres derfor i rapporten for målestationen 93720009 (se figur 2.1). Målestationen er placeret relativt tæt på slusen og er derfor i højere grad påvirket af indsluset vand fra Lovns Bredning. Saltholdigheden præsenteres også for to andre målestationer i fjorden, station 93740015 og 93740016. For havgræsser tages der udgangspunkt i tre transekter, henholdsvis 93740140, 93740149 og 93740152 (se figur 2.1).

2.2 Databehandling

Rapporten bygger på data fra ODA-databasen (Overfladevandsdatabasen), som indeholder data indsamlet i NOVANA-programmet.

Næringsstoffer målt på station 93720009 er i analysen delt op i topprøver og bundprøver og er defineret ud fra antal målinger fordelt på dybde samt springlagets beliggenhed ud fra en saltprofil af vandsøjlen. Da lagdelingen på station 93720009 befinder sig i cirka tre meters dybde, defineres topprøver som målinger foretaget i dybden ≤ 1 meter, mens bundprøver defineres som målinger foretaget i dybden ≥ 4 meter.

Data for salinitet og oxygen deles også op i topprøver og bundprøver, hvor topprøver er den øverste måling i vandsøjlen og bundprøver er den nederste måling i vandsøjlen i prøvetagningen på dagen.

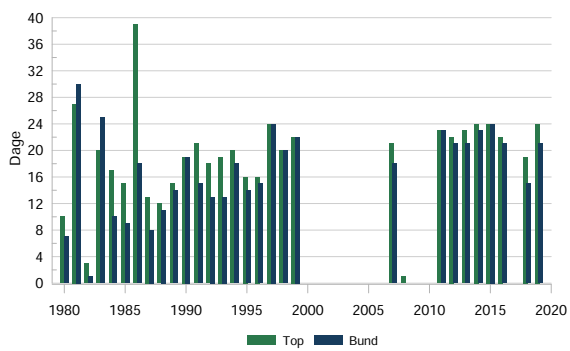
I den videre analyse inddeles data blandt andet i sommer- og vinterperioder, som henholdsvis er defineret som månederne maj-september og november-januar. Vintergennemsnittet fordeler sig således over to år, og benævnes i rapporten som et hydrologisk år. Yderligere vises udviklingen pr. måned i følgende tre tidsperioder 1980-1989, 1990-1999 og 2007-2019, dog med undtagelse af Dissolved Inorganic Nitrogen (DIN) og orthofosfat, da en hændelse i august i 1981 har givet så hø-

je målinger, at gennemsnittet 1980'er blev forvrænget, hvorfor 1981 er taget ud af 1980-1989 gennemsnittet. Miljømålet for sommerklorofyl, som beskriver grænsen mellem god og moderat økologisk tilstand, er sat til 9 $\mu\text{g/l}$ jf. mål i vandplaner (Miljø- og Fødevareministeriet, 2016). Væksten af alger, målt som klorofyl, begrænses blandt andet af koncentrationen af næringsstoffer. En grænseværdi for hvornår næringsstoffer er begrænsende for algevækst er fastsat af Aarhus Universitet, men skal udelukkende ses som en vejledende tommelfingerregel (Aarhus Universitet, 2018). Grænseværdien for hvornår det let plantetilgængelige kvælstof "Dissolved Inorganic Nitrogen" (DIN), som er de summerede værdier af nitrat/nitrit og ammonium/ammoniak, er begrænsende for algevækst er sat til 28 $\mu\text{g N/l}$. Den vejledende grænseværdi for hvornår fosfor er begrænsende for algevækst er sat til 6,2 $\mu\text{g/l}$ (orthofosfat). For at illustrere hvornår væksten af klorofyl er begrænset af kvælstof og fosfor, er der udregnet et gennemsnit af, hvor mange dage på en måned hvert næringsstof er begrænsende ud fra perioden 2007-2019.

2.3 Prøvetagningsfrekvens

På station 93720009 er der taget målinger af både næringsstoffer, klorofyl og CTD (salinitet og oxygen) fra 1980-2019, hvor antal dage er repræsenteret af én måling pr. dato for henholdsvis top- og bundprøver.

I perioden år 2000-2006 samt 2009-2011 er der ingen dage, hvor der er målt næringsstoffer og klorofyl i hverken toppen eller bunden af vandsøjlen (se figur 2.2). Prøvetagningsfrekvens for klorofyl ses i bilaget. Desuden har antallet af dage med målinger af næringsstoffer og klorofyl varieret gennem årene med det laveste antal i 1990'erne.



Figur 2.2 Antal dage med målinger pr. år for næringsstoffer fordelt i topprøver og bundprøver.

For CTD er der dage med målinger alle år i perioden 1980-2019, med det højeste antal dage med målinger i 90'erne (se prøvetagningsfrekvens for CTD i bilaget). I 00'erne, er der generelt lidt færre dage med målinger af CTD, og især år 2000 har der ikke været mange dage, hvor CTD er blevet målt.

