



HVAD STYRER UDBREDELSEN AF ILTSVIND I DANSKE FARVANDE?

- fjorde, kyster og åbne indre farvande

Jacob Carstensen, Aarhus Universitet

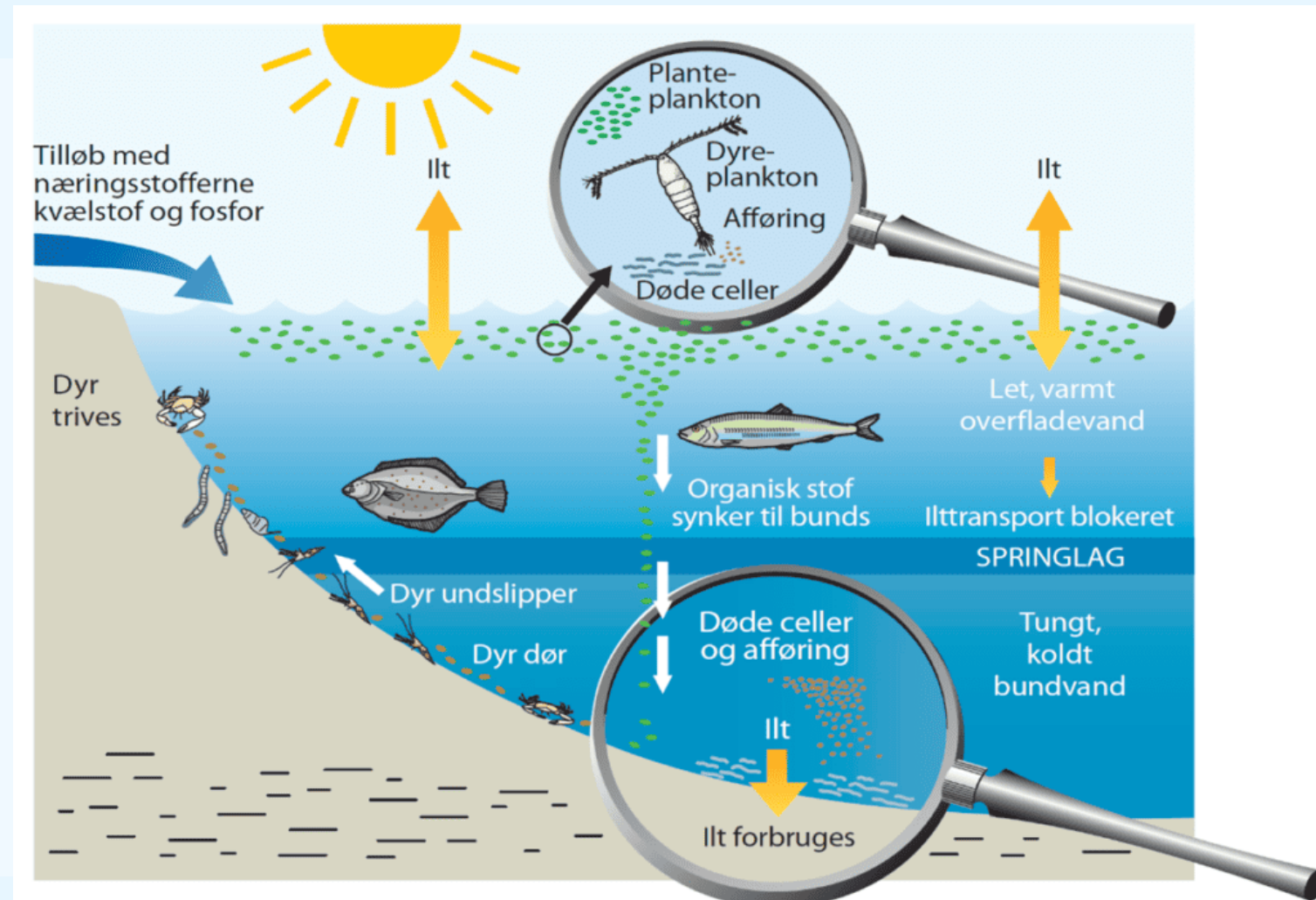
Iltsvind opstår når der er en ubalance mellem

› Tilførsler af ilt

- › Havstrømme
- › Opholdstid
- › Vindopblanding
- › Temperatur (iltmætning)

› Forbrug af ilt

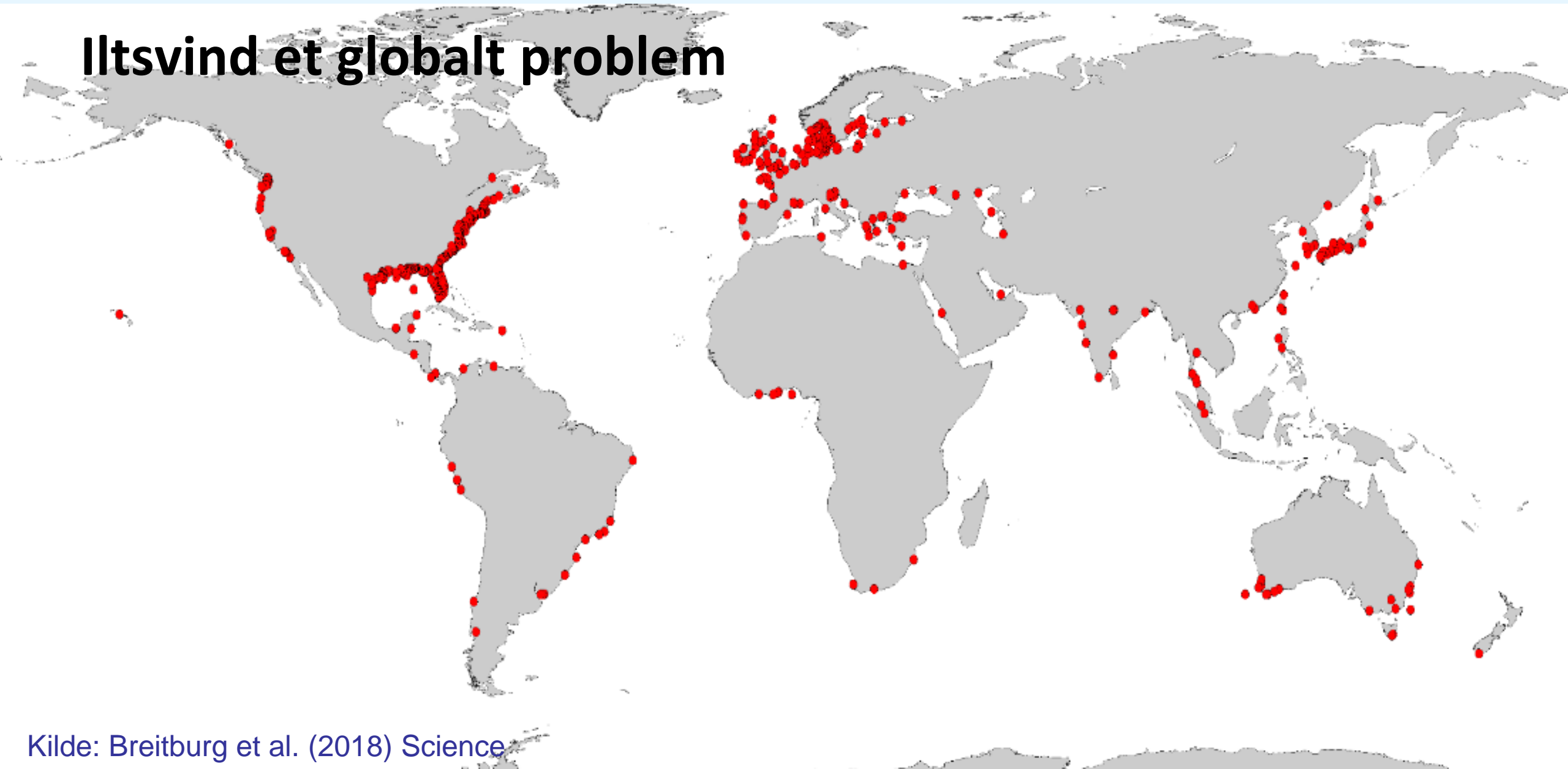
- › Omsætning organisk materiale
- › Tilførsel af næringsstoffer
- › Temperatur (respiration)



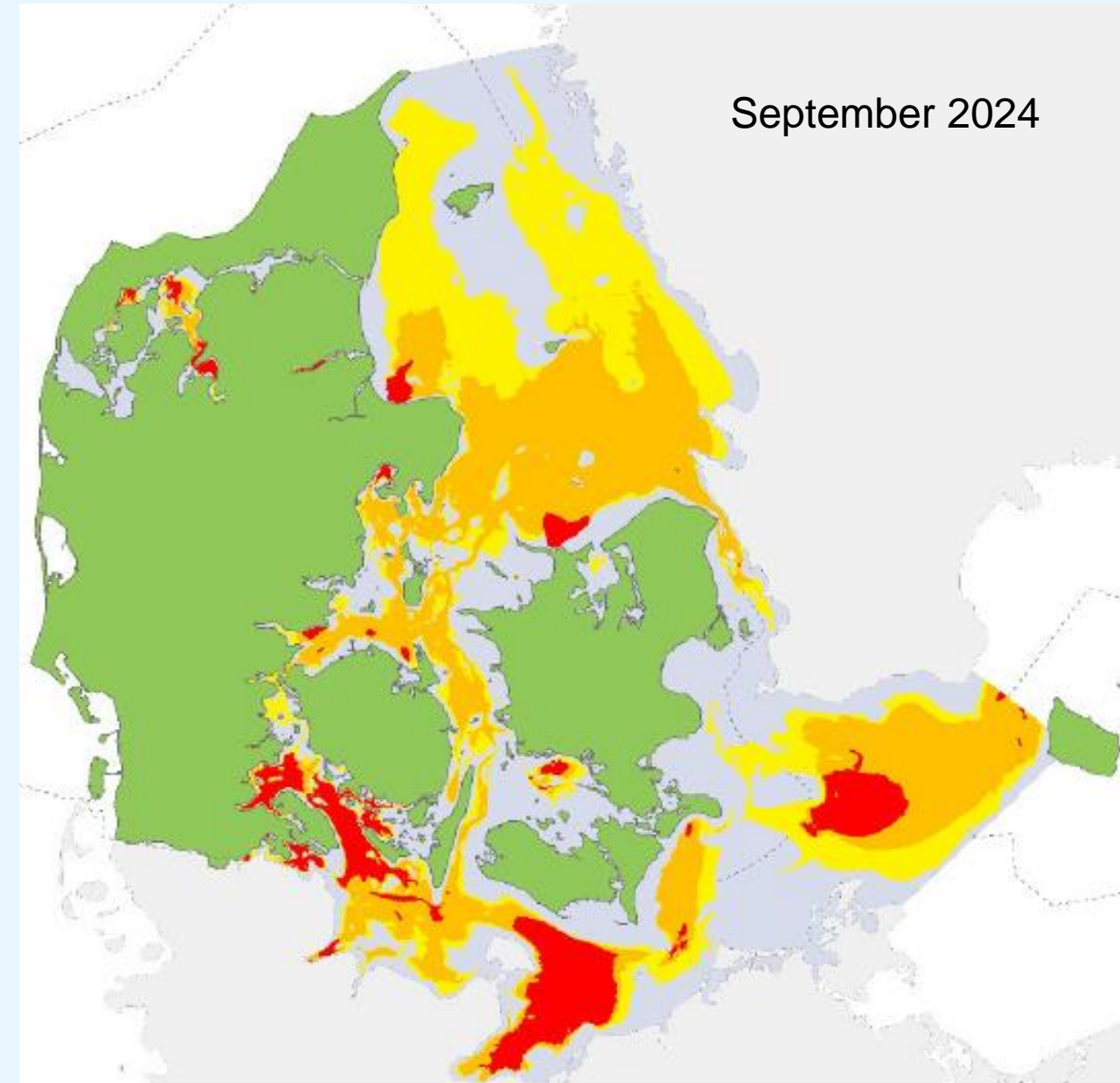
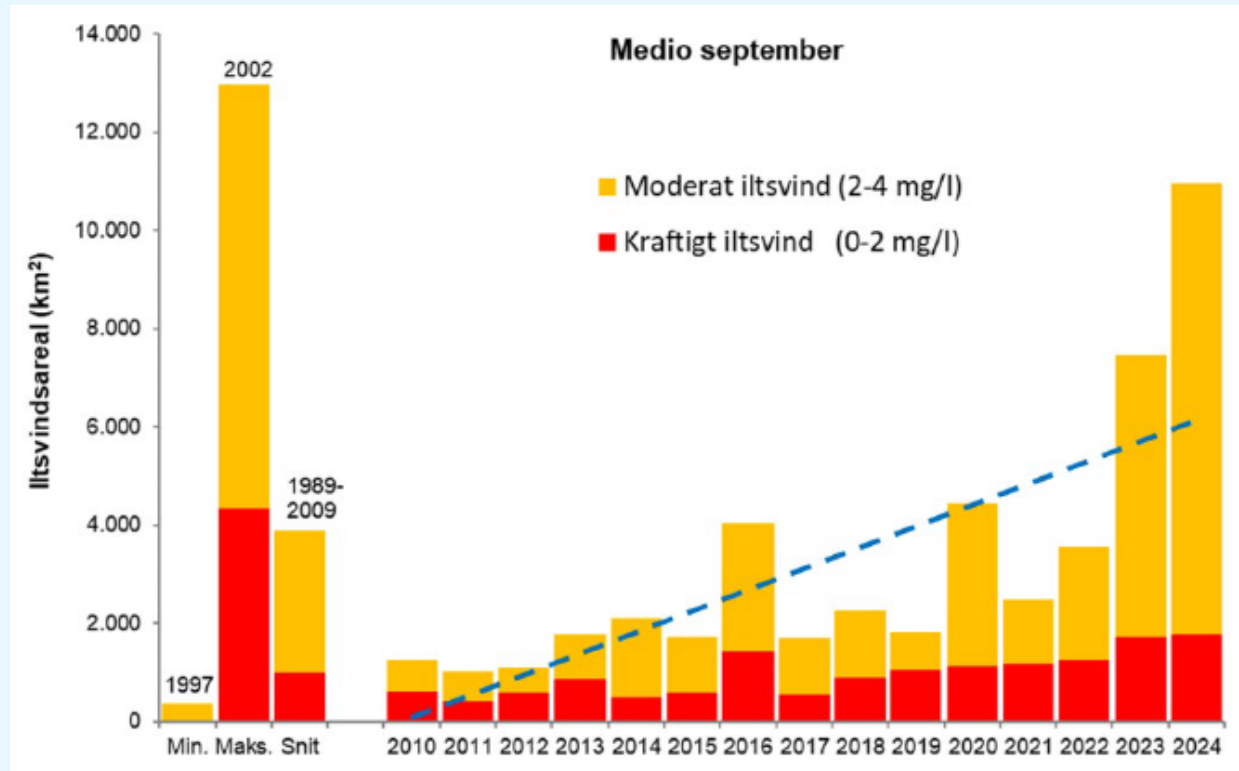
Kilde: Christensen et al. (2004) DMU



