

16. august 2016

Fastsættelse af klorofyl-a grænseværdier i forbindelse med vandområdeplaner. (Version2)

Problem

I forberedelsesarbejdet til vandområdeplaner for perioden 2015-2021 har AU og DHI udarbejdet et notat omhandlende fastsættelse af marine grænseværdier for klorofylindholdet mellem god og moderat økologisk tilstand. (*Fastlæggelse af klorofyl a grænseværdier i fjorde og kystområder ved brug af modelværktøjer*, AU/DHI, 2015)

For en række af fjorde er angivet værdier som ved en umiddelbar vurdering ikke er forståelige. Fx angives grænseværdi mellem god/moderat tilstand for Karrebæk Fjord til 3,6 $\mu\text{g/l}$, hvilket er samme værdi som Vejle yderfjord. Forskellen mellem de to områder er betydelige, da det ene område er relativt lukket og har betydelig ferskvandpåvirkning, mens det andet område har en stor rand til Kattegat og ikke samme ferskvandspåvirkning. Lignende gælder for Odense indre fjord, Odense Ydre Fjord og Dalby bugt (uden for Odense Fjord) som alle får tildelt samme mål.

Lillebælt får tildelt et mål på 1,5 $\mu\text{g/l}$ som er lavere end områder ved Læsø, Anholt midt i Kattegat på 1,6 $\mu\text{g/l}$.

Typologi af fjordene syntes at være vigtig i denne sammenhæng. Det kan derfor undre med hvilken begrundelse Norsminde Fjord ikke er typologiseret som Slusefjord på linje med fx Hjarbæk Fjord og de Vestjyske Fjorde. Generelt virker typologisering anvendt til målfastsættelse af klorofyl-a, relativ unuanceret, således bl.a lukkede og relativt åbne områder kommer i samme kategori.

Endelig er udvaskningen år 1900 meget afgørende for den beregnede referenceværdi for klorofyl. Den beregnede udvaskning år 1900 mener SEGES ikke er fastsat på faglig korrekt måde, idet det er antaget kvælstofkoncentrationer som svarer til udyrket land, hvilket ikke modsvarer situationen i 1900. (se evt tidligere fremsendt notat fra SEGES)

Typologi defineret i 2005

De danske fjorde og åbne vandområder er inddelt i en række typologier jf. *Faglig rapport fra DMU nr. 535, 2005*.

For de åbne indre vandområder er inddeling relativ simpel efter saltholdighed (grænse ved bælte) samt et specifikt område omfattende Øresund og området nord for Sjælland.

Fjorde er inddelt i 12 typologier på baggrund af salinitet, lagdeling, afstrømning, opholdtid, derudover findes 1 type som "sluse fjorde". Reelt er der kun fundet fjorde på 9 af de 12 fjordtypologier

ud af de fjorde som indgår i undersøgelsen. Kun et udvalg af de største fjorde indgår i undersøgelsen. Således indgår fx Norsminde Fjord ikke i undersøgelsen grundet størrelsen.

Tabel 2.1. Åbentvandstyper i de danske farvande.

Salinitet	Mesohalin (S>5&S<18)	Polyhalin (S>18&S<30)	Euhalin (S>30)	
Fysisk påvirkning	Indre danske farvande	Indre danske farvande	Indre danske farvande	Eksporeret Tidevand
Type betegnelse	ow3	ow2	ow1	ow4 ow5
Beskrivelse	Syd for Drogden, Storebæltsbroen og Lillebælt samt omkring Bornholm	Nord for Drogden, Storebæltsbroen og Lillebælt	Højsaline områder nord for Sjælland og i det centrale Øresund	Jyske vestkyst

Tabel 2.2. Fjordtyper i de indre danske farvande, hvor: S: Salinitet i 80% dybden. Med 80% dybden menes den dybde, som svarer til 80% af fjordens areal, er mere lavvandet end denne dybde. Denne definition er valgt, fordi mange målinger bliver lavet i særligt dybe områder, som ikke er repræsentative for fjordens dybde. I enkelte tilfælde er saliniteten i 90% dybden anvendt (Mariager og Karrebæk fjorde). ΔS : Forskel mellem overflade og bundsalinitet. Grænsen svarer til, at $\Delta S > 1$ i 50% af profilerne målt på en given station. F: Afstrømningsindeks defineret som afstrømning [$m^3 s^{-1}$]/opholdstid [dage].

