

Natur og vandmiljø, Planter

Fakta om iltsvind i danske kystvande

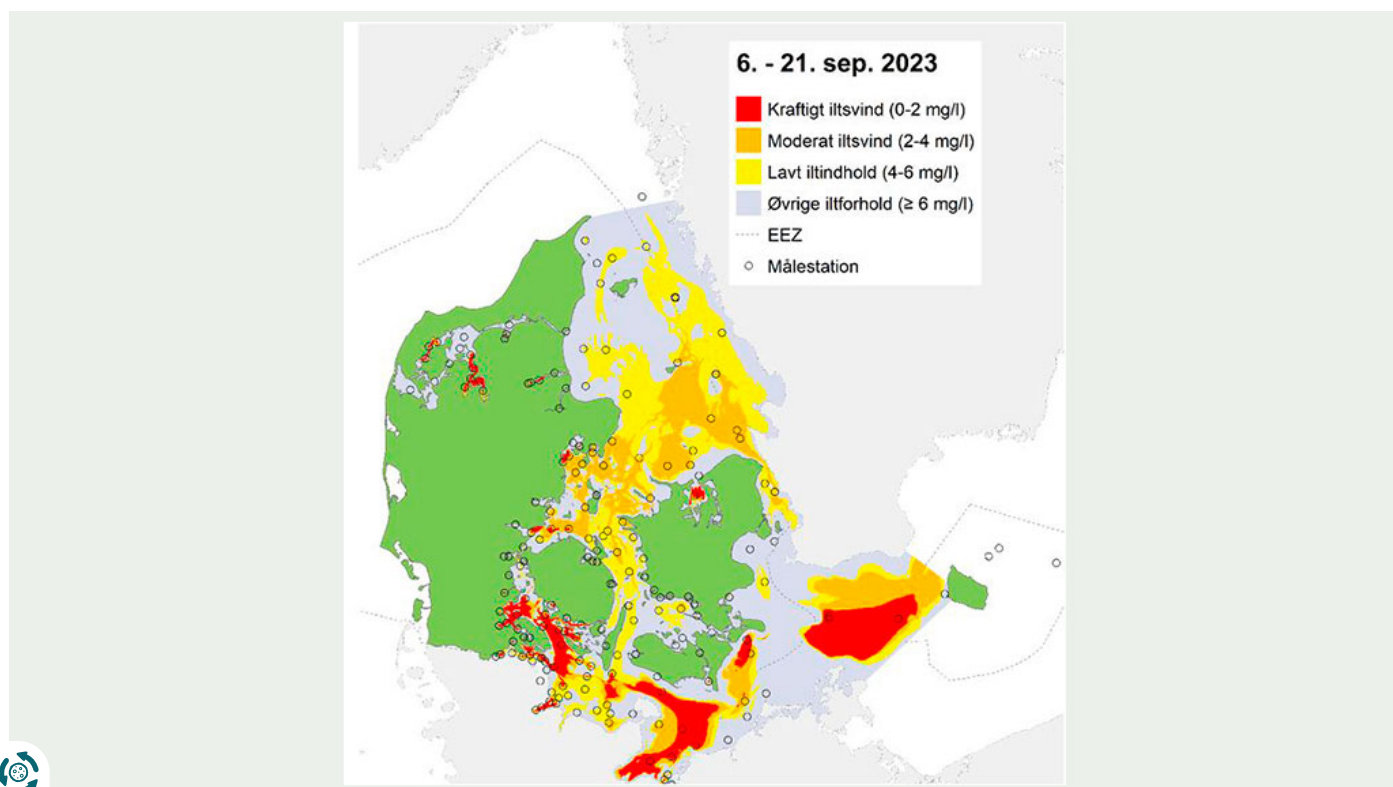
Den større udbredelse af iltsvind i år er betinget af det stille septembervejr, samt at bundvandstemperaturen hele sommeren har været højere end normalt. I de åbne farvande og bælter er næringsstoffer fra udlandet den væsentligste kilde til iltsvind.

Viden om

Ekstraordinært iltsvind i 2023

De danske farvande lider ekstraordinært af iltsvind i efteråret 2023, men hvad er op og ned i de påstande som fortælles i pressen og af forskere.

Iltsvind er et velkendt og tilbagevendende problem i de danske farvande, og der er flere faktorer som påvirker både udbredelsen og omfang. Faktorerne påvirker iltsvindet forskelligt afhængig af lokalitet. "Kraftigt iltsvind" er betegnelsen når iltniveauet er 0-2 mg/l og "moderat iltsvind" er ved 2-4 mg/l. "Lavt iltindhold" er ikke decideret iltsvind og angives ved iltindhold på 4-6 mg/l.