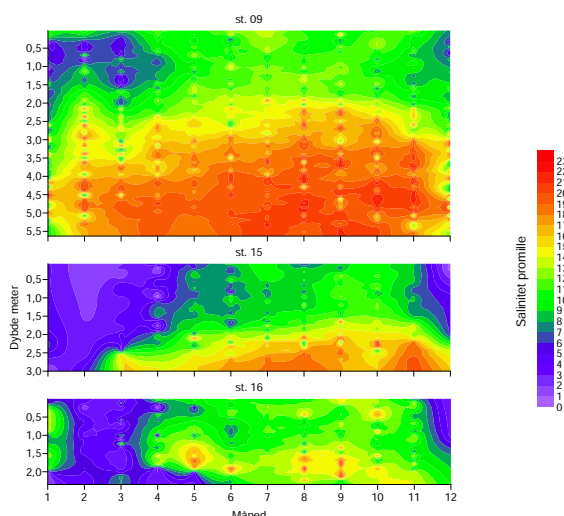
2. BESKRIVELSE AF DATA



Figur 2.1 Målestationer 93720009, 93740015 og 93740016 samt transektområder 93740140, 93740149 og 93740152 i Hjarbæk Fjord.

3.1 Hydrografi

Hjarbæk Fjord, med et areal på 24 km², er beliggende i den centrale og indre del af Limfjorden og er en afsnøret del af Lovns Bredning adskilt af Virksunddæmningen. Virksunddæmningen blev etableret i 1966 for at sikre mod oversvømmelse af ådalenes engarealer. Vanddybden er 6 meter ved slusen og aftager til cirka 3 meter i de centrale dele af fjorden. Hjarbæk Fjord tilføres årligt ferskvand fra oplandet, som svarer til cirka 16 pct. af Limfjordens samlede tilførsel fra oplandet. Den lavere vandudskiftning med det mere saline vand fra Lovns Bredning ved etableringen af Virksunddæmningen, forvandlede Hjarbæk Fjord til en mere ferskbrakvandsfjord. Dette, sammen med den stigende tilførsel af næringsstoffer, skabte stor eutrofiering, fiskedød og myggeplage i fjorden. En beslutning i 1991 førte til en ændret slusepraksis som sikrede, at mere saltvand blev lukket ind i fjorden, hvilket i første omgang førte til at myggeplagen ophørte. Fjordens tilstand er trods forbedring stadigvæk ikke god. Når det mere salte vand fra Lovns Bredning lukkes ind i den lavvandede Hjarbæk Fjord opstår der nemt lagdeling, hvor det tungere saltvand ligger sig i bunden og trækker langs bunden ind i den centrale og østlige del af fjorden, mens det ferske vand fra oplandet placerer sig i toppen af vandsøjlen (se figur 3.1).

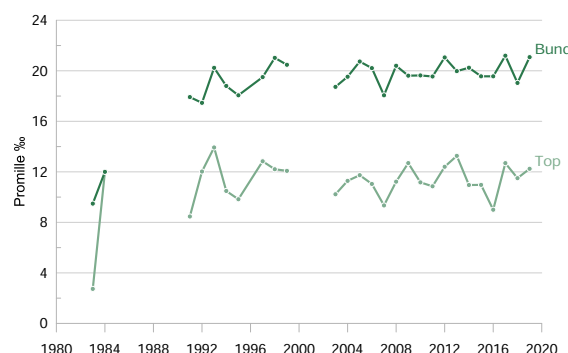


Figur 3.1 Gennemsnit af perioden 1992-2014 pr. måned for Salinitet (promille) gennem hele vandsøjlen for stationerne 93720009, 93740015 og 93740016.

I sommerhalvåret, hvor vandtemperaturen øger omsætningen af organisk materiale ved bunden, fører lagdeling til hyppige iltvind, som bringer fjorden i en dårlig tilstand, fordi der under iltvind frigives næringsstoffer fra fjordbunden, som medvirker til at fastholde fjorden i ringe tilstand.

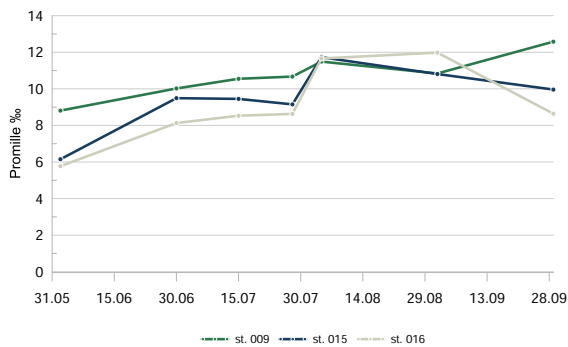
3.2 Salinitet

Målinger af saltholdighed foretaget ved station 09 relativt tæt ved dæmningen viser, at saltholdigheden har været rimelig stabil i sommermånederne siden starten af 1990'erne, hvor ændringer for gennemstrømningen blev foretaget. Saltholdigheden ligger i overflade og bund på hhv. 9-14 promille og 18-22 promille som gennemsnit over sommeren (figur 3.2).



