



Natur- og Landbrugskommissionen

Den 29. juni 2012

Kvælstofarbejdsgruppen

## Indholdsfortegnelse

1. Sammen drag .....	2
2. Om Kvælstofarbejdsgruppen.....	3
3. Hvad påvirker det marine miljø? .....	5
4. Hvor kommer kvælstofudledningen fra? .....	7
5. Indikatorer for næringsstoffers påvirkning af vandmiljøet .....	8
6. Den hidtidige indsats (vandmiljøplaner og vandplaner) .....	13
7. Effekt af den hidtidige indsats.....	14
8. Virkemidler i forhold til landbrugets næringsstofab.....	17
Bilag 1 .....	19
Bilag 2 .....	20
Bilag 3 .....	22
Bilag 4 .....	23
Bilag 5 .....	25

## 1. Sammen drag

Der er siden slutningen af 1980'erne gjort en betydelig indsats for at forbedre vandmiljøet i fjorde, kystnære områder og det åbne hav i Danmark. Det er især sket ved at reducere næringsstofudledningen fra industri, rensningsanlæg og landbrug.

Indsatsen har især haft betydning for fjorde og kystnære områder, hvor næringsstofudledninger fra Danmark har hovedansvaret for miljøtilstanden. Betydningen af det danske bidrag er mindre i de åbne dele af de indre danske farvande (Kattegat, Bælterne og den vestlige del af Østersøen).

Udledning af næringsstoffer til havet (det marine vandmiljø) øger forekomsten af planktonalger i vandet og hurtigtvoksende makroalger (tang mv.) på havbunden. Det sker på bekostning af ålegræs og langsomt voksende makroalger, idet opblomstringen af planktonalger reducerer lysforholdene i vandsøjlen og på havbunden. De ændrede produktionsforhold kan medføre ændring i bundforhold, øget forekomst af iltsvind og ændret forekomst af bunddyr og fisk mv. Det er velkendt og både nationalt og internationalt dokumenteret, at næringsstoffer medfører disse ændringer.

De reducerede næringsstofudledninger har ført til et fald i koncentrationen af både kvælstof og fosfor med 40-50 pct i fjorde og kystnære områder. For de åbne indre danske farvande er faldet 20-25 pct.

Mængden af fytoplankton er reduceret i fjorde og kystnære områder, men er stort set uændret i de åbne farvande. Den reducerede fytoplanktonmængde har, bortset fra i enkelte lokale områder, endnu ikke givet mere klart vand i fjorde og kystnære områder. Lysforholdene i de åbne farvande har vist en svag forbedring.

Ålegræsset har en særlig status i tilstandsvurderingen, idet dets hovedudbredelse er valgt som indikator i de fremtidige vandplaner. Hovedudbredelsen har ikke vist generel positiv udvikling mod den ønskede reetablering. I visse områder er plantens udbredelse endda reduceret yderligere. Udenlandske erfaringer viser, at det tager lang tid at genskabe ålegræsbestande bl.a. på grund af plantens lave spredningsevne. Dertil kommer, at reetablering forudsætter en bedring af lysforholdene i vandsøjlen, som endnu ikke er indtruffet.

Reduktionen af næringsbelastningen har heller ikke endnu haft effekt på forekomsten af iltsvind og bunddyrenes artsrigdom. De klimabetingede temperaturstigninger kan have haft en negativ effekt på både iltsvind og bundfauna, som kan have modvirket bedring.

Samlet vurderet har den betydelige indsats overfor udledningen af næringsstoffer endnu ikke givet den ønskede generelle forbedring i de marine farvandes miljøtilstand. Med den nuværende viden, står det klart, at de stærkt forøgede næringsstofftilførsler tilbage i tiden har medført betydelige ændringer af havets økosystemer. En genopretning vil derfor tage lang tid.

Når det gælder ålegræs, har der i de seneste års arbejde med vandmiljø og vandplaner været meget debat. Det er i den sammenhæng væsentligt at understrege,

- at ålegræs er vigtigt for vandmiljøets tilstand og dets udbredelse er dermed et mål i sig selv, idet ålegræs tjener som levested for bunddyr og fiskeyngel, og beskytter bunden mod erosion og ophvirvling,
- at ålegræsset fungerer som en næringsstofbuffer, der modvirker effekten af næringsstofbelastning og derved skaber et mere robust vandmiljø,
- at selv om udbredt ålegræs er en ønsket tilstand og på lang sigt vil vise om miljøindsatsen har virket, er ålegræs ikke en god indikator til løbende at vise, om indsatsen har resulteret i forbedret miljøtilstand. Der er derfor brug for supplerende indikatorer.

- at ålegræsværktøjet (beregningstværktøj til at fastsætte den reduktion af kvælstof, som er en forudsætning for at opnå den ønskede tilstand i vandmiljøet) bør videreudvikles.

Når den fremtidige indsats for at sikre et bedre vandmiljø skal fastlægges, er der i medfør af EU's Vandrammedirektiv som udgangspunkt krav om, at alle vandområder skal opnå 'god økologisk tilstand'. Den nuværende tilstand i de danske fjorde, kystvande og indre farvande opfylder generelt ikke kravet om 'god økologisk tilstand', og målet for miljøtilstanden efter EU's vandrammedirektiv er dermed ikke opfyldt. Der er derfor et klart behov for at fortsætte indsatsen de kommende år.

Der har hidtil været mest fokus på at reducere N-udledningen for at forbedre det marine miljø. Fosfor har især betydning i de ferske vande, men bl.a. de indre dele af fjordene er også påvirket af fosfor. Det er derfor vigtigt at reducere udledningerne af både kvælstof og fosfor til de marine områder. Der er dog også andre påvirkninger, som kan have betydning. Det gælder fysiske påvirkninger af bundforholdene som fx fiskeri, råstofindvinding, klapping og udgravning af sejltrender, men også klimatiske forhold spiller en rolle.

Den hidtidige indsats for reduktion af næringsstofbelastningen i Danmark har primært været generel dvs. været gennemført ensartet over det meste af landet. For vandmiljøplanerne drejer det sig især om fastlæggelse af kvælstofnormer og generelle regler om håndtering af husdyrgødning. Der ligger et stort potentiale i at målrette og differentiere virkemidler mere efter lokale forhold.

Ved fastlæggelsen af den fremtidige indsats er der brug for en bred og systemorienteret tilgang. Både nye og supplerende virkemidler på land, som fx udtagning af landbrugsarealer, skovrejsning og mini-vådområder, samt supplerende marine virkemidler, som fx etablering af stenrev, aktiv reetablering af ålegræs og opdræt af muslinger bør indgå i overvejelserne.

Sammenfattende er det arbejdsgruppens opfattelse,

- at Danmark har hovedansvaret for udledningen af næringsstoffer til søer, vandløb, fjorde og mange af de kystnære områder,
- at reduktionen af kvælstof til det marine vandmiljø er en afgørende forudsætning for vandmiljøets mulighed for at genskabe god økologisk tilstand,
- at der fremadrettet fortsat bør være fokus på reduktion af både kvælstof og fosfor,
- at eksisterende virkemidler i højere grad bør differentieres og målrettes mere efter lokale forhold,
- at yderligere landbaserede virkemidler bør overvejes og undersøges,
- at supplerende marine virkemidler bør overvejes og undersøges,
- at det eksisterende 'ålegræsværktøj' bør videreudvikles, og
- at der bør udvikles nye indikatorer og beregningstværktøjer, som giver bedre mulighed for at følge udviklingen i vandmiljøets tilstand.

## **2. Om Kvælstofarbejdsgruppen**

Næringsstoffers påvirkning af det marine vandmiljø og særligt kvælstofpåvirkningen har været genstand for en omfattende debat siden midten af 1980'erne, hvor indsatsen for reduktion af næringsstofpåvirkningen blev indledt.

Også i den seneste periode i forbindelse med udmøntningen af EU's vandrammedirektiv i den første generation af vandplaner, der blev offentliggjort i december 2011, har omfanget og betydningen af næringsstofpåvirkningen af vandmiljøet været genstand for en intens debat.