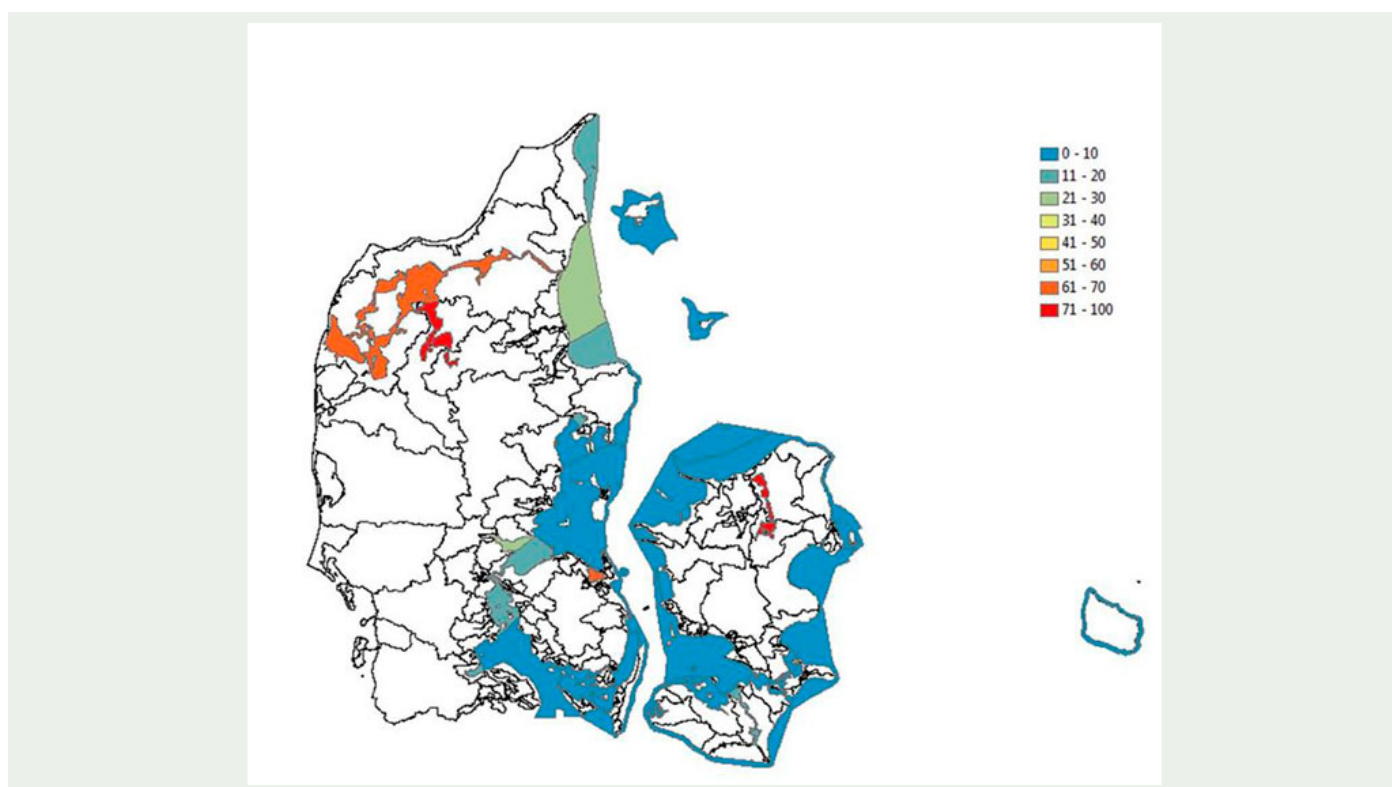
De åbne farvande, Kattegat og bælteerne, vestlige Østersø

Iltsvind opstår, når der forbruges mere ilt, end der tilføres. I de åbne danske farvande sker det typisk om sensommeren og et stykke ind i efteråret. Det relativt lunere vand sidst på sommeren øger omsætningen af organisk materiale ved bunden og på den måde øges iltforbruget samtidig med, at ilttilførslen til bundvandet minimeres pga. generelt rolige vindforhold om sommeren.

Derudover er de åbne danske farvande lagdelte – med brakvand fra Østersøen øverst og tungere vand fra Nordsøen i bunden (se figur 4). Det mindsker iltudvekslingen mellem det iltrige vand i toppen og det mere iltfattige vand i bunden og giver hvert år gode forudsætninger for, at iltsvind kan udvikles.

