

Opdateret 13. december 2023

Hjarbæk Fjord – Økosystemforståelse og hypoteser for bedre tilstand. Teknisk notat.

Forfatter: Flemming Gertz, SEGES Innovation

Citeres: Gertz F, 2023. Hjarbæk Fjord – Økosystemforståelse og hypoteser for bedre tilstand. Teknisk notat fra SEGES Innovation.

Miljøtilstand og økosystemforståelse

Hydrografi

Hjarbæk Fjord, har et areal på 24 km², og er adskilt til resten af Limfjorden af Virksunddæmningen, som blev etableret i 1966. Vanddybden er 6 meter ved slusen og aftager til cirka 3 meter i de centrale dele af fjorden. Siden 1991 har man haft en slusepraksis, hvor sluseportene som hovedregel står åbne. Dette medfører permanent lagdeling (Haloklin) af vandsøjlen i stort set hele sommeren i størstedelen af fjorden, grundet afstrømningen af ferskvand fra oplandet og indtrængende saltere vand fra Lovens Bredning. Novana overvågningsprogrammet omfatter i dag kun en enkelt målestation relativt tæt ved dæmningen, men målinger fra tidligere år viser at de salte bundlag er udbredte i størstedelen af fjorden gennem sommeren (fig1 og ref1). Målinger viser, at der er relativt lille forskel i salinitet i overfladelaget om sommeren mellem stationer (fig2) og dermed at der er en hurtig horisontal fordeling af vandmasserne. Samtidig er der også en vertikal opblanding, da overfladelaget opnår en salinitet på 8-12 promille i sommermånederne (fig2)

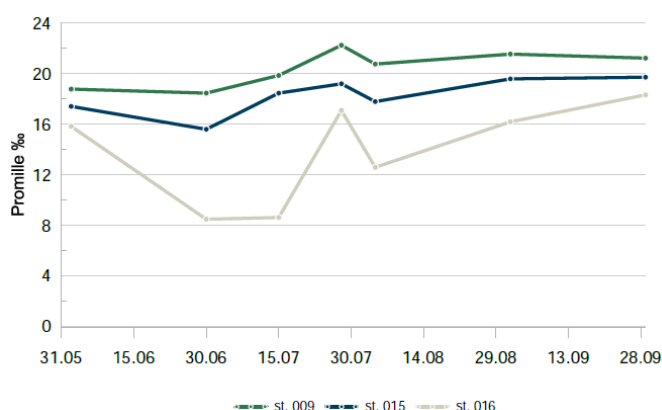


Fig1. Sommersalinitet i nedre vandsøjle på 3 stationer i Hjarbæk Fjord. Hhv. ved Slusen (st. 93720009) midt i fjorden (st. 93740015) og i den østlige ende (st. 93740016). Bemærk at vanddybden på den østlige station er ca. 2,5 m og mindre end i den centrale del (ca. 3 m), og dermed kun delvist påvirket af saline bundlag.

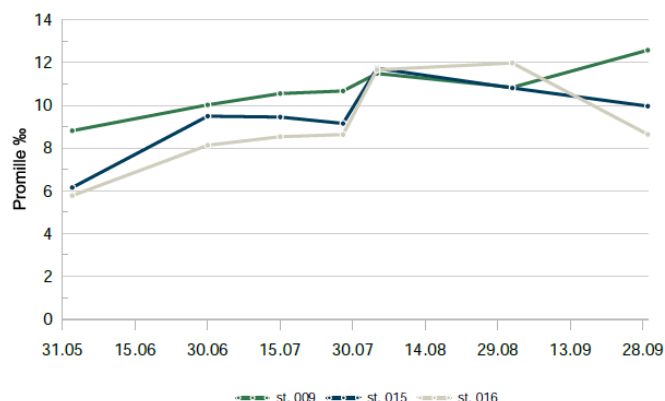


Fig2. Sommersalinitet i overfladen på 3 stationer i Hjarbæk Fjord. Hhv. ved Slusen (st. 93720009) midt i fjorden (st. 93740015) og i den østlige ende (st. 93740016)