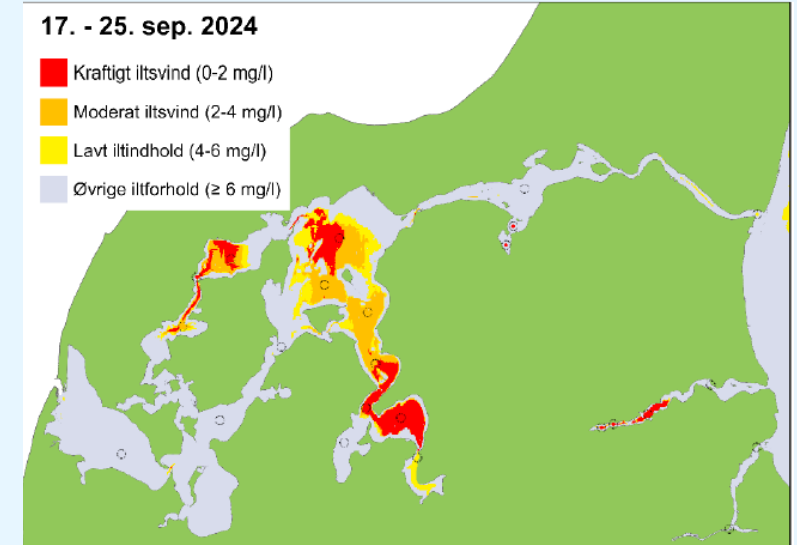
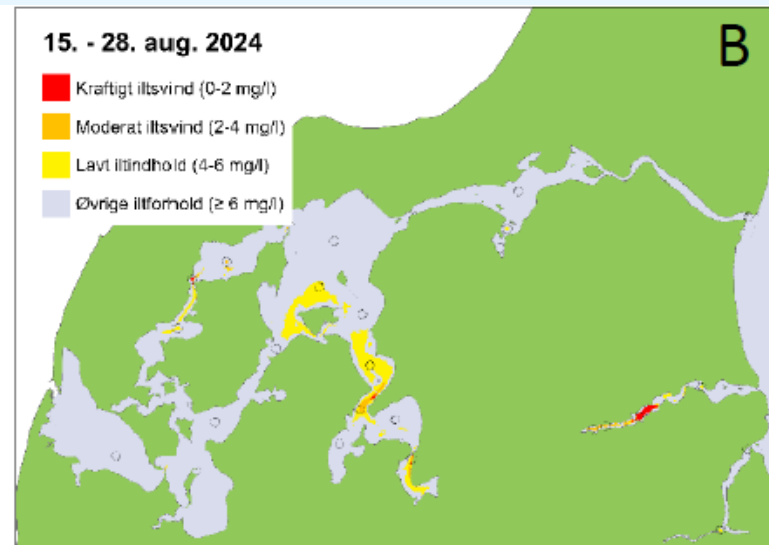
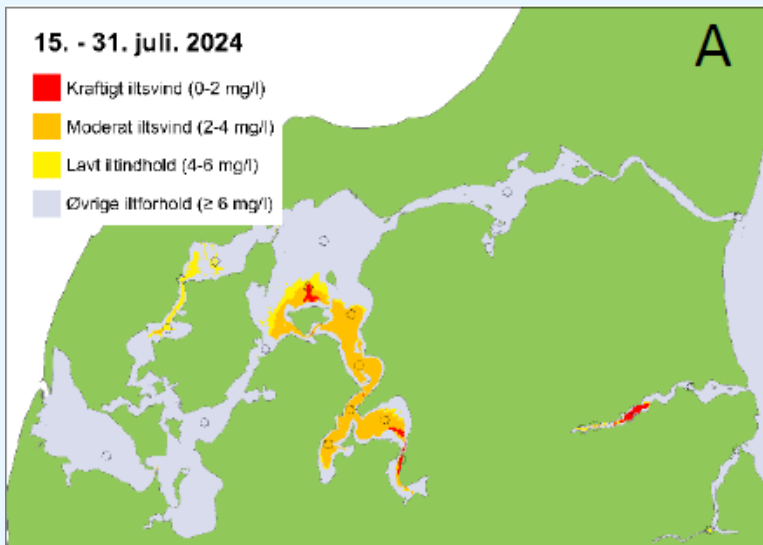
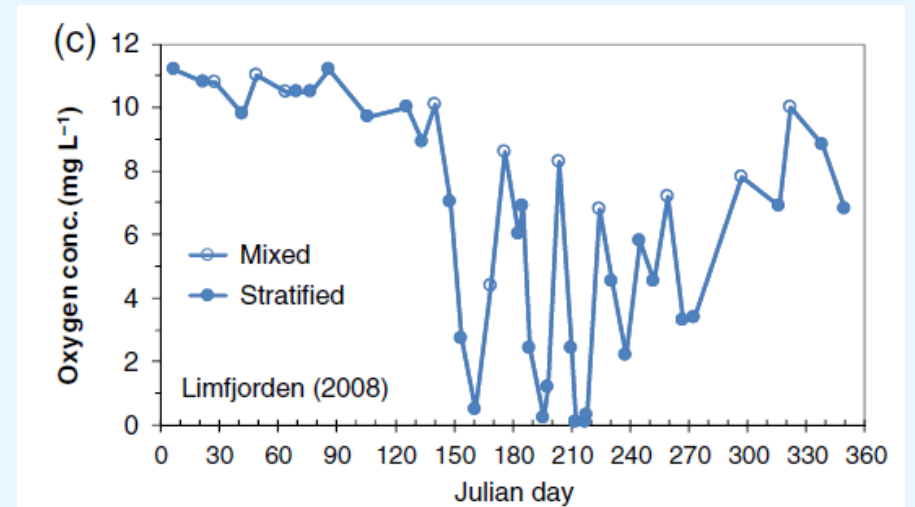
Iltsvind et globalt problem



Udvikling i iltsvind

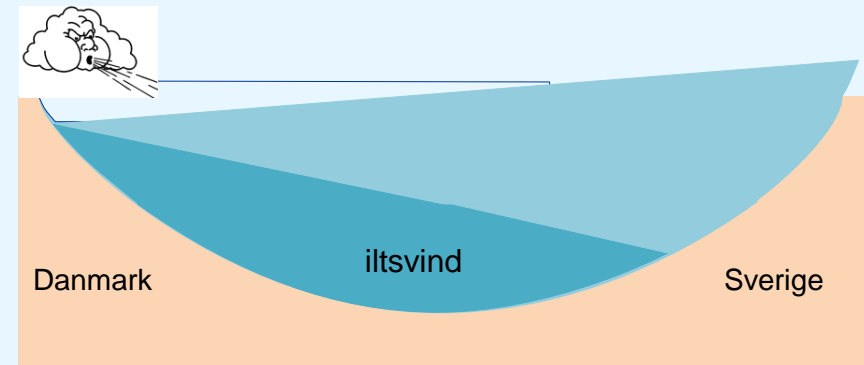
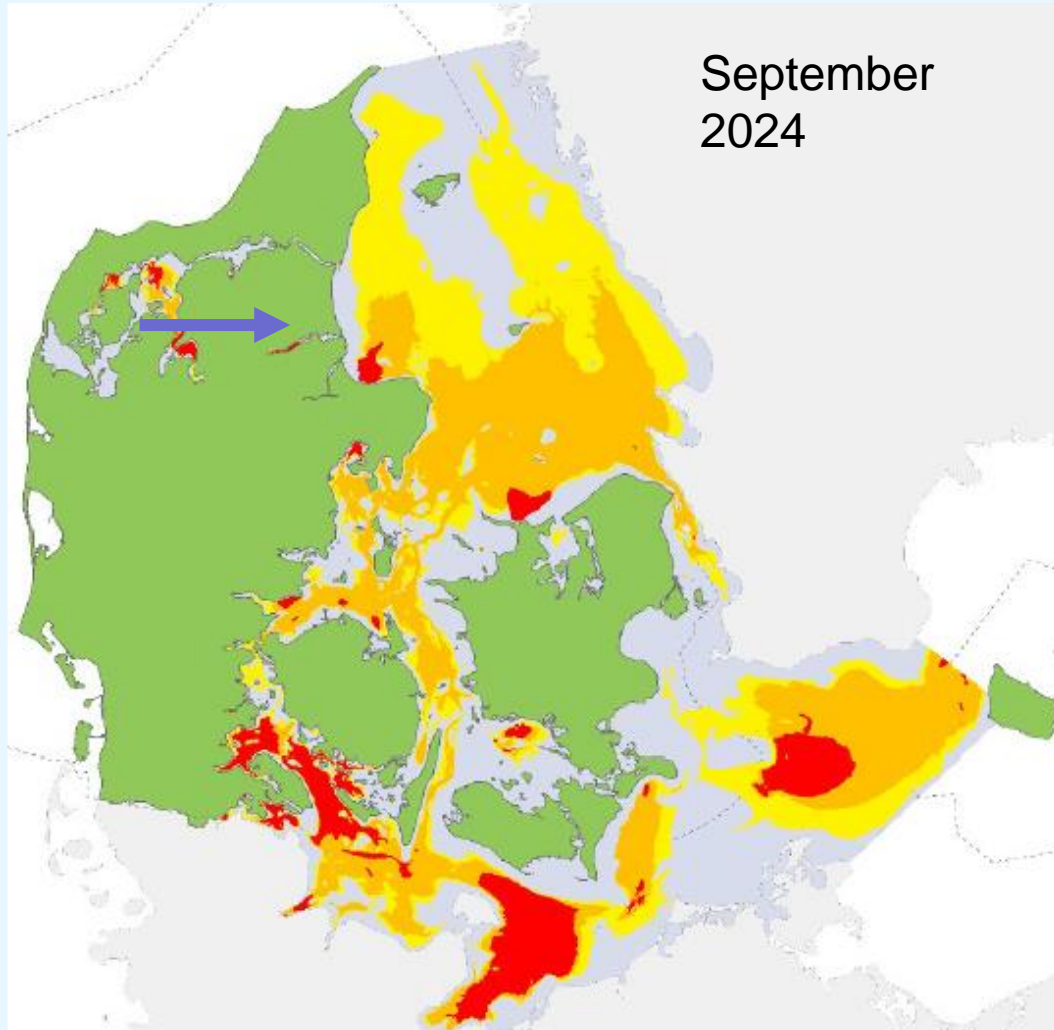


Iltsvind i fjordene (juli-september)

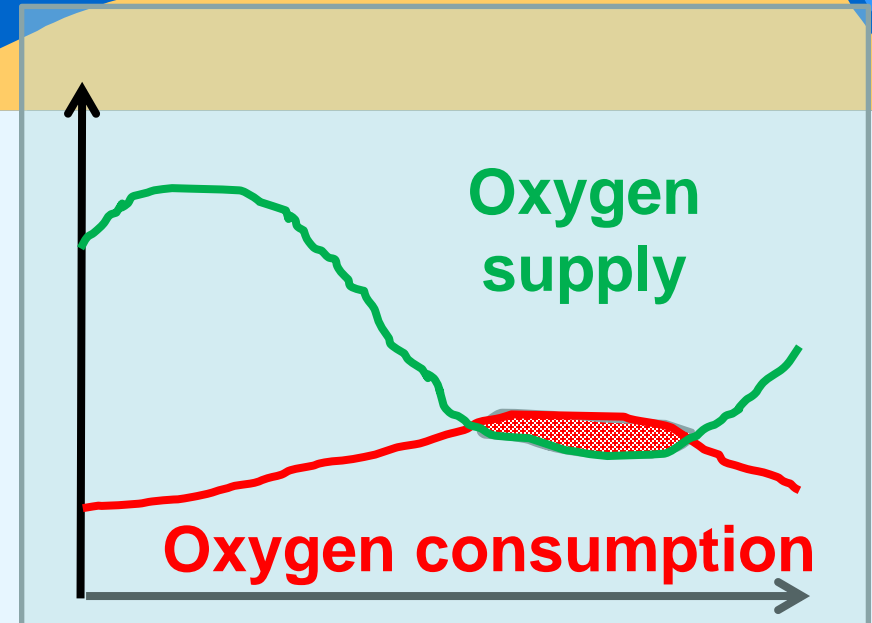
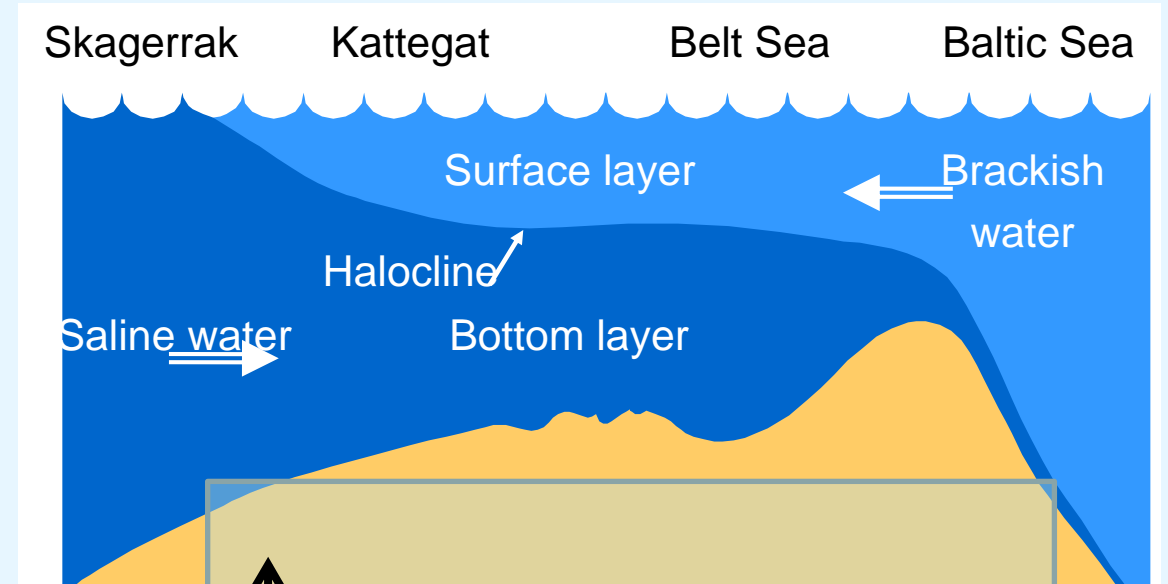
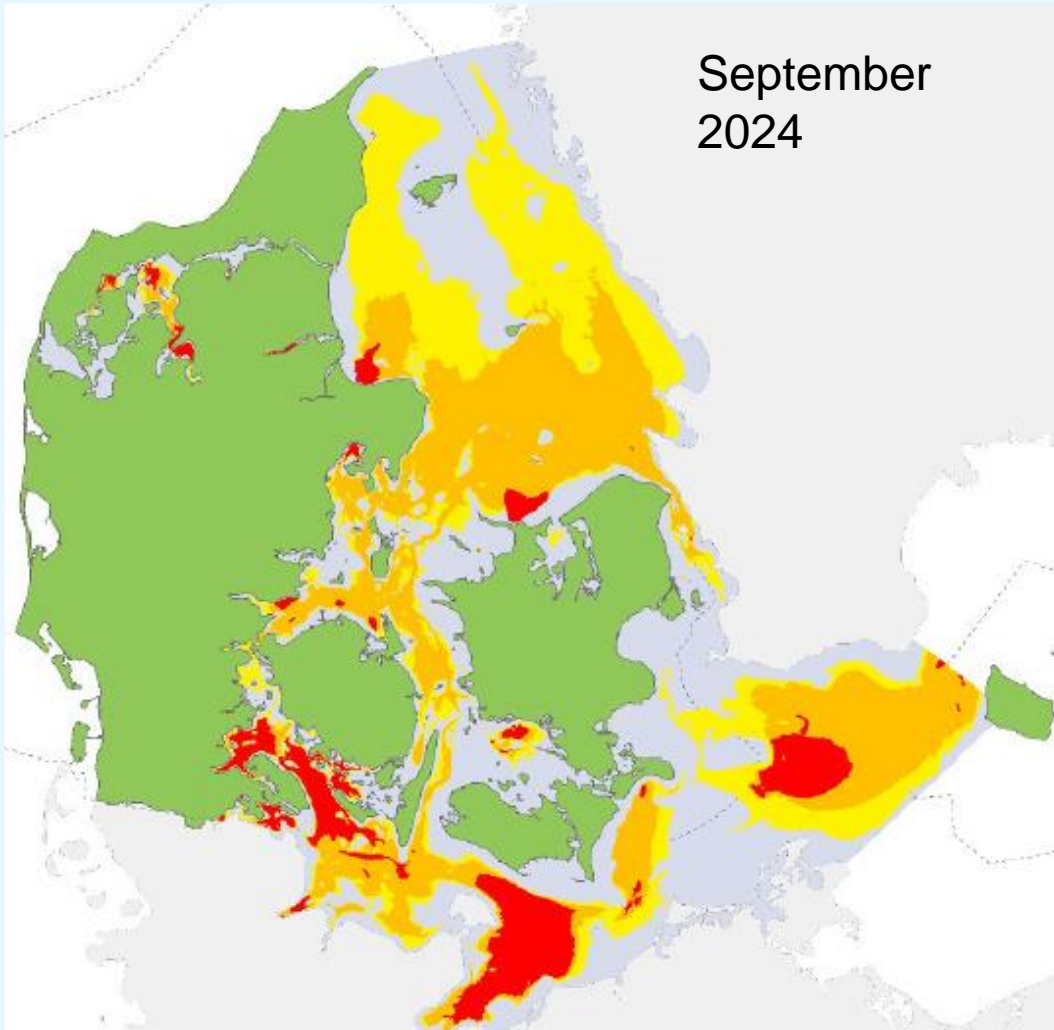