Oligohaline (S<5)		Mesohaline (S>5&S<18)				Polyhaline (S>18&S<30)					
Lagdelt		Blandet		Lagdelt		Blandet		Lagdelt		Blandet	
$\Delta S > 1$		$\Delta S < 1$		$\Delta S > 1$		$\Delta S < 1$		$\Delta S > 1$		$\Delta S < 1$	
F<0.1	F>0.1	F<0.1	F>0.1	F<0.1	F>0.1	F<0.1	F>0.1	F<0.1	F>0.1	F<0.1	F>0.1
O1	O3	O2	O4	M1	M3	M2	M4	P1	P3	P2	P4

Tabel 2.3. Fordeling af fjorde mellem typeområder.

Type	Områder af denne type
O1	
O2	
O3	Indre Randers Fjord
O4	
M1	Augustenborg Fjord Helnæs Bugt Nakskov Fjord Indre Åbenrå Fjord Indre Mariager Fjord
M2	Roskilde Fjord Dybsø Fjord Præsto Fjord Lunkebugten Holsteinborg Nor
M3	Karrebæk Fjord Centrale Randers Fjord Holckenhavn Fjord
M4	Indre Odense Fjord
P1	Flensborg Fjord Gamborg Fjord Ydre Åbenrå Fjord Ydre Mariager Fjord
P2	Isefjord
P3	Århus Bugt Horsens Fjord Vejle Fjord Kalundborg Fjord Kolding Fjord Skive Fjord Lovns Bredning Risgårde Bredning Ydre Randers Fjord Ydre Odense Fjord
P4	Nissum Bredning Thisted Bredning Kås Bredning Løgstor Bredning Nibe Bredning
Slusefjorde	Ringkjøbing Fjord Nissum Fjord

Typologi anvendt i vandplaner

I vandplaner har man ønsket en forsimpning af kategorierne for fjordene og reduceret typologien fra 12 til 5 kategorier (dertil 1 slusefjordskategori)

Man er ønsket at kategorisere efter ferskvandpåvirkning jf følgende (fra notat AU/DHI):

Fjord/kyst-kategorierne er primært baseret på graden af ferskvandspåvirkning, idet det antages, at ferskvandspåvirkningen også i en referencesituation vil være afgørende for klorofyl-koncentrationen i vandområdet. I den danske typologi indgår ligeledes et udtryk for ferskvandspåvirkningen (angivet ved et afstrømningsindex, F , der beskriver relationen mellem ferskvandsafstrømning og ferskvandets gennemsnitlige opholdstid

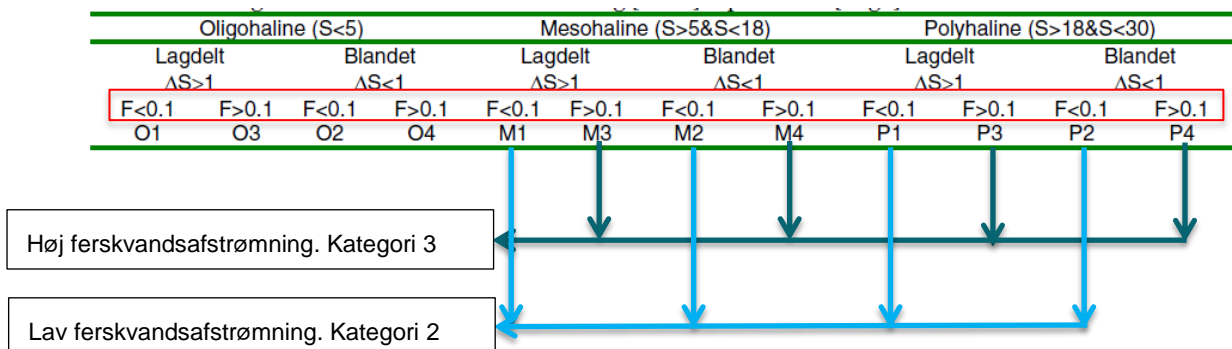
Tabel 3 Oversigt over de kategorier, som er brugt i nærværende projekt ifm. fastlæggelse af klorofylgrænseværdier i modellerede danske vandområder.

