
Tidslig målretning af kvælstofindsats for Karrebæk Fjord

En ny analyse udført af DHI for Karrebæk Fjord /1/ indikerer, at en indsats for at reducere vintersæsonens kvælstoftilførsel kun har mindre betydning for algevæksten i sommerhalvåret pga. vandets korte opholdstid i fjorden. Det kan derfor være relevant for både Karrebæk Fjord og andre fjorde med kort opholdstid at undersøge om en tidslig målretning af kvælstofindsatsbehovet kan medvirke til mere omkostningseffektive indsatskrav.

FLEMMING GERTZ

Introduktion

Den danske kvælstofindsats for at forbedre miljøtilstanden i de danske kystvande, er hidtil sket ved at beregne årlige reduktionsmål. Målet i Vandmiljøplanerne (1987-2004) var en 50 % reduktion af det årlige bidrag til hele det danske vandområde. Med implementering af Vandrammedirektivet (2000-2027) er der sket en geografisk målretning, således at forskellige vandområder har fået beregnet differentierede årlige kvælstofindsatsbehov afhængig af de stedtypiske forhold.

De danske kystvande varierer fra åbne farvande til bugter, fjorde og laguner og er i vandområdeplanerne inddelt i 119 forskellige områder, hvortil der er fastsat indsatsbehov. Tilførslen af vand og næringsstoffer fra danske oplande varierer geografisk, og det samme gør udveksling af vand mellem forskellige vandområder. Dette, sammen med andre stedtypiske forhold, betyder at der er en stor variation mellem kystvandene, og de har hver især deres specifikke forhold, som kan være afgørende for miljøtilstanden.

Oftes ses at mindre laguner og halvlukkede fjorde også har de største kvælstofreduktionskrav, fordi de umiddelbart er mest påvirkede af det danske bidrag, hvorimod fjorde med

større rand til åbne farvande også har en større udveksling med åbne farvande og derfor i højere grad er påvirkede af de omkringliggende farvande.

Hypoteser

Vandets opholdstider i danske fjorde varierer betydeligt fra mindre end 10 dage til mere end 3 måneder. Da kvælstof fra landbruget helt overvejende tabes i efteråret og vinter, hvor optagelsen i afgrøderne på markerne er gået i stå og hvor nedbøren er stor, kan det derfor overvejes, hvorvidt den store vinterkvælstofafstrømning fra landbruget bidrager til vækst af hurtigt voksende planteplankton og makroalger i sommerhalvåret i fjorde med kort opholdstid. Såfremt der er en tidslig komponent vil det have betydning for hvilke virkemidler i oplandet, som vil være relevante at anvende, idet forskellige virkemidler vil kunne reducere kvælstoftabet til fjordene på forskellige tidspunkter hen over året.

Følgende hypoteser er derfor fremsat:

- 1) For ferskvandpåvirkede kystvande med lille opholdstid vil den danske efterår- og vinterkvælstofafstrømning have ingen eller kun mindre betydning for miljøtilstanden i det pågældende kystvand.
- 2) I oplandet til ferskvandpåvirkede kystvande med lille opholdstid skal kvælstofindsatsen tilrettelægges således at den tidsligt målrettes sommerperioden.