Figur 3.2 Sommergennemsnit pr. år for Salinitet (promille) fordelt i topprøver og bundprøver for station 93720009.

På målinger fra de centrale og østlige stationer 93740015 og 93740016 i fjorden, som dog er betydeligt færre, ses, at fjordens saltholdighed stiger med dybden. Ferskvandstilførslen fra oplandet glider med andre ord ud gennem fjorden på et bundlag med højere saltholdighed, mens overfladelaget kun langsomt øger saltholdigheden frem mod dæmningen. Den mindre vertikale opblanding hen over sommeren, skyldes relativt svagere vinde, som mindsker den vertikale opblanding og som således tillader, at fjorden bliver delt i to lag. Saltholdigheden i det øvre lag er i 2014 på 6-12 promille hen over sommeren og kun adskilt på alle tre stationer med 2-5 promille i overfladen (figur 3.3).

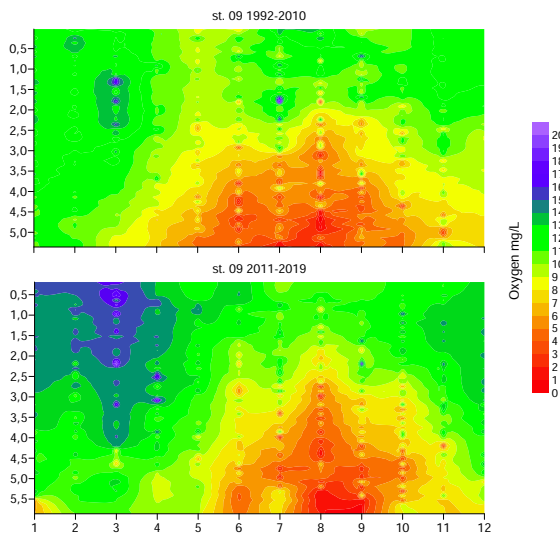


Figur 3.3 Gennemsnit pr. dato i sommerperioden af 2014 for Salinitet top prøver (promille) for stationerne 93720009, 93740015 og 93740016.

3.3 Iltkonzentration

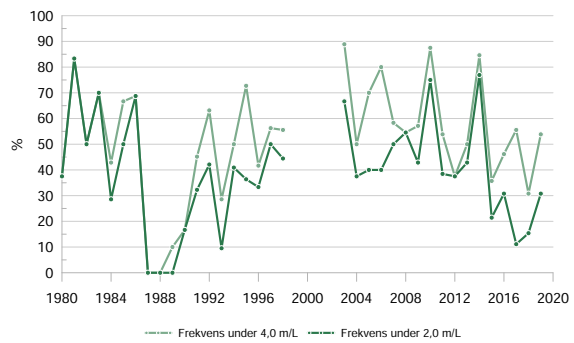
Som følge af lagdeling i vandsøjlen udvikles der hvert år iltsvind i sommerhalvåret. Udviklingen siden 1990'erne viser, at der er en tendens til der sker mindre iltsvind i foråret.

Figur 3.4 viser iltkonzentrationen i vandsøjlen fordelt på to perioder 1992-2010 og 2011-2019 for station 09, hvor det ses i den første periode, at iltsvind (iltkoncentration under 4 mg/L) strækker sig helt fra april til oktober/november. I perioden 2011-2019 er udstrækningen af iltsvindet begrænset til færre måneder fra maj/juni til september/oktober.



Figur 3.4 Gennemsnit af to perioder 1992-2010 og 2011-2019 pr. måned for Oxygen (mg/l) gennem hele vandsøjlen.

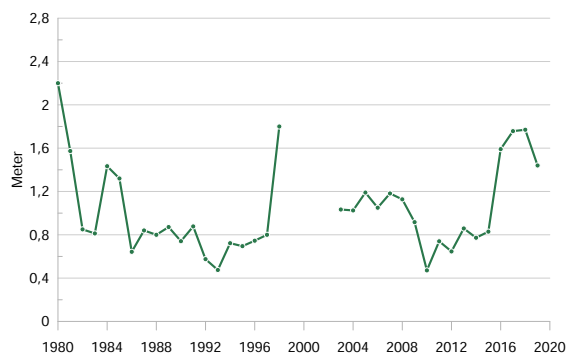
Figur 3.5 viser i procent, hvor mange af målingerne, der er registreret iltsvind (under 4 mg/L) og kraftigt iltsvind (under 2 mg/L) fra 1980 til 2019. På trods af variationer fra år til år, så ligger niveauet af både iltsvind og kraftigt iltsvind omkring en frekvens på 50 % gennem hele perioden indtil de sidste par år, hvor der ses et fald i især kraftige iltsvind til en frekvens på 10-20 %.



Figur 3.5 Registreringer af iltsvind (<4,0 mg Oxygen/L) og kraftigt iltsvind (<2,0 mg Oxygen/L) i procent som forholdet mellem antal udsejlinger fra maj-oktober og antal prøver med iltsvind og kraftigt iltsvind.