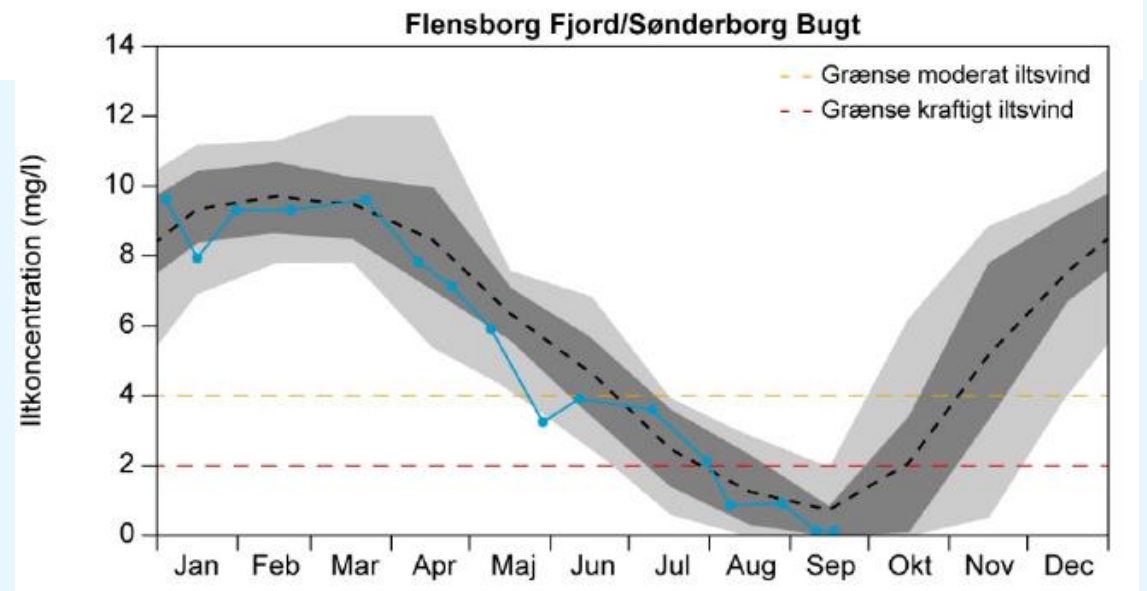
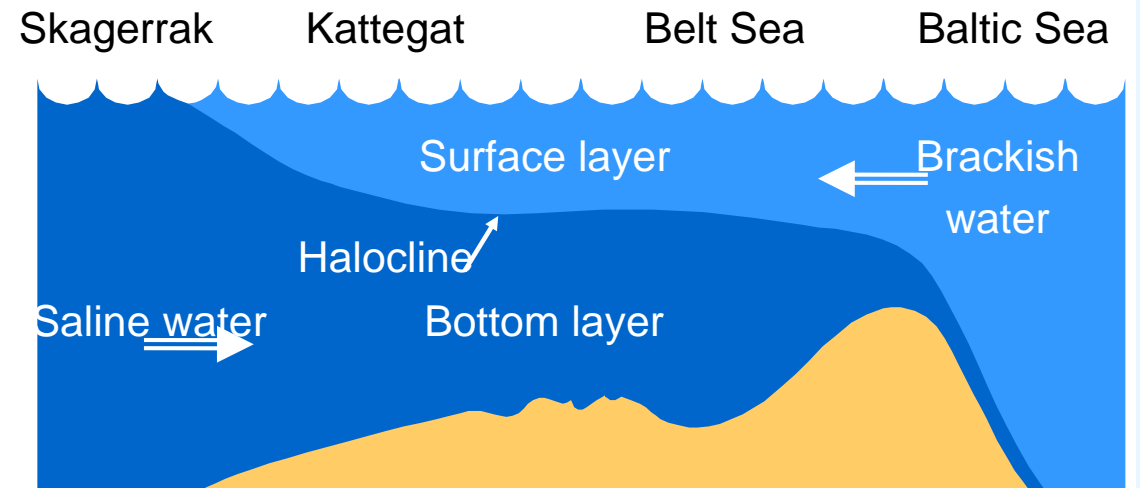
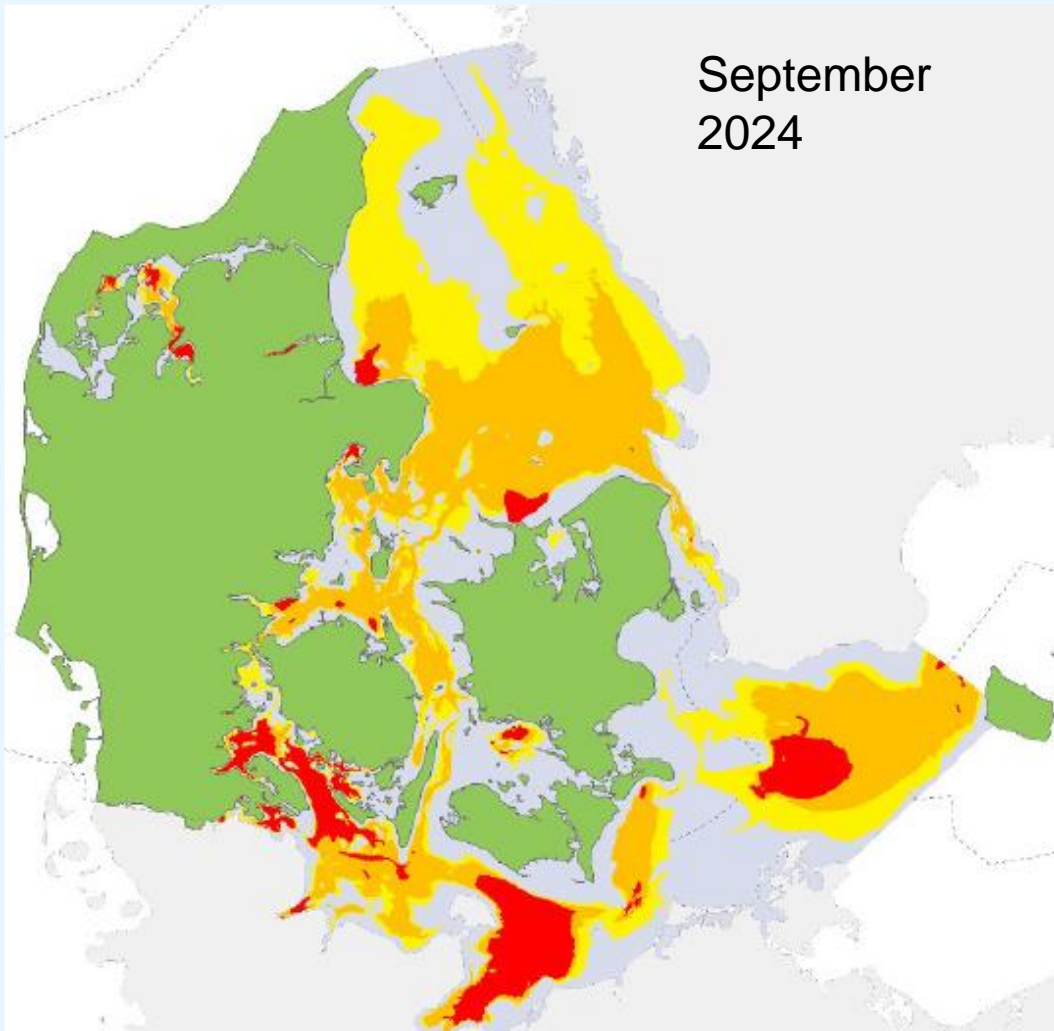
Iltsvind langs de åbne kyster



Iltsvind i de dybere indre danske farvande

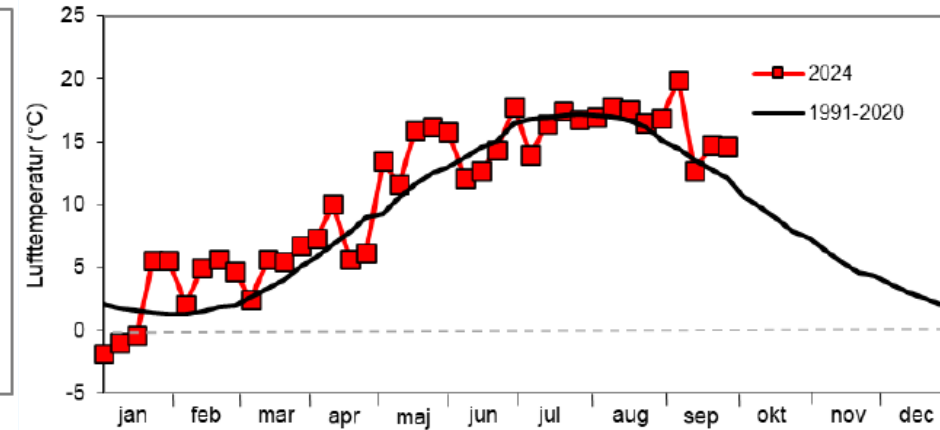
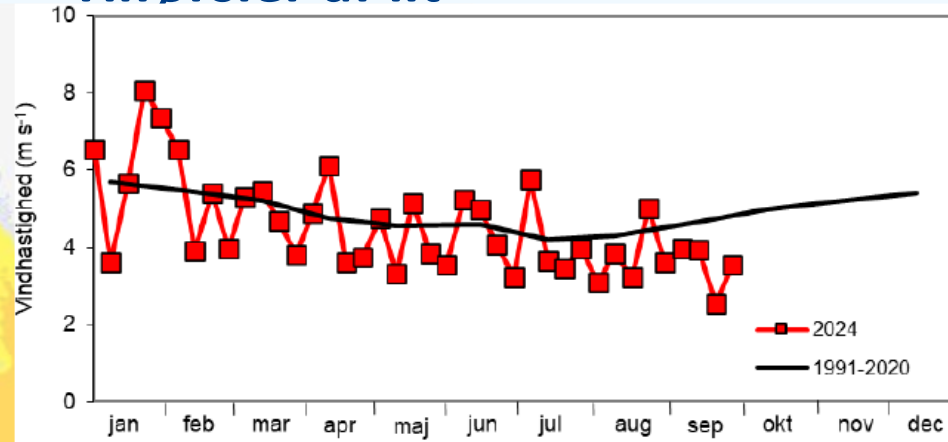


Iltsvind i de dybere indre danske farvande

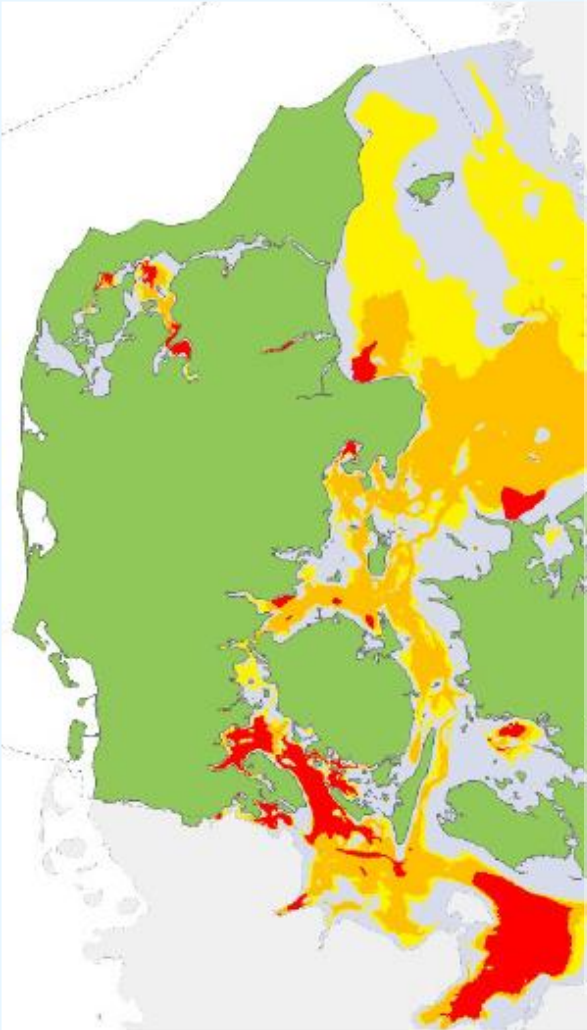
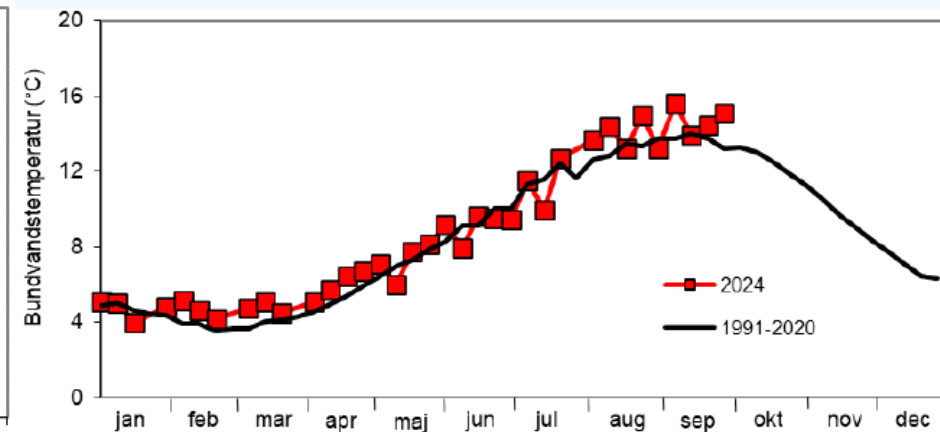
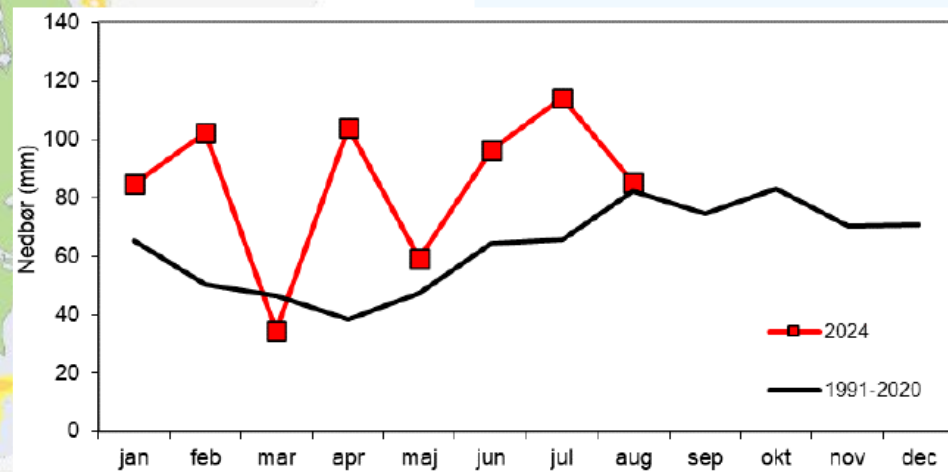


Hvorfor gik det galt i 2024 (og 2023)?