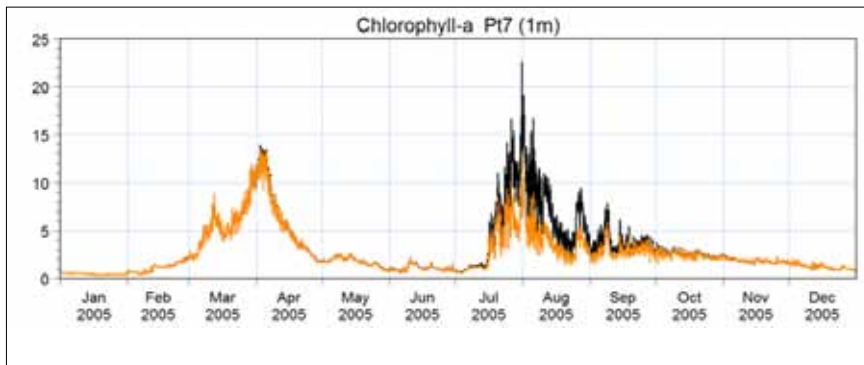
Undersøgelse af Karrebæk Fjord

For at undersøge hypotese 1 nærmere har SEGES fået DHI til at foretage beregninger for Karrebæk Fjord. Beregningerne er finansieret via et promilleprojekt. Herunder har Østlige Øers Landboforeninger bidraget med 50 % af finansieringen som et tilskud til promilleprojektet.

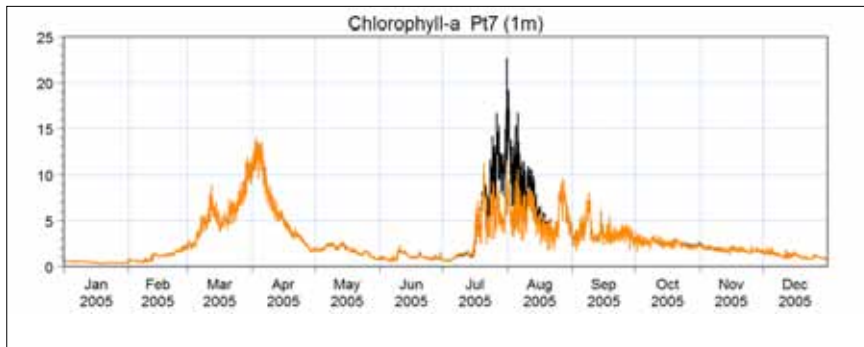
Beregningerne er foretaget med en MIKE3 model, som Landbrug & Fødevarer fik opstillet i 2011 af DHI for Karrebæk Fjord, Dybsø Fjord og Smålandsfarvandet. Modellen er i sin tid blevet kalibreret for 2005 og er i denne sammenhæng opdateret til nyeste version, men denne gang kørt med en middel afstrømning for perioden 2007-2011 og tilsvarende er kvælstofkoncentrationer midlet for denne periode. Dette fordi 2005 havde et specielt afstrømningsforløb med unormalt lav efterårsafstrømning.

For at undersøge hypotesen valgtes 4 scenarier som skulle kunne afdække, hvorledes fjorden vil respondere på tidsligt forskellige reduktioner/1/. Følgende scenarier blev valgt:

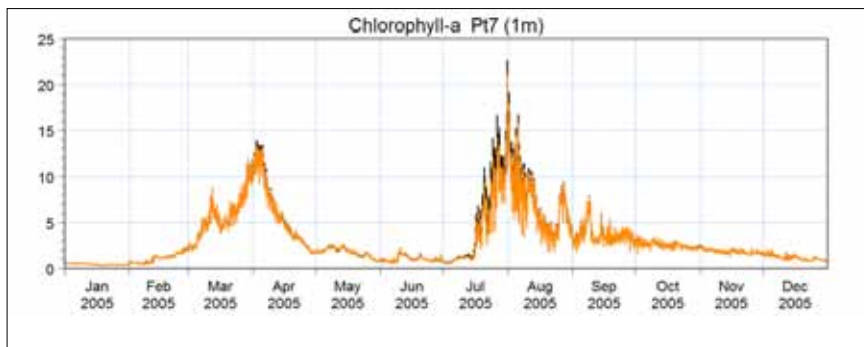
- Reduktion med 26 % N over hele året svarende til 325 tons N pr år (jf. Vandområdeplaner)
- Reduktion med 35 % N i december, januar, februar svarende til 218 tons N pr år
- Reduktion med 35 % N i februar, marts april svarende til 184 tons N pr år
- Reduktion med 35 % N i maj, juni, juli svarende til 41 tons N pr år