Iltsvind

Iltsvind optræder når iltforbrugende processer øges og iltforbruget overstiger den tilførte mængde ilt. Dette sker typisk om sommeren, hvor de højere vandtemperaturer øger omsætning af organisk materiale på bunden, samtidig med at den vertikale opblanding af ilt i vandsøjlen er mindre som følge af mindre vindenergi i sommerhalvåret. I Hjarbæk Fjord mindskes den vertikale opblanding i særlig grad af lagdelingen (haloklin) og samtidig tilføres bunden organisk materiale fra oplandet og alger fra vandsøjlen. I forbindelse med iltsvind frigives betydelige mængder fosfat og ammonium fra sedimentet til vandsøjlen (intern belastning) og iltsvind medvirker derfor til forværring af eutrofieringen i betydelig grad. Målinger viser, at iltsvind optræder typisk fra sidst i maj og frem til september. Målinger for perioden fra 1980 til i dag viser ikke en positiv udvikling i iltsvind – på trods af betydeligt fald i mængden af planktonalger og dermed organisk materiale. Næsten tværtimod er der tendenser til en forværring (fig3-fig6). Særligt ser det ud til, at der er sket i en forværring i august og september (fig5) siden 1980'erne. Denne forværring kan formodentligt til dels skyldes, at man i 1991 besluttede at sluse mere saltvand ind i fjorden fra Lovens Bredning. Dette har formodentligt ført til stærkere lagdeling og dermed øget risiko for iltsvind. Forværringen kan fx også skyldes stigende temperaturer, men dette er ikke undersøgt i dette notat.

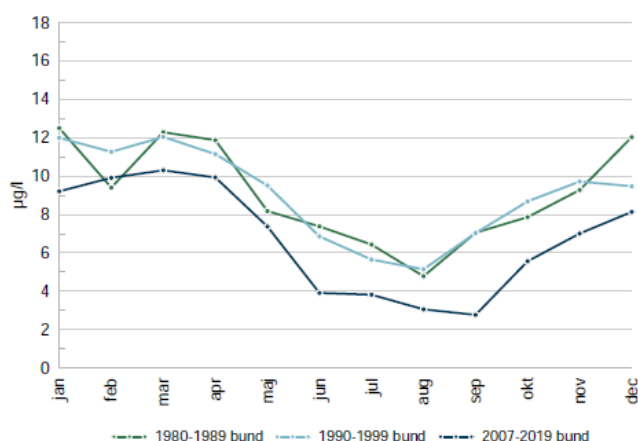


Fig3. Iltindhold ved bunden i Hjarbæk Fjord ved Dæmningen (st 93720009). Opgjort som gennemsnit af tre perioder 1980-1989, 1990-1999 og 2007-2019 pr. måned

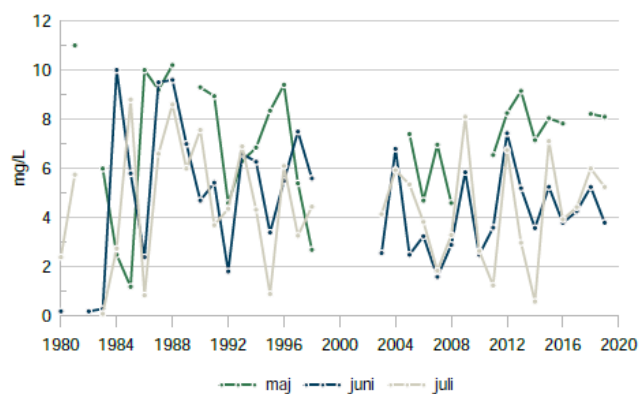


Fig4. Iltindhold ved bunden i Hjarbæk Fjord ved Dæmningen (st 009). Opgjort som månedsudvikling pr. år for Oxygen (mg/l) i månederne maj, juni og juli.