Med henblik på at skabe større faglig klarhed om betydningen af næringsstofpåvirkningen af vandmiljøet har Natur- og Landbrugskommissionen nedsat Kvælstof-arbejdsgruppen. Formålet med arbejdsgruppen har været,

- at beskrive det faglige grundlag for de målsætninger samt fastsættelse af det nødvendige indsatsbehov til reduktion af kvælstofpåvirkningen af det danske vandmiljø, der ligger til grund for de vandplaner, som blev offentliggjort i december 2011,
- at beskrive beregningen af baseline samt effektvurderingen af de valgte virkemidler i vandplanerne, og
- at beskrive eventuelle uenigheder om grundlaget for beregninger af baseline og effektvurdering af virkemidler i vandplanerne og herunder også inddrage en beskrivelse af eventuelle uenigheder om grundlaget for beregninger af mål og effekt på reduktion af fosforudledning af de valgte virkemidler.

Arbejdsgruppen har fokuseret sit arbejde på at forklare kvælstofs betydning i vandmiljøet (overfladevand), herunder behovet for at se kvælstof som en del af et samlet vandmiljø-system, der er afhængig af og påvirkes af flere faktorer afhængig af lokale/regionale forhold.

Der er i arbejdsgruppen ikke diskuteret det konkrete beregningsmæssige grundlag for baseline og indsatsbehovet i vandplanerne. Det gælder tilsvarende for det konkrete, beregningsmæssige grundlag for effektvurdering af de enkelte virkemidler i planerne.

Arbejdsgruppen har således *ikke* haft til formål at foretage egentlig kvalitetssikring eller nye beregninger af baseline eller vurdere de fastsatte mål for indsatsen i vandplanerne, ligesom arbejdsgruppen *ikke* har haft til formål at diskutere sammensætningen af de valgte virkemidler til den igangværende implementering af vandplanerne. Endelig har arbejdsgruppen heller *ikke* haft til formål at komme med konkrete anbefalinger til fastsættelse af mål/indsatsbehov og valg af virkemidler til 2. generation vandplaner.

### **Deltagere**

I arbejdsgruppen har følgende deltaget:

- Jørn Jespersen, formand for Natur- og Landbrugskommissionen (formand for arbejdsgruppen)
- Flemming Møhlenberg, medlem af Natur- og Landbrugskommissionen
- Jørgen E. Olesen, medlem af Natur- og Landbrugskommissionen
- Senioringeniør Anders Erichsen, DHI
- Chefkonsulent Poul Nordemann Jensen fra AU/DCE
- Professor Jacob Carstensen, AU (3. og 4. møde)
- Professor Lars Peter Nielsen, AU
- Lektor Jens Borum, KU
- Lektor Mogens Flindt, SDU
- Direktør Jens Kjerulf Petersen, Dansk Skaldyrcenter (DSC) for DTU Aqua
- Agronom Thyge Nygaard, Danmarks Naturfredningsforening
- Områdedirektør Niels Peter Nørring, Landbrug og Fødevarer, erstattet af afdelingsleder Flemming Nør-Pedersen på 4. møde
- Direktør Vagn T. Lundsteen, Bæredygtigt Landbrug, erstattet af Poul Vejby-Sørensen på 4. møde
- Direktør Carl Åge Pedersen, Videncentret for Landbrug, erstattet af landskonsulent Flemming Gertz fra og med det 2. møde (pga. sygdom)
- Områdechef Harley Bundgaard Madsen, Naturstyrelsen, Miljøministeriet
- Kontorchef Pernille Balslev-Erichsen, NaturErhvervstyrelsen, Fødevareministeriet

- Flemming Nielsen, sekretariatschef og Lidde Bagge Jensen, sekretariatsmedarbejder, Natur- og Landbrugskommissionen

Arbejdsgruppen har afholdt 4 møder i perioden fra d. 24. maj til d. 21. juni 2012. Notatet er udarbejdet af arbejdsgruppen i fællesskab på baggrund af drøftelser på arbejdsgruppens møder og indspil fra arbejdsgruppens medlemmer.

### ***Rollefordeling i arbejdsgruppen***

Arbejdsgruppens drøftelser og nærværende notat bygger primært på bidrag fra gruppens medlemmer fra forskningsinstitutionerne. Repræsentanter fra interesseorganisationerne har haft mulighed for at sikre behandling af relevante emner ved at stille spørgsmål under arbejdsgruppens arbejde. Repræsentanter fra ministerierne har bidraget med viden om grundlaget for de gældende vandplaner.

De behandlede emner i nærværende notat er afstemt bredt i arbejdsgruppen. Det konkrete indhold i notatet, dvs. de faglige vurderinger og konklusioner i notatet er dog alene udarbejdet af og tiltrådt af medlemmerne fra forskningsinstitutionerne.

## **3. Hvad påvirker det marine miljø?**

Miljøtilstanden i marine vandområder påvirkes af næringsstofftilførslen, dvs. tilførslen af henholdsvis kvælstof (N) og fosfor (P), men også andre faktorer kan have væsentlig betydning for vandområdernes miljøtilstand, afhængig af forholdene i det konkrete vandområde.

Næringsstoffpåvirkningen har blandt andet betydning for produktionen af organisk materiale (alger og plankton mv.) og dermed for omsætningen af organisk materiale i vandsøjlen og i sedimentet (dvs. havbunden), som nogle steder kan have stor betydning for omfanget af iltsvind.

Andre påvirkninger som kan have betydning er fysiske påvirkninger som fx fiskeri, råstofindvinding, klapning og udgravning af sejlrender. Endvidere har klimatiske forhold betydning, særligt nedbørsmængder (øget næringsstofftilførsel ved øget nedbør) og temperatur. Ændringer i vindmønstret kan også have stor betydning, fx i relation til udvikling af iltsvind. For så vidt angår miljøfremmede stoffer i det marine miljø, har disse ikke en generel væsentlig betydning, men for visse stoffer og for visse lokaliteter kan også de miljøfremmede stoffer have betydning for tilstanden.

Betydningen af de enkelte faktorer varierer med typen af vandområder. De indre danske farvande kan inddeles i en række forskellige typer, som fjorde, nor, bredninger, bugter, sunde, kyststrækninger og åbne farvande, og det kan være svært at generalisere på tværs af alle disse typer. I hovedtræk kan vandområderne deles op i to kategorier: 1) fjorde og kystnære områder og 2) åbne farvande, som fx Kattegat og Østersøen. De forskellige vandområder og deres karakteristika er i grove træk vist i tabel 1 i bilag 1.

### ***Kvælstof og fosfor***

Produktionen af planteplankton i havområder er primært styret af lys og af koncentrationen af næringsstoffer, hvoraf især kvælstof og fosfor har stor betydning. Når koncentration af næringsstoffer stiger i det marine miljø som følge af forøgede udledninger, resulterer det derfor i vækstsæsonen i øget produktion af planteplankton og hurtigt-voksende makroalger (tang mv.).

Den øgede produktion af planteplankton og hurtigt voksende makroalger hæmmer fx væksten af store langsomt voksende makroalger og ålegræs, som er ønskede i et marint vandmiljø med god økologisk tilstand. Planktonet vil på et tidspunkt dø og sedimentere til bunden, hvor den

mikrobiologiske omsætning forbruger ilt. Den øgede planktonproduktion og forskydning mellem de forskellige plantetyper på lavt vand fører til ubalance mellem iltproduktion og -forbrug med iltsvind i bundvandet og i måtter af hurtigt-voksende makroalger til følge.

Tilførsler af store mængder kvælstof er især et problem i marine områder (fjorde, kystvande og mange af de åbne havområder) og visse søer, hvorimod tilførsler af fosfor primært påvirker søer. Skiftet fra, om fosforbelastningen eller kvælstofbelastningen er årsag til negative påvirkninger af vandmiljøet, finder sted, hvor ferskvandet ledes ud i fjordene. Fjordene og specielt de indre dele af fjordene repræsenterer overgangszoner, hvor både fosfor (forår) og kvælstof (øvrigt del af planternes vækstsæson) har indflydelse på vandmiljøets tilstand og produktionen af organisk materiale. Betydningen af lokale næringstilførsler er størst inderst i fjordene og aftager ud gennem fjordene til kystvande. Betydningen af det danske bidrag er mindre i de åbne dele af de indre danske farvande (Kattegat, Bælterne og den vestlige del af Østersøen). En særlig problemstilling i forhold til kvælstoffikserende cyanobakterier er kort beskrevet i boks 1.