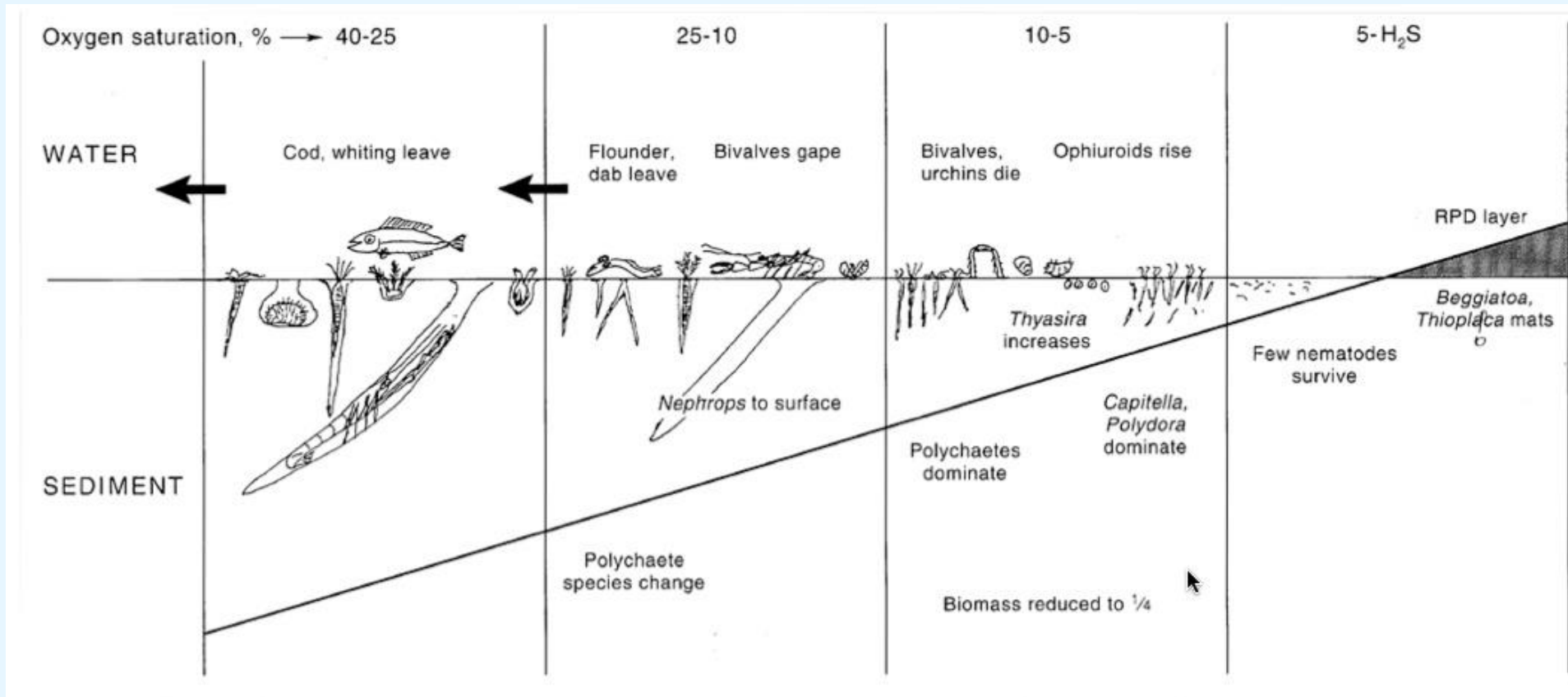
› Tilførsler af ilt



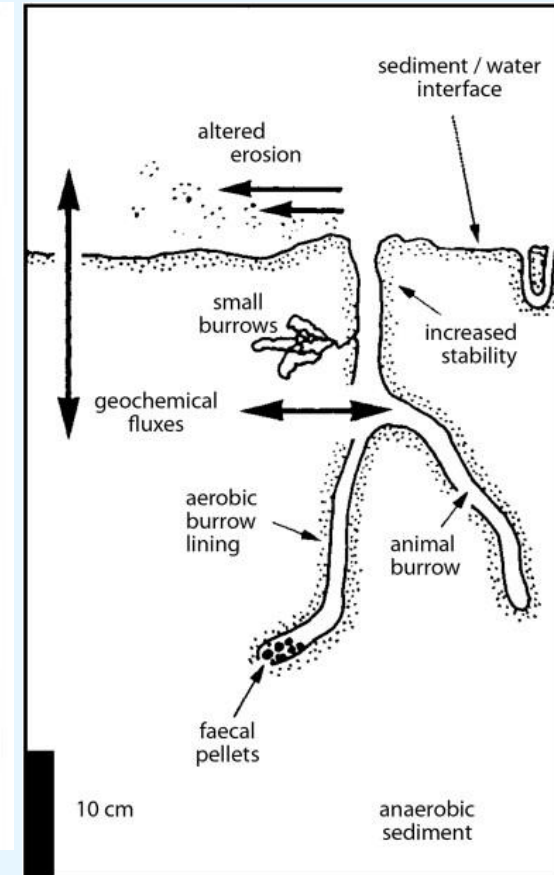
› Forbrug af ilt



Påvirkning af bunddyr og deres økosystemfunktion

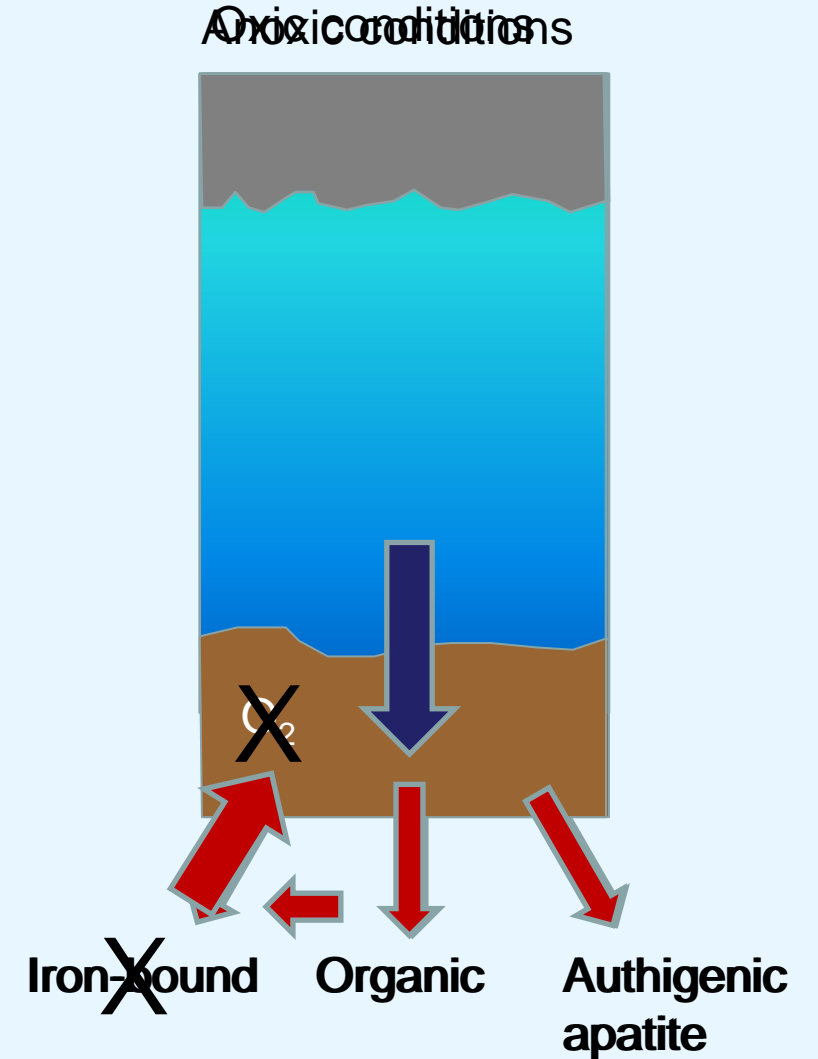
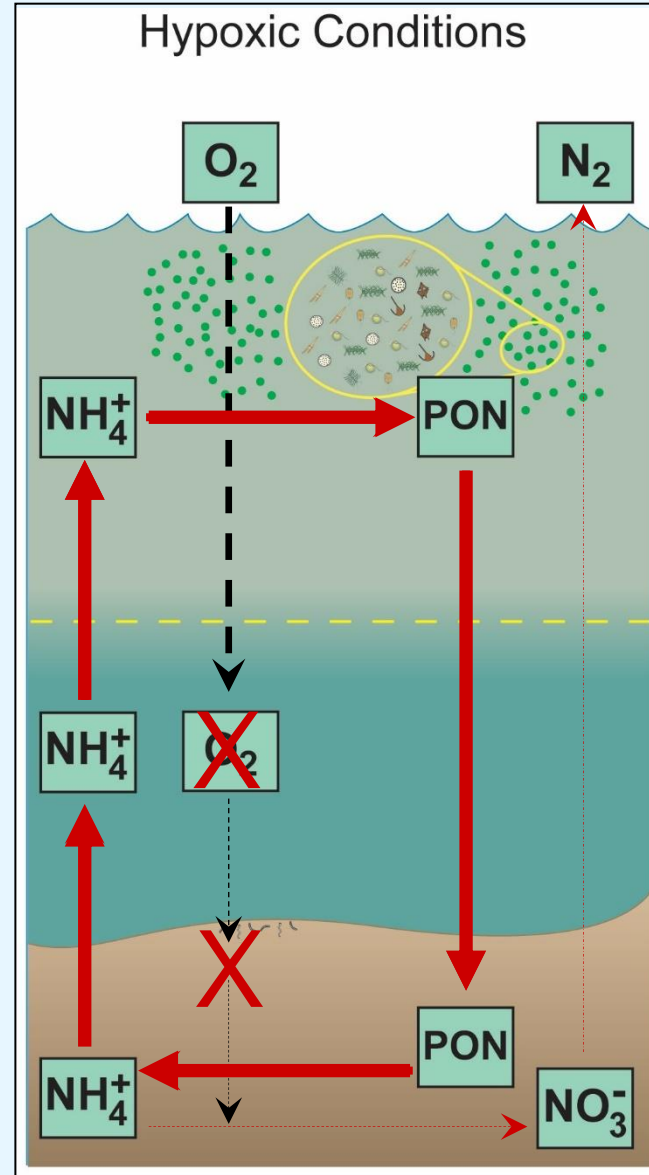
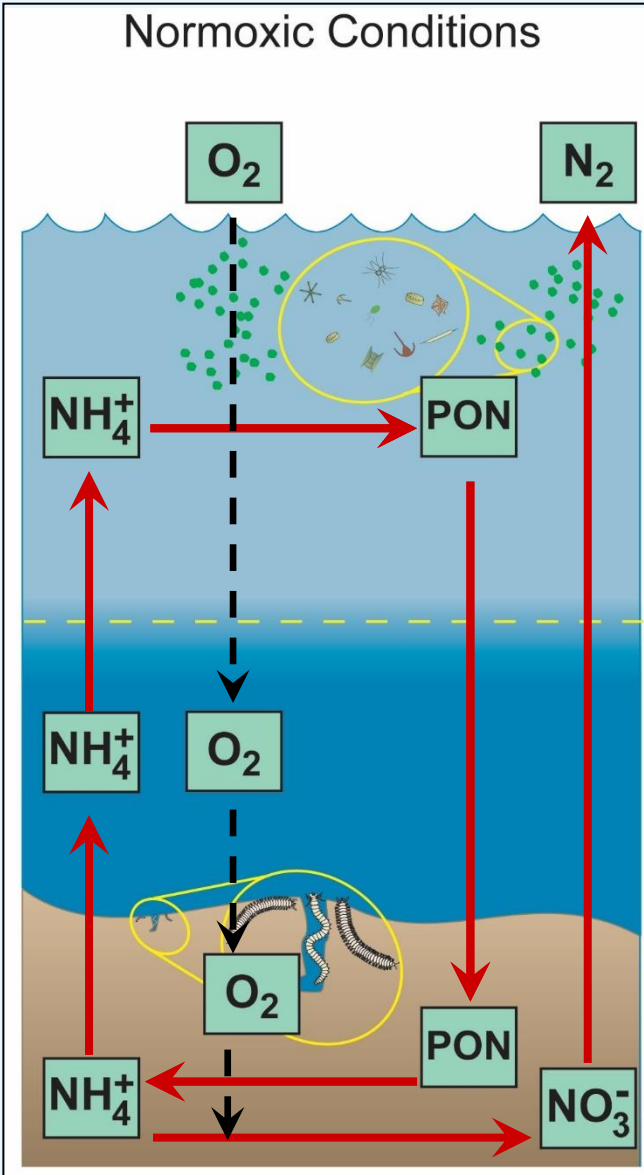


Kilde: Pearson & Rosenberg (1978)

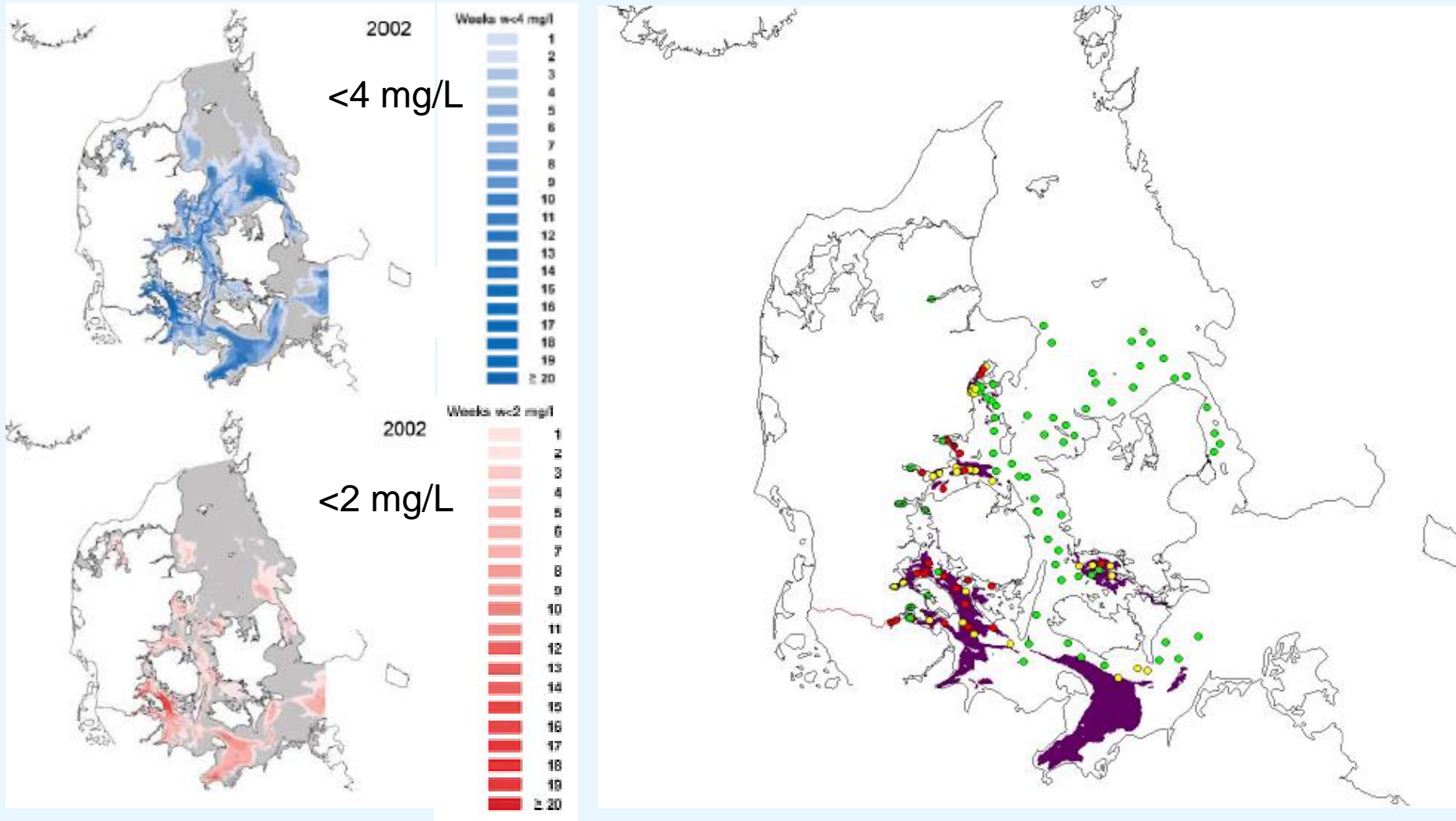


Kilde: Meadows & Tait (1989)

Iltsvind øger N+P tilførsel fra sedimentet



Hvor meget bundfauna forsvinder under iltsvind?