Kategori	Beskrivelse
1	Åbent vand
2	Åbne fjorde/bugter, som er mindre ferskvandspåvirkede
3	Vandområder, som er noget ferskvandspåvirkede
4	Vandområder, som er meget ferskvandspåvirkede
5	Slusefjorde

Tabel 4 Sammenhæng mellem kategorier anvendt i denne undersøgelse og typerne i den danske typologi for fjord- og kystområder.

Kategorier	2	3	4	5
Den danske typologi	M1, M2, P1, P2	M3, M4, P3, P4	O3, O4	slusefjord

Følgende er den forsimplede kategorisering tydeliggjort. "F" er afstrømningsindeks. Hvor $F > 0.1$ kategoriseres i 3 og hvor $F < 0.1$ kategoriseres i 2.



Diskussion af fremgangsmåden

Det har tilsyneladende været hensigten, trods forsimplingen, at kategoriseringen skulle afspejle en fjords tilførsel af ferskvand og dermed påvirkningen af kvælstof fra det tilhørende opland. Princippet er for så vidt rigtigt, problemet er bare at der reelt kun er 2 kategorier for ferskvandpåvirkning. Enten $F < 0.1$ eller $F > 0.1$ for hovedparten af danske fjorde som har en saltholdighed mellem 5 og 30 promille.

Tabel 11 God-moderat grænseværdier for fytoplankton-indikatoren sommerklorofyl baseret på de beregnede kategori-grænseværdier. For modellerede vandområder er de beregnede GM-kategoriværdier anvendt. For ikke-modellerede vandområder er sammenhængen angivet i Tabel 4 mellem den danske typologi og kategorierne anvendt til at 'udbrede' GM-værdierne.

	Vand- område ID	Type i hht. den danske typologi	Kategori	GM- miljømå	
Kategori 2	Smålandsfarvandet, syd	34	M1	2	2,1
	Helnæs Bugt	87	M1	2	2,1
	Als Sund	104	M1	2	2,1
	Nakskov Fjord	207	M1	2	2,1
	Roskilde Fjord, ydre	1	M2	2	2,1
	Musholm Bugt, indre	26	M2	2	2,1
	Avnø Fjord	37	M2	2	2,1
	Guldborgsund	38	M2	2	2,1
	Stege Bugt	48	M2	2	2,1
	Kløven	72	M2	2	2,1
	Lunkebugten	89	M2	2	2,1
	Faaborg Fjord	212	M2	2	2,1
	Åbenrå Fjord	102	P1	2	2,1
	Als Fjord	103	P1	2	2,1
	Flensborg Fjord, ydre	114	P1	2	2,1
	Ebeltoft Vig	141	P1	2	2,1
	Kalø Vig, indre	145	P1	2	2,1
	Isefjord	24	P2	2	2,1
	Kalundborg Fjord	29	P3	2 ¹	2,1
	Århus Bugt, Kalø og Begtrup Vig	147	P3	2 ¹	2,1
Augustenborg Fjord	105	M2	2	2,1	
Flensborg Fjord, indre	113	P1	2	2,1	
Kategori 3	Roskilde Fjord, indre	2	M2	3 ²	3,6
	Karrebæk Fjord	35	M3	3	3,6
	Nakkebølle Fjord	63	M3	3	3,6
	Odense Fjord, Seden Strand	93	M4	3	3,6
	Mariager ydre	160	P1	3	3,6
	Nyborg Fjord	86	P3	3	3,6
	Odense Fjord, ydre	92	P3	3	3,6
	Vejle Fjord, ydre	122	P3	3	3,6
	Vejle Fjord, indre	123	P3	3	3,6
	Kolding Fjord, indre	124	P3	3	3,6
	Kolding Fjord, ydre	125	P3	3	3,6
	Horsens Fjord, ydre	127	P3	3	3,6
	Horsens Fjord, indre	128	P3	3	3,6
	Randers, ydre	137	P3	3	3,6
	Dalby bugt	61	P4	3	3,6
	Nissum, Thisted, Kås, Løgstør, Nibe, Langerak	156	P4	3	3,6
	Ringkøbing	132	Slusefjord	5	8
Hjarbæk Fjord	158	Slusefjord	5	9	
Bjørnholms Bugt, Riisgårde Bredning, Skive Fjord og Lovns Bredning	157	P3	UK ³	6	

Mariager inderfjord er i notat kategoriseret som M1, men mangler i tabel
Den vil ligeledes falde ud af kategori 2

¹: Vandområder med kort hydraulisk opholdstid og som derfor vurderes at være mindre ferskvandspåvirkede end angivet i den danske typologi for kystvandstyper.