Det varierer fra år til år, hvor meget ilt der tilføres (blæst) og hvilken temperatur bundvandet har. Iltforbruget påvirkes også af tilførslen af organisk materiale, som iltten kan forbruge. Det sker i form af alger, som vokser i den øvre del af vandmasserne, hvor der er tilstrækkeligt lys. Når algerne dør, falder de ned på bunden og omsættes. Jo flere alger, som lander på bunden, jo større bliver iltforbruget fra omsætningen. Fra et forvaltningsmæssigt perspektiv er det tilførslen af organisk materiale til bunden, som man kan justere ved at mindske væksten af alger, som følge af at minimere udledning af næringstoffer.

Et af de punkter som diskuteres, er hvor stor påvirkning de danske udledninger af næringsstoffer har for iltsvindet. Her er det vigtigt at skelne mellem åbne farvande og de mere lukkede fjorde. I de åbne farvande betyder de danske udledninger relativt lidt. Det kan illustreres på flere måder, bl.a. via de beregninger DHI har lavet i 2015 til Vandområdeplanerne (se reference 2 nederst). Her fremgår det, at de danske bidrag til algevækst (fytoplankton) kun udgør 0-10 procent i de åbne vandområder som Kattegat og bælteerne (se figur 2).

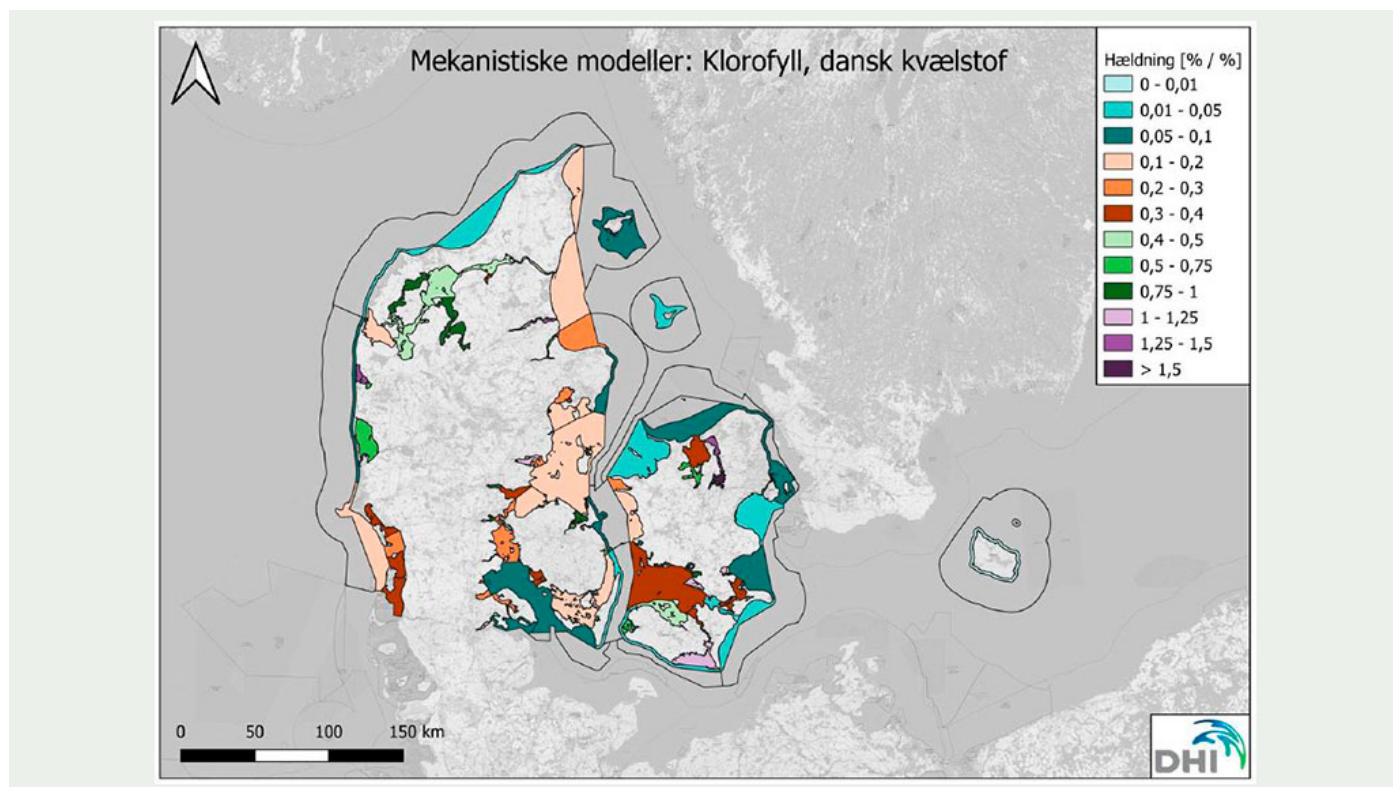