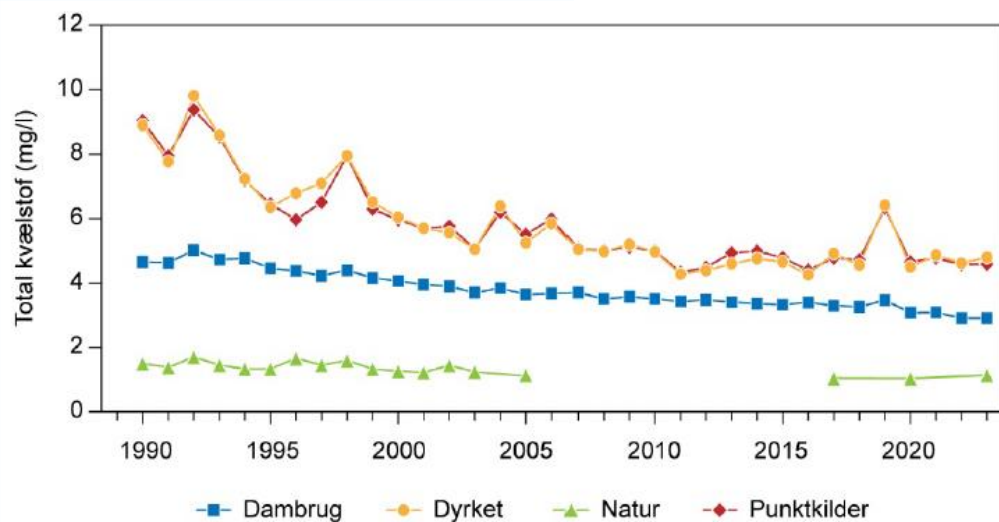


I 2002 døde ca. 300000 tons bunddyr ved sammenligning af maj og november data

Dette svarer næsten til den samlede vægt af den Danske befolkning

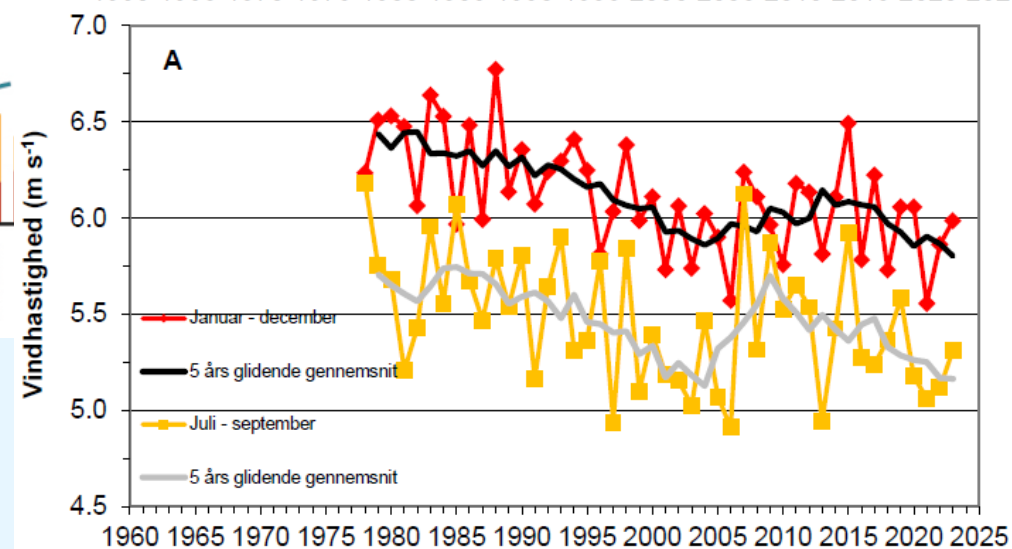
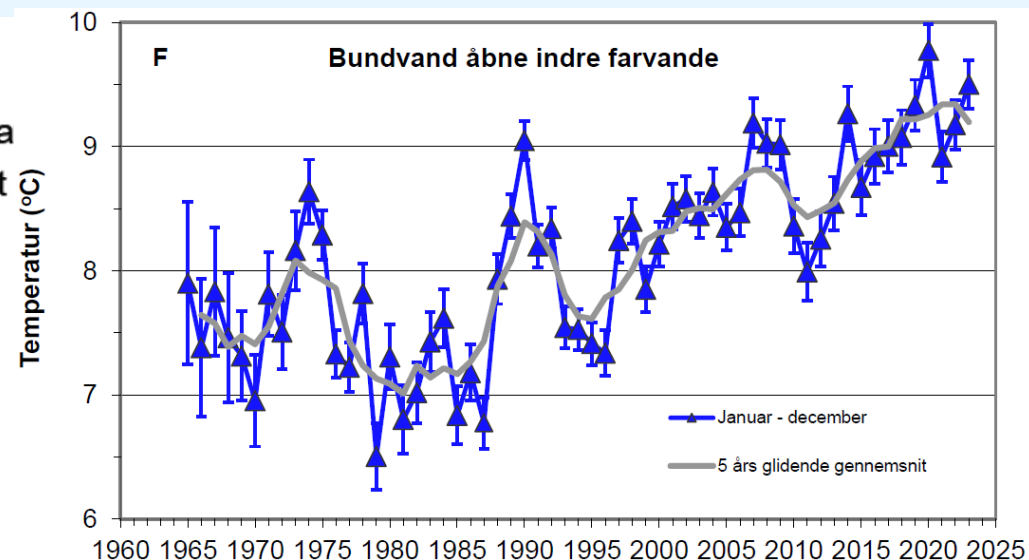
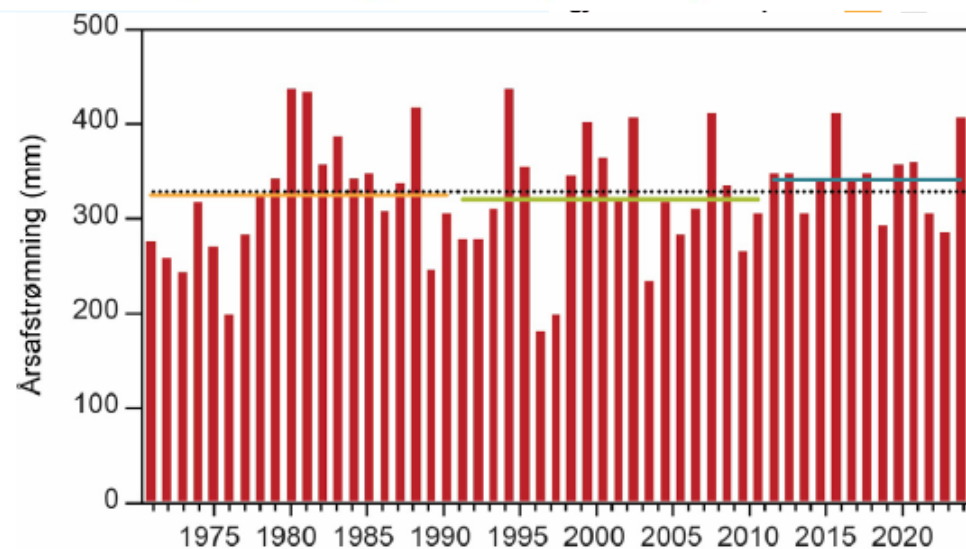
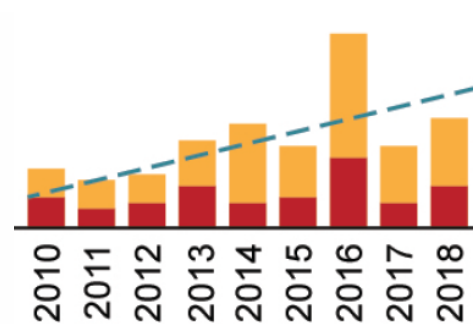


Hvorfor er det ikke blevet bedre med iltsvindet?



Medio september

- Modera
- Kraftigt





Konklusioner

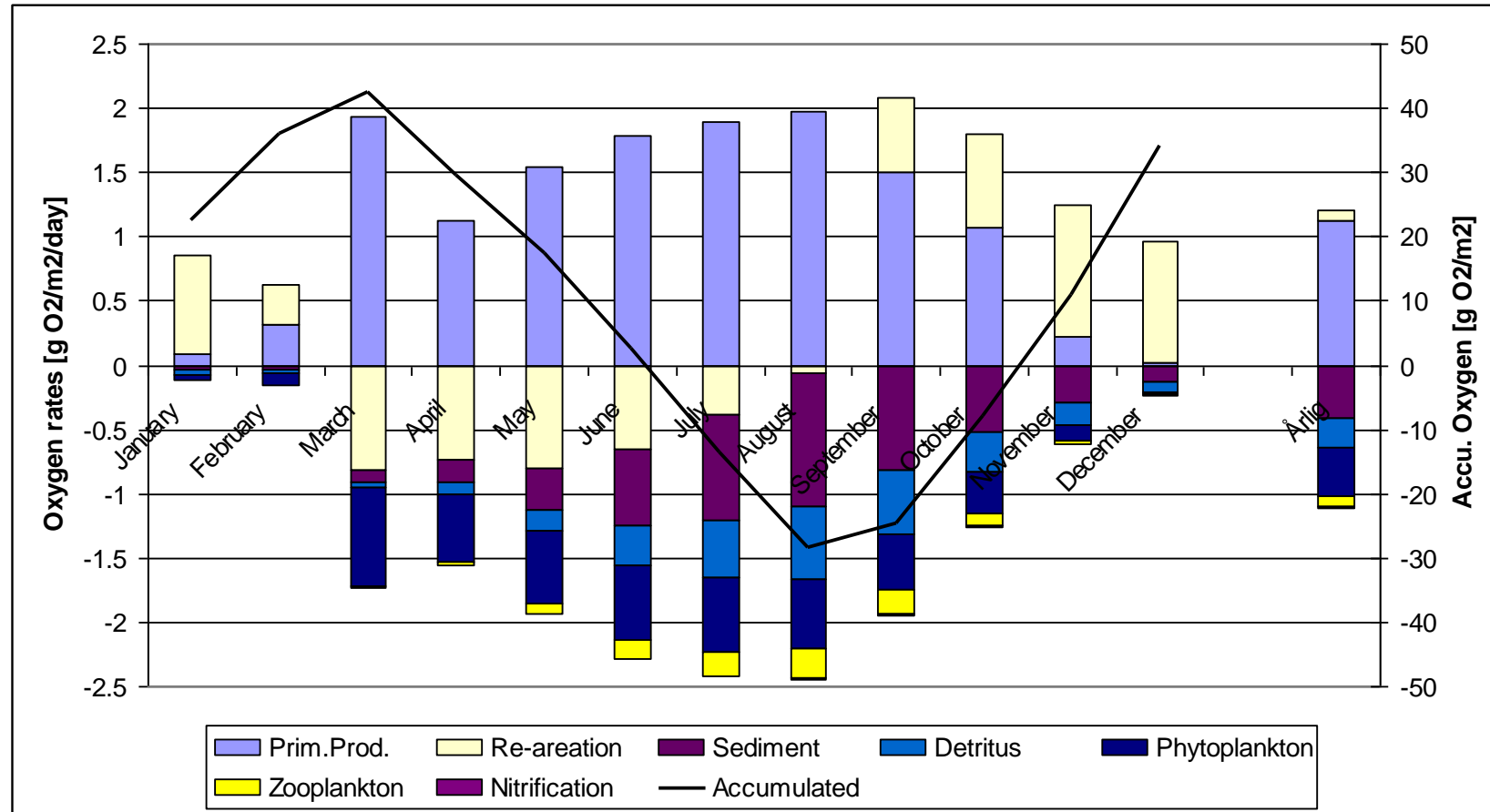
- › **Itsvind i de Danske farvande har bredt sig, specielt i de sidste 15 år**
- › **Dette skyldes en ubalance mellem ilttilførsel og iltforbrug, forårsaget af:**
 - › Et fortsat højt kvælstofoverskud fra især landbruget
 - › Højere nedbør og øget afstrømning
 - › Varmere klima
 - › Mindre vind
- › **Itsvind ødelægger havbundens økosystem og dets naturlige evne til at 'rense' for næringsstoffer**
- › **Itsvind har en selvforstærkende effekt, og det er vigtigt at reetablere et sundt og mere modstandsdygtigt havmiljø**

Anders Erichsen, Afdelingsleder, DHI-DK

Flitsvind – danske og udenlandske bidrag

Iltsvind opstår når der er en ubalance mellem

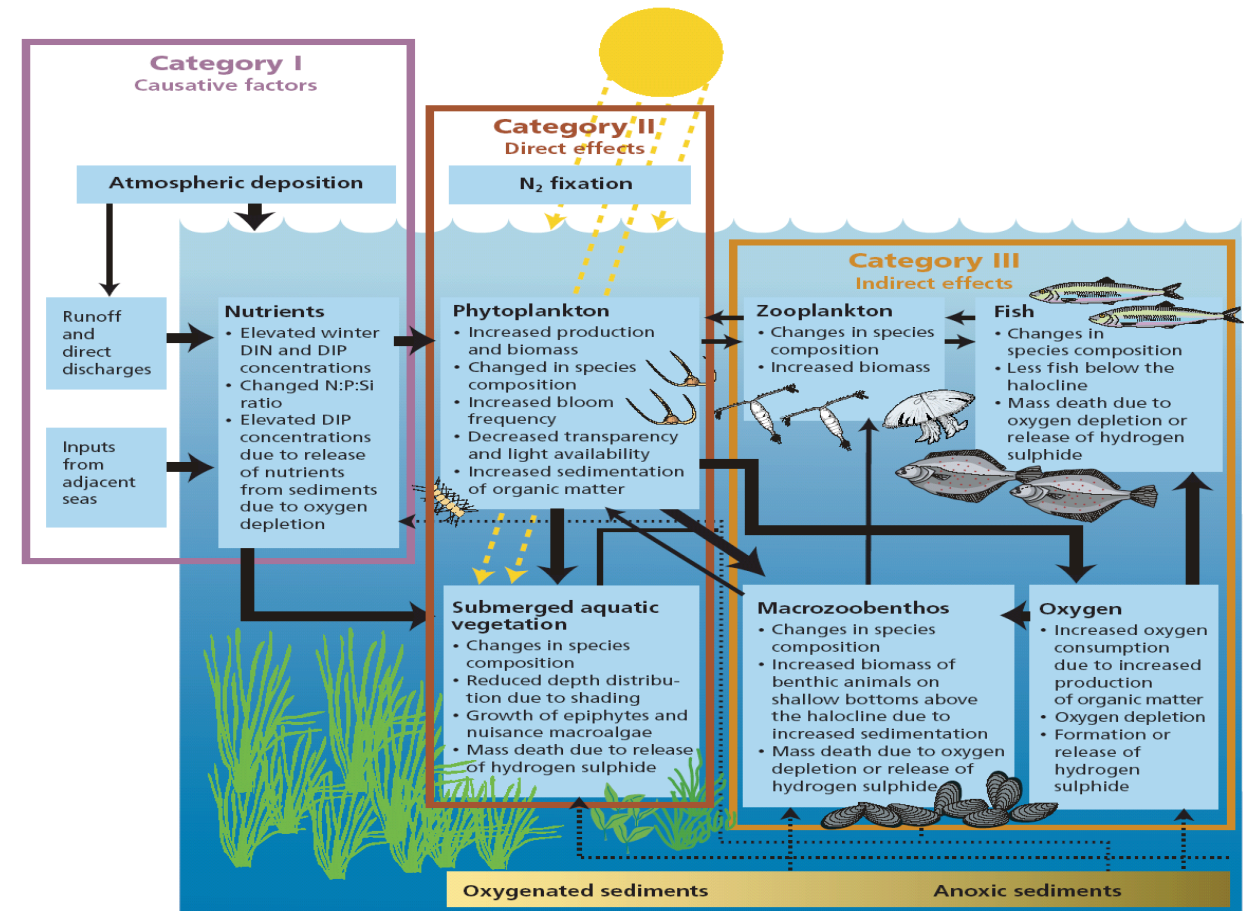
- Tilførsler af ilt
 - Havstrømme
 - Opholdstid
 - Vindopblanding
 - Temperatur (iltmætning)
- Forbrug af ilt
 - Omsætning organisk materiale
 - Tilførsel af næringsstoffer
 - Temperatur (respiration)