3.4 Sigtdybde

Den gennemsnitlige sommersigtdybde for månederne maj-september, se figur 3.6, viser betydelige år til år variationer. Mængden af alger i vandet samt humusstoffer fra oplandet og resuspension af fjordbunden påvirker sigtdybden. En blæsende sommer kan således have stor betydning for sigtdybden. Der ses dog en tendens til højere sigtdybde de seneste fire år (2016-2019) omkring 1,6 meter og således det dobbelte af de forudgående seks år, hvor sigtdybden var på 0,8 meter eller under.

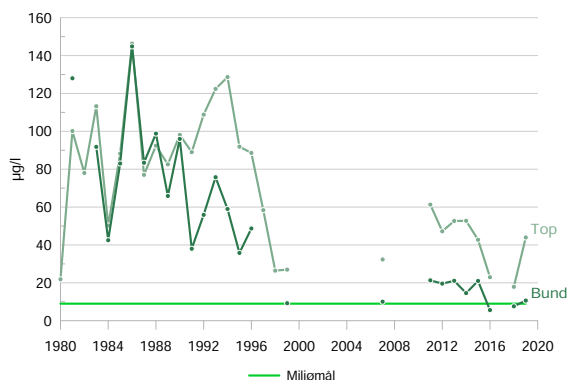


Figur 3.6 Sommergennemsnit (maj-sep) pr. år for Sigtdybde (meter).

3.5 Klorofyl

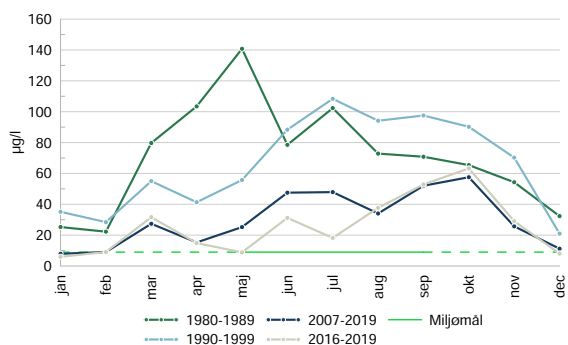
Tendensen for sommerklorofyl er, at koncentrationen fra 1980'erne og frem til midt 1990'erne er relativt uændret og ligger på et niveau på 80 µg/l - langt over miljømålet på 9 µg/l (figur 3.7). Fra midt 1990'erne begynder klorofylkoncentrationen at falde kraftigt og sidst i 1990'erne er koncentrationen af sommerklorofyl halveret til 40 µg/l - dog stadig langt fra miljømålet, og et niveau som ikke er faldet yderligere de seneste år.

3. TILSTANDSBESKRIVELSE



Figur 3.7 Sommergennemsnit (maj-sep) pr. år for Klorofyl (µg/l), topprøver og bundprøver.

I figur 3.8 ses et højt forårsmaksimum af klorofyl for perioden 1980'erne, hvor der har været en stor vækst af alger med et niveau på 140 µg/l i middel for maj måned i 1980'erne. Samme store forårsopblomstring af alger ses ikke for de næste to perioder med et forårsmaksimum på cirka 60 µg/l for 1990-1999 faldende til knap 30 µg/l for 2007-2019. Klorofylniveauet for perioden 1990-1999 stiger i løbet af sommeren, og når helt op på sidste periodes niveau i juli på 100 µg/l. Modsat 1980'er perioden, hvor niveauet falder tidligt på efteråret, fastholdes klorofylkoncentrationen på 100 µg/l helt ind til oktober i 1990'erne. Generelt set ligger den seneste periode, 2007-2019, lavere i alle måneder og selv sommeropblomstringen halveres til 45 µg/l i juli i forhold til 1980'erne. I den seneste fire-årsperiode er der sket et yderligere fald i maj, juni og juli og koncentrationen over de fire år i maj er nu for første gang under miljømålet.



Figur 3.8 Gennemsnit af fire perioder 1980-1989, 1990-1999, 2007-2019 og 2016-2019 pr. måned for Klorofyl (µg/l), topprøver. Bemærk, at i 2007-2019 perioden mangler årene 2008, 2009, 2010 og 2017.

3.6 Kvælstof

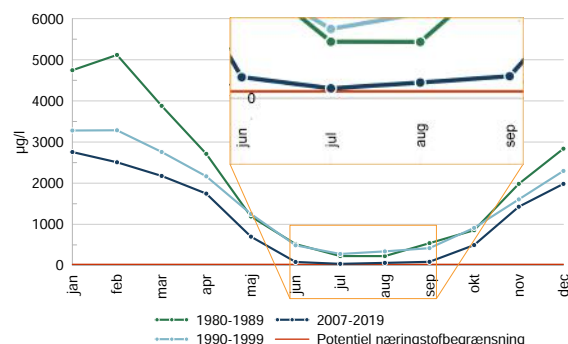
Den gennemsnitlige koncentration af total kvælstof er i vinterperioden fra 1980-2019 kontinuerligt faldet med 50 % fra 4000 µg TN/l til et niveau på 2000 µg TN/l de seneste par år (figur 3.9). Samme udvikling ses i som-

merperioden, hvor TN-koncentrationen er faldet fra et niveau på 2000 µg TN/l fra 1980'erne til midten af 1990'erne og til et niveau på 1000 µg TN/l de sidste par år (se bilag). Tendensen for sommer- og vinterkoncentrationer af nitrat (se bilag) er nogenlunde ens med TN og falder både sommer og vinter med cirka 50 % over samme periode.



