

Udvikling og integration af iltvindsmodeller

De danske farvande rammes hvert år af iltvind. Udbredelsen og varigheden af årets iltvind varierer imidlertid meget fra år til år. Iltvindets omfang er blevet overvåget løbende gennem flere år, og i år 2004 blev en ny overvågningsmodel udviklet og afprøvet – en model, der tager udgangspunkt i DMUs tætte tilknytning til målinger samt DHIs dynamiske modeltilgang.

ANDERS CHRISTIAN ERICHSEN
JACOB CARSTENSEN
JACOB V. TØRNFELDT SØRENSEN
TONNY NILONEN
LARS STORM

Iltvindet i sensommeren og efteråret 2002 er det hidtil mest omfattende iltvind registreret i de indre danske farvande siden midten af 1970'erne, hvor registreringerne startede. Iltvindet fik stor omtale i mediernes, og det blev da også klart, at myndighedernes formidling af iltvindets omfang og udvikling var helt utilstrækkelig. Samme år lancerede DHI og DMU hver deres model, der beskrev iltvindets omfang, se boks 1 og 2.

De to modeller bygger på forskellige principper og beskriver forskellige aspekter af de tilbagevendende iltvindshændelser. Tilsammen supplerer de hinanden godt. Derfor er det også en positiv udvikling ovenpå den ellers kedelige iltvindsbegivenhed i år 2002, at DMU og DHI i samarbejde har søgt at kombinere "det bedste" fra de 2 metoder.

I år 2003 udgav DMU og DHI en rapport /1/ finansieret af Miljøstyrelsen, som forholder sig til styrker og svagheder ved de to metoder, og i år 2004 udviklede og afprøvede DMU og DHI en integreret empirisk-deterministisk model, hvor interpolerede 3D iltvind-

Figur 1. (Øverst) Tidsserier af iltkoncentrationer ved bunden på en station i Storebælt (6700053) og (nederst) tidsserier af iltkoncentrationer ved bunden på en station i Århus Bugt (170006) af målinger (cirkler) ved bunden, den deterministiske model (stiplet linie) og den integrerede model (fuldtoptrukne linie). De lodrette stiplede linier indikerer tidspunkterne for opdateringerne, som helt præcist er foretaget d. 2018, d. 16/9, d. 20/10 og d. 18/11.

felte fra DMUs empiriske model bliver benyttet til at opdatere DHIs deterministiske model. Arbejdstesen er, at vi kan opnå en forbedret deterministisk iltvindprognose gennem målebaseret re-initialisering.

Formålet med samarbejdsprojektet er altså at udvikle og afprøve en mere sammenhængende iltvindsmodel, der kan forsyne os med forbedrede iltvindspredninger, således at vi kan styrke iltvindsovervågningen. Derudover vil vi også forsøge at kvantificere de biokemiske processer, der indvirker på iltbalancen i de indre danske farvande, se begrundelse i

boks 4. Denne artikel evaluerer de resultater, vi har opnået i år 2004.

Den integrerede model

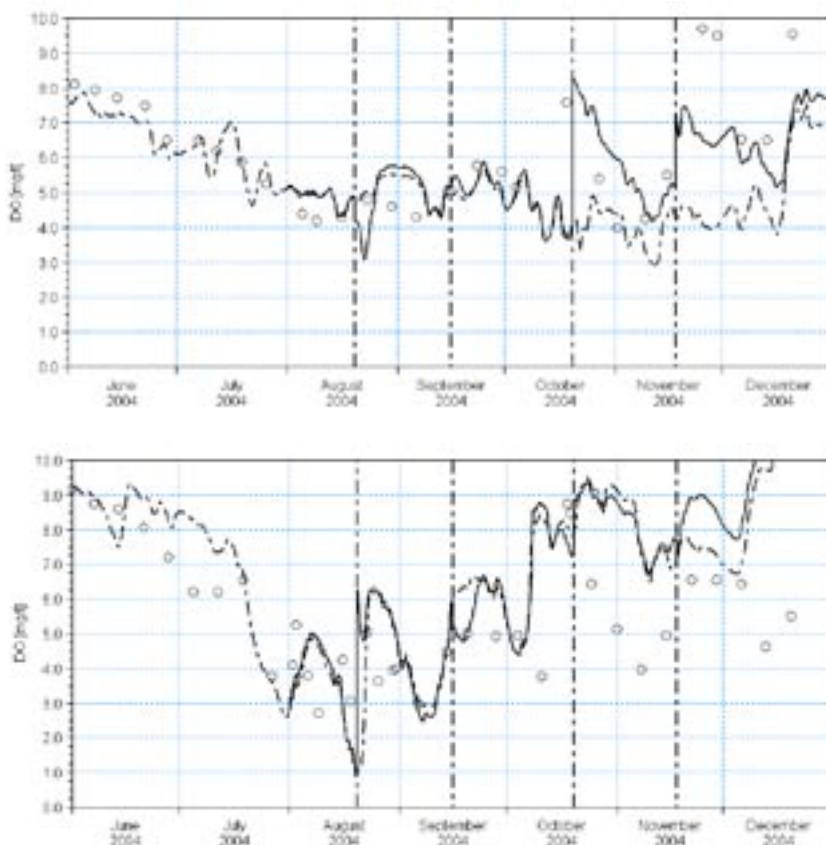
I den integrerede model kombinerer vi altså de to modellers styrker. I den integrerede model kan vi foretage daglige beregninger af iltkoncentrationerne gennem hele året fuldstændigt svarende til den deterministiske model, men i modsætning til den "rene" deterministiske model bliver de beregnede iltkoncentrationer overskrevet (opdateret) med 3D iltfelter, der er beregnet med den empiriske model, og dermed får vi altså mulighed for både at beskrive iltvindsubredelsen samt udviklingen henover året.

