

Statistiske modeller anvendt i Vandplanarbejdet (VP3)

Forfatter: Flemming Gertz Chefkonsulent, Vandmiljø Planter & Miljø, SEGES Innovation

14. juni 2022

Kvælstofindsatsbehovet i Vandområdeplanerne 2021-2027 baseres på beregninger af 2 forskellige modelkomplekssystemer hhv. statistiske modeller fra Aarhus Universitet og mekanistiske/dynamiske modeller fra DHI. Der er lavet statistiske modeller for en række fjorde og vandområder, som er rapporteret i to rapporter fra Aarhus Universitet (ref1 & ref2)

Formålet med at udvikle bayesianske hierarkiske modeller, har været at beskrive klorofyl-a koncentrationen og den lysbegrænsende dybde for ålegræs i de danske vandområder, som en funktion af landbaseret kvælstof- og fosforbelastning, fysisk-kemiske og klimatiske prediktorer. Modellerne er anvendt til fastslå reference tilstand for klorofyl og lys og bestemme den maksimale næringsstofftilførsel, som vil sikre god økologisk tilstand i danske kystvande.

SEGES vurdering af modellerne

Der er en række problemer forbundet med anvendelse af modellerne i forhold til at fastsætte den maksimale næringsstofftilførsel.

1) Modellerne korrelerer den landbaserede tilførsel af næringsstoffer fra de direkte oplande til en fjord eller kystvandområde. Dette uanset om det er en mere lukket fjord eller et gennemstrømningsområde. Et eksempel på det sidste er fx Lillebælt, hvor det nære opland til "snævringen" i Lillebælt korreleres. Der anvendes i modellerne fem måneders "load" som korreleres til enten klorofyl eller lys (Kd). Problemet i den sammenhæng er, at vandet i snævringen for længst er skiftet ud. Der er ingen fjorde eller kystvande inden for 1. sømilegrænsen, som akkumulerer ni måneders load fra det nære opland, hvorfor det ikke giver mening at lave en relation mellem det umiddelbare opland med ni måneders load og sommermiddel for klorofyl eller sommermiddel for lys. Ind gennem en fjord fra åbent vandområde til kilde (vandløb) inderst i fjorden er der en næringsstofgradient. Men denne gradient er ikke akkumulationen af ni måneders load. Det er opholdstiden som bestemmer denne gradient og ofte er opholdstiden i danske fjorde få dage til en uge og oftest mindre end en måned.

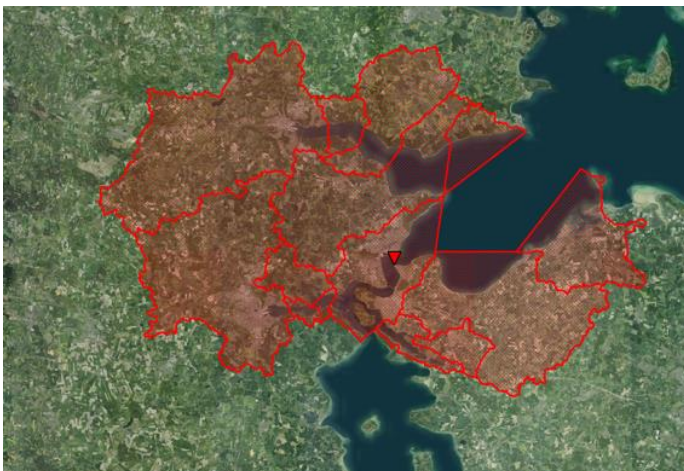


Fig.1 : Opland til station i snævringen i Lillebælt

2) Begrebet "load" anvendes i modellerne som fælles betegnelse for tilførsel af kvælstof og fosfor fra oplandet. Det er ikke muligt i de statistiske modeller at adskille, om det er kvælstof eller fosfor, som påvirker et kvalitetselement (klorofyl eller lys), fordi kvælstof og fosfor har samme trend i tilførsel. Det er først senere i processen man forsøger at bestemme, hvorvidt det er fosfor eller kvælstof som er betydende. Her kommer udfordringen, at fosfor er begrænsende for vækst af alger i foråret, men kvælstof er det i sommermånederne. Da man skal vælge påvirkningen af klorofyl og lys som et middel fra maj-september bliver kvælstof som regel den mest dominerende. Derfor vælges kvælstof som hovedparameter og fosfor vælges fra, til trods for at fosfor i foråret har stor betydning for tilstanden (ref3)