Figur 3.9 Vintergennemsnit (nov-jan) pr. hydrologisk år for Nitrogen, total (µg/l), topprøver og bundprøver. Bemærk den lange periode 2000/2006 uden data.

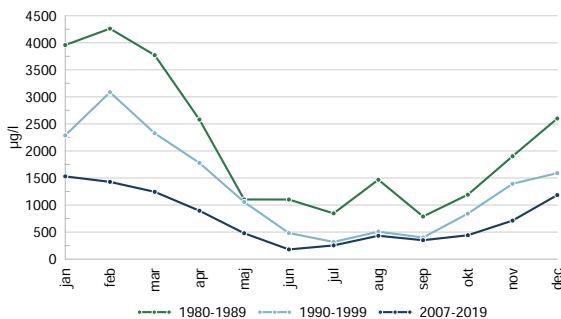
Uorganisk kvælstof (Dissolved inorganic nitrogen – DIN) i øvre del af vandsøjlen er vintermånederne faldet kontinuerligt cirka 40-50 % gennem de tre perioder (figur 3.10). Dette fald er først slået i gennem i den sidste 10 års periode om sommeren. Koncentrationen af DIN i sommermånederne som middel over perioden 2007-2019 kommer under grænseværdien for, hvornår kvælstof er potentielt begrænsende for algevækst (under 28 µg/l). Men høje enkeltmålinger trækker middel op og ofte er DIN under det potentielt begrænsende niveau i juni og juli i nogle år - også i august og september (se udvikling i sommermåned for DIN i bilaget).



Figur 3.10 Gennemsnit af tre perioder 1980-1989, 1990-1999 og 2007-2019 pr. måned for DIN (µg/l), topprøver. Bemærk, at i 2007-2019 perioden mangler årene 2008, 2009, 2010 og 2017 og året 1981 er taget ud af perioden 1980-1989.

Udviklingen af DIN i bundmålingerne (figur 3.11) er stabilt nedadgående over alle tre perioder i vintermånederne. De høje sommerniveauer af DIN i bundlaget skyldes, at ammonium under iltvind frigives fra fjordbun-

den. Der ses ikke et fald fra 1990'erne til seneste periode i sommermånederne juli, august og september til trods for generelt faldende tilførsler af kvælstof til fjorden.



Figur 3.11 Gennemsnit af tre perioder 1980-1989, 1990-1999 og 2007-2019 pr. måned for DIN ($\mu\text{g/l}$), bundprøver. Bemærk, at i 2007-2019 perioden mangler årene 2008, 2009, 2010 og 2017 og året 1981 er taget ud af perioden 1980-1989.

3.7 Fosfor

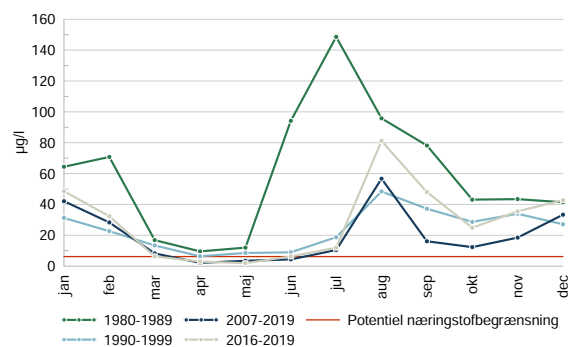
Den totale fosforkoncentration i vinter- og sommerperioden (se figur 3.12 og bilag) falder over hele perioden, dog med store årlige udsving i koncentration. Vinterkoncentrationen falder fra et niveau i 1980'erne på 140 $\mu\text{g/l}$ til et niveau på 80 $\mu\text{g/l}$, mens sommerkoncentrationen, hvis der ses bort fra den meget høje koncentration i 1981, falder fra et niveau på 200-300 $\mu\text{g/l}$ til 150 $\mu\text{g/l}$.