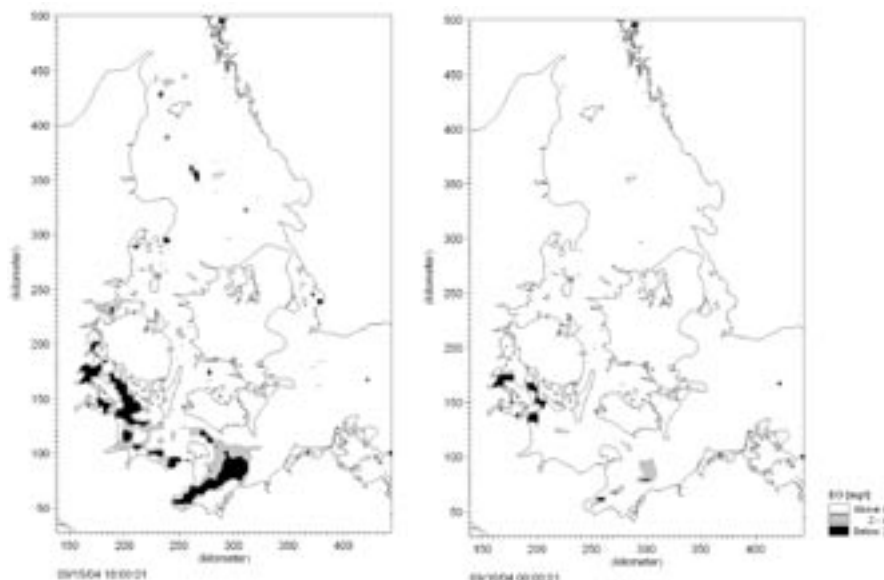
Opdatering af den integrerede model foretages i alt 4 gange svarende til de fire togter, se boks 2. Indimellem de 4 opdateringer udvikler den integrerede model sig svarende til den deterministiske model. I boks 3 er beskrevet, hvordan vi integrerer den empiriske og den deterministiske model.