#### **Boks 1.**

##### **Cyanobakterier i marine områder**

Atmosfærisk kvælstof ( $N_2$ ) kan ikke optages af planter og alger i vandmiljøet. Derimod er visse bakterier i stand til at udnytte denne kvælstofkilde ved kvælstoffiksering. I vandmiljøet er det især kvælstoffikserende cyanobakterier (blågrønalger), der på denne måde kan bidrage med nyt kvælstof i vandmiljøet, udover det der kommer fra land.

Kvælstoffikserende cyanobakterier kan være et problem i de mest brakke dele af de marine områder, men forekommer kun undtagelsesvist ved saltholdigheder over 10‰ i tempererede farvande, uanset hvor stærk kvælstofbegrænsningen er, og er derfor ikke generelt en problemstilling i danske farvande. Cyanobakterier er lejlighedsvist konstateret i danske farvande, men da primært som følge af tilstrømning fra vores nabolande.

De ovenfor beskrevne effekter af høje kvælstofudledninger til de marine områder underbygges af data, bl.a. indsamlet som led i det nationale og de regionale marine overvågningsprogrammer. Samme forhold er beskrevet andre steder i verden, hvor der – som i Danmark – er en relativt høj befolkningstæthed og/eller intensivt landbrug, og hvor der derfor sker forhøjede udledninger af næringsstoffer i forhold til naturlige niveauer.

Betydningen af forholdet mellem kvælstof og fosfor i de marine områder er beskrevet i boks 2.

#### **Boks 2.**

##### **Betydningen af N og P for alger.**

Når alger vokser skal de bruge kvælstof (N) til at lave proteiner og fosfor (P) til at lave f. eks. DNA og membraner. Hvis enten N eller P mangler, kan algerne ikke vokse. Forholdet mellem tilgængeligheden af N og P ændrer sig fra søerne og ud igennem fjordene således, at P er relativt mindre tilgængeligt end N i søerne og N relativt mindre tilgængeligt i havet. P er altså oftest det 'begrænsende' næringsstof i søerne, mens N er begrænsende for algeproduktionen i havet. I fjordene skifter det mellem P-begrænsning om foråret og N-begrænsning om sommeren. Der er en

glidende overgang mellem N- og P-begrænsning, fordi N- og P-behovet varierer mellem forskellige arter af planteplankton. Hvis man ønsker at reducere mængden af alger og gøre vandet mere klart, skal udledningerne af det begrænsende næringsstof reduceres yderligere, mens det kun har mindre betydning af reducere det næringsstof, der er overskud af. Da forholdet mellem N og P kan have betydning for, hvilke arter der forekommer, er det hensigtsmæssigt at tilstræbe lave koncentrationer af begge næringsstoffer og et N/P-forhold, der ligner det forhold, som fandtes i den uberørte tilstand.

I bilag 2 er der en mere detaljeret beskrivelse af næringsstoffernes betydning for hhv. planktonalger, bundvegetation, iltforhold, bundfauna og fisk.

I de efterfølgende afsnit er der fokus på kvælstofbelastningen, da den som beskrevet primært har betydning for miljøtilstanden i de marine områder.

#### **4. Hvor kommer kvælstofudledningen fra?**

Kvælstoffet tilføres de danske havområder som udledninger fra land og ved nedfald (deposition) af luftbåret kvælstof som ammoniak (primært fra landbruget) og kvælstofilter (primært fra forbrænding og industri). Kvælstoffet stammer delvis fra danske kilder inden for landbrug, husholdninger og industri samt fra naturlig baggrundsbelastning. Herudover tilføres der kvælstof via havstrømme og atmosfæren fra andre lande, ligesom der eksporteres kvælstof via havstrømme og atmosfæren til andre lande fra Danmark.

Vandmiljøet påvirkes også af næringsstoffer, som frigøres fra sedimentet (organisk materiale på havbunden). For søer gælder fx, at fosfor udledt til søerne fra fx spildevand indgår i algeproduktionen i mange år efterfølgende, og kan udskyde den biologiske effekt af en forbedret spildevandsrensning. Afhængig af bl.a. vandgennemstrømningen i søen kan der således gå årtier før denne fosforpulje i sedimentet er udtømt (og "skyllet" ud af søerne) eller indlejret permanent i sedimentet. Fosfor frigives til bundvandet fra sedimentet under iltfrie forhold.

Vender man blikket fra søerne og ud i havmiljøet, frigøres der også her næringsstoffer fra sedimentet på havbunden. Det sker ved, at en stor del af stofproduktionen (eller stof udledt med spildevand) før eller siden havner på havbunden enten som levende eller dødt materiale. Her bliver det organiske materiale omsat gennem en række processer, hvorved de bundne næringsstoffer frigives, og indgår i en ny primærproduktion enten i vandsøjlen eller på sedimentets overflade. Frigivelse af næringsstoffer fra sedimentet er nærmere beskrevet i boks 3.

##### **Boks 3**

##### **Frigivelse af næringsstoffer fra sedimentet**

Der kan særligt i de lukkede vandområder og i de dybere bassiner i de mere åbne farvande være en betydelig intern næringsstofpåvirkning af såvel fosfor som kvælstof fra bundsedimentet. Kvælstof og fosfor omsættes ligeværdigt, men kvælstof kan ikke som fosfor adsorbere/fæstne sig til metaller, og kvælstof frigives derfor løbende under omsætningen. Fosfor vil under vel-iltede forhold bindes til jern, aluminium og mangan og frigives, når der opstår iltmangel i overfladesedimentet.

Undersøgelser i Limfjorden har vist, at der i store dele af den produktive sæson sker en frigivelse af ammonium fra sedimentet og at frigivelsen især er kraftig i forbindelse med iltsvind. Dermed frigives der let omsætteligt kvælstof i en periode, hvor planktonproduktionen ellers er kvælstofbegrænset. Omfanget af denne frigivelse i forhold til eksterne tilførsler kan ikke systematisk estimeres. Videnopbygning på området er nødvendig for at kunne gøre dette.

#### ***Kvælstoftilførslen til de mere lukkede vandområder (fjorde)***

Især de indre fjorde og ferskvandpåvirkede kystnære områder i Danmark påvirkes af lokale danske næringsstofbelastninger fra land. Generelt er kvælstofkoncentrationen størst tæt på kilden, og dermed i områder, hvor overfladevand via vandløb og drænvand udledes til fjordene og de kystnære områder.

Der kan derudover, som beskrevet ovenfor, særligt i de lukkede vandområder (de dybere dele af fjordene) være en betydelig intern næringsstofpåvirkning fra havbunden. Denne påvirkning kan som nævnt både bestå i fosfor-frigivelse fra sedimentet, når der forekommer iltsvind og frigivelse af uorganisk kvælstof, men der sker på den anden side også denitrifikation i sedimentet som bidrager til fjernelsen af kvælstof fra systemet.

#### ***Kvælstoftilførslen til åbne havområder***

Kvælstof-tilførsel til de åbne danske farvande (Kattegat, Bælterne og den vestlige Østersø) sker dels ved den direkte landbaserede tilførsel fra de omkringliggende lande (Tyskland, Sverige og Danmark), transport af kvælstofholdigt havvand fra den øvrige del af Østersøen ind i de danske farvande (bidrag fra Polen, Baltikum, Sverige og Tyskland m.fl.) og indstrømning af kvælstofholdigt bundvand fra Nordsøen/Skagerrak. Endelig sker der også kvælstoftilførsel via deposition fra Danmark og de omkringliggende lande.

Under den regionale havkonvention Helcom (som dækker hele Østersøen og Kattegat) har man i 2012 opgjort, at det landbaserede bidrag fra Danmark til Kattegat, Bælterne og den vestlige del af Østersøen udgør knap halvdelen af den samlede direkte, landbaserede tilførsel. Dette skal ses i forhold til, at det danske opland udgør godt en fjerdedel af det totale samlede afstrømningsopland til området. Det relativt store bidrag fra Danmark hænger sammen med, at en relativ større del af landets areal sammenlignet med de andre lande anvendes til intensiv landbrugsproduktion.

Hvis man også inddrager det kvælstof, som transporteres fra udenlandske farvande til Danmark med havstrømmene, ser billedet anderledes ud. Det danske bidrag til den samlede mængde kvælstof er i denne sammenhæng begrænset. Hertil kommer, at der sker en meget stor opblanding af vandmængder fra Skagerrak og den udenlandske del af Østersøen med den overfladeafstrømning, som kommer fra Danmark.