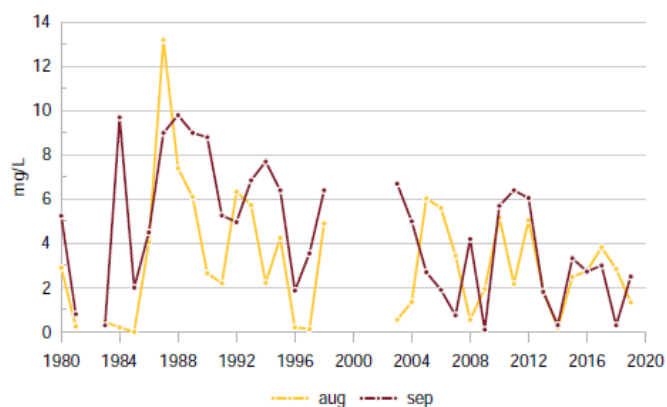


Fig5. Iltindhold ved bunden i Hjarbæk Fjord ved Dæmningen (st 009). Opgjort som månedsudvikling pr. år for Oxygen (mg/l) i månederne august og september.

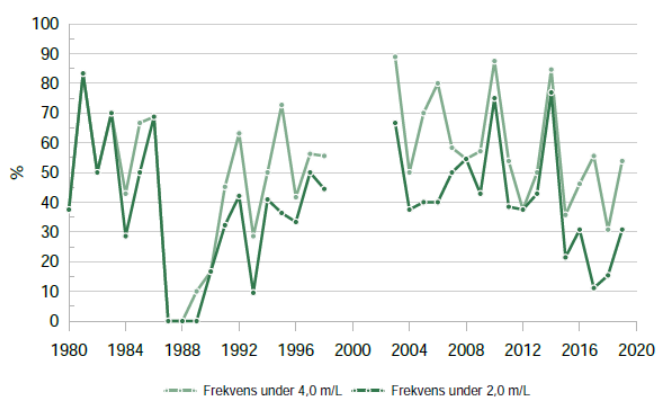


Fig6. Registreringer af iltsvind relativt i forhold til udsejlinger opgjort i procent. Hhv. iltsvind (< 4 mg/l) og kraftigt iltsvind (< 2 mg/l)

Planktonalger

Overvågningsprogrammet omfatter ikke primærproduktion– eller planktonbestemmelse i Hjarbæk Fjord og mængden planktonalger opgøres ved at anvende klorofyl-a som proxy for planktonalger. Koncentrationen af klorofyl-a er faldet kraftigt siden 1980'erne, hvor forårets (april/maj) koncentrationer kunne nå niveauer over 100 µg/l. Faldet er særlig markant i foråret, hvor man i maj i 1980'erne kunne se de højeste koncentrationer, men de senere år er det i maj man ser de laveste koncentrationer (for forår/sommer perioden) og dette minimum er relateret til lave koncentrationer af fosfat. De relativt lave klorofylkoncentrationer kan i foråret ikke fastholdes og der ses stigende koncentrationer gennem sommeren, således man i dag, i de første efterårsmåneder, er tæt ved det klorofylniveau som man havde i 1980'erne (fig7).

Det skal bemærkes, at miljømålet markeret på fig7 er 9,0 µg/l jf Vandområdeplan 2 (VP2) , mens det i VP3 er sænket til 7,5 µg/l.

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). 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.

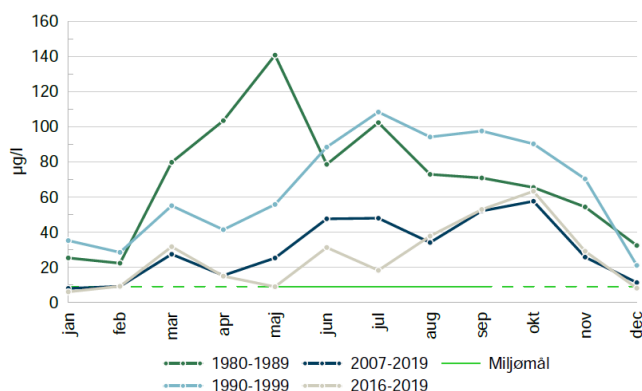


Fig7. Klorofylkoncentration - gennemsnit af fire perioder 1980-1989, 1990-1999, 2007-2019 og 2016-2019 pr. måned (µg/l). Bemærk, at i 2007-2019 perioden mangler årene 2008, 2009, 2010 og 2017.