Iltvindspredningen

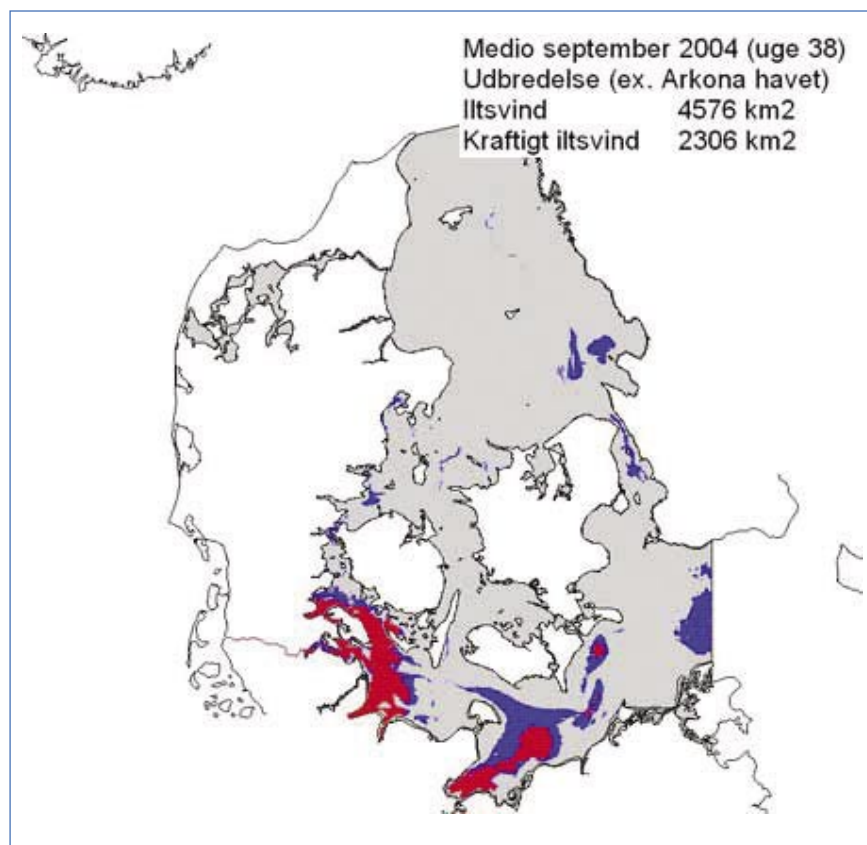
I det følgende præsenterer vi en lille del af modelresultaterne fra år 2004. Resultaterne afslører dels den integrerede models potentiale, men også hvilke forhold vi mangler at finde en god og robust løsning på.

På figur 1 er vist to eksempler, der viser, hvorledes iltvindspredningen opdateres gennem månedlige korrektioner. De to eksem-





Figur 2a. (Venstre) Iltsvindets udbredelse beregnet med den integrerede model medio september, umiddelbart før prognosen bliver opdateret med de empiriske modelresultater, (højre) iltsvindets udbredelse i den integrerede model efter opdateringen.



Figur 2b. Resultaterne fra den empiriske model beregnet i den fine opløsning før konvertering til MIKE opløsning.

pler stammer fra henholdsvis Storebælt (St. 6700053) og Århus Bugt (St. 170006). I Storebælt fremgår det tydeligt af figuren, hvorledes opdateringerne korrigerer prognosen, og at det især er sidst på året, opdateringerne har en stor og positiv effekt. Derimod er effekterne meget små i august og september. I Århus Bugt er der større variation mellem

den integrerede model og målingerne. Det bemærkes, at modellen gennem juli giver et lidt for kraftigt fald i iltkoncentrationerne, og at dette først kommer på plads efter den første opdatering i august. Simuleringen uden opdateringer udviser dog samme tendens, omend denne effekt er forsinket et par dage. Herefter følger modellen målingerne, dog

Boks 1. DHI-modellen

DHIs model præsenterer en deterministisk iltsvindsprognose. Dvs. det er en model, der er baseret på en matematisk årsag-virkningssammenhæng. Prognosen er baseret på fysiske og biologiske procesbeskrivelser, og vi kan derfor også benytte den til at beskrive de processer, der genererer iltsvindet.

Den deterministiske prognose beregner foruden ilt ligeledes prognoser af strøm, salt og temperaturer samt koncentrationer af fytoplankton, organisk materiale og næringsalte i Nordsøen, de indre danske farvande og Østersøen. Beregningerne foretages i en horisontal opløsning på 3x3 sømil (5556 m) og en vertikal opløsning på 2 m. For ikke at ændre væsentligt på vandmasserne opererer den deterministiske model med et middel vandvolumen indenfor hvert beregningspunkt, hvorfor havbunden i modellen ikke altid er sammenfaldende med de målte vanddybder.

I praksis betyder den relativt grove horisontale opløsning, at den deterministiske model ikke kan beskrive iltkoncentrationerne i fjordene detaljeret. Når formålet er at beskrive iltsvind lokalt, er det muligt at opsætte modelsystemer, som tilpasses lokale områder med en højere opløsning. Et eksempel på en sådan lokal model er Århus Amts operationelle 3D model, se www.vandudsigten.dk/aarhusbugt/ilt.

Modellen har i udgangspunktet ingen løbende kobling til måledata, og der kan derfor til tider være problemer med at beskrive de aktuelle iltkoncentrationer tilstrækkeligt nøjagtigt. Den deterministiske iltsvindsmode er beskrevet i //, og iltsvindsprognosen bliver vist på www.vandudsigten.dk/iltsvind.

knap så tæt som for stationen i Storebælt.