3) Der er eksempler på at man i Vandområdeplanerne ignorerer resultater fra modellerne og vælger en kvælstofreduktion til trods for, at modellerne fx har opnået gode resultater for en relation mellem fosfor og de biologiske parametre. Nedenstående eksempel er for Nissum Fjord (Mellem Fjord st. RKB22). Her får man R^2 på 0,93 for lysmodellen, hvor fosforbegrænsning indgår som prediktor i modellen sammen med temperatur og vind.

Station name	Station ID	R^2	Mean residual (Bias)	RMSE	Shapiro-Wilk test for residual	F test for residual vs. time	Significant predictors
Nissum fjord	RKB22	0.93***	0,00001	0.07	NS	NS	Temp, TPlim, Wind

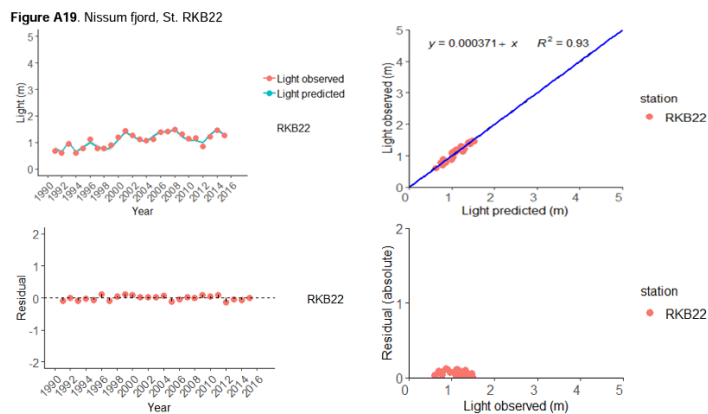


Fig. 2: Korrelation for lysmodel for Nissum Fjord

I klorofylmodellen får man R^2 på 0,61 for sammenhængen mellem klorofyl og salinitet, vandsøj-lens stabilitet (Brunt-Väisälä buoyancy frequency) og load. I modellen er load ikke nærmere defineret som enten kvælstof eller fosfor. Men to ting peger på, at korrelationen er afhængig af fosfor. Dels resultatet fra lysmodellen, hvor det er fosforbegrænsning, som er vigtig, og dels data for fjorden, som viser, at der reelt er fosforbegrænsning og ikke kvælstofbegrænsning (fig4). I vandområdeplaner ignorerer man disse resultater, og har en betydelig kvælstofindsats.

Station name	Station ID	R^2	Mean residual (Bias)	RMSE	Shapiro-Wilk test for residual	F test for residual vs. time	Significant predictors
Nissum fjord	RKB22	0.61***	-0,085	10,80	NS	NS	Load, BV, Sali