For så vidt angår kvælstofbidraget fra luftdeposition, udgør den samlede deposition fra danske og udenlandske kilder cirka halvdelen af de direkte landbaserede tilførsninger af kvælstof. Ud af den samlede luftdepositionen stammede 20-30 pct. i 2008 fra danske kilder (ifølge Helcom).

## **5. Indikatorer for næringsstoffers påvirkning af vandmiljøet**

Ifølge miljømålsloven og vandrammedirektivet skal EU's marine vandområder ud til 1 sømil fra kysten i udgangspunktet opnå miljømålet 'god økologisk tilstand'. Ud til 12 sømil skal opnås miljømålet 'god kemisk tilstand'. Miljømålet for god tilstand skal ifølge vandrammedirektivet



fastsættes med niveauer, der kun afviger svagt fra, hvad der normalt gælder under uberørte forhold (referencetilstanden).

Hvorvidt et fjord- eller havområde lever op til 'god økologisk tilstand' skal efter Vandrammedirektivet vurderes ud fra kvalitetselementerne planteplankton (mikroskopiske alger), makroalger (tang mv.) og blomsterplanter (ålegræs) samt bunddyr (se uddybning i boks 4).

I den første vandplanperiode har der i Danmark alene været tilstrækkelig teknisk, fagligt grundlag til at kunne benytte ålegræs som kvalitetsparameter. Ålegræs er således blevet brugt til at fastlægge den såkaldte referencetilstand, som ifølge vandrammedirektivet er defineret som den tilstand, der i dag ville være i et vandområde uden en menneskeskabt øget tilførsel af forurenende stoffer.

Referencetilstanden for ålegræs er i vandplanerne fastsat via opgørelser af ålegræssets udbredelse for ca. 100 år siden. En svag afvigelse fra denne 'uberørte tilstand' er endvidere af EU fastlagt til at udgøre en afvigelse på maksimalt 26 pct. fra referencetilstanden. Når en sådan tilstand er opnået, er der tale om 'god økologisk tilstand' i vandrammedirektivets forstand.

Den nuværende tilstand i de danske kystvande opfylder generelt ikke miljømålet for 'god økologisk tilstand', og vandrammedirektivets målsætning er derfor ikke opfyldt.

#### **Boks 4.**

##### **Kvalitetselementer efter Vandrammedirektivet**

Vandområderne skal opnå mindst god økologisk tilstand inden udgangen af 2015, men vandrammedirektivets undtagelsesbestemmelser giver dog mulighed for at afvige herfra, hvis omkostningerne er uforholdsmæssig store eller hvis tekniske eller naturlige forhold kan begrunde det.

Kvaliteten skal primært vurderes ud fra *biologiske* kvalitetselementer: Bundvegetation, plankton og bunddyr.

Formålet med at anvende flere kvalitetselementer er, at effekten af forskellige typer af menneskeskabt påvirkning skal kunne vurderes ud fra en økosystembetragtning. Gennem EU's interkalibrering er der udover blomsterplanter (fx ålegræs) fastlagt miljømål for andre biologiske kvalitetselementer, herunder planteplankton (klorofyl), og resultaterne heraf dækker åbne kystvande, hvor Danmark har fælles typeområder med andre EU-medlemslande.

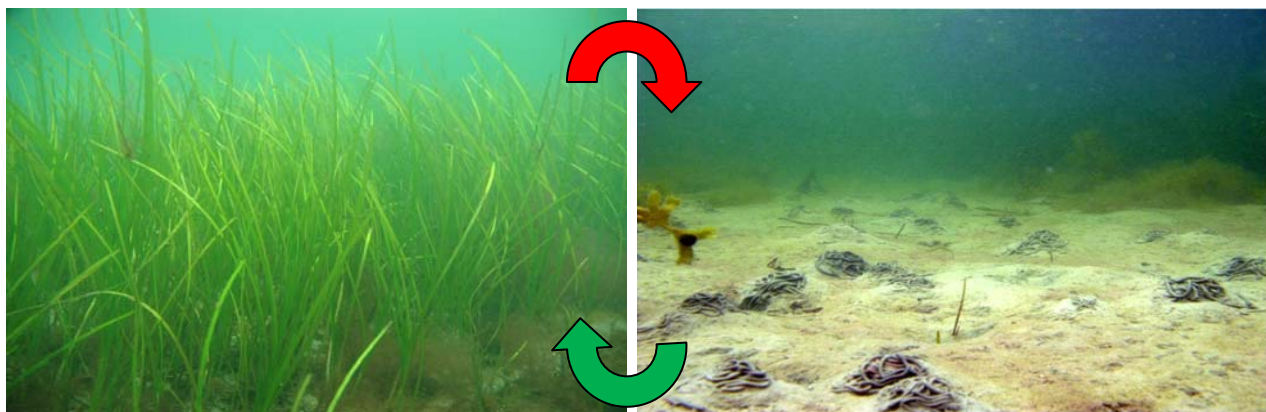
Det videre arbejde med udvikling af de manglende parametre, der indgår i kvalitetselementerne, er i gang. Der foregår i øjeblikket i EU-regi en vurdering af parametrene, og kommissionens forslag til beslutning vil blive fremlagt i løbet af efteråret 2012.

#### **Ålegræssets udbredelse**

Havgræsser som ålegræs (*Zostera marina*) er vidt udbredt i lavvandede kystområder i hele den nordlige tempererede zone, og herunder i de indre danske farvande inden for Skagen, hvor forholdene i de fleste kystvande fra naturens side giver gode betingelser for ålegræsvækst.

I mange danske fjorde og kystnære områder er ålegræsbestandene imidlertid reduceret markant i løbet af forrige århundrede. Tidligere dannede ålegræsset udbredte bevoksninger og dækkede havbunden i fjordene og langs kysterne ud til stor dybde, men i dag er ålegræsset rykket ind på lavere vand og fremstår i mange områder som spredte totter af bevoksning med udstrakte nøgenbundsområder (billede 1 og 2). Historiske data viser, at datidens ålegræs voksede ud til 8,5-10,4 m dybde i de åbne kystvande og 3,9-10,1 m dybde i fjordene. I dag (2005-2010) vokser ålegræs ud til gennemsnitligt 4,5 m (2,1 - 6,3 m) i de åbne kystvande og ud til gennemsnitligt 2,5 m (0,2-6,1 m) i fjordene.

Også på globalt plan forsvinder havgræsserne, og de er blandt verdens mest truede økosystemer og er især truede af menneskelig påvirkning, der skaber eutrofiering og erosion langs kysterne, som skygger planterne væk.



*Billede 1. Viser en udbredt ålegræslokalitet, der virker som næringsstofstabilisator. Den røde pil indikerer tabet af ålegræs, mens den grønne pil indikerer reetablerings-fasen.*

*Billede 2. Viser et nøgenbunds-system med spredte makroalger. Systemet har en reduceret kapacitet til at fjerne nærings-salte*

### **Ålegræssets betydning**

Ålegræsvegetationen er vigtig for biodiversiteten i de kystnære vandområder, da den tjener som levested for bunddyr og fiskeyngel, danner fødegrundlag for en lang række bakterier, svampe og smådyr, der igen er fødegrundlag for højere organismer som fisk og fugle, ligesom vandfugle græsser på ålegræsbedene.

Ålegræsset fungerer også som en effektiv næringsstofbuffer, der modvirker effekten af næringsstofbelastningen, idet næringsstoffer optages i ålegræssets biomasse i vækstsæsonen, hvorved de bliver utilgængelige for planteplankton og hurtigvoksende makroalger. Systemer med tætte ålegræsenge er således mere klarvandede, stabile og mindre udsatte for iltvind, som typisk udløses af rådne mikro- og makroalger i perioder med varmt og stille vejr. Den afgørende forskel på naturtilstanden i ålegræs-systemer sammenlignet med nøgenbundssystemer uden ålegræsbevoksning og domineret af hurtigt voksende makroalger og planteplankton er hastigheden af næringsstoffernes recirkulering. Ålegræsset sikrer en positiv effekt, idet ålegræsset kan binde næringsstofferne i længere tid før det frigives igen i modsætning til systemer domineret af hurtigt voksende alger, der vokser op og nedbrydes hurtigt og derfor hurtigere recirkulerer og frigiver næringsstoffer. Det betyder, at effekten af næringsstofbelastningen ved samme påvirkningsgrad reelt er væsentligt højere i de algedominerede systemer end i ålegræs-systemer.