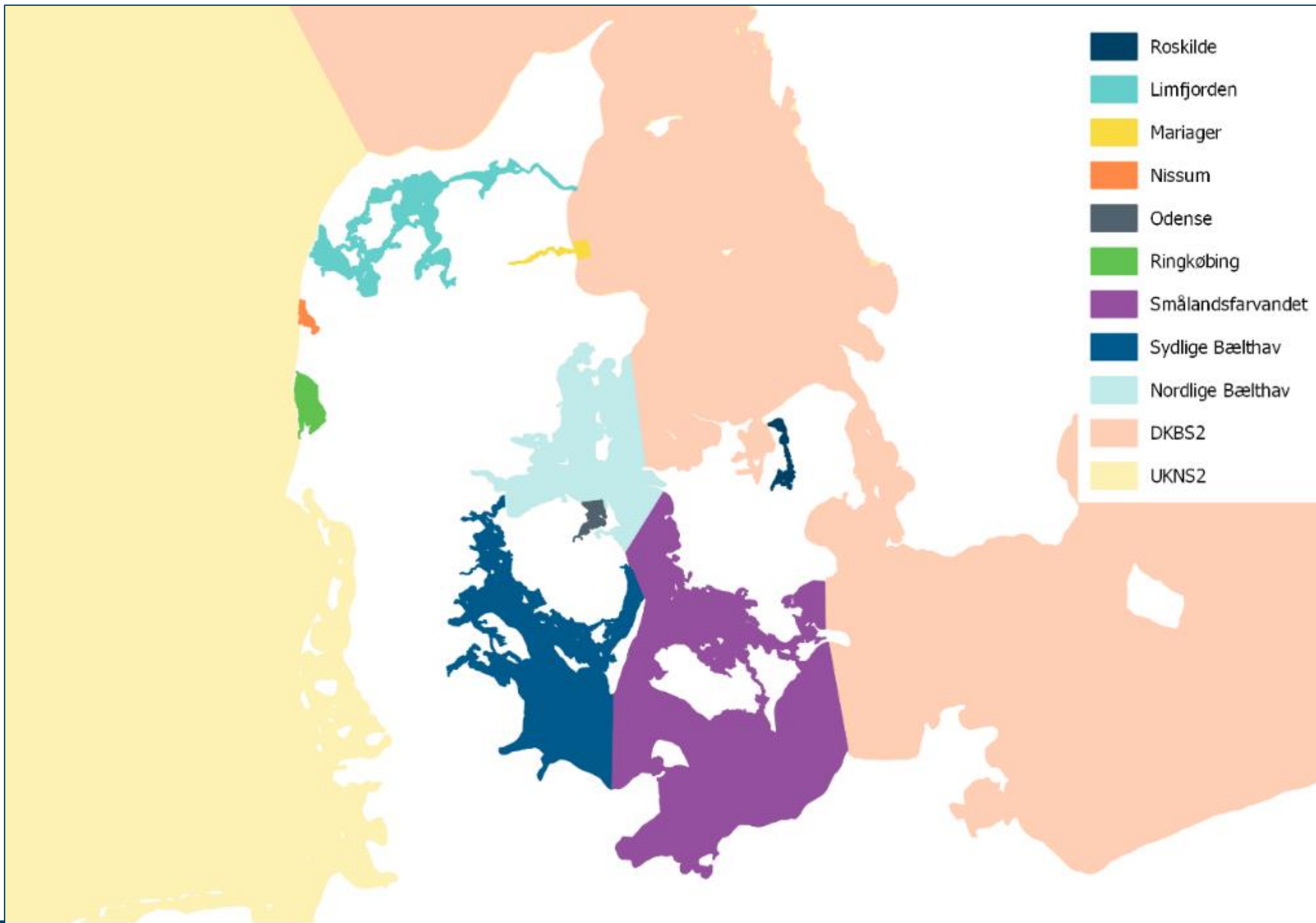


Kilde: Erichsen AC, Carstensen J, Sørensen JT, Niilonen T & Storm L (2005).
Udvikling og integration af Iltsvindsmoedeller. Vand & Jord, 12. årgang nr. 4

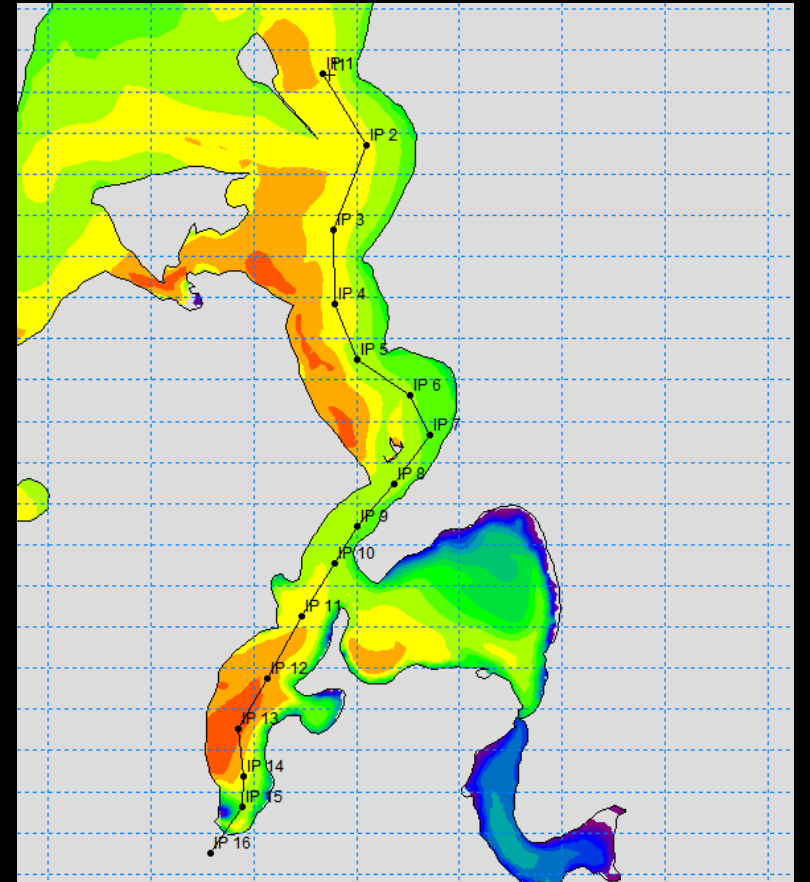
Modellerne og sammenhæng med målinger

- **Mekanistiske modeller:**
 - Årsagssammenhænge (differentiale ligninger)
 - Biologisk og fysisk viden for et givent område (målinger indgår indirekte som del af formelapperatet)
 - Høj spatial- og temporal opløsning
 - Validering af modellerne (målinger)



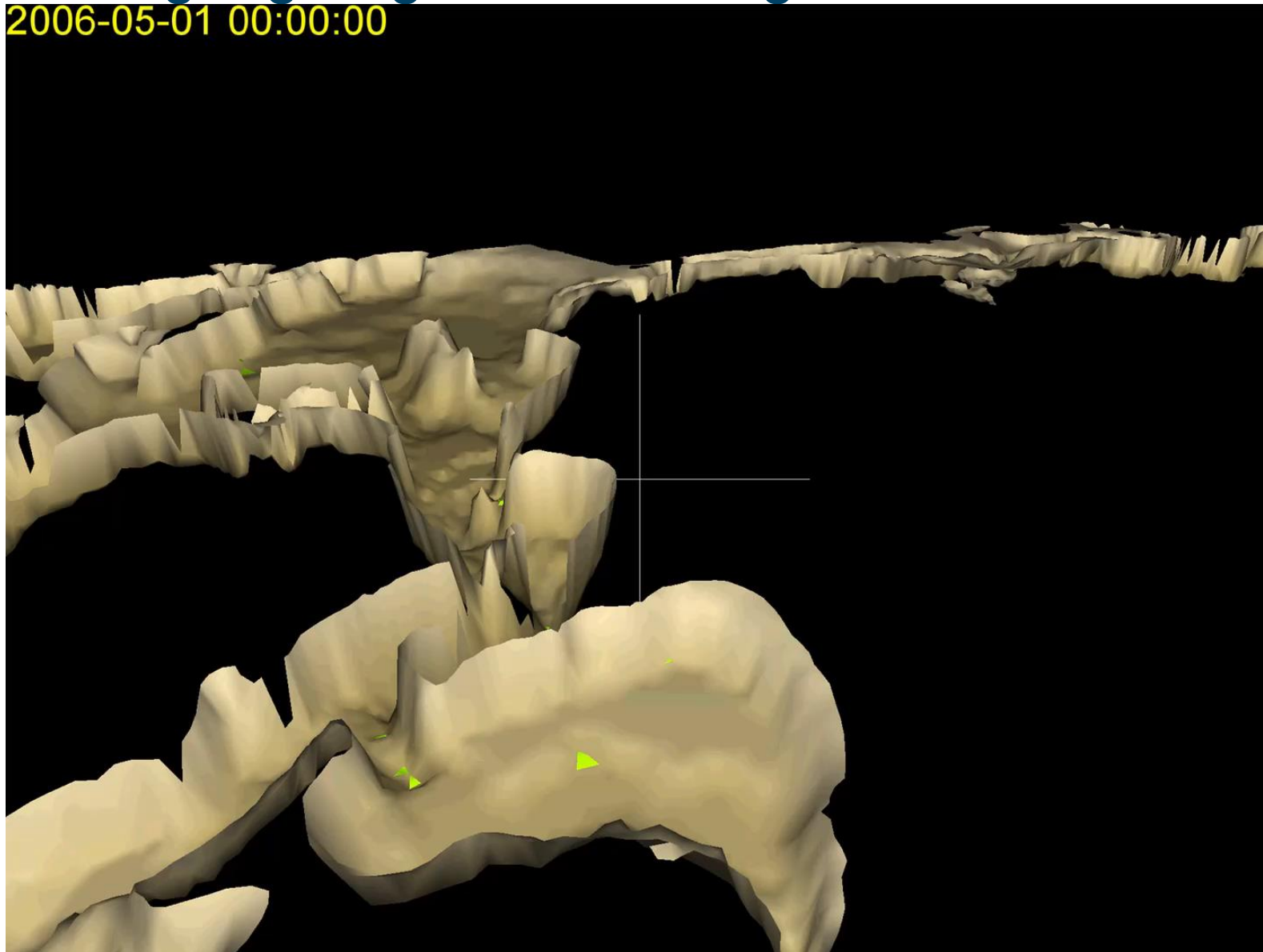


Mekanistisk modellering



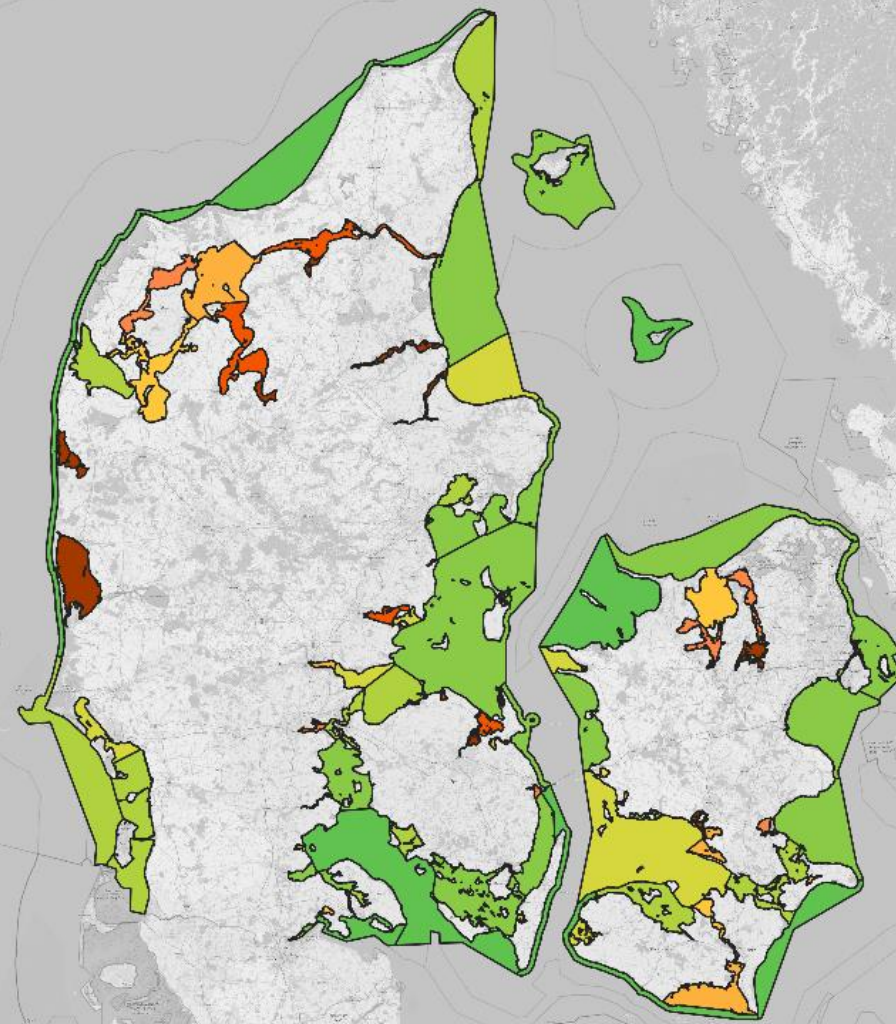
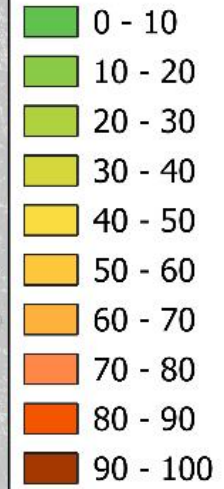
Iltsvind i Skive Fjord, Lovns Bredning, Risgårde Bredning, Bjørnsholm Bugt og Løgstør Bredning