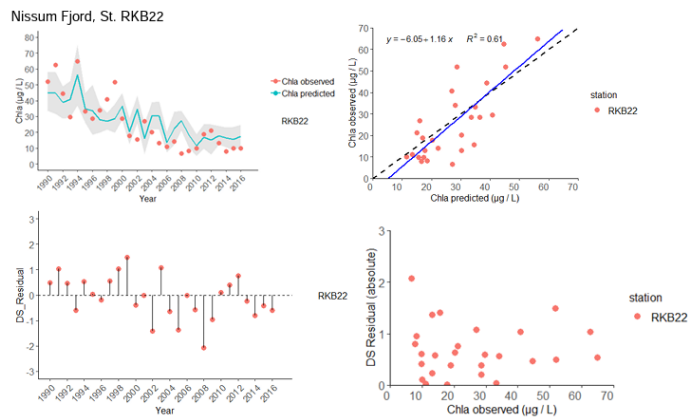
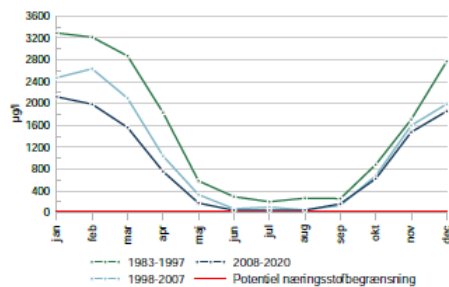
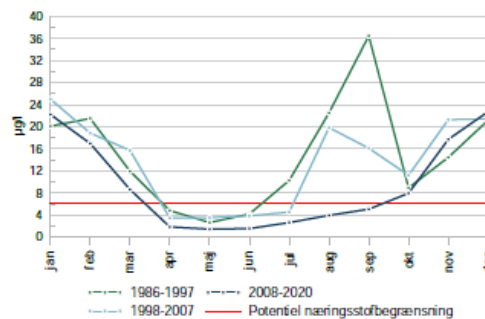


Fig. 3: Korrelation for klorofylmodel for Nissum Fjord.



Figur 5.3 Gennemsnit af DIN-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) på månedsbasis i perioderne 1983-1997, 1998-2007 og 2008-2020 for station 91240002. Den potentielle næringsstofbegrænsning for DIN er $28 \mu\text{g/l}$. Bemærk, at ingen af perioderne kommer under det begrænsende niveau, og at niveauet for månederne juni, juli og august ligger i den sidste periode 2008-2020 på lige over $40 \mu\text{g/l}$.



Figur 5.4 Gennemsnit af orthofosfat-P-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) på månedsbasis i perioderne 1986-1997, 1998-2007 og 2008-2020 for station 91240002. Den potentielle næringsstofbegrænsning for orthofosfat-P er $6,2 \mu\text{g/l}$.

Fig.4: Figurer der viser niveauer af DIN og DIP. Rød strek markerer potentiel begrænsning.

Konklusion

De statistiske modeller er oftest ikke brugbare til at fastlægge næringsstofindsatskrav. De kan ikke skelne mellem påvirkning af kvælstof og fosfor. Man må derfor i en senere proces beslutte om det er fosfor eller kvælstof, som er problemet. Ofte er det begge. Der regnes på loads over ni måneder fra januar til september og korrelerer det til enten lys og klorofyl. Der er ingen fjordområder, som akkumulerer nitrat over ni måneder, fordi det skyller videre ud i åbne farvande efter få dage op til uger. Enkelte vandområder op til ca. en måned i vintermånederne. Fosfor derimod har større tendens til at sedimentere og være til rådighed om sommeren. De mest oplagte steder, hvor statistiske modeller med ni måneders load vil være relevante, er relativt lukkede systemer som er følsomme for fosfor. Et sådant system er Nissum Fjord, og man får her gode resultater for sammenhæng mellem fosfor til både lys og klorofyl. Men i Vandområdeplanerne laver man alene en kvælstofindsats. Stik mod hvad modeller fortæller.

Referencer

Ref1: Shetty N, Christensen JPA, Damgaard C & Timmermann K. 2021. Modelling chlorophyll-a concentrations in Danish coastal waters using a Bayesian modelling approach. Documentation report. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 62 pp. Scientific Report No. 469.

Ref2: Christensen, J.P.A., Shetty, N., Andersen, N.R., Damgaard, C. & Timmermann, K. 2021. Modelling light conditions in Danish coastal waters using a Bayesian modelling approach. Model documentation. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 48 pp. Scientific Report No. 422 <http://dce2.au.dk/pub/SR422.pdf>

Ref3: Flemming Gertz, 2022, Notat vedr. danske kystvandes følsomhed for fosfor
SEGES Innovation, Planter & Miljø