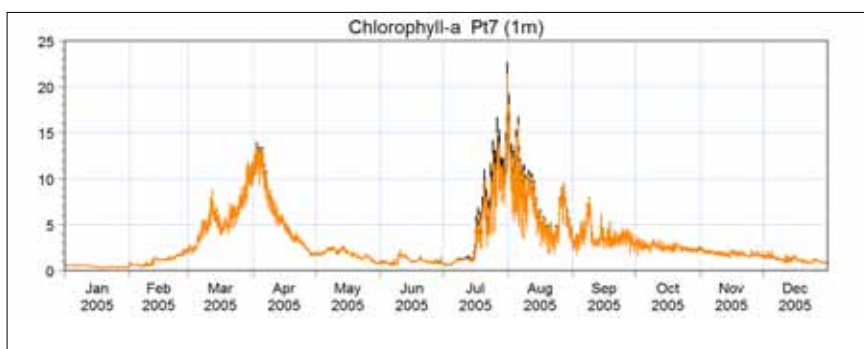
Figur 1. Reduktion af sommermiddel Chlorofyl-a koncentration ved Station 7 (overflade). Sort farve er baseline og orange er 25% reduktion over hele året. Svarende til 325 ton N.



Figur 2. Reduktion af sommermiddel Chlorofyl-a koncentration ved Station 7 (overflade). Sort farve er baseline og orange er 35% reduktion i 3 sommermåneder. Svarende til 41 ton N.



Figur 3. Reduktion af sommermiddel Chlorofyl-a koncentration ved Station 7 (overflade). Sort farve er baseline og orange er 35% reduktion i 3 forårsmåneder. Svarende til 184 ton N.



Figur 4. Reduktion af sommermiddel Chlorofyl-a koncentration ved Station 7 (overflade). Sort farve er baseline og orange er 35% reduktion i 3 vintermåneder. Svarende til 218 ton N.

Responen i fjorden blev vurderet på flere parametre, hvoraf især klorofyl-a er vigtig, idet det er et udtryk for plantep plankton i fjorden og er målsat til $3,6 \mu\text{g/l}$ i vandområdeplanerne for grænsen mellem god og moderat tilstand.

Resultater

For at skabe en sammenlignelighed med de opstillede krav for Karrebæk Fjord blev der først gennemført en beregning med en reduktion, svarende til 325 ton N (vandplansscena-

rie) og dette scenarie er så blevet brugt som basis for at vurdere forskelle på, hvordan de andre scenarier responderer. Med en reduktion på 325 ton N reduceres sommerklorofyl koncentrationen med ca. 30 % (Fig. 1) og der er en opnåelse af det forventede sommerkrav på maksimum $3,6 \mu\text{g/l}$ klorofyl-a.

Resultaterne af de tre andre kørsler viste, at fjorden kun responderer svagt på reduktioner i vintermånederne og forårsmånederne (Fig. 2-4), og i begge scenarier skete en ca. 5 % reduktion i sommermiddel klorofyl-a koncentrationen, ved hhv. en vinterreduktion på 218 ton N og forårsreduktion på 184 ton N.

Det ses endvidere på figurene 1-4, at der ikke sker en reduktion af i forårsklorofyl maksimum. Dette fordi plankton på dette tidspunkt er fosforbegrænset. Der er ikke kørt scenarier for fosfor, men arbejdet indikerer at en forforreduktion til fjorden vil kunne reducere algeopblomstringen i foråret.

Reduktionen på 41 ton i månederne maj, juni og juli gav en reduktion på ca. 16 % i sommermiddel klorofyl-a koncentrationen. Det må anslås, at hvis reduktionen blev forlænget til august og september ville reduktionen antageligt have været noget større og tættere på eller tilsvarende det første scenarie, hvor der blev reduceret hele året. Det kan derfor groft antages, at med en middel reduktion pr måned på $13,7 \text{ ton N}$ (maj-juli) vil en reduktion på 68 ton N for perioden maj-september i store træk modsvare en reduktion på 26 % over hele året svarende 325 ton N.