Figur 2. Andel af fytoplankton / klorofyl-indikatoren for de 45 vandområder, der er dækket af mekanistiske modeller, som kan forklares med kvælstoftilførsel fra dansk land. Farveskalaen er i %. Kilde: Rapport fra DHI til Naturstyrelsen, marts 2015: NST-projektet "Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen" Modeller for Danske Fjorde og Kystnære Havområder – del 2 Mekanistiske modeller og metode til bestemmelse af indsatsbehov Dokumentation.

En lignende undersøgelse, også udført af DHI i forbindelse med Vandområdeplaner 2021-2027, bekræfter beregningerne og udtrykkes ved såkaldte "responskurver". Kurverne illustrerer, hvor meget klorofyl (proxy for planktonalger) responderer på danske

kvælstofreduktioner.

På figur 3 er kurverne illustreret som farver. En hældning (enhed % / %) på f.eks. 0,1 betyder, at 1% reduktion i klorofyl kan relateres til 10 % reduktion i kvælstofreduktion fra et dansk opland. Kurverne viser, at jo længere væk fra danske fjorde, jo fladere bliver kurverne – dvs. jo mindre påvirkning har danske udledninger og jo mere påvirker udenlandske bidrag – dels via tilførsel fra Nordsøen og Østersøen og dels via atmosfærisk deposition.

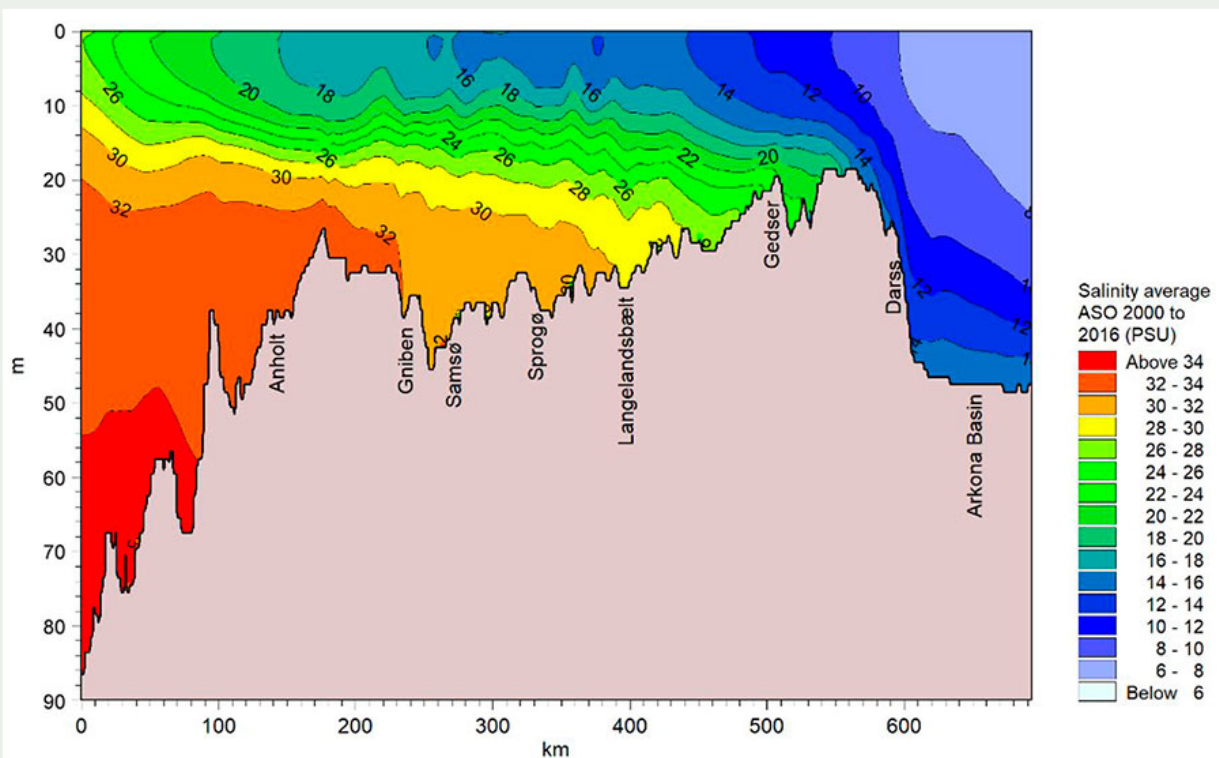


Figur 3. Responskurver for Dansk kvælstoftilførsel relateret til klorofyl – udtrykt som farver og områdeinddelt. Kilde: DHI. Beregninger anvendt i Vandområdeplaner 2021-2027. Figur sendt til L&F af MST den 30/5 2022.