²: Vandområder med lang hydraulisk opholdstid og som derfor vurderes at være mere ferskvandspåvirkede end angivet i den danske typologi for kystvandstyper.

³: Vandområde, hvor det vurderes at der også i en referencesituation kan forekomme iltsvind, som kan påvirke referencekoncentrationen af klorofyl. Vandområderne er derfor ikke indplaceret i dette projekts kategorier, men har fået tildelt en klorofyl-grænseværdi baseret på områdespecifikke modelberegninger for vandområde 157.

Af ovenstående tabel fremgår 2 problemstillinger:

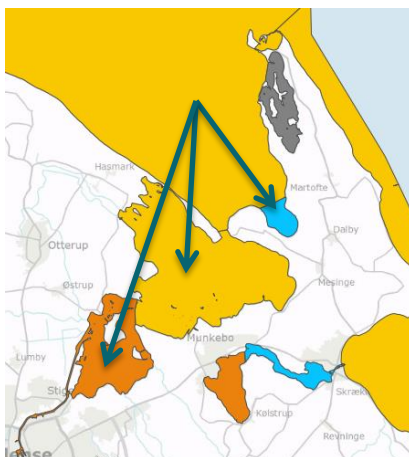
1. Undtagelser. Der er flere undtagelser fra kategoriseringsprincippet som er beskrevet. Markeret med rødt i tabel. Hvilken bedømmelse ligger bag? Umiddelbart fremgår det af tekst under tabel at det er opholdstid som flytter fjorde fra kategori 2 til 3 og omvendt. Men opholdstiden indgår i afstrømningsindekset som er defineret som "afstrømning" divideret med opholdstiden og bør derfor ikke være et argument for at flytte fjorde. En anden undtagelse for vandområder er hvor der vurderes at kunne forekomme iltsvind i en referencesituation. Denne undtagelse er brugt for områder i Limfjorden men vil være potentiel for flere andre vandområder, hvor der er lagdeling af vandsøjlen. Undtagelsen er netop nødvendig fordi kategorisering efter lagdeling, som ellers anvendt i den oprindelige 2005 kategorisering er pillet ud i forsimplingen. Spørgsmålet er hvilket skøn der nu ligger bag denne undtagelse når ikke en mere objektiv lagdelingskategori anvendes?
2. Det væsentligste problem er imidlertid at fjordene i al væsentlighed kun inddeles i 2 kategorier. Det betyder fx at Odense Indre Fjord kategoriseres sammen med Odense Ydre Fjord og sammen med Dalby Bugt som ligger helt uden for Fjorden med stor rand til Kattegat. Dermed får de samme mål på 3,6 µg/l. Det er helt indlysende at Odense Indre Fjord er mere næringsstofpåvirket end Dalby Bugt grundet en relativ lille rand og stor afstrømning fra Odense Å. Det er derfor indlysende at den anvendte kategorisering for et stort flertal af fjorde ikke alene kan basere sig på en inddeling efter afstrømningsindekset (F).

Fastsættelse af grænseværdi på hhv 2,1 og 3,6 for de 2 kategorier "2" og "3" sker på baggrund af ganske få fjorde. Fremgår af nedenstående tabel

Navn	Vand-område ID	Type i hht. den danske typologi	Kategori	MEK Stn. GM	MEK Vomr. GM	STAT Stn. GM	Ensemble GM	GM pr. kategori
God-moderat grænseværdier (µg/l)								
Isefjord ydre	165	M2	2			3,4		
Roskilde ydre	1	M2	2	1,9/ 2,3	1,7		2,6*	
Åbenrå Fjord	102	P1	2	1,6	1,6	1,9	1,8	
Århus Bugt, Kalø og Begtrup Vig	147	P3	2	1,7	1,6	2,2	1,9	2,1
Roskilde Fjord, indre	2	M2	3	4,2	4,6	3,7	4,2	
Odense Fjord, ydre	92	P3	3	2,1	1,3	6,9	4,1	
Vejle	123	P3	3	2,4	2,2	2,9	2,6	
Nissum, Thisted, Kås, Løgstør, Nibe, Langerak	156	P4	3	-	3	4,0	3,5	3,6
- Kås	156	P4	3	1,2		6,7	4,0	
- Nibe	156	P4	3	0,7		3,4	2,1	
- Løgstør	156	P4	3	5,4		4,8	5,1	
- Nissum	156	P4	3	1,6		1,2	1,4	