Hvis vi ser på de beregnede bundnære iltkoncentrationer i den integrerede model, se fig. 2a, fremgår det meget tydeligt, at opdateringen med de empiriske modelresultater har haft en markant effekt. Modellen før opdateringen beskriver iltsvindets udbredelse i Det Sydfynske Øhav og i Mecklenburger Bugten

relativt præcist, mens modellen har nogle iltsvindsområder nord for Fyn, som ikke er observeret i målingerne. Efter opdateringen er de påvirkede arealer kraftigt reduceret. Figur 2b afslører imidlertid, at denne reduktion er for kraftig. I september tyder det altså på, at opdateringen ikke nødvendigvis har forbedret iltsvindsprognosen.

Tilsvarende konklusioner kan drages ud fra figur 3. Her fremgår det meget tydeligt, at de beregnede iltsvindsområder reduceres kraftigt i den integrerede model i august og september. Reduceringen er desuden så kraftig, at de opdaterede arealer ligger væsentligt under de empirisk beregnede iltsvindsområder. Det er samtidigt interessant – og også lidt pudsigt – at den deterministiske model både i august og september reducerer iltsvindsområderne inden for samme uge, som målingerne foretages. Dette indikerer, at der netop i disse to måleuger forekommer nogle fysiske forhold, der blander vandmasserne.

Afslutningsvis ser det ud til, at brugen af løbende opdatering ikke nødvendigvis har været en fordel for den integrerede models beskrivelse af iltsvindet under opbygningen, og at der stadig ligger noget arbejde i at integrere de empiriske resultater med 3D felterne i den deterministiske model. Der hersker derimod ingen tvivl om, at opdateringerne i oktober og november har haft en positiv indvirkning på iltsvindsprognosen. Iltsvindsområderne i den integrerede model reduceres til næsten ingenting, hvilket er i overensstemmelse med det observerede i modsætning til den deterministiske model, som bibeholder et iltsvind.

Kvantitativ iltsbeskrivelse

Som nævnt i indledningen er et delmål med projektet at kvantificere de enkelte biokemiske processer, der indvirker på iltbalancen og dermed opbygningen og nedbrydning

Boks 2. DMU-modellen

Den potentielle iltsvindperiode i de indre danske farvande strækker sig normalt fra starten af august til midt i november. DMU udfører hvert år, som en del af det nationale marine overvågningsprogram, fire målrettede overvågningstogter i den potentielle iltsvindperiode med miljøskibet Gunnar Thorsen, og disse togter koordineres med de tilsvarende svenske og tyske samarbejdspartnere. Samtidigt udfører amterne regional miljøovervågning af de kystnære farvande på ugentlig basis eller hver fjortende dag. Samlet set bidrager alle disse data til den overordnede nationale iltsvindovervågning. Det, at de benyttede måledata ikke nødvendigvis er taget på samme dag men henover en hel uge gør, at den arealmæssige dækning bliver stor.

DMUs model er empirisk, og modellen benytter alle tilrådighedværende måledata og interpolerer et plan i dybden for en given iltkoncentration i et 400×400 m horisontalt net. Til præsentation af iltsvind beregner modellen derfor den rumlige dybdefordeling for iltkoncentrationerne 4 mg/l (iltsvind) og 2 mg/l (kraftigt iltsvind). Den empiriske model er beregningsmæssigt simpel og kan beregne i en meget højere opløsning, men af hensyn til præsentationen på Internettet er den aktuelle opløsning valgt.

Den empiriske model er beskrevet i [1]. En beskrivelse af iltsvindsudbredelsen beregnet ved den empiriske model er tilgængelig på <http://iltsvind.dmu.dk>.

1) Iltsvind defineres som iltkoncentrationer under 4 mg/l.

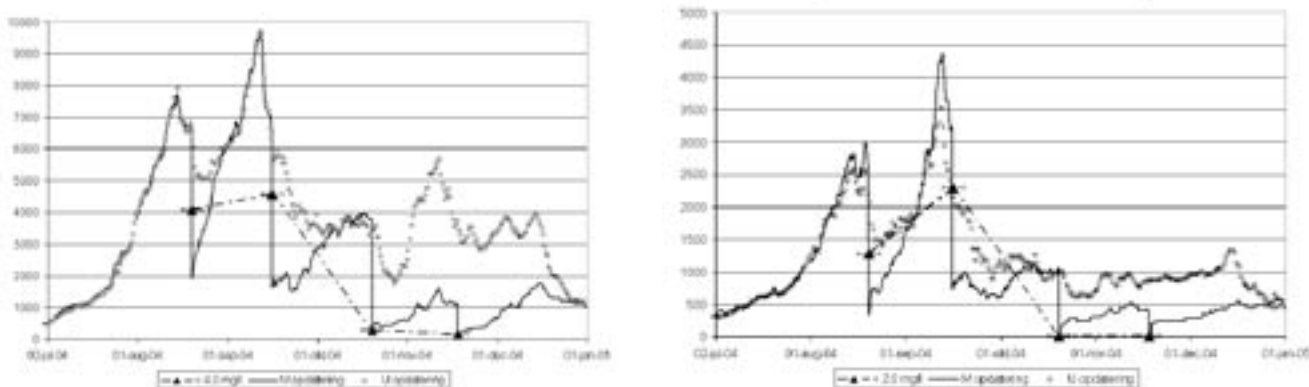
gen af iltsvind. De væsentligste processer til at beskrive iltbalancen i vandsøjlen er kendte, men de er ikke alle umiddelbart kvantificerbare gennem målinger. Den integrerede model er ikke problemfri i forhold til dette, men med den i hånden får vi mulighed for at analysere de forskellige årsager til iltsvindet og sammenholde de forskellige processers betydning for dette. På figur 4 er de gennemsnitlige processer, der påvirker iltkoncentrationerne negativt som positivt, opsummeret for de danske farvande.