Næringsstoffbegrænsning

Både kvælstof og fosfor begrænser væksten af planktonalger i danske fjorde – typisk begrænser fosfor algevæksten i foråret og kvælstof begrænser væksten hen over sommeren (ref2).

For Hjarbæk Fjord viser data, i den øvre del af vandsøjlen, at fosfat som middel er under det potentielt grænsende niveau på 6 µg/l fra omkring marts til juni (fig8), men uorganisk kvælstof (DIN) som middel kun er under det potentielt begrænsende niveau på 28 µg/l i juli måned (fig9).

Koncentrationerne af fosfat og DIN i bundvandet er i sommermånederne påvirket af frigivelse fra bunden og overstiger langt det potentielt næringsstoffbegrænsende niveau og den vertikale opblanding af vandsøjlen medvirker derfor til at transportere næringsstoffer fra bundlaget op i den øvre del af vandsøjlen, hvor næringsstofferne bidrager til primærproduktionen hen over sommeren. Det relative markante fald i fosfor fra 1980'erne til 90'erne skyldes formentligt en ændring i slusepraksis i starten af 90'erne. Ved højere saltholdighed vil sedimentet typisk ikke kunne binde samme mængde fosfor, hvorfor der formentligt er sket en udtømmning over en kort årrække som har medført lavere koncentration.

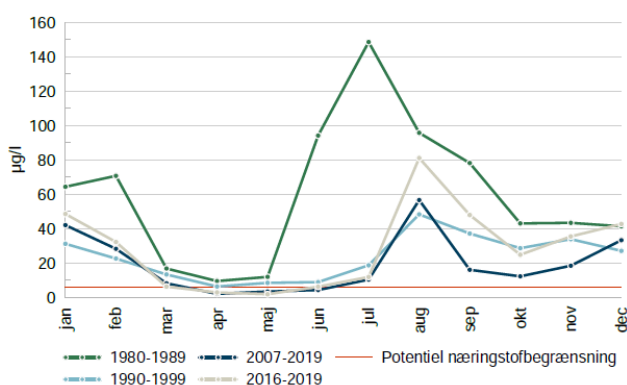


Fig8. Koncentration af uorganisk fosfor. Gennemsnit af tre perioder 1980-1989, 1990-1999 og 2007-2019 pr. måned for fosfat (µg/l), i øvre vandsøjle. Bemærk, at i 2007/2019 Perioden mangler årene 2008, 2009, 2010 og 2017 og året 1981 er taget ud af perioden 1980/1989.

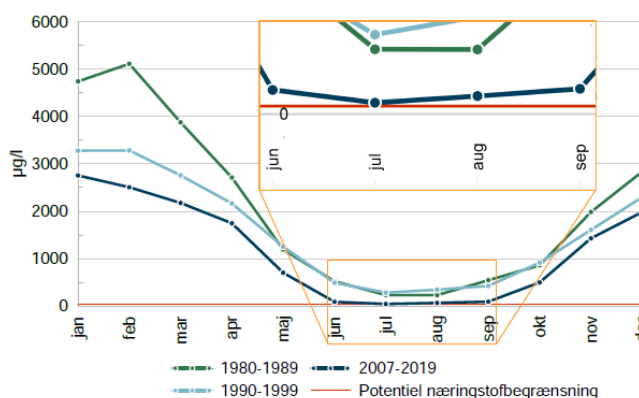


Fig9. Koncentration af uorganisk kvælstof. Gennemsnit af tre perioder 1980-1989, 1990-1999 og 2007-2019 pr. måned for DIN (µg/l), i øvre vandsøjle. Bemærk, at i 2007/2019 Perioden mangler årene 2008, 2009, 2010 og 2017 og året 1981 er taget ud af perioden 1980/1989.