* Gennemsnit af Isefjord, ydre og Roskilde Fjord, ydre

Det fremgår at hver kategori består af et gennemsnit af mere lukkede områder og mere åbne områder. Det betyder at de mere lukkede og ferskvandpåvirkede områder vil få skærpede værdier ved denne metode og yder fjerne/åbne områder vil få mere lempede værdier. Dette set fx i tilfældet med Odense Fjord/dalby bugt hvor Dalby Bugt har høj økologisk tilstand, mens indre Odense Fjord har ringe økologisk tilstand. Typisk har inderfjorde de store ferskvandkilder og dermed store oplande, som grundet denne metode får skærpede krav til kvælstofreduktion, mens yderfjorde med ofte kun mindre ferskvandkilder får lempeligere krav. For landbruget betyder denne metode med at anvende et gennemsnit for yder og inderfjorde at landbruget samlet set får mere strenge krav i meget store oplande end det modellerne reelt tilsiger.



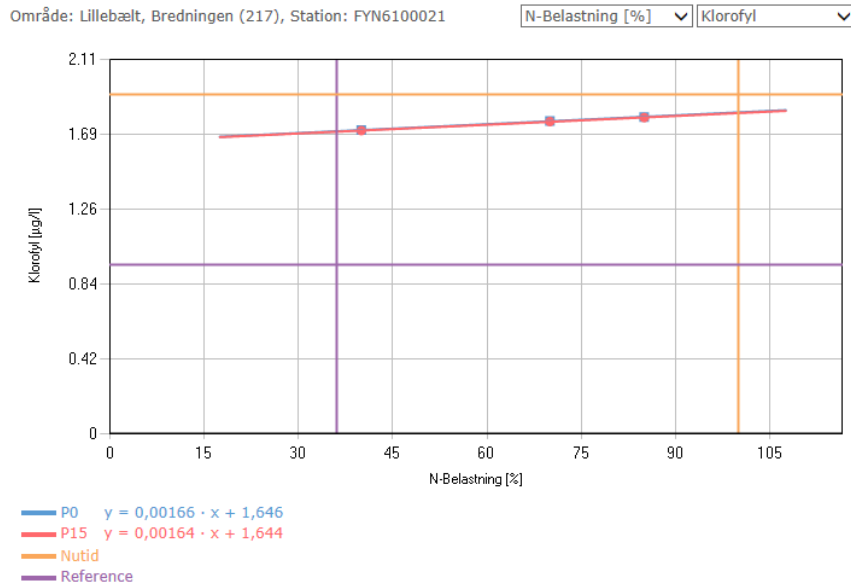
Miljøtilstand for Klorofyl-a. Odense indre fjorde har ringe tilstand, Odense Ydre Fjord har moderat tilstand, mens Dalby bugt har Høj tilstand. Alle områder med klorofylmål på 3,6.

Kategori 1 – åbent vand

Åbent Kattegat er eneste vandområde hvor det reelt er muligt at lave en interkalibrering i EU sammenhæng, da området er sammenligneligt med andre lande.

Logikken tilsiger at jo nærmere ferskvandsafstrømning jo mindre strenge skal målene være. Dette fremgår bla. af M. Maar et al. / Ecological Modelling, 2016. Det er derfor på ingen måde logisk at Lillebælt får tildelt et mål på 1,5 $\mu\text{g/l}$ som er lavere end områder ved Læsø, Anholt midt i Kattegat på 1,6 $\mu\text{g/l}$. Som det fremgår af nedenstående responskurve så har det overordentligt stor betydning for kvælstofreduktionskravet om grænsen sættes ved 1,5 eller fx 1,7.

Den nuværende fastsættelse af grænseværdi og tilhørende betydelige indsatskrav virker ikke tilstrækkeligt underbygget.



Figur. DHI beregning med mekanistisk model for Lillebælt. Responskurve for reduktion i dansk bidrag af kvælstof og respons i klorofyl.

Venlig hilsen

Flemming Gertz
Landskonsulent, Vandmiljø
SEGES Planter & Miljø

D +45 8740 5418
M +45 3092 1763
E flg@seges.dk