2006-05-01 00:00:00



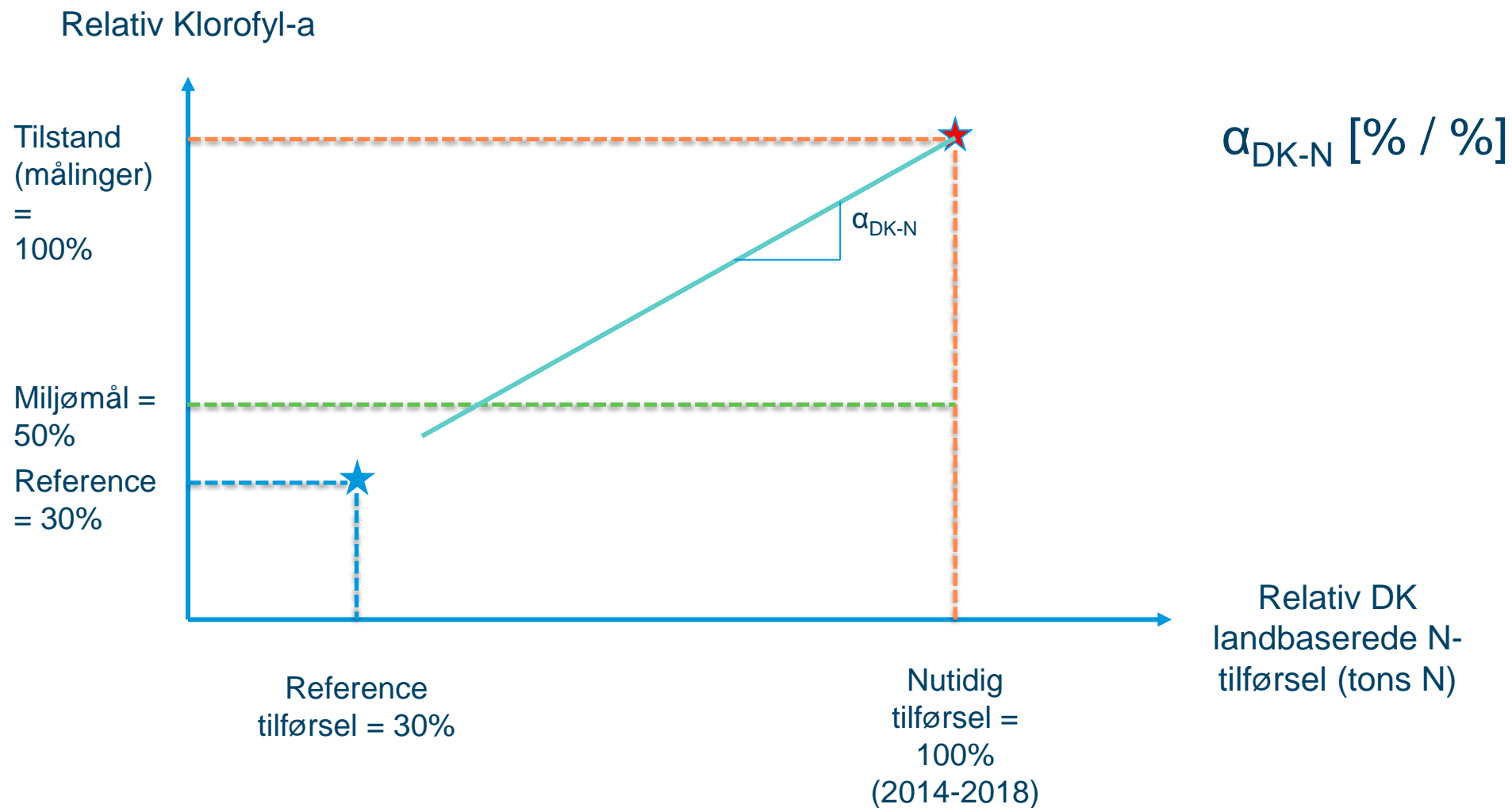
Klorofyll-a: Andel af dansk hældning

Relativ hældning [%]



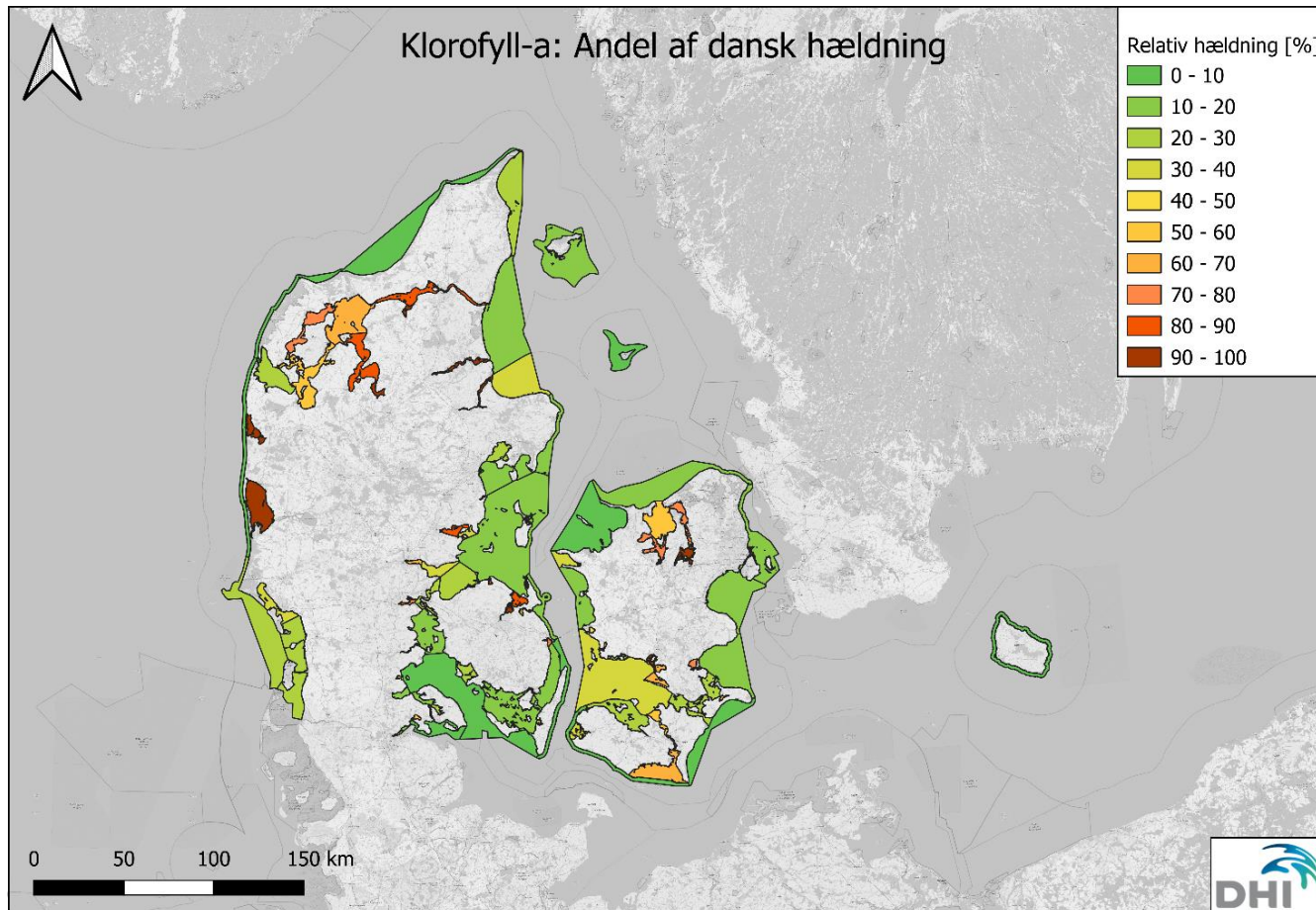
0 50 100 150 km

Effekter af helårsændringer i næringsstoffertilførsler (DK-N / DK-P)



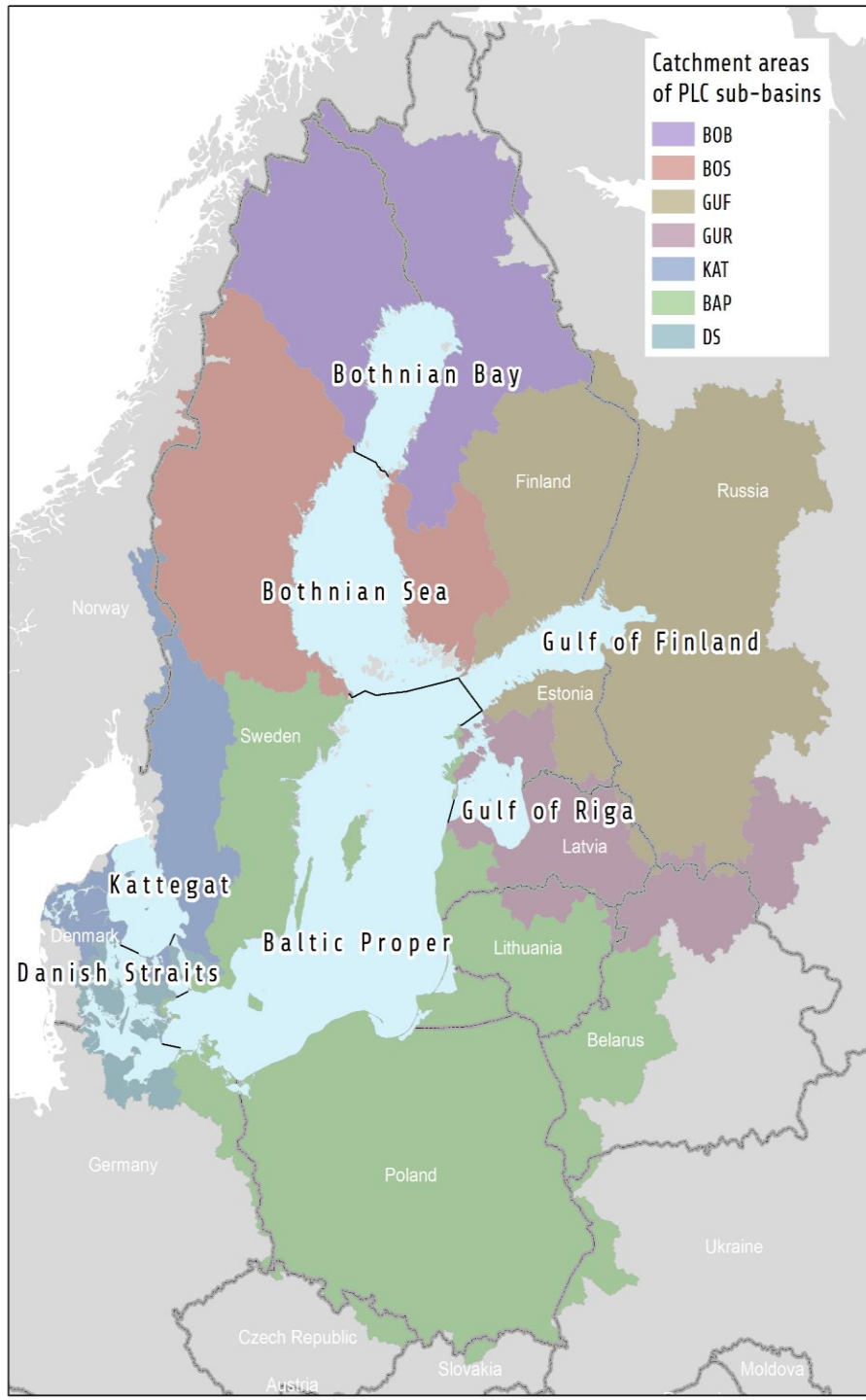
Følsomhed over for danske næringsstoffer

$$\text{Følsomhed/andel: } \alpha_{\text{Relativ}} = \frac{\alpha_{\text{DK-N}} + \alpha_{\text{DK-P}}}{\alpha_{\text{DK-N}} + \alpha_{\text{DK-P}} + \alpha_{\text{\varnothing-N}} + \alpha_{\text{\varnothing-P}} + \alpha_{\text{Atmos}}} \times 100\%$$



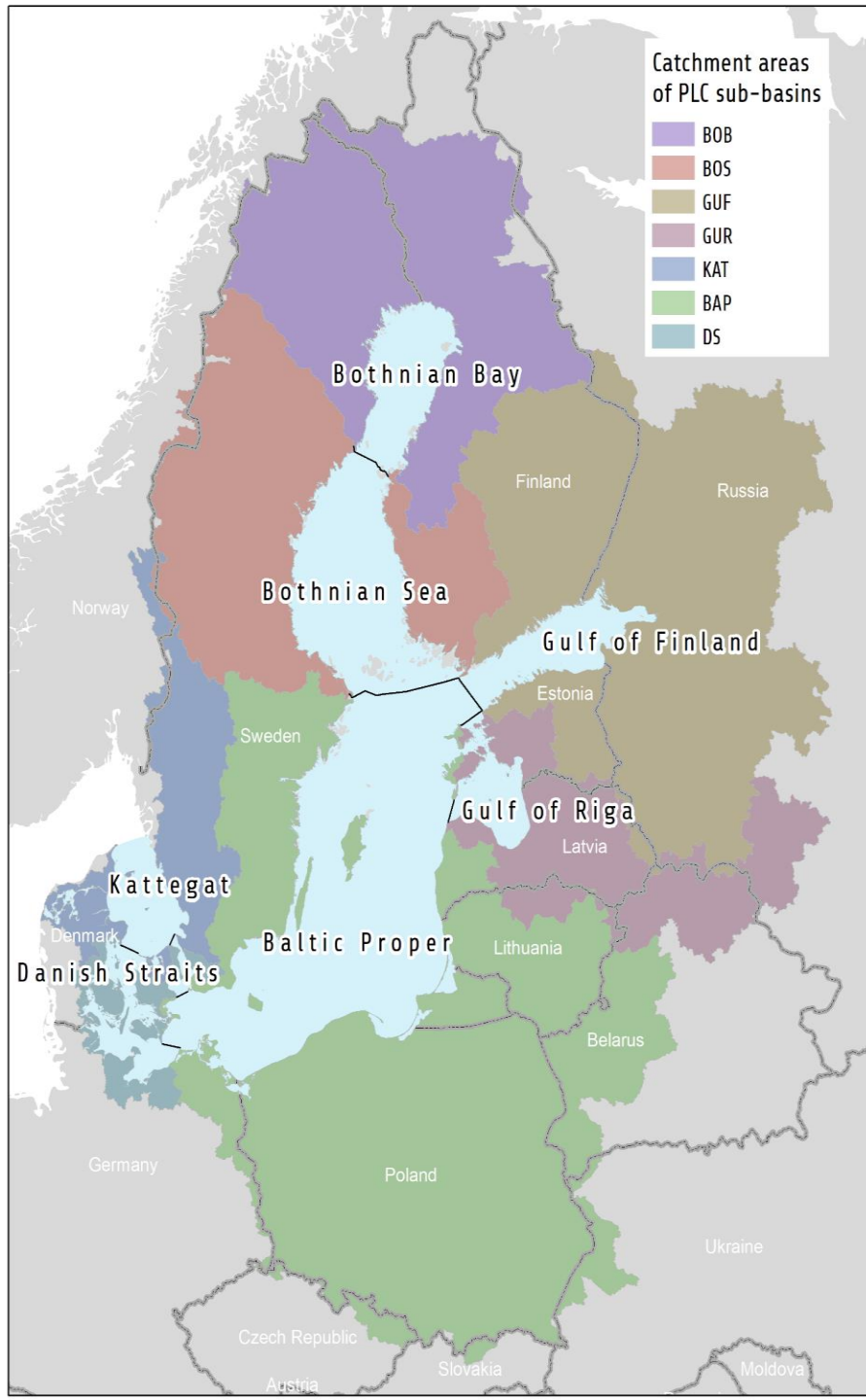
Modelarbejde bag VOP3: Model-scenarier

- Mål: Sikre hældninger (dosis-respons) til brug for metode
- Sensitivitets Scenarie 1 (S1): 30% reduktion i alle danske landbaserede N-tilførsler (inkl. akvakultur)
- Sensitivitets Scenarie 2 (S2): 30% reduktion i alle danske landbaserede P-tilførsler (inkl. akvakultur)
- Sensitivitets Scenarie 3 (S3): 30% reduktion i alle landbaserede N-tilførsler fra andre lande (Nordsø hhv Østersø)
- Sensitivitets Scenarie 4 (S4): 30% reduktion i alle landbaserede P-tilførsler fra andre lande (Nordsø hhv Østersø)
- Sensitivitets Scenarie 5 (S5): 30% reduktion i den atmosfæriske N-deposition