Det kan således sammenfattes, at pilotundersøgelsen demonstrerer, at for Karrebæk Fjord understøttes hypotesen om, at vinterens kvælstofafstrømning fra land kun har lille betydning for fjordens miljøtilstand om sommeren, pga. den lille opholdstid i fjorden. Undersøgelsen viser at dette ligeledes gælder forårsafstrømningen, hvorimod den væsentligste påvirkning af fjordens tilstand sker ved en reduktion af kvælstof i sommerhalvåret.

Kvælstofindsats i Karrebæk Fjords opland

Den nuværende indsats i vandområdeplanerne som omfatter kollektive virkemidler, vådområder, minivådområder, skovrejsning og efterafgrøder peger primært mod en reduktion af kvælstoffets vinterafstrømning. Spørgsmålet er hvilke muligheder der er for at reducere kvælstof målrettet sommerperioden, hvor undersøgelsen peger på, at der var klart størst effekt ved en reduktion?

SEGES har i 2016 undersøgt potentialet ved den målrettede regulering og den kollektive indsats i oplandet til Karrebæk Fjord. I den undersøgelse indgår ikke en nærmere under-

søgelse af en tidlig optimering, men problemstillingen er overfladisk berørt, idet undersøgelsen viste, at det kunne være svært at reducere kvælstofstrømningen i sommerhalvåret yderligere fra landbruget /2/.

En simpel analyse af koncentrationen af nitrat i Susåen opdelt på de fire årstider siden 1980 viser flere interessante tendenser (Fig. 1). For det første ses en forskel mellem koncentrationerne i vinter/forår og i sommer/efterår. Dette mønster stemmer overens med viden om, hvornår drænen løber. På Sjælland, hvor nedbøren er mindre end i den vestlige del af landet, begynder drænen typisk at løbe sidst på efteråret og tørrer ud hen på foråret. Sommer, sensommer og et stykke ind i efteråret løber der generelt ingen eller kun lidt vand i drænen. Koncentrationsniveauet i Susåen i den periode afspejler formentlig derfor i højere grad grundvandsbidraget samt bidrag fra andre kilder end drænen, herunder spildevand. Der ses et fald i koncentrationen af nitrat og nitrit for sommer/efterår fra 1980 frem til midt 1990'erne, hvilket muligvis kan skyldes den betydelige spildevandsrensning i disse år. I perioden herefter frem til 2015 har kvælstofniveauet i sommer/efterår været relativt stabilt omkring 1-2 mg nitrat-N. For koncentrationen af nitrat+nitrit i vinter/forår ses et forløb, hvor niveauet begyndte at falde i 1990'erne, hvilket er i overensstemmelse med de landsdækkende tal for kvælstofudledningen til havet. Året 1995/96 var specielt grundet et ekstraordinært tørt år. Fra 1990 til 2015 er koncentrationen faldet fra ca. 7 mg nitrat-N/l til 3-4 mg nitrat-N/l. Sammenfattende kan man sige, at landbrugets bidrag primært kommer til udtryk i koncentrationerne vinter og forår. Koncentrationsdata fra Susåen indikerer således, at en yderligere

Tabel 1. Reduktioner af sommerrid Chlorofyll-a koncentration ved Station 7 (overflade) ved forskellige tidligt målrettede kvælstofreduktioner.

Scenario	N-load (tons year per	Reductions and season	Reduction in summer chlorophyll-a
Baseline	1250	0%, entire year	0%
1	952	26%, entire year	30%
2	1032	35%, winter	5%
3	1066	35%, spring	5%
4	1209	35%, summer	16%

reduktion i landbrugets kvælstofudledning næppe vil have stor indflydelse på koncentrationerne sommer og efterår, som har været stabile i 20 år til trods for den betydelige reduktion i næringsstofudledningen fra landbruget i denne årrække. De målte koncentrationer i Susåen dækker kun dele af oplandet og der kan være områder i oplandet nedstrøms målestationen ved Holløse Mølle, som vil kunne bidrage med kvælstof sommerreduktioner.