Selv om ålegræs udgør en effektiv næringsstofbuffer, er det ikke det samme som, at ålegræs kan lagre/fjerne kvælstof. Ålegræs vil, når det dør, omsættes på havbunden og næringsstofferne vil blive frigivet til det omgivende vandmiljø, og der er således tale om, at ålegræs frigiver

næringsstoffer over en længere tidshorizont og i mere jævne, lave mængder end de hurtigt voksende alger. Dermed bliver havmiljøet som helhed mere robust.

Udover buffer-virkningen beskytter ålegræsset kysten mod erosion, fremmer sedimentation af partikler og hæmmer ophvirvling af bundmateriale. Disse funktioner bidrager også til at gøre vandet klart. Vandet er derfor klarere ved den samme næringsbelastning, når ålegræsset har en stor areal- og dybdemæssig udbredelse. Endelig fungerer havgræsenge og især havbunden under dem som et vigtigt lager for organisk materiale og næringsstoffer. Denne virkning kan ikke opnås i systemer, der er domineret af hurtigt voksende makroalger.

Ålegræssets betydning er kort gengivet i boks 5.

#### **Boks 5.**

##### **Ålegræssets betydning**

Ålegræsset har betydning for miljøtilstanden i fjorde og kystområder, idet ålegræsset

- stabiliserer havbunden
- fremmer biodiversiteten
- er en næringsstofbuffer (optager og binder næringsstoffer i vækstsæsonen)
- fremmer sedimentation af partikler og beskytter mod erosion og ophvirvling af bundmateriale
- øger vandets klarhed
- er et kulstofdepot (havbunden under ålegræsbedene begraver kulstof)

Ålegræsset indgår

- som et kvalitetselement for økologisk tilstand i henhold til vandrammedirektivet
- som grundlag for ålegræs værktøjet, som benyttes til at beregne behovet for reduktioner i udledningen af kvælstof

##### **Ålegræssets spredning**

Ålegræs har vist sig at sprede sig langsomt og spredningen er påvirket af bundforhold, strøm, bølger, skrabende fiskeredskaber og iltsvind. Erfaringerne fra den udbredte ålegræs sygdom i 1930'erne viser, at plantens tilbagevenden kan tage årtier, også hvor de fysiske og biologiske betingelser er til stede. Udenlandske erfaringer viser tilsvarende, at det typisk tager mellem 10 og 15 år efter reduktion af næringsbelastningen, før ålegræsbestandene er genetableret.

Ålegræs spreder sig dels ved frø og dels ved udløbere fra eksisterende bestande. Genetablering af ålegræsbestande kræver, at ålegræssets vækstbetingelser i form af lysforhold, bundforhold, iltforhold mm. er til stede. Genetablering kan være langvarig, især hvis der kun er små og få bestande tilbage, og den nøgne bund er blevet ustabil.

På trods af markante reduktioner i næringsstofbelastningen til de danske kystområder gennem de seneste årtier har ålegræsset endnu ikke på landsplan bredt sig til større arealer og dybere vand, ligesom vandet heller ikke er blevet klarere eller iltsvindene generelt mindre hyppige. Der er således områder i fjordene, hvor etableringsforholdene for ålegræs burde være ideelle, men hvor

ålegræsset alligevel ikke vokser eller endnu ikke er vendt tilbage efter en reduceret næringsstoffbelastning.

Dette generelle billede dækker over store forskelle mellem områder, og overvågningsdata giver mulighed for at analysere baggrunden for dette og identificere, hvilke områder hvor forholdene er således, at der naturligt bør kunne ske en genetablering af ålegræsset, og hvilke steder der evt. er behov for supplerende tiltag for at fremme genetableringen. Samlet set kan man ikke forvente, at ålegræsudbredelsen generelt kan genskabes naturligt indenfor en kort årrække.

Det er vurderingen, at ålegræssets reetablering kan fremskyndes ved forskellige restaureringstiltag, og at man dermed kan accelerere en tilbagevenden til god økologisk tilstand. En aktiv frøspredning sammen med ekstra beskyttelse af de unge skud kan være mulige tiltag, hvis lysforholdene tillader en reetablering. En nærmere beskrivelse af de nødvendige forudsætninger for kolonisering ved frøspredning fremgår af bilag 3.

### **Ålegræsværktøjet**

Sammenhængen eller relationen mellem kvælstofkoncentrationen og ålegræssets dybdeudbredelse, den såkaldte Laurentius-relation (se boks 6), er grundlaget for udvikling af det såkaldte 'ålegræsværktøj', der er benyttet i 1. generation vandplaner til at beregne behovet for kvælstofreduktion i de forskellige marine vandområder.

'Ålegræsværktøjet' er endnu ikke fuldt udviklet. Det kan f.eks. ikke beregne den tidlige respons på reduktioner i næringsstoffbelastningen. Værktøjet inddrager heller ikke fuldt ud den arealmæssige udbredelse af ålegræsset, som er afgørende for ålegræssets økologiske nøglefunktioner, men inddrager primært de lysmæssige begrænsninger som følge af udledning af kvælstof.

Miljøministeren og Fødevareministeren nedsatte i forbindelse med forberedelserne af vandplanerne en bredt sammensat arbejdsgruppe, som skulle se på ålegræsværktøjets egnethed som forvaltningsværktøj. Arbejdsgruppen anbefalede, at der frem mod næste planperiode for vandplaner udvikles et forvaltningsværktøj, som indeholder såvel ålegræs som et eller flere af de øvrige betydende kvalitetselementer i vandrammedirektivet. Det eksisterende ålegræsværktøj kan således videreudvikles ved en bedre beskrivelse af koblingen fra næringsstoffer og andre faktorer (såsom resuspension af sedimenter og organisk materiale) til lysforhold, som bestemmer den potentielle dybdegrænse for ålegræs. Et kommende ålegræsværktøj bør også beskrive dybdeudbredelsen ud fra flere faktorer end alene mængden af kvælstof. Arbejdsgruppen anbefalede desuden, at der i værktøjet implementeres dynamiske arealbetræktninger for ålegræs, så informationer om plantens produktion, biomasse- og arealdækning indgår.

#### **Boks 6.**

##### **Laurentius-relationen**

Den empiriske relation – 'Laurentius-relationen' – mellem ålegræssets dybdeudbredelse og kvælstofkoncentrationen er baseret på data fra forskellige kystvande. Naturvidenskabeligt er relationen begrundet i, at en højere kvælstofkoncentration betyder større algevækst (planteplankton), der nedsætter lysnedtrængningen og derved begrænser det lys, der er til rådighed for ålegræssets vækst med en mindre dybdeudbredelse til følge. Relationen er velegnet til at beskrive, hvordan ålegræssets maksimale dybdeudbredelse reduceres under stigende kvælstofkoncentrationer, men er ikke velegnet til at beskrive en rekolonisering af ålegræs under faldende kvælstofkoncentrationer.

## **6. Den hidtidige indsats (vandmiljøplaner og vandplaner)**

Ved vurdering af den hidtidige indsats indgår alene en vurdering af reduktionen af det danske bidrag af næringsstoffer til de marine områder. Betydningen af det danske bidrag varierer mellem vandområderne (jf. afsnit 4). Generelt øges betydningen af lokale danske bidrag, som tidligere nævnt, jo tættere man er på ferskvandskilderne, dvs. inderst i fjordene, mens internationale bidrag har større betydning for de mere åbne vandområder og særligt de åbne farvande.

Med vandmiljøplanerne (NPO-handlingsplanen, VMP I, handlingsplan for bæredygtigt landbrug, VMP II og III) er der sket en markant reduktion af kvælstofudledningen til vandmiljøet siden slutningen af 1980'erne. Målsætningen i disse planer har været fastsat som en konkret, kvantitativ reduktion af næringsstoffer, med en oprindelig målsætning for VMP I fra 1987 om at reducere kvælstoftilførslen fra de tre dominerende kildetyper (landbrug, kommunale renseanlæg og industri) til vandmiljøet med 50 pct. og fosfor med 80 pct. I NPO-handlingsplanen var fokus på kommunale renseanlæg og industri, men også for landbruget blev der fastlagt en indsats. I den første vandmiljøplan fra 1987 var landbrugets tab og udledninger også omfattet. Fokus var især på opbevaringskapacitet for husdyrgødning, herunder direkte udledninger af møddingsvand og ensilagesaft, harmonikrav og forbud mod udbringning af husdyrgødning i vinterperioden. I de senere vandmiljøplaner har der været yderligere fokus på næringstoffetab fra landbruget, primært kvælstof.