Kvælstoftilførsler fra andre lande

En anden måde at vurdere påvirkningsgraden af iltsvind i de åbne farvande fra dansk side er ved at se på tilførslerne af kvælstof.

”Bundvandspumpen” i de indre danske farvande er betegnelsen for det fænomen, at der flyttes betydelige mængder uorganisk kvælstof fra Nordsøen ind i de indre danske farvande via en sydgående bundstrøm. Se figur 4.



Figur 4. Årsmiddel for saltholdighed langs et tværsnit gennem de indre danske farvande fra Skagerrak til Bornholm. Kilde: Hansen J.W. & Høgslund S. (red.) 2021. Marine områder 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 174 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 418.

Aarhus Universitet vurderer, med betydelig usikkerhed, at der transporteres 40.000 ton uorganisk kvælstof fra Nordsøen ind i indre danske farvande og op i det produktive øvre vandlag i perioden april-september (side 36, reference 4, se nederst). Samme størrelsesorden når SEGES Innovation frem til i beregninger udført ved en anden beregningsmetode af Marine Science & Consulting ApS (se reference 5 nederst). I samme periode er danske udledninger til de indre danske farvande i sommerhalvåret 4.500 ton kvælstof summeret for maj til september, og hvis Limfjorden regnes med, er det 7-8.000 ton kvælstof.

Fra Østersøen er det anslået, af Aarhus Universitet, at der netto i sommerhalvåret kommer 250 km³ vand til de danske vandområder. Et vandoverskud fra Østersøen, som skal gennem de danske stræder og vandområder og som indeholder næringsstoffer og alger i betydelige mængder.

Af andre kilder er der atmosfærisk kvælstofnedfald, som er i omegnen af 32.000 ton kvælstof årligt på de danske vandområder, hvor Nordsøen ikke er medregnet. Der er her sket et fald på 38 % siden 1990. (Kilde: reference 6, se nederst).

Danske fjorde

De danske fjorde er mangfoldige i deres udformning, har forskellig vandudveksling med de åbne farvande og deres oplande varierer i størrelse. Derfor varierer det også, hvor mange næringsstoffer, der tilføres fra det direkte opland.