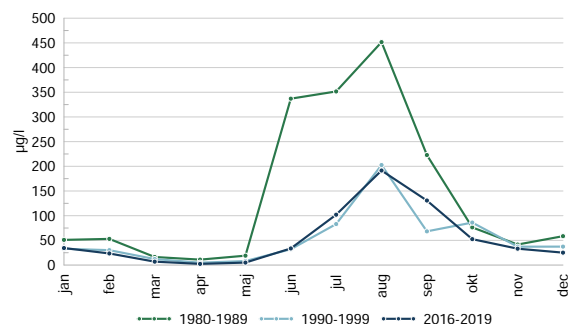
Figur 3.12 Vintergennemsnit (nov-jan) pr. hydrologisk år for Phosphor, total-P ($\mu\text{g/l}$), topprøver og bundprøver. Bemærk den lange periode 2000/2006 uden data

Orthofosfatkoncentrationen er faldet gennem perioden, men især fra perioden 1980-1989 til de to næste perioder i sommerperioden (figur 3.13). Faldet er sket i såvel top såvel som bundlag, hvor forårsmånederne april-juni i det øvre vandlag, og i den seneste 4-årsperiode kommer under grænseværdien for, hvornår fosfor er potentielt begrænsende for algevækst (under 6,2 $\mu\text{g/l}$). Desuden er månederne marts og juli i samme periode også tæt på grænseværdien, hvor juli måned er under 6,2 $\mu\text{g/l}$ det meste af den seneste periode på nær et par enkelte år (se bilag). I perioden 1980-1989 stiger

koncentrationen af orthofosfat allerede fra maj måned, hvor et maksimum indtræder i juli på 140 $\mu\text{g/l}$ i det øverste i vandsøjlen. Dette maksimum er for 1990'erne og frem til i dag på et stabilt lavere niveau på omkring 50 $\mu\text{g/l}$, dog øget i den seneste 4-årsperiode til 80 $\mu\text{g/l}$. I samme periode er bundlagets indhold af fosfat om sommeren under iltsvind, faldet fra et maksimum på 450 $\mu\text{g/l}$ til 200 $\mu\text{g/l}$, men igen kun fra 1980'erne til 1990'erne og ikke yderligere fald. Fra 1990'erne og frem til i dag ses der således ikke nogen tydelig formindskelse af fosfatniveauet i bundlaget, mens der er sket en tiltagende formindskelse i overfladelaget.



Figur 3.13 Gennemsnit af fire perioder 1980-1989, 1990-1999, 2007-2019 og 2016-2019 pr. måned for Orthophosphat-P ($\mu\text{g/l}$), topprøver. Bemærk, at i 2007-2019 perioden mangler årene 2008, 2009, 2010 og 2017 og året 1981 er taget ud af perioden 1980-1989.



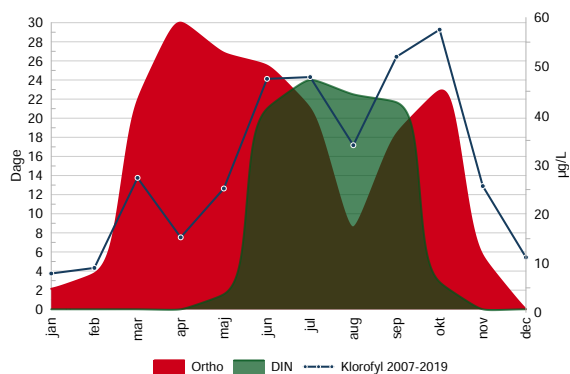
Figur 3.14 Gennemsnit af tre perioder 1980-1989, 1990-1999 og 2007-2019 pr. måned for Orthophosphat-P ($\mu\text{g/l}$), bundprøver. Bemærk, at i 2007-2019 perioden mangler årene 2008, 2009, 2010 og 2017 og året 1981 er taget ud af perioden 1980-1989.

3.8 Næringsstofbegrænsning

Næringsstofbegrænsning optræder når algerne mangler enten fosfor eller kvælstof til væksten. Som hovedregel er væksten begrænset ved fosfatniveau på 6,2 $\mu\text{g/l}$ og uorganisk kvælstof ved niveau på 28 $\mu\text{g/l}$. Opgøres antallet af dage med hhv. fosfor og kvælstofbegrænsning som et gennemsnit af perioden 2007-2019 ses, at fosforbegrænsningen er mest markant i foråret inden iltsvindene indtræder (figur 3.15). Det er også i denne periode, at klorofyl holdes på det laveste niveau. Fra juni måned bliver kvælstof også begrænsende for væk-

3. TILSTANDSBESKRIVELSE

sten, men i denne periode med et klorofylniveau der er ca. dobbelt så højt som i foråret. Iltsvindene begynder typisk i juni og frigivelsen af næringstoffer i forbindelse hermed, giver en intern belastning af fjordsystemet på et tidspunkt, hvor algerne hurtigt vokser ved tilførsel af næringstoffer.



Figur 3.15 Antallet af dage med fosfor- og kvælstofbegrænsning som et gennemsnit af perioden 2007-2019 (Y-akse) og den gennemsnitlige koncentration af klorofyl ($\mu\text{g/l}$) pr. måned i perioden 2007-2019 (Z-akse).