Ved en opgørelse i 2003 viste den samlede effekt af vandmiljøplan I og II et fald i kvælstofudvaskningen fra rodzonen på ca. 48 pct. i forhold til et niveau i 1980'erne på ca. 311.000 tons kvælstof pr. år. Dermed var målsætningen fra VMP I stort set opfyldt.

Med VMPIII fra 2004 skulle udvaskningen af kvælstof fra landbruget reduceres med yderligere 13 pct. i forhold til udvaskningen i 2003. Ved midtvejsevalueringen af VMPIII i 2008 blev det vurderet, at der for kvælstofudvaskningen frem til udgangen af 2007 ikke kunne påvises en statistisk sikker reduktion i forhold til 2003. Kun vådområder og krav til udnyttelse af minkgødning blev vurderet til at leve op til forventningerne/forudsætningerne.

Deposition af kvælstof (nedfald af luftbåret kvælstof) i de indre farvande og på de danske landområder er faldet med henholdsvis ca. 27 % og 31 % siden 1989. Reduktionerne i de udenlandske kilder er årsag til den største del af reduktionen målt som ton N. Faldet i emissionen fra de danske kilder bidrager dog også til faldet. De danske kilder udgøres bl.a. af ammoniaktab fra husdyrproduktionen, hvor tabet siden 1985 er faldet med 36 pct.

For bl.a. at følge op på krav og tidsfrister i EU's vandrammedirektiv indgik den tidligere regering en politisk aftale om 'Grøn Vækst' i 2009. Heri blev det bl.a. fastsat, at udledning af kvælstof til havet skulle reduceres med 19.000 ton og udledning af fosfor til vandmiljøet med 210 tons. Indsatsbehovet har taget udgangspunkt i et bruttoindsatsbehov på 28.000 tons kvælstof, der blev fratrukket en vurdering af effekten af allerede besluttede tiltag i de tidligere vandmiljøplaner mv. (baseline 2015-effekt) samt fratrukket den usikkerhed, der blev vurderet at være forbundet med beregningerne og opgørelsen af indsatsbehovet.

En arbejdsgruppe har tidligere behandlet spørgsmålet om baselines størrelse. Der kunne ikke opnås enighed mellem Landbrug og Fødevarer / Videncentret for Landbrug og den resterende del af arbejdsgruppen bestående af Miljøministeriet, Fødevareministeriet og DN. Landbrug og Fødevarer / Videncentret mente, at effekten af den hidtidige indsats i 2015 vil være langt større end den effekt, som ligger til grund for vandplanerne. Nærværende arbejdsgruppe har ikke forholdt sig til denne uenighed.

Da den nuværende regering kom til i efteråret 2011 implementerede den i store træk den tidligere regerings 'Grøn Vækst'-beslutninger med hensyn til kvælstof og fosfor. Disse blev, sådan som det blev fastlagt i miljømålsloven fra 2004, udmøntet gennem statslige vandplaner, der blev offentliggjort i december 2011, og som efterfølgende i løbet af 2012 skal udmøntes i de kommunale vandhandleplaner. Vandplanernes indsats løber frem til og med 2015, og indeholder ifølge Miljøministeriet en kvælstofreduktionsindsats på op til 9.000 tons. Kvælstofudvalget, som er en tværministeriel arbejdsgruppe nedsat under Grøn Vækst-aftalen, arbejder på den mulige udmøntning af reduktionsmålet på de sidste 10.000 tons, og har ikke afsluttet sit arbejde.

Det er i øvrigt væsentligt at være opmærksom på, at der med overgangen fra vandmiljøplaner til vandplaner sket en væsentlig ændring af måden man fastsætter kvælstofreduktionen, se boks 7.

#### **Boks 7**

##### **Fra vandmiljøplaner til vandplaner**

I vandmiljøplanerne var der tale om et konkret mål for reduktionen i næringsstofudvaskning, defineret som udvaskning af kvælstof fra landbrugsafgrødernes rodzone. I vandplanerne derimod er kravene til kvælstofreduktion fastlagt på baggrund af kvælstof i vandmiljøet. De to opgørelsesmetoder for kvælstofreduktionen i hhv. vandmiljøplaner og vandplaner er forskellige, idet kvælstoftransporten opgøres to forskellige steder på vejen fra rodzonen til havet.

Fra rodzonen kan kvælstof udvaskes direkte til vandmiljøet gennem dræn eller ovenpå jorden, eller det kan synke længere ned, hvor det enten forsinkes ved at indgå i vandmagasiner eller fjernes helt som frit kvælstof som følge af denitrifikationsprocessen. Fjernelse ved denitrifikation foregår også i søer og vandløb inden udløb i havmiljøet. Tilbageholdelsen på grund af denitrifikation m.m. kaldes retention, og Miljøministeriet regner som gennemsnit med at den udgør ca. 2/3 af kvælstofmængden, som udvaskes fra rodzonen, mens den sidste 1/3 generelt ender relativt hurtigt i det marine miljø.

## **7. Effekt af den hidtidige indsats**

Selvom der har været en klar reduktion i tilførslerne af kvælstof og fosfor fra land, er der ikke sket en entydig positiv udvikling i havmiljøet som respons herpå (se tabel 1). Umiddelbart er der sket et fald i kvælstofkoncentrationerne, som er størst i fjorde og kystnære områder, og noget mindre i de åbne danske farvande. En del af de reduktioner, der observeres i de åbne farvande må dog også tilskrives reduktioner i nabolandene.

Mængden af planktonalger er faldet i fjorde og kystnære områder, hvorimod der ingen ændring er at spore i de mere åbne farvande. Den eksakte årsag til den manglende respons vides ikke, men der er flere potentielle mekanismer, som kan forklare dette (eksempelvis klimaforandringer, overfiskeri).

Iltforholdene er heller ikke blevet bedre i hverken fjorde, kystnære områder eller de åbne farvande, hvilket muligvis skyldes, at temperaturstigninger har modvirket den positive effekt af reducerede tilførsler af næringsstoffer.

Lysforholdene i fjorde og kystnære områder, som har betydning for ålegræssets dybdeudbredelse, er ikke generelt blevet bedre på trods af faldende koncentrationer af kvælstof. Dette kan skyldes en

øget resuspension (ophvirvling) af sedimenter, som det f.eks. er set i Limfjorden, når ikke der er ålegræs til at stabilisere sedimenterne.

I Limfjorden er det tillige observeret, at der er uændrede mængder af organisk materiale (kulstof), selvom kvælstoffractionen af det organiske materiale er faldet. Nedgangen i bestanden af muslinger i Limfjorden kan også have haft betydning for den partikel-bundne del af det organiske materiale, fordi muslinger lever af at filtrere vandet. I de senere år er bestanden af muslinger imidlertid vendt tilbage til niveauet fra 1990'erne, uden at dette har ændret på sigtdybden.

Når det gælder udbredelsen af ålegræs, fremgår det af rapporten om den Marine overvågning fra 2010, at langs de åbne kyster og i yderfjordene har ålegræssets dybdegrænse ikke vist nogen signifikant udviklingstendens siden 1989, mens inderfjordenes og Limfjordens ålegræs generelt har udviklet sig negativt, idet ålegræsset er rykket ind på lavere vand. Dog er der for Limfjorden nu positive tegn, idet der i perioden fra 2009 til 2010 er målt en forøgelse af den maksimale dybdeudbredelse med > 20 pct. og for hovedudbredelsen med 10 pct.

For perioden 1989-2010 er der generelt en tendens til, at ålegræsset dækker en stadig mindre del af bunden i de foretagne undersøgelser. Faldet i tilførsel af næringsstoffer har ikke generelt forbedret ålegræssets udbredelse i vores farvande. Det kan bl.a. hænge sammen med, at vandet ikke er blevet klarere gennem overvågningsperioden, og at ålegræsbestandene er reduceret så markant, at de har vanskeligt ved at reetablere sig (se også afsnit 6 vedr. ålegræs). Endelig kan en øget temperatur om sommeren have forringet forholdene for ålegræssets reetablering.

Effekten af den hidtidige indsats i forskellige vandområder er sammenfattet i nedenstående tabel 1.