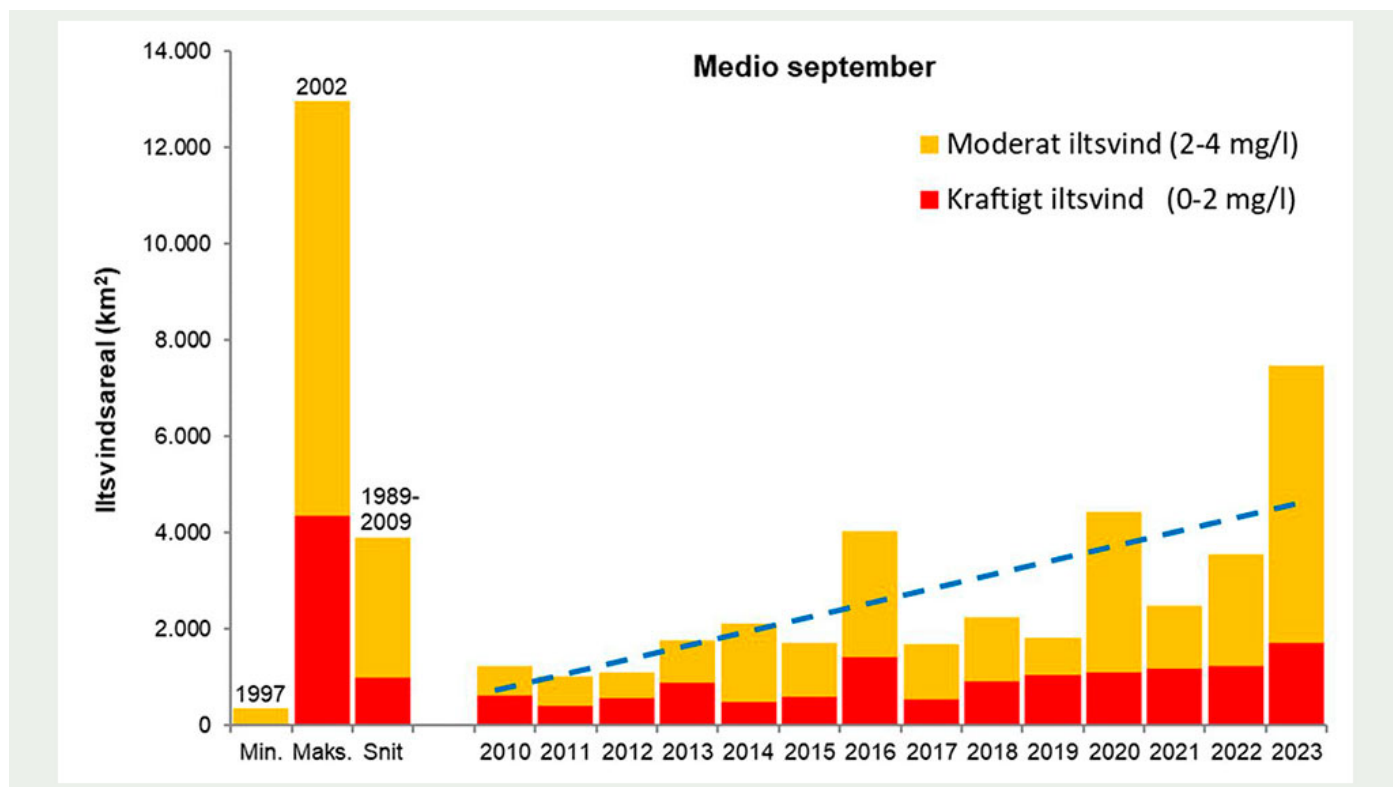
Nogle fjorde langs den østjyske kyst er dybe, f.eks. Vejle Fjord, Aabenraa Fjord, Augustenborg Fjord og Flensborg Fjord. I disse fjorde vil bundvand fra de åbne farvande uden for fjorden blive udvekslet med fjordens bundvand. Det betyder, at hvis der opstår iltvind uden for fjorden, vil det importeres ind i fjorden. Hvis fjorden er knap så dyb, vil iltvind kun blive importeret ind i fjorden ved særlige blæsende omstændigheder.

Visse fjorde har et indre dybt bassin, særligt Mariager Fjord, men også Flensborg Fjord har en tærskel, og i disse dybere dele af fjordene, kan der opstå mere eller mindre permanent iltvind. I Mariager Fjord er der formodentligt tale om, at der fra naturens side vil opstå iltvind – såkaldt "naturligt iltvind". I Limfjorden opstår lagdeling særligt fordi vand fra Nordsøen strømmer ind langs bunden til de indre dele. Fordi bundvandets tykkelse er mindre i fjordene end i Kattegat, og iltforbruget højere som følge af mere organisk materiale, opstår der hurtigere iltvind i fjordene. F.eks. i Limfjorden starter de første iltvind ofte omkring maj/juni afhængig af vejret, men de kan også ophøre nemmere, når det blæser.

Iltsvindene i fjordene er som oftest relateret til lagdelingen og i visse fjorde kan iltsvind minimeres ved at undgå lagdeling. Det sker f.eks. i Ringkøbing fjord, hvor slusen bl.a. anvendes til at styre gennemstrømningen mellem fjord og Vesterhav, så iltsvind så vidt muligt undgås. Dvs. man lukker kun vand fra Vesterhavet ind i fjorden om sommeren, når der er tilstrækkelig vind til hurtigt at opblende vandmasserne, og på den måde undgås iltsvind.