Perspektiver

Undersøgelsen af Karrebæk Fjord skal opfattes som et pilotstudie. Undersøgelsen har dog principiel karakter, for andre vandområder i Danmark der også har korte opholdstider i varierende grad. Samtidig har oplande forskellig karakter og afstrømningsmønstre, hvilket påvirker de virkemidler som er mulige at anvende. Undersøgelsen bør således følges op af en større undersøgelse på national skala indeholdende såvel en kystvandsanalyse og en oplandsanalyse. Såfremt hypotesen fortsat understøttes af yderligere undersøgelser, vil det få vidtrækkende konsekvenser for indsats-

behov og valg af virkemidler i mange oplande i Danmark, som afvander til kystvande med relativ lille opholdstid.

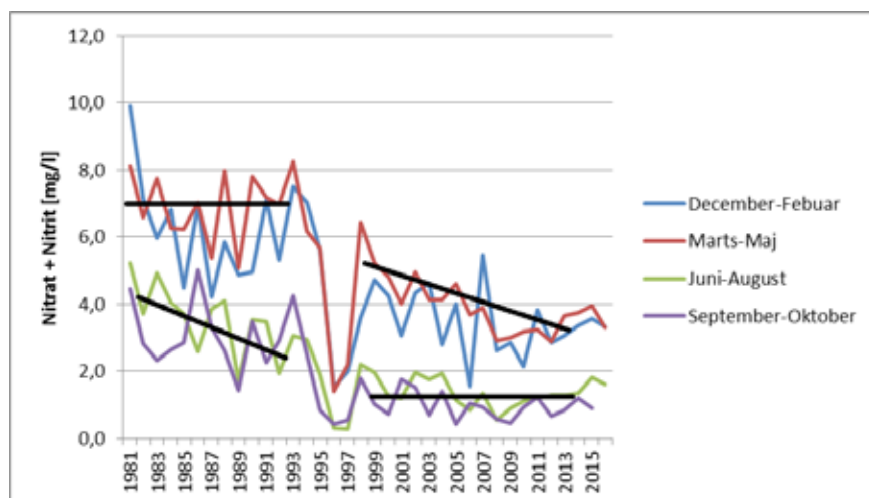
Det skal understreges, at undersøgelserne ikke har vurderet forventelige reduktioner i fosfor, samt at der ikke er lavet en konsekvensvurdering af kvælstof til Smålandsfarvandet.

Det foreslås derfor at udvikle en metode til integreret recipient og oplandsanalyse. Herunder bør man arbejde på at opnå en forståelse af samspillet mellem den tidlige tilførsel af næringsstoffer til en fjord med lille opholdstid og risikoen for eutrofiering. Man bør se på den samlede transport af kvælstof på opland og deloplandsniveau og dennes tidsmæssige variation og forbedre den tidlige opløsning, hvormed den landbaserede kvælstoftransport kan bestemmes og leveres til de marine modeller. Og endeligt bør man analysere, hvorvidt virkemidler uden for dyrkningsfladen sammen med afgrødevalg og dyrkningspraksis kan ændre den tidlige variation i næringsstofudvaskningen og udledningen til vandmiljøet.

Referencer

- /1/ Jesper Goodley Dannisøe, DHI, 2017. Optimisation of the Nitrogen Loadings to Karrebæk Fjord - Seasonal Effects from Nitrogen Reductions
- /2/ Søren Kolind Hvid et al., 2016. KVÆLSTOFINDSATSEN FOR OPLANDET TIL KARREBÆK FJORD Kan den målrettede regulering erstattes af en øget kollektiv indsats?

FLEMMING GERTZ er Landskonsulent ved SEGES, Miljø & Land



Figur 5. Koncentration af nitrat/nitrit i Susåen (st. 57000058) opdelt på årstider (1981-2015) data fra Naturstyrelsen, 2016.