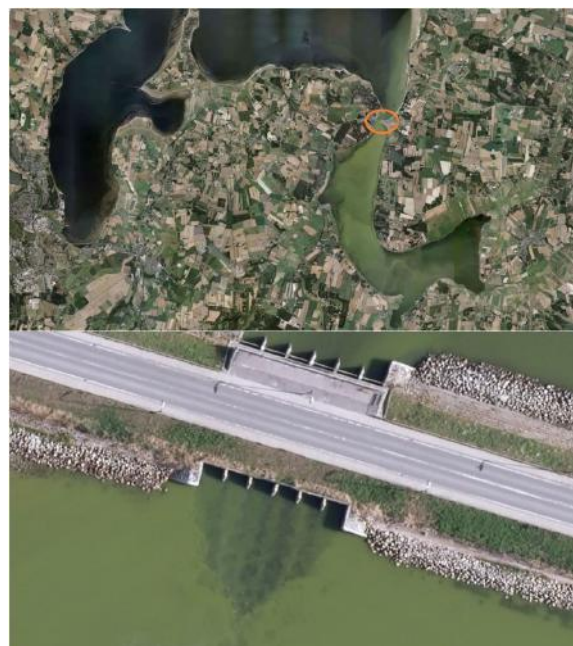
3.9 Blågrønalger

En saltholdighed på 8-13 promille i overfladen, som ses i fjorden, er tilstrækkelig lav til at fremme en vækst af blågrønalger. Blågrønalger kan ved kvælstofmangel (begrænsning) trække kvælstof ned fra atmosfæren og dermed modvirke en indsats i forhold til at mindske algemængden i fjorden ved en strategi om kvælstofbegrænsning. Blågrønalger som typisk kendes fra Østersøen og fra søer, grundet en lav saltholdighed, kan ofte være giftige og badeforbud ses som regel i forbindelse med opblomstring af blågrønalger. Ligeledes er det ikke ualmindeligt at typisk hunde som drikker vandet, dør eller får et sygdomsforløb.

Registrering af planktonalger i fjorden indgår ikke i det nationale overvågningsprogram NOVANA, og det kan således via overvågningen hverken be- eller afkræftes, hvorvidt der optræder blågrønalger i fjorden eller om disse skulle være kvælstoffikserende.

På nationale luftfoto fra 2014 fremgår, at fjorden er markant grønnere end andre år og markant grønnere end lovens bredning med en saltholdighed som er noget højere (>20 promille). Zoomes der yderligere ind på fjorden (2014) f.eks. ved slusen, ses farvningen af vandet tydeligere, og nærmer sig i farven "grøn maling", som er kendetegnende for netop opblomstring af blågrønalger. Ligeledes ses der ved slusen indstrømmende bundvand fra Lovns Bredning, og der optræder blandingsmønstre på billedet, som yderligere synes at

bekræfte hypotesen om en betydelig opblomstring af blågrønalger i 2014. (figur 3.16)



Figur 3.16 Luftfoto 2014 (Copyright COWI) af Hjarbæk Fjord som viser farvning af fjorden, grundet formodet blågrønalge-opblomstring. Nærbillede af dæmning/sluse til Lovns Bredning.

Luftfotoet er taget over et tidsrum på måske en eller to dage i løbet af året og er derfor ikke en god indikator for variationen for en sommersæson. Alternativt kunne satellitbilleder være en mulighed for overvågning, som det sker i Østersøen. Men satellitdata skal bekræftes via reelle data og samtidig kan den relativt lave vanddybde være en udfordring ved brug af satellit.

Man bør derfor først og fremmest og snarest implementere prøvetagning og måling af planktonalger i overvågningsprogrammet for Hjarbæk Fjord, for derved at kunne dokumentere problemets omfang.

3.10 Vegetation

Vegetationen i fjorden består langt overvejende af havgræsser og børsteblandet vandaks. Vegetationsovervågningen er foretaget via tre transektorer i fjorden (se figur 2.1, og dækningsgraden i meter af langstilket havgræs og børsteblandet vandaks ses i vegetationsafsnittet i bilaget. Overvågningen viser en udvikling, som svarer til målinger af sigtdybde, således kommer vegetationen ud på ca. 1 meter gennem hele perioden. Dette er dog med lidt variation og positivt at vegetationen i 2018 for første gang nåede ud på lidt mere end to meter for 1% dækning og knap to meter for 10% dækning på enkelte af transekterne. Dette passer fint overens

med fremgangen i sommersigtdybden siden 2016 (se figur 3.6) og viser at vegetationen relativt hurtigt kan respondere på bedre lysklima.

Station 09, hvor der tages vandkemiske målinger og klorofyl er placeret ca. 1 km syd for dæmningen til Lovns Bredning. Der er ca. 6 og 10 km til de to andre stationer i fjorden, som er placeret centralt og østligt i fjorden. Spørgsmålet er derfor, om det er rimelig at tolke fjordens miljøtilstand ud fra denne ene station i forhold til klorofyl og vandkemi. Sammenlignelige målinger af saltholdighed på de 3 stationer viser, at der er relativt lille forskel i saltholdighed i overfladelaget mellem de tre stationer. Vandet er dermed relativt godt horisontalt opblandet i de øvre lag om sommeren. I bunden kommer salt vand ind ved dæmningen og specielt i sommerhalvåret opstår lagdeling i den centrale del af fjorden med brakvand i toplet. I forhold til tolkning af data skal man være forsigtig med at tolke på bundlaget, da det i højere grad er påvirket af det indkomne vand fra Lovns Bredning. Overfladelaget ved station 09 præsenterer derimod i højere grad den resterende fjords tilstand, da dette vand er rimelig velblandet og netto er udgående, idet der i hovedregel sluses brakvand ud i overfladen og tungere saltvand ind i fjorden ved bunden. I det følgende er det den primære tolkning derfor tillagt målingerne i overfladelaget, da de tendenser som ses, vurderes i store træk at repræsentere størstedelen af fjorden.