Udvikling af iltsvind

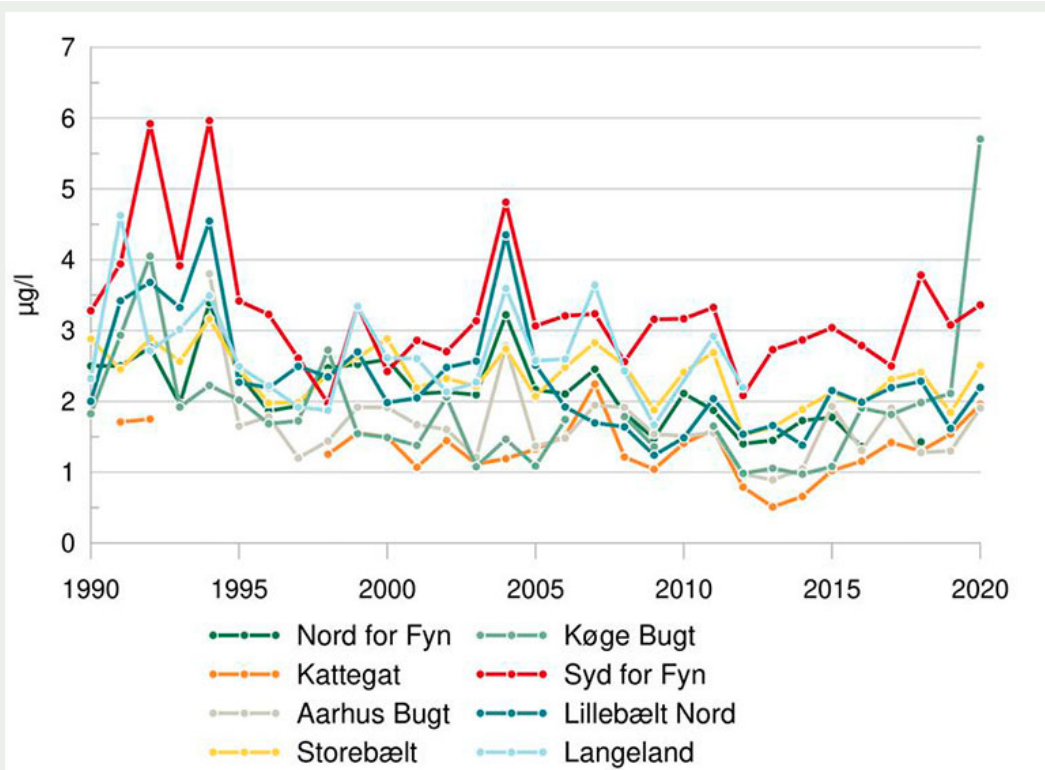
Den hidtil værste registrerede iltsvindssituation blev målt i 2002 med en iltsvindsudbredelse på ca. 13.000 km². I 20 årsperioden 1989-2009 lå udbredelsen i gennemsnit på ca. 4.000 km². I årene efter lå udbredelsen relativt lavt på under 2.000 km², men med en stigende tendens (se figur 5).



Figur 5. Modelleret arealudbredelse af moderat (2-4 mg l⁻¹) og kraftigt (0-2 mg l⁻¹) iltsvind midt i september i de indre danske farvande 2010-2023 samt den største og mindste udbredelse 1989-2023 og den gennemsnitlige udbredelse 1989-2009. Den stiplede linje angiver en statistisk signifikant stigning siden 2010 (p=0,003).

Kilde: Jens Würgler Hansen & David Rytter 2023. Iltsvind i danske farvande 24. august – 21. september 2023. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 23 s. Rådgivningsnotat nr. 2023|44.

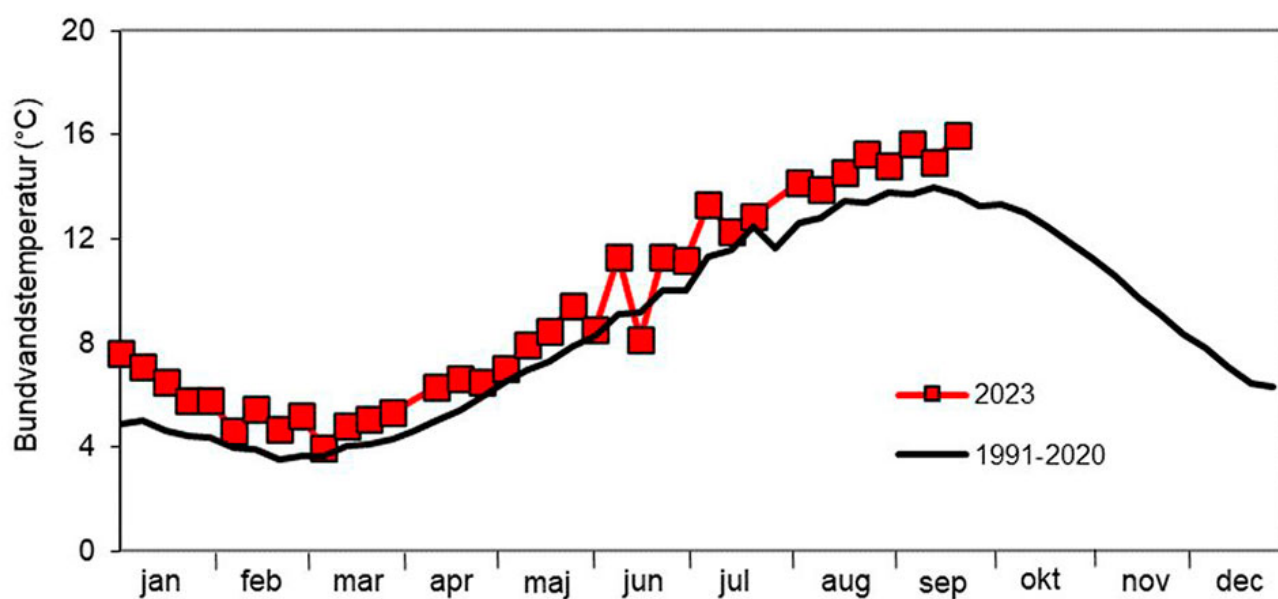
Der er ikke noget, som indikerer, at denne stigning i arealudbredelse af iltsvind skyldes mere organisk materiale, som sedimenterer på bunden, på grund af øget algeproduktion. Data indikerer tværtimod en svagt faldende tendens i klorofyl på en række målestationer i de åbne farvande (se figur 6) fra 1990-2020 og en uændret udvikling fra 2010-2020.