Primærproduktionen (her beregnet som netto-produktion) spiller naturligvis en meget vigtig rolle i iltingen af vandmasserne, men da hovedparten af den årlige primærproduktion foregår over springlaget, vil en del af denne ilttilførsel afgasse på grund af iltmætning.

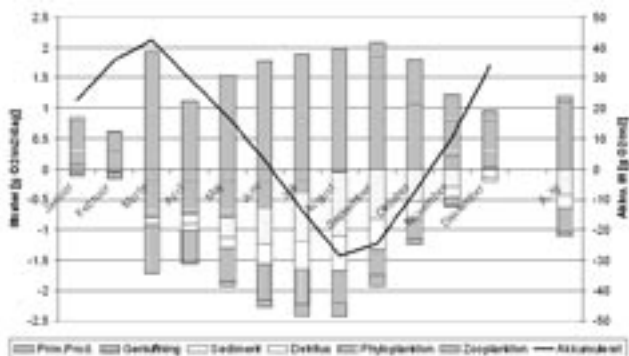
Afgasningen af ilt gennem havoverfladen er

størst fra marts til og med juli. Dette skyldes dels en stor primærproduktion, og dels faldende iltmætningskoncentrationer på grund af stigende vandtemperaturer i den periode. På figur 5 er afgangingen/genluftningen forsøgt opdelt på et fysisk betinget bidrag (dvs. stigende/faldende temperaturer og varierende saltindhold) samt et biologisk betinget bidrag. Det biologisk betingede bidrag resulterer i et iltoverskud fra primærproduktionen fra marts til august og en iltgæld fra de forbrugende processer i de resterende måneder. Det biologisk betingede bidrag er beregnet som den modellerede genluftning minus den fysisk betingede genluftning.

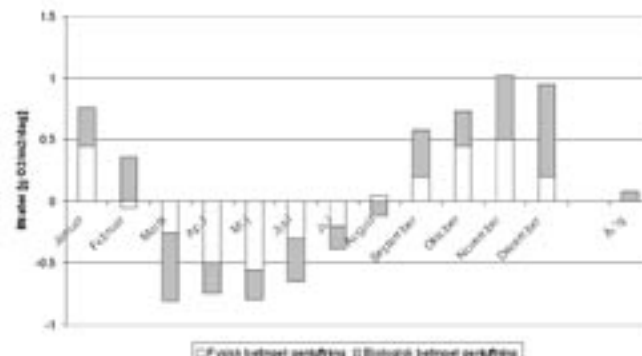
Som temperaturen stiger henover sommeren, bliver iltforbruget i sedimentet større (se fig. 4) og ender med at være i samme størrelsesorden som iltforbruget fra detritus mineralisering og phytoplankton mineralisering



Figur 3. (til venstre) Det totale areal med iltkoncentrationer mindre end 4 mg/l og (til højre) det totale areal med koncentrationer mindre end 2 mg/l. (Trekanter) er beregnet areal ud fra den empiriske model, (cirkler) udgør beregnet areal med den deterministiske model, mens (fuldtoptrukne linie) udgør det beregnede areal med den integrerede model. De horisontale 'error bars' indikerer et spænd på 6 dage og dermed det spænd, som repræsenterer målingernes tidslige opløsning. Beregningen dækker området fra Skagen/Gøteborg til den vestlige del af Arkona-havet.