*Tabel 1: Ændringer i de forskellige vandområder siden starten af VMP overvågningsprogrammet (1989).*

Karakteristik	Fjorde og kystnære områder	Åbne indre danske farvande
Fysiske forhold	Temperaturen er steget med ca. 1 °C siden midten af 1980'erne. Middelvindhastigheden faldt fra 1980'erne med ca. 1 m/s frem til 2006, men er nu på niveau med 1980'erne.	Temperaturen er steget med ca. 1 °C siden midten af 1980'erne.
Næringsstoffer	Uorganisk kvælstof er faldet med ca. 60%. Organisk kvælstof er faldet med ca. 40%. Total kvælstof er faldet med ca. 50%. Uorganisk fosfor er faldet med ca. 70%. Organisk fosfor er faldet med ca. 25%. Total fosfor er faldet med ca. 50%.	Uorganisk kvælstof er faldet med ca. 30%. Organisk kvælstof er faldet med ca. 20%. Total kvælstof er faldet med ca. 20%. Uorganisk fosfor er faldet med ca. 40%. Organisk fosfor er faldet med ca. 10%. Total fosfor er faldet med ca. 25%.
Fytoplankton/alger	Mængden af alger er reduceret med ca. 20%.	Mængden af alger er uændret.
Iltsvind	Iltsforholdene er uændrede.	Iltsforholdene er uændrede.
Lysforhold	Lysforholdene er uændrede.	Svag forbedring.
Bundfauna	Der har ikke været nogen generel udvikling på tværs af alle fjorde igennem hele overvågningsperioden.	Tætheden og artsrigdommen af bundfauna har været generelt faldende siden midten af 1990'erne.

	De seneste års data viser dog en generel tilbagegang.	Frem til 2008 var diversiteten halveret i forhold til niveauet fra 1995. I 2010 skete der en midlertidig kraftig øgning i artsdiversiteten, men forholdene er atter blevet ringere i 2011.
Bundvegetation	Ingen ændringer i dybdegrænser for ålegræs i yderfjorde og åbne områder, men tilbagegang i inderfjorde og i Limfjorden i løbet af 1990'erne. Tilbagegang i ålegræssets dækningsgrad på lavt vand (<4 m), men uændret dækningsgrad på dybere vand.	Uændret algedækning på stenrev.

Det kan forventes, at yderligere positive effekter af miljøindsatsen vil vise sig i de kommende år i takt med, at økosystemerne indstiller sig på de reducerede næringsstofforsler. Ændringerne i de akvatiske økosystemer, som følge af årtier med stærkt forøgede tilførsler af næringsstoffer, har imidlertid været omfattende og kan have medført så betydelige ændringer i økosystemernes funktion, at man ikke kan sige noget præcist om, hvornår og hvordan disse positive effekter viser sig.

#### Boks 8

##### Den faldende kvælstoftilførsel

En kvælstofbalance for dansk landbrug for driftsåret 2010/11 viser, at 43 % af det tilførte kvælstof udnyttes i animalske og vegetabiliske produkter, mens 57 % tabes til omgivelserne i form af ammoniakfordampning til atmosfæren, udvaskning til grundvand og overfladevand og gasformige tab hovedsageligt fra denitrifikation. Tilbage i 1980'erne var kvælstofeffektiviteten ca. 25 %. Stigningen i kvælstofeffektiviteten har resulteret i en reduktion i tabet af kvælstof til omgivelserne samtidig med at landbrugsproduktionen er steget i samme periode ('Næringsstofbalancer og næringsstofoverskud i landbruget 1990/91-2010/11'. DCA rapport nr. 008, juni 2012).

Udledningen af kvælstof målt i ton N til havet varierer mellem årene primært afhængig af nedbøren. I 2010 var kvælstoftilførslen til havområderne fra Danmark lidt højere end i 2009 som følge af en lidt højere vandafstrømning, se bilag 5 (midterst).

Som det fremgår af bilag 5 i figuren nederst (den er vandføringsvægtet, dvs. der er taget højde for år-til-år variation i nedbøren) er kvælstofkoncentrationen i ferskvandsafstrømningen i gennemsnit faldet fra 7-8 mg N/l i starten af 1990'erne til i 2010 at være omkring 4 mg N/l. Det samlede fald i kvælstofkoncentrationen i ferskvandsafstrømningen er estimeret til ca. 50 pct., hvilket dækker over et fald på mere end 80 pct. for punktkilder (gennem forbedret spildevandsrensning fra husholdninger og industri) og ca. 40 pct. for diffuse kilder (primært gennem reduceret udledning fra landbruget).



## **8. Virkemidler i forhold til landbrugets næringsstoffab.**

Siden de første skridt til at sænke udledningen af næringsstoffer til vandmiljøet er der blevet indført en lang række virkemidler til brug for at forfølge dette mål. Fokus har i relation til landbrug hovedsageligt været på reduktion af udvaskningen af kvælstof, idet fosforanvendelsen i store træk blev vurderet som effektivt reguleret med indførelsen af bl.a. de såkaldte harmonikrav i 1980-erne. Der er dog løbende blevet strammet yderligere op, også på virkemidler til reduktion af fosforpåvirkningen.

De hidtil anvendte virkemidler kan inddeles i fire typer:

- 1) Jordbrugerne har mindre kvælstof at udbringe på marken. Det kan være virkemidler som kvælstofnormer og den efterfølgende reduktion af disse kvælstofnormer.
- 2) Bedre udnyttelse af husdyrgødning. Det drejer sig om virkemidler som regler vedrørende opbevaring, lagerkapacitet og -overdækning samt udbringningstider for husdyrgødning.
- 3) Sørge for, at der er kvælstofoptagelse på markerne, så der ikke vaskes kvælstof ud i perioder, hvor der ikke er afgrøder på marken. Det drejer sig om virkemidler som efterafgrøder, grønne marker og forbud mod jordbearbejdning i visse perioder.
- 4) Ændring af de fysiske forhold på arealerne på en måde, der gør, at der sker en mindre kvælstofpåvirkning af det omgivende miljø, eller på en måde, hvor der rent faktisk sker en mindskelse af kvælstofpåvirkningen fra de tilstødende arealer. Det kan være virkemidler som regler om etablering af vådområder, udtagning af jord eller randzoner langs vandløb.

Behovet for kvælstofreduktion i perioden frem til udgangen af 2015 for at leve op til vandrammedirektivet er som tidligere omtalt fastlagt til 19.000 tons.

Indsatsen i vandplanerne, for så vidt angår de første 9.000 ton kvælstof, skulle efter Grøn Vækst-aftalen primært bestå i etablering af ca. 10.000 ha vådområder, udlægning af 50.000 ha randzoner samt krav om yderligere 140.000 ha efterafgrøder. Grøn Vækst-aftalen indeholder derudover virkemidler rettet mod en reduktion af fosforudledningen mm.

Det blev også med Grøn Vækst-aftalen besluttet, at reduktion af de yderligere 10.000 tons kvælstof skulle undersøges i et særligt 'Kvælstofudvalg', jf. afsnit 7, der skulle se på muligheden for en kvælstofregulering baseret på omsættelige kvælstofkvoter samt foreslå alternative virkemidler. Der er endnu ingen rapportering fra dette udvalg.

Der er stor forskel på effekten af virkemidler, og hvor hurtigt effekten af det enkelte virkemiddel slår igennem i vandmiljøet. Effekten på kvælstofreduktionen af det enkelte virkemiddel afhænger især af fjernelse af kvælstof (denitrifikation) og virkemidlets effekt på udvaskning fra rodzonen og derefter i høj grad af kvælstoftabet mellem rodzonen og vandområdet (retentionen). Der kan dermed også være stor forskel på det enkelte virkemiddels effekt afhængig af forholdene for det konkrete område, hvor virkemidlet bringes i anvendelse og dermed virkemidlets omkostningseffektivitet.

### **Øvrige virkemidler**

Som supplement til de allerede udviklede virkemidler, kan nye tiltag udvikles. Der findes en række potentielle muligheder herfor, f.eks. minivådområder, drænfiltre og tiltag som iværksættes direkte i vandmiljøet. Sådanne tiltag bør udvikles og undersøges. Der kan f.eks. være tale om opsamling af næringsstoffer ved dyrkning af kompensationsafgrøder som muslinger og tang, etablering af stenrev, eller tiltag til en aktiv indsats for reetableringen af ålegræs i fjorde og kystnære områder.

Dyrkning af muslinger og tang er virkemidler, som kan fjerne kvælstof fra systemet på linje med virkemidler der anvendes på land (f.eks. vådområder). De øvrige marine virkemidler, er virkemidler, som er med til at genoprette og forbedre vandmiljøet som økosystem.