Figur 6. Sommergennemsnit for klorofyl (Proxy for planktonalger) på 8 danske målestationer i de åbne farvande.

Bundvandets temperatur har til gengæld generel været høj i hele 2023 (se figur 7). Sammen med en meget mild september, med en gennemsnitstemperatur højere end gennemsnittet for sommeren og rolige vindforhold, har det været meget gode betingelser for, at iltvindet har kunne udvikle sig.

Hændelsen i 2023 viser, at med udsigt til et klima med stigende temperaturer, så vil der desværre være fundament for forværrede iltforhold i danske farvande. Der er på nuværende tidspunkt ingen undersøgelser af, hvor store næringsstofreduktionerne skal være fra udenlandske kilder og fra Danmark for at kompensere for stigende vandtemperaturer.



Konklusion

Den større udbredelse af iltsvind, som er observeret i 2023, skyldes ikke større kvælstofudledninger end normalt. Men det er betinget af det stille og lune septembervejr, samt at bundvandstemperaturen hele sommeren har været højere end normal.

I Kattegat, bælteerne, Vestlige Østersø samt i åbne bugter, er næringsstoffer fra udlandet den væsentligste kilde til algevækst. En reduktion i udledningen fra Danmark vil i disse områder kun reducere algevæksten i begrænset omfang og som følge heraf kun have mindre betydning for iltsvindet i de områder.

I fjordene kan næringsstofftilførslen fra Danmark redegøre for op mod 100 % af algevæksten afhængig af vandudvekslingen til omgivende farvande. Her spiller de danske udledninger selv sagt en hovedrolle, hvis iltsvind skal minimeres. Siden 2010 er der sket en forøgelse af areal med iltsvind. Der er ikke noget som indikerer, at denne stigning i arealudbredelse af iltsvind skyldes mere organisk materiale, som falder ned på bunden på grund af øget algevækst. Data indikerer tværtimod en svagt faldende tendens i klorofyl (proxy for planktonalger) på en række målestationer i de åbne farvande fra 1990-2020 og en uændret udvikling fra 2010-2020.

Referencer

1. Jens Würgler Hansen & David Rytter 2023. Iltsvind i danske farvande 24. august – 21. september 2023. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 23 s. Rådgivningsnotat nr. 2023|44.
2. Rapport fra DHI til Naturstyrelsen, marts 2015: NST-projektet "Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen" Modeller for Danske Fjorde og Kystnære Havområder – del 2 Mekanistiske modeller og metode til bestemmelse af indsatsbehov Dokumentation.
3. DHI. Beregninger anvendt i Vandområdeplaner 2021-2027. Figur sendt til L&F af MST den 30/5 2022.
4. Hansen J.W. & Høgslund S. (red.) 2021. Marine områder 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 174 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 418.
5. Morten Holtegaard Nielsen, december 2021, De hydrografiske og kemiske forhold i Kattegat, Marine Science & Consulting ApS
6. Ellermann, T., Bossi, R., Sørensen, M.O.B., Christensen, J., Lansø, A. S., Geels, C., & Poulsen, M. B., 2023: [Atmosfærisk deposition 2021](#). NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 78s. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 525.

Emneord

Fjorde

Kvælstof

Næringsstoffer

Vil du vide mere?



Flemming Gertz

Chefkonsulent, Vandmiljø

SEGES Innovation P/S

flg@seges.dk

+45 3092 1763

Støttet af

Promilleafgiftsfonden for landbrug

SEGES Innovation P/S	Tlf.	8740 5000
Agro Food Park 15	Fax.	8740 5010
8200 Aarhus N	Email	info@seges.dk