Figur 4. Gennemsnitlige rater, der har direkte indflydelse på iltkoncentrationerne opgivet pr. måned og for hele året. Positive rater bidrager til en iltning af vandsøjlen, mens negative rater repræsenterer iltforbrugende processer, mineralisering og respiration. (Fuldtoptrukken linie) viser den akkumulerede effekt.



Figur 5. Genluftningen opsplittet i et rent fysisk betinget bidrag (ændringer i saltindhold og temperatur) samt et biologisk betinget bidrag (resten). Positive værdier er en tilførsel af ilt fra atmosfæren, mens negative værdier repræsenterer en afgasning gennem havoverfladen.

(ikke at forveksle med respiration). Forbrugsraterne i sedimentet stemmer overens med data fra /4/ og svarer, når året er omme, til cirka 1/3 af primærproduktionen. Dette stemmer overens med eksempelvis /5/. Den akkumulerede kurve på figur 4 viser, at der over året er en nettotilførsel af ilt til vandsøjlen svarende til, at de danske farvande kan betragtes som værende autotrofe.

Diskussion

Det er tydeligt, at den integrerede model ikke beskriver iltkoncentrationerne lige godt til alle tidspunkter. Noget af den forskel, der er mellem modellen og målinger, kan forklares ud fra modellernes horisontale opløsning, og noget kan forklares ud fra parame-

teriseringen (ligningerne). Sammenholdes primærproduktion og iltforbrug i sedimentet med litteraturen, er de i overensstemmelse med målinger. Om de resterende bidrag beregnet med modellen er korrekte, kan ikke eftervises, men overordnet set bliver iltkoncentrationerne i vandsøjlen beregnet korrekt. Dermed er der altså ikke noget, der tyder på, at modellen konsekvent over- eller underestimerer disse bidrag. Resultaterne fra den kvantitative iltbeskrivelse underbygger derfor iltbalancen beregnet med den integrerede model. Dette leder os hen til spørgsmålet om, hvorfor der er så stor forskel mellem den integrerede models og den empiriske models resultater?

Opløsningen i de to modeller er meget for-

skellig, idet den integrerede model har en horisontal opløsning på 3×3 sømil (5556 m) og en vertikal opløsning på 2 m, mens den empiriske model interpolerer et plan i dybden for en given iltkoncentration i et 400×400 m horisontalt net. Den store forskel på de to modellers opløsning betyder, at der er problemer med at omsætte profilresultaterne fra den finere opløsning i den deterministiske model, og nogen informationer omkring bunden går tabt, se fig. i boks 3.

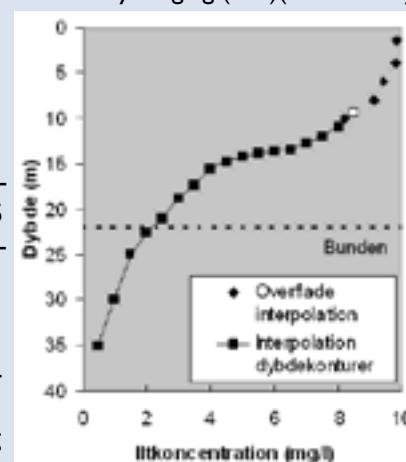
Overordnet set er det meget positivt, at den empiriske og den integrerede model giver sammenlignelige iltsvindsarealer i opbygningsfasen (figur 2a venstre, og figur 2b). Ligeså slående er det imidlertid, at den

Boks 3. Beregning af iltkoncentration i grid-punkter

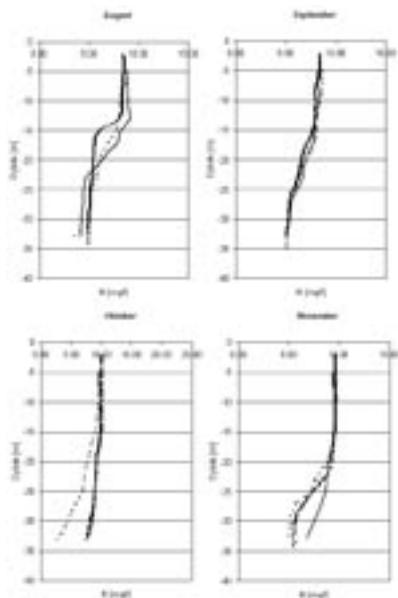
Input data: Iltprofiler målt af amter og DMU i forbindelse med iltsvindsovervågningen. Der er normalt omkring 100 profiler til rådighed, spredt over fjorde, kystnære områder og åbne farvande. De målte profiler fra amterne har en dybdemæssig opløsning på 20 cm, hvorimod DMUs profiler har en opløsning på 5 m, som interpoleres til en opløsning af 20 cm ud fra salinitetsmålinger med høj dybdemæssig opløsning.