Miljøtilstanden i Hjarbæk Fjord er forbedret betydeligt siden 1980'erne, når man ser på udviklingen i klorofyl. Sigtdybden er ikke tilsvarende steget, på nær de sidste fire år (2016-2019) og derfor er vegetationen heller ikke flyttet sig ud på større dybder. Dog undtaget seneste undersøgelse fra 2018, hvor vegetationen på et par transekter næsten er kommet ud på dobbelt dybde (knap 2 meter). Dette kan være respons på den bedre sigtdybde de seneste år, men det er for tidligt at sige om det er en vedvarende forbedring. Sigtdybden, og dermed dybdegrænsen for vegetationen, er ikke kun påvirket af levende planktonalger, men også af mudder fra bunden, som hvirvles op. Overordnet er det forventeligt, at vandets klarhed og dermed at vegetationen vokser ud på større dybde sker med nogen forsinkelse i forhold til den ellers mindskede vækst i planktonalger, og man skal derfor ikke nødvendigvis forvente fremgangen i 2018 er stabil. Det ses også fra tidlige-

re, at enkelte år med fremgang er blevet efterfulgt året efter af tilbagefald til ca. én meter.

Klorofylniveauet faldt kraftigt i starten af 1990'erne. Dette kan enten skyldes den ændrede praksis ved dæmningen, der medførte højere saltholdighed i fjorden. En udtømning af sedimentets fosforpulje med øget saltholdig, har sandsynligvis fundet sted, som i årene efter ændringen har ført til lavere klorofylniveau som følge af fosforbegrænsning. Samtidig kan en øget spildevandsrensning, som typisk skete i 80'erne og start 90'erne, også have spillet ind. Det sidste er formenligt afgørende for det fortsatte fald i forårets fortsatte lavere niveau af fosfat i overfladen. Mens fosforniveauet er faldet yderligere, også i den seneste periode i foråret, er dette ikke sket senere på sommeren. Fosfor er således i foråret begrænsende for algevæksten og betyder, at klorofyl i maj måned de seneste år opfylder målet for god økologisk tilstand. Når iltsvindene begynder at indtræde i juni, frigives så meget fosfor fra bunden, at fosfor i mindre grad er begrænsende og kvælstof bliver potentielt begrænsende for væksten af alger. Der frigives også ammonium ved iltsvind, som bidrager til en intern belastning af uorganisk kvælstof til overfladen, hvor væksten af alger dermed bliver større end om foråret. Klorofylniveau stiger løbende gennem sommeren og når i oktober måned i middel 60 µg/l, hvilket svarer til niveauet tilbage i 1980'erne og 1990'erne.

I 2014 er der meget som tyder på, at der sker en kraftig opblomstring af blågrønalger, som udover at kunne være giftig, også kan trække kvælstof ud af atmosfæren (kvælstoffiksering). Hvis der optræder blågrønalger, er der potentielt risiko for, at en strategi, hvor der satses på kvælstofreduktion til fjorden vil mislykkes. Dette er fordi blågrønalger vil kunne kompensere, helt eller delvist for en lavere tilførsel af kvælstof fra land, med kvælstoffiksering fra atmosfæren.

Prøvetagning og måling af planktonalger i overvågningsprogrammet for Hjarbæk Fjord bør snarest muligt implementeres, så problemets omfang kan dokumenteres.

På lidt længere sigt bør en anden forvaltningsstrategi

for fjorden overvejes. Med den nuværende, eller ved eventuelt lavere saltholdighed, vil der formentlig fortsat være risiko for blågrønalgeopblomstring og den nuværende ensidige fokus på kvælstofreduktion vil således ikke være hensigtsmæssig. I stedet bør det overvejes, at der i højere grad sættes på fosforreduktion, som er den strategi man vælger for søer. Alternativt kan saltholdigheden forøges, så den nærmer sig den i Lovns Bredning, således blågrønalger helt undgås. Dette vil kræve, at slusen fjernes for at få nok vandskifte eller en ændret slusepraksis, der målrettes en højere saltholdighed og opblanding, som det eksempelvis er gjort ved Ringkøbing Fjord.

KONTAKT OS

Flemming Gertz

Chefkonsulent

M +45 87 40 54 18

E flg@seges.dk



Line Kolding Thostrup

Miljøkonsulent

M +45 87 40 52 86

E likt@seges.dk



Sebastian Piet Zacho

Konsulent

M +45 87 40 55 63

E seza@seges.dk



www.SEGES.dk