Næringsstoffbegrænsningen er også opgjort på en lidt anden måde, hvor antallet af dage optæles, hvor de målte koncentrationer er under de begrænsende niveauer. Det ses, at fosfor potentielt begrænser væksten af primærproduktionen i marts til juni og i særlig grad i april, mens kvælstof potentielt begrænser væksten fra juni til september, men på et niveau med færre dage (20-24 pr måned) end forårets fosforbegrænsning (22-30 dage pr måned).

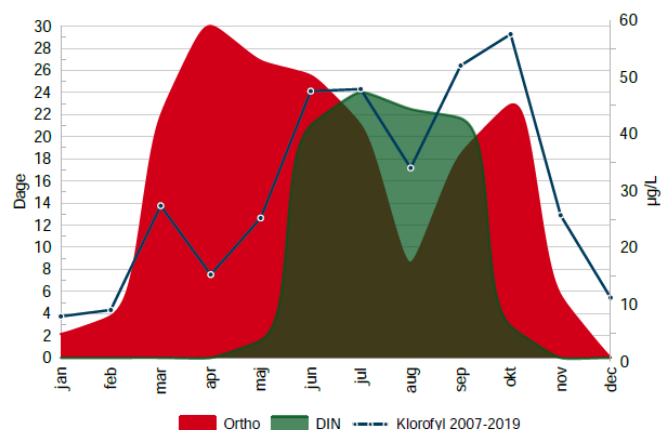


Fig10. Antallet af dage med fosfor og kvælstofbegrænsning som et gennemsnit af perioden 2007-2019 (Y-akse) og den gennemsnitlige koncentration af klorofyl ($\mu\text{g/l}$) pr. måned i perioden 2007-2019(Z-akse).

Vegetation

Vegetationen er målt på 3 transektor i fjorden. 2 transektor i den østligste tredjedel af fjorden og 1 transekt relativt tæt ved slusen. Vegetationen i fjorden består langt overvejende af havgræsser og børstebladet vandaks. Overvågningen viser en udvikling af dybdeudbredelse, som svarer til målinger af sigtdybde, således kommer vegetationen ud på ca. 1 meter gennem hele perioden. Dette er dog med lidt år til år variation. Målet for vegetationen i VP3 er fastsat til 4,1 m og er dermed større end vanddybden i størstedelen af fjorden. Kun i den nordlige del overstiger vanddybden 3-4 m. Hvis målet om en dybdeudbredelse på 4,1 m skal opnås, er det en forudsætning, at alle iltsvind på vanddybder mindre end 4,1 elimineres, hvilket omfatter langt størstedelen af fjorden. Iltsvind er yderst ødelæggende for vegetationen.

Opsummering af tilstand og økosystemforståelse

Tilstanden i Hjarbæk Fjord er meget langt fra god økologisk tilstand målt på klorofyl og vegetationens dybdegrænse. Der er sket betydelige fald i klorofyl som følge af næringsstoffbegrænsning af både fosfor og kvælstof. Særligt giver fosforbegrænsningen i foråret de laveste klorofylkoncentrationer for forår/sommer perioden tæt på miljømålet og påviser at næringsstoffbegrænsning har en effekt. Men de lave klorofylkoncentrationer i foråret kan ikke fastholdes, som følge af iltsvind og frigivelse af næringsstoffer fra sedimentet. Omfanget af iltsvind er ikke mindsket i perioden siden 1980 og formentligt forværret særligt i perioden august og september.

Vegetationen når ud på en dybde på omkring 1 m med år til år variationer, og hvis målet om en dybdeudbredelse på 4,1 m skal opnås, er det en forudsætning at alle iltsvind elimineres, da iltsvind optræder på 2-6 m vand mere eller mindre permanent i sommerhalvåret og muligvis i kortvarige perioder på lavere vanddybder.