Helcom-opgørelser

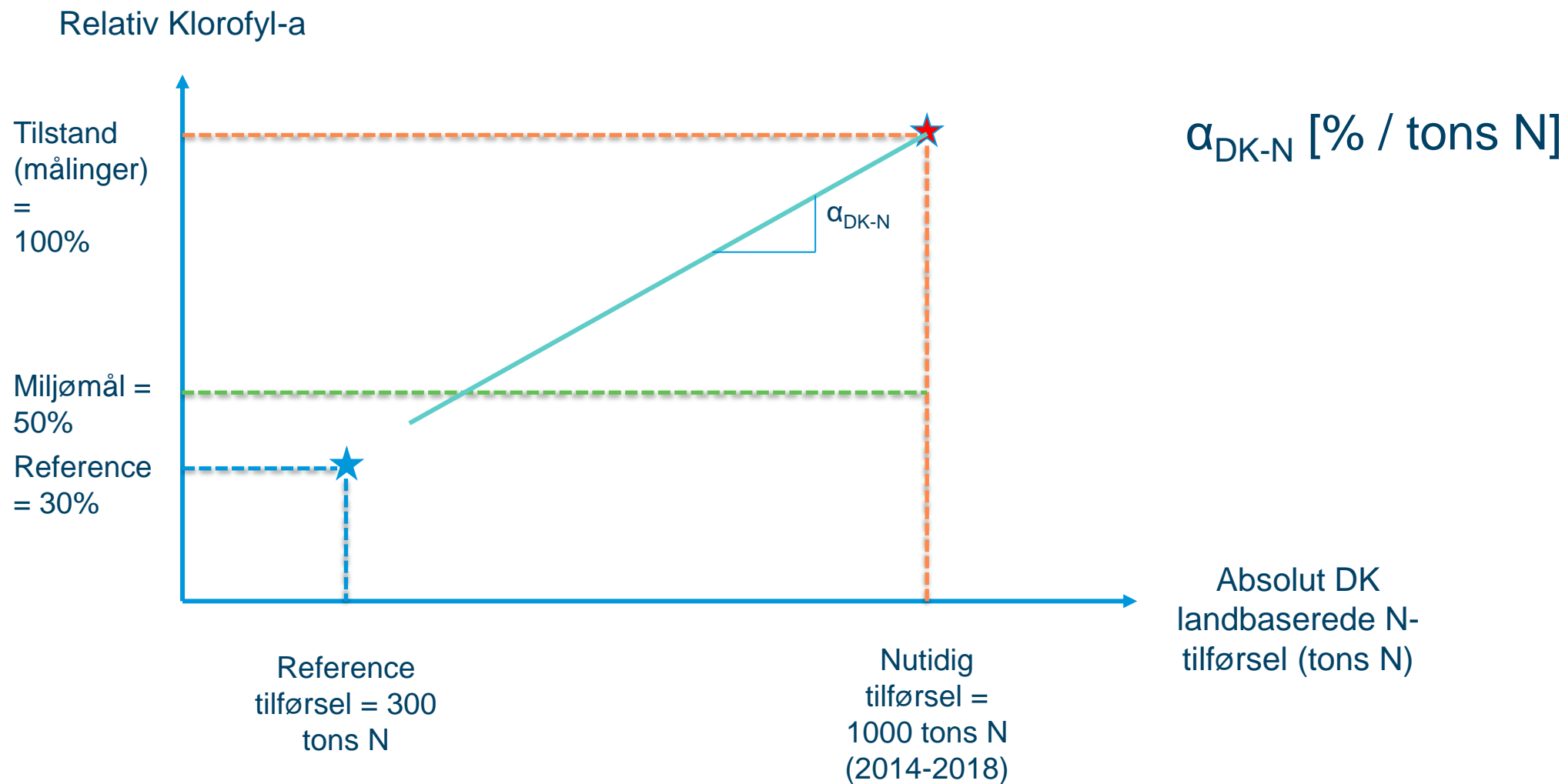
Helcom basin (gns. 2014-2018)	Total N (ton)	Total P (ton)
Kattegat (inkl. Limfjorden)	46.008 (19.647)	1.329 (676)
Danish Straits (inkl. Øresund)	33.571 (19.204)	1.138 (744)
Baltic Proper	241.810 (2.001)	11.063 (62)
Gulf of Riga	69.747 (0)	1.978 (0)
Gulf of Finland	96.183 (0)	3.985 (0)
Bothnian Sea	43.053 (0)	1.729 (0)
Bothnian Bay	49.814 (0)	2.435 (0)
Sum	580.188 (40.852)	23.656 (1.482)



Helcom-opgørelser

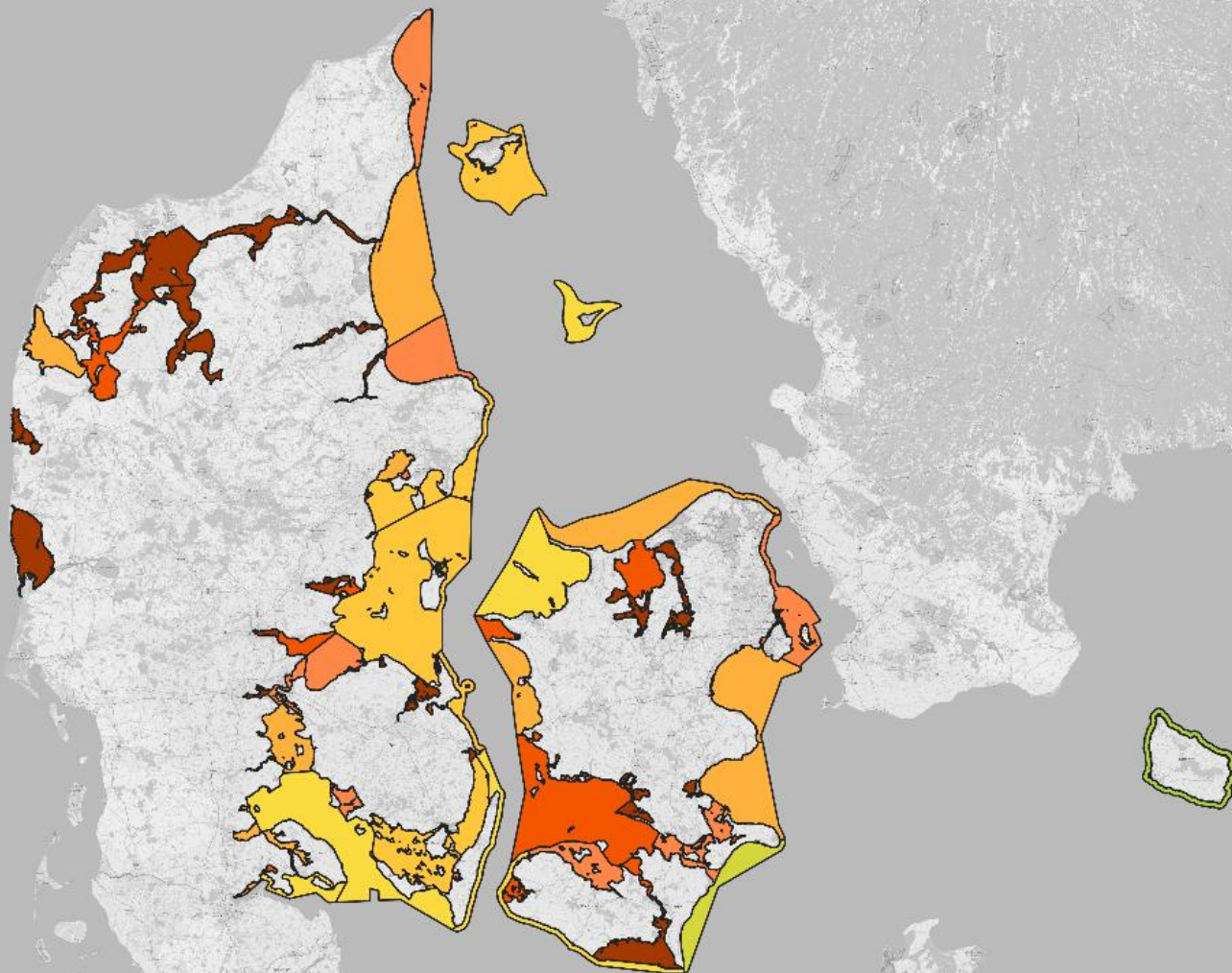
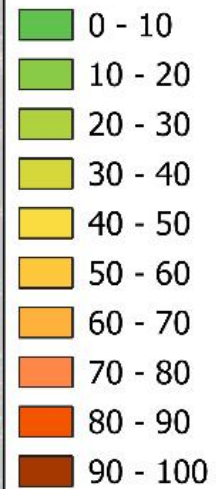
Helcom basin (gns. 2014-2018)	Total N (ton)	Total P (ton)
Kattegat (inkl. Limfjorden)	20.646 (4.867)	-
Danish Straits (inkl. Øresund)	23.655 (4.156)	-
Baltic Proper	122.731 (6.417)	-
Gulf of Riga	9.297 (274)	-
Gulf of Finland	14.173 (293)	-
Bothnian Sea	24.255 (686)	-
Bothnian Bay	7.607 (166)	-
Sum	222.364 (16.858)	-

Effekter af helårsændringer i næringsstoffertilførsler (DK-N / DK-P)





Relativ hældning [%]



0 50 100 150 km

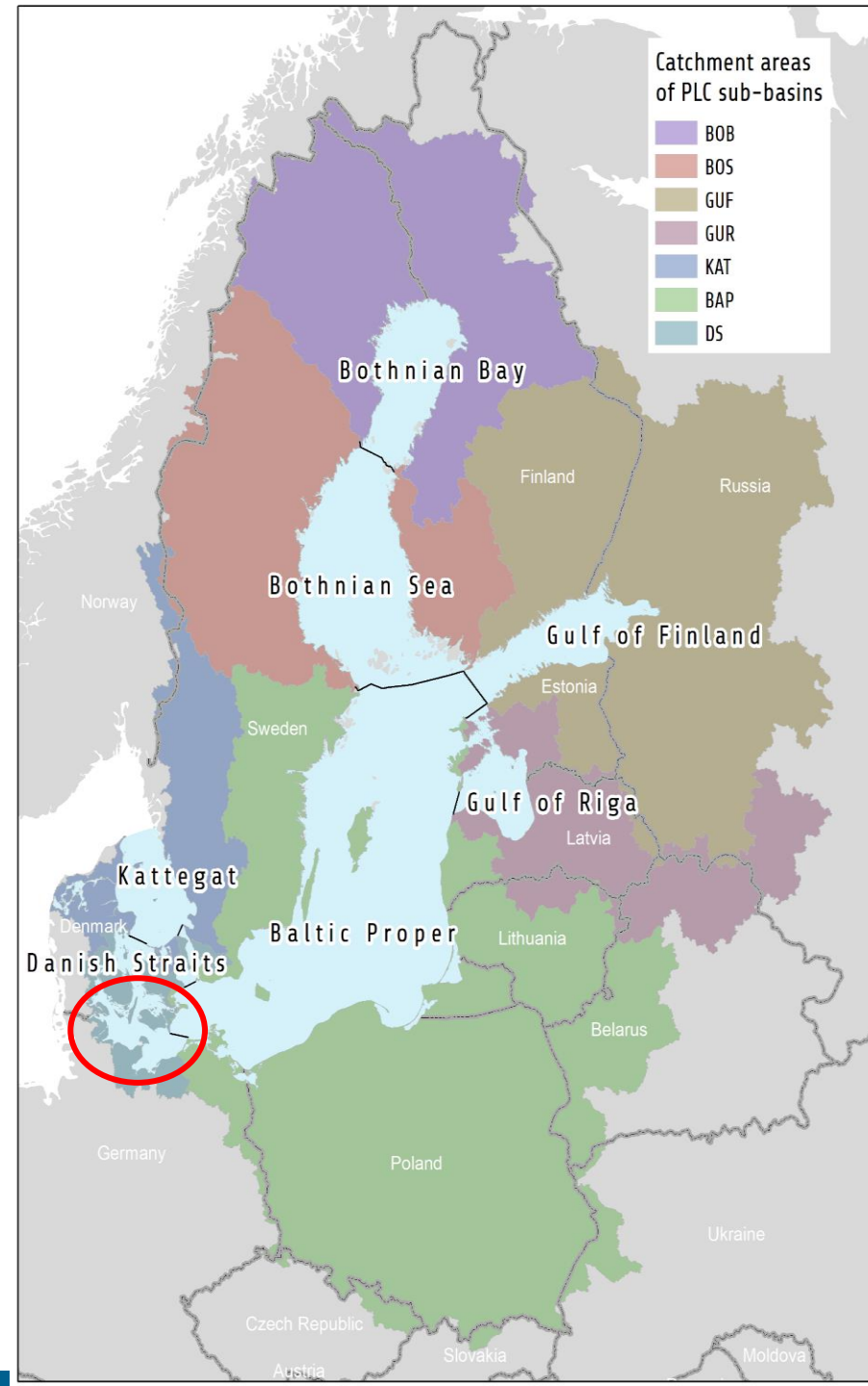
Iltsvindsareal (VOP2) – juli og august 2010 & 2011

Gennemsnit Iltsvind	Nutid Areal [km2]
<2mg/l	47
<4mg/l	136

Maks. Iltsvind	Nutid Areal [km2]
<2mg/l	248
<4mg/l	433

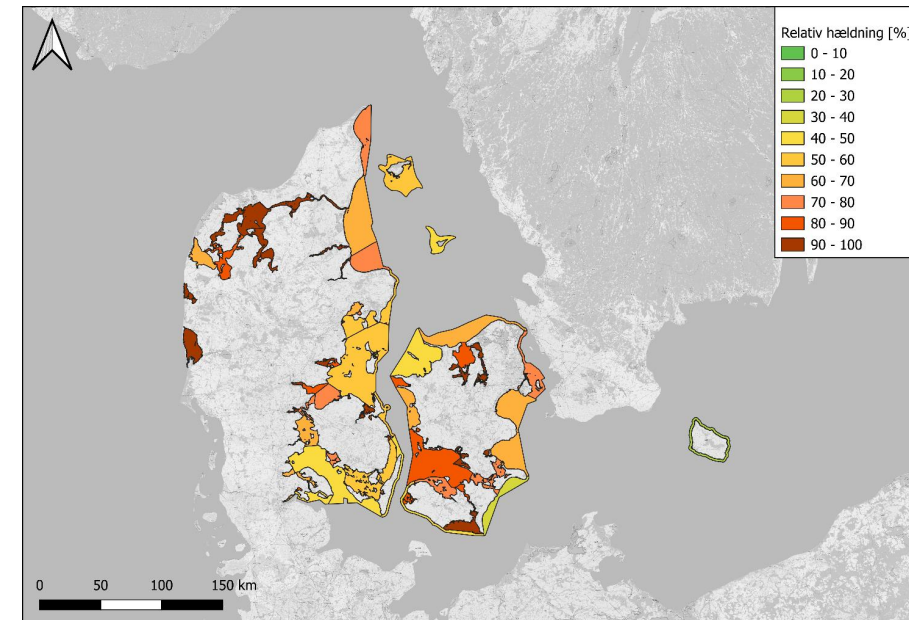
Biotilgængelighed

Helcom basin (gns. 2014-2018)	Total N (ton)	Total P (ton)
Kattegat (inkl. Limfjorden)	46.008 (19.647)	1.329 (676)
Danish Straits (inkl. Øresund)	33.571 (19.204)	1.138 (744)
Baltic Proper	241.810 (2.001)	11.063 (62)
Gulf of Riga	69.747 (0)	1.978 (0)
Gulf of Finland	96.183 (0)	3.985 (0)
Bothnian Sea	43.053 (0)	1.729 (0)
Bothnian Bay	49.814 (0)	2.435 (0)
Sum	580.188 (40.852)	23.656 (1.482)



Sammenfatning

- Iltsvind er overordnet et resultat af flere faktorer, hvoraf produktion og omsætning af organisk materiale (alger) er et centralt element
 - Næringsstoffer
 - Vandets temperatur
 - Blanding af vandsøjlen i iltvindperioden
- Modeller er simplifikationer af virkeligheden, men
 - Anvendelige til at kvantificere sammenhænge og underbygge fx indsatsbehov
- Modellerne viser, at det er mest effektivt at fjerne næringsstoffer fra danske oplande fremfor andre lande
 - (og så skal vi alle leve op til reduktionsbehov i forhold til atmosfæren)



Tak for i dag