Output: Iltkoncentration i de indre danske farvande i et 3D beregningsnet svarende til den integrerede model. Dvs. en opløsning på 3 sømil i det horisontale plan og 2 m i dybden. I alt 13455 gridpunkter for de indre danske farvande fra Kattegat til den vestlige del af Arkona-havet.

Metode: Interpolationer i det horisontale plan foretages ved hjælp af 2-dimensional Ordinary Kriging (OK)(se f.eks. /2/). Der foretages to typer af interpolationer: 1) interpolation af iltkoncentration i overfladelaget og 2) bestemmelse af dybde-konturer vha. rumlig interpolation for en bestemt iltkoncentration. Interpolation af iltkoncentration i overfladelaget beregnes for dybderne 1,5, 4, 6, 8 og 10 m ved at interpolere rumligt (2-dim OK) for en dybde ad gangen mellem iltværdierne fra profilerne ved de tilsvarende dybder. Derved opnås en predikteret iltkoncentration for de øverste 10 m i alle 3D-modellens beregningspunkter. Dybdekonturerne bestemmes for iltkoncentrationerne 8,5 mg/l, 8,0 mg/l,, 0,5 mg/l ved at finde dybden for disse koncentrationer i de enkelte iltprofiler, og dernæst interpolere mellem dybderne. Derved opnås en predikteret dybde for disse iltkoncentrationer i alle 3D-modellens horisontale beregningspunkter. Metoden til bestemmelse af dybdekonturer for bestemte iltkoncentrationer er beskrevet i /3/. De interpolerede iltkoncentrationer i overfladelaget og dybdekonturerne for de diskrete iltkoncentrationer kombineres ved, at iltkoncentrationer under 8 mg/l fra overfladeinterpolationen og dybdekonturer for 8,0 mg/l og 8,5 mg/l i de øverste 10 m slettes (se eksempel). Ved lineær interpolation mellem de resterende punkter bestemmes iltkoncentration i 3D-modellens vertikale beregningspunkter.



Eksempel: Kombination af overfladeinterpolation og interpolerede dybdeværdier. Dybdeværdien for 8,5 mg/l benyttes ikke, da den ligger i de øverste 10 m.



Figur 6. Målte profiler (prikket linie), den integrerede model før opdatering (stiplet linie) og den integrerede model efter opdatering (fuldtoptrukket linie) på en station i Storebælt (6700053) for hver af de 4 opdateringer.

empiriske models resultater interpoleret til den integrerede models horizontale opløsning og dybdebeskrivelse (figur 2a, højre) tydeligt afviger fra det empirisk beregnede iltsvindsareal.

Forklaringen er imidlertid simpel. Bunden i den integrerede model ligger generelt over det dybdekort, der anvendes i den empiriske model. Dette er en direkte følge af forskellen i horisontal opløsning i de 2 metoder. Derved opdateres ilten ved bunden i den deterministiske model reelt set med målte værdier, der oftest ligger noget over bunden. Der er forskellige (simple) løsninger på dette problem, og dermed kan problemet mere eller mindre udlignes. Eksempelvis kan den målte profil 'trykkes' sammen ved interpolationen til den deterministiske models beregningsgrid (se boks 3), eller den målte bundiltkoncentration kan 'føres' op i det nederste beregningspunkt i den integrerede model. Der er også andre variationer, som alle vil give et mere ensartet iltsvindsbillede mellem den integrerede model og den empiriske model.

Sidst på året udviser den "rene" deterministiske model nogle problemer med at beregne den opblanding, der sker i vandsøjlen. Dermed bibeholder den et iltsvind, som ikke er observeret. Forklaringen på dette kan ligge i kvaliteten af de meteorologiske data, men den kan også ligge i fortolkningen af de meteorologiske data og energiomsætning til vandsøjlen i denne periode. Her bliver den integrerede model hjulpet på plads af den empiriske model, og dette kan endda muligvis

forbedres yderligere, hvis vi foretager lignende opdateringer af de fysiske felter (temperatur og saltindhold).