Konceptuel beskrivelse

Primærproduktionen i Hjarbæk Fjord er trods et fald siden 1980'erne stadig for høj og fjorden er i dårlig tilstand som følge af for høje tilførsler af kvælstof og fosfor og intern belastning. Fosfor begrænser væksten særligt i perioden marts til juni og kvælstof fra juni til september.

Der optræder lagdeling af vandsøjlen (haloklin) i størstedelen af sommerperioden og i størstedelen af fjorden. Lagdelingen medfører, at der ikke føres tilstrækkeligt ilt til bunden og iltsvind optræder mere eller mindre permanent fra sidst i maj og gennem sommeren i størstedelen af fjorden. Den vertikale opblanding af vandsøjlen medvirker til at transportere næringsstoffer fra bundlaget op i den øvre del af vandsøjlen, hvor næringsstofferne bidrager til primærproduktionen hen over sommeren. Der er ingen data, som tyder på at mindske af næringsstofftilførslen og dermed mængden af planktonalger vil være tilstrækkeligt til at mindske omfanget af iltsvind i fjorden. Den mere eller mindre permanente lagdeling vil medføre iltsvind, da der uanset et fald i algeproduktionen vil være rigeligt omsætteligt organisk materiale i sedimentet. Dels organisk materiale,

som allerede er i fjorden og dels organisk materiale som tilføres fra oplandet gennem efterår- og vinterperioden. For at forbedre tilstanden skal den interne næringsstofbelastning, som er knyttet til iltsvind, reduceres og den eksterne næringsstofbelastning skal reduceres.

Hypotese for at opnå bedre tilstand

Data viser at der grundet iltsvind frigives betydelige mængder fosfat og ammonium midt på sommeren, som medfører forøget vækst i primærproduktionen indikeret ved øget klorofylkoncentrationer fra lave værdier i foråret stigende hen over sommeren.

Hypotese 1:

Det er nødvendigt at eliminere iltsvind i sommerhalvåret for at undgå frigivelse af den interne næringsstofpulje. Dette gøres primært ved at undgå lagdeling af vandsøjlen, således ilt bedre kan opblandes fra de øvre vandlag til nedre vandsøjle.

Hypotese 2:

Det er nødvendigt at eliminere iltsvind i sommerhalvåret for at undgå, at iltsvind har en negativ effekt på vegetationen i fjorden. Målet om en dybdeudbredelse på 4,1 m kan ikke nås, hvis der optræder iltsvind i fjorden, da store centrale dele af fjorden, hvor der optræder iltsvind, har en vanddybde på 3 m. Dette gøres primært ved at undgå lagdeling af vandsøjlen, således ilt bedre kan opblandes fra de øvre vandlag til nedre vandsøjle.

Hypotese 3:

Det er nødvendigt at foretage yderligere reduktioner af næringsstoffer til fjorden. Omfanget af yderligere reduktioner af næringsstoffer vil afhænge af i hvilket omfang det lykkedes at minimere iltsvind ved at minimere lagdeling og dermed den interne belastning. De lave klorofylniveauer i foråret som følge af fosforbegrænsning og inden iltsvind begynder først på sommeren viser, at det er muligt at opnå relativt lave klorofylkoncentrationer inden den interne belastning optræder sidst i maj og start juni.

Hypotese 3:

Organisk kvælstof som kan sedimentere i fjorden spiller en større rolle for den interne belastning end hidtil antaget. Se andet notat: Gertz F, Thostrup L K, 2023. Hjarbæk og Skive fjorde – Model-anvendelse og scenarie-kørsler. Teknisk notat fra SEGES Innovation.

Referencer

Ref1: Flemming Gertz, Line Kolding Thstrup, Sebastian Piet Zachø, *MILJØTILSTANDEN I HJARBÆK FJORD - Beskrivelse af udviklingstendenser af centrale miljøparametre*, 2020. Rapport fra SEGES Innovation.

Ref2: Gertz F, Thstrup L K, Møller K D, 2022. Nutrient limitation in Danish Coastal Waters. Report from SEGES Innovation