Den empiriske og den deterministiske modeltilgang er som nævnt komplementære. Dette understøttes af figur 6, som viser iltkoncentrationer i Storebælt (St. 6700053) fra den integrerede model før og efter opdateringerne, sammenlignet med observationer i punktet. De 4 plot svarer til hver af de 4 opdateringer. I august fejler begge modeller mht. at gengive den observerede iltlagdeling. Derimod giver de begge god overensstemmelse med målinger i september. I oktober fremgår det tydeligt, at den deterministiske model underestimerer iltkoncentrationen ved bunden, hvorimod den empiriske model overestimerer koncentrationen i november. Dette demonstrerer modellernes komplementære natur. Der er situationer, hvor den deterministiske model trænger til at blive hjulpet på plads af empirien, men samtidig er der også situationer, hvor den empiriske metode kommer til kort pga. manglende tidlig opløsning samt den rumlige vægtning, som foregår. At den empiriske model ikke passer med målingerne, kan være tilfældet i et dynamisk område som Storebælt, men dette vil være væsentligt mindre udtalt i mindre dynamiske områder som eksempelvis Det Sydfynske Øhav.

Det bemærkes yderligere, at selvom den integrerede model bliver løbende opdateret, så arbejder den sig langsomt hen imod de iltkoncentrationer, der er beregnet for hele året med den "rene" deterministiske model, se fig. 1 og 3. Forklaringen på dette er, at iltkoncentrationerne godt nok opdateres, men de iltforbrugende processer, som hovedsageligt skyldes mineralisering af organisk stof i vandsøjlen samt i sedimentet, forbliver de samme. Opdateringer med 3D iltfelter vil derfor have en begrænset varighed, hvorfor de grundlæggende årsagssammenhænge skal være beskrevet godt, for at metoden fungerer. Den integrerede model vil derfor kunne forbedres yderligere, hvis opblandingen sidst på efteråret i den "rene" deterministiske model kan beskrives bedre.

Konklusion

Så vidt vides er det første gang, at det er forsøgt at kombinere interpolerede målte iltprofiler med en dynamisk biokemisk model. Resultaterne fra år 2004 viser med al tydelighed, at den integrerede model kan beskrive iltsvindets størrelse og udbredelse ret godt, men at den benyttede opdateringsmetode endnu ikke er optimal.

DMUs og DHIs modeller komplementerer hinanden godt, og vi mener, at den integrerede model har vist en tredje og meget lovende vej. Vi tror, at vi med få justeringer kan få metoden til at fungere tilfredsstillende, og i hvert tilfælde på niveau med de to modeller hver især, men vi må konkludere, at den benyttede teknik for år 2004 bør justeres.

REFERENCER

/1/ Carstensen, J. og Erichsen, A.C. 2003: Modeller til Beskrivelse af Iltsvind. Analyse af Data fra 2002. Danmarks Miljøundersøgelser. 62 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 445. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>.
 /2/ Cressie, N.A.C. 1993: Statistics for spatial data. Revised edition. Wiley.
 /3/ HELCOM 2003: The 2002 oxygen depletion in the Kattegat, Belt Sea and Western Baltic. Balt. Sea Environ. Proc. No. 90.
 /4/ Ærtebjerg, G., Andersen, J.A. og Hansen, O.S (Eds.) 2003: Nutrients and Eutrophication in Danish Marine Waters. A Challenge for Science and Management. National Environmental Research Institute.
 /5/ Jørgensen, B.B. (Ed.) 1995: Stoftransport og Stofomsætning i Århus Bugt. Havforskning fra Miljøstyrelsen, Nr. 59.

ANDERS CHRISTIAN ERICHSEN (aer@dhi.dk) og JACOB V. TORNELFELD SØRENSEN (jts@dhi.dk) arbejder begge på DHI Institut for Vand og Miljø i henholdsvis afd. for Økologi og Miljø og afd. for Kyster og Estuarier.

JACOB CARSTENSEN (jac@dmu.dk) og LARS MØLGAARD STORM (las@dmu.dk) arbejder ved Danmarks Miljøundersøgelser, afd. for Marin Økologi.

TONNY NILONEN (tn@mst.dk) arbejder i Miljøstyrelsens enhed for VAND.

Boks 4. Iltsvind i medierne

Iltsvind er godt stof i medierne, som kan underbygges af fotos og videoklip af "liglagner", opskyllede bunddyr inklusiv fisk samt allehånde beretninger om, at havet lugter af rådne æg, mv. Myndighederne har derfor stort behov for at være godt orienterede om iltsvindets udbredelse samt råde over pålidelige prognoser for den kommende udvikling.

Herudover er forekomsten af iltsvind i havet en god indikator at have med i betragtning, når der skal etableres præcise tiltag for at afhjælpe omfanget af menneskeskabt belastning af havet. Det ligger blandt andet i Vandrammedirektivet, at der skal opstilles regionale målrettede belastningstiltag. Direktivet er således udtryk for, at der skal anvendes skræddersyede tiltag som vil være langt mere omkostningseffektive, så der hverken laves for meget eller for lidt.