Udviklingen af nye og supplerende virkemidler bør baseres på veldokumenterede undersøgelser og afprøvninger før de eventuelt iværksættes i større skala. Det er i den forbindelse væsentligt at understrege, at for de fleste virkemidler gælder, at jo længere væk fra kvælstofkilden et virkemiddel iværksættes, jo større usikkerhed kan der være forbundet med at dokumentere sammenhængen mellem kvælstofudledning og virkemidlets effekt. Endvidere er det væsentlig at have for øje, at eventuel iværksættelse af marine virkemidler, ikke reducerer de negative effekter af kvælstofpåvirkning af f.eks. søer, grundvandet eller naturen på landjorden.

## Bilag 1

### De forskellige vandområder

Tabel 1: Typologi for forskellige vandområder og deres karakteristika

Karakteristik	Fjorde og kystnære områder	Åbne indre danske farvande
Fysiske forhold	Lavvandede (typisk <10 m). Vandsøjlen kan periodisk være lagdelt. Kraftig vind kan opblande hele vandsøjlen.	Dybere (>10 m og op til 70 m). Vandsøjlen er permanent lagdelt. Bundvand bliver delvist blandet op i overfladen ved kraftig vind.
Næringsstoffer	Især påvirket af lokale belastninger fra land.  Faldende koncentrationer fra kilder til den åbne rand. Recirkulering fra sedimenter kan være betydende.	Er påvirket af belastninger fra land, atmosfæren og transport fra Østersøen og Skagerrak.  Total kvælstof falder og nitrat stiger fra Østersøen mod Skagerrak. Recirkulering ved opblanding af bundvand kan være betydende.
Fytoplankton	Produktionen er mindst om vinteren og topper i august. Produktionen er hovedsagligt styret af lys og tilgængeligheden af kvælstof. Algerne bliver omsat eller sedimenterer på bunden og kan blive resuspenderet igen under blæst.	Produktionen er mindst om vinteren og topper i august, men der er også en stor forårsopblomstring. Produktionen er styret af lys og tilførslen af kvælstof. Algematerialet omsættes under forbrug af ilt dels i planktonfødekæden og dels i bundens fødekæde efter at materialet er sedimenteret fra overfladelaget til bunden.
Iltforhold	Iltsvind optræder episodisk, når vandsøjlen er lagdelt. De vigtigste styrende faktorer er fytoplanktonproduktionen og vind.	Iltsvind optræder hver sommer/efterår i større eller mindre områder. De vigtigste styrende faktorer er fytoplanktonproduktionen, temperatur og transport af bundvand.
Lysforhold	Styret af mængden af organisk materiale samt resuspension af sedimenter.	Styret af mængden af organisk materiale.
Bundvegetation	Hvor der er tilstrækkeligt lys vokser enten ålegræs, makroalger eller mikroalger	Lysforholdene på større dybder tillader ikke ålegræs, og alger kun i begrænset omfang.
Bundfauna	Hovedsageligt filtratorer. Komplekst samfund af dyr med forskellige tilpasninger men artsdiversiteten er generelt lavere end i de åbne farvande. I visse områder er bundfaunaen negativt påvirket af iltsvind og i andre områder opnår filtrerende (fx muslinger) organismer meget høje biomasser pga. høj planktonproduktion	Komplekst samfund af dyr med forskellige tilpasninger med en potentiel høj diversitet. Generelt faldende diversitet. Negative påvirkninger af iltsvind forekommer sjældent i Kattegat, lejlighedsvis i Bælthavet og Øresund og ofte i Vestlige Østersø. Effekten af trawlfiskeri er ikke undersøgt
Fisk	Kutlinger o.a. småfisk, små pelagiske fiskearter ål, fladfisk (bl.a. som opvækstområder)	Torskfisk, fladfisk, større pelagiske arter og stimefisk

## Bilag 2

### Næringsstoffernes betydning for hhv. planktonalger, bundvegetationen, iltforhold og bundfauna

#### *Betydning for planktonalger*

Der er en dokumenteret sammenhæng mellem koncentrationerne af klorofyl a (et indirekte mål for biomassen af planteplankton) og kvælstoftilførslerne i de 35 fjorde, hvorfra der forefindes overvågningsdata, og kystnære områder, og hyppigheden af planteplanktonopblomstringer i en række fjorde og i Kattegat kan knyttes til kvælstoftilførslerne.

#### *Betydning for bundvegetation*

Kvælstoftilførslen påvirker makroalgernes dækningsgrad i de åbne farvande og i de kystnære områder hvor makroalger er samlebetegnelse for flere hundrede arter, og dækker bl.a. over arter, som vi i daglig tale kalder tang. Der er tale om såvel 'ønskede' som 'uønskede' makroalger. De 'uønskede' makroalger er de hurtigt voksende arter som fx søsalat og trådalger. Høje kvælstoftilførsler medfører som tidligere anført forhøjede planteplanktonbiomasser og dermed ringere lysforhold for bundvegetationen og iltvind. Det betyder bl.a. reduceret dybdeudbredelse af sammenhængende makroalge-bevoksninger. På tilsvarende vis vil forringede lysforhold forårsaget af øgede kvælstoftilførsler betyde, at bl.a. ålegræssets dybdegrænse rykkes ind på lavere vand og det potentielle udbredelsesområde indskrænkes. Ålegræs er også følsomt overfor iltvind. Et tæt ålegræsdekke stabiliserer havbunden og bidrager til at holde vandet klart ved at opsamle næringsstoffer, så de transporteres videre bundet i plantedele og ikke i fytoplankton eller ophvirvlet sediment.

#### *Betydning for iltforhold*

Iltvind opstår når iltforbruget i forbindelse med nedbrydningen af organisk stof ved havbunden i en længere periode har oversteget ilttilførslen. Kvælstoftilførslen og vejrforholdene har stor betydning for udviklingen af iltvind og kan i væsentlig grad forklare forskelle i udbredelsen og styrken af iltvind fra år til år. Hvis det f.eks. blæser meget opblandes og iltens bundvandet mere. Omvendt, hvis der i løbet af vinteren og foråret har været en stor kvælstofafstrømning og, hvis vandet er meget varmt på grund af en lang varm sommer øges nedbrydningen af organisk materiale og dermed iltforbruget i vandsøjlen og havbunden, hvilket igen øger sandsynligheden for iltvind. Generelt er iltkoncentrationen i bundvandet faldet igennem de seneste årtier, hvilket i høj grad skyldes, at klimaet er blevet varmere.

#### *Betydning for bundfauna*

Sammensætningen af bundfaunaen er indirekte påvirket af kvælstoftilførslerne, idet bundfaunaens sammensætning afhænger dels af fødeudbuddet, dels af iltforholdene. Højere kvælstoftilførsler kan via en stor produktion af organisk stof medføre dominans af opportunistiske arter (arter som ikke har et specialiseret fødevalg, men foretrækker de fødeemner, der er flest af på et givet tidspunkt og et givet sted) og dermed også reduktion af biodiversiteten. Herudover vil tilbagevendende iltvind ødelægge levevilkårene for flerårige bunddyr. Hvis bundfaunaen forsvinder, vil fraværet af deres grave- og pumpeaktivitet i væsentlig grad gøre omsætningen af organisk materiale og udvekslingen af næringsstoffer med vandsøjlen mere ustabil.

#### *Betydning for fisk*

Øget tilførsel af næringsstoffer til det marine miljø kan medføre en øget produktion, som i sidste instans fører til flere fisk og dermed potentielt til øget fiskeri. En sådan udvikling er observeret fx i Limfjorden i perioden fra starten af 1900-tallet til en gang i 1960'erne. Et tilsvarende billede har været observeret fra andre danske fjorde og kystnære områder.

Over et vist niveau medfører øget næringsstofftilførsel imidlertid en række ændringer i økosystemerne, der hver især påvirker fiskebestandene negativt: organisk berigelse af bunden og ændringer i sedimentsammensætning, øget iltforbrug i bundlaget med deraf øget omfang og forekomst af iltsvind og ændringer i fødekædestrukturer. Nedgange i bestande af spisefisk er dog ikke kun et resultat af eutrofieringen, men kan også være forårsaget af for stort fiskeritryk, klimaændringer og ændrede hydrodynamiske forhold.

Med udgangspunkt i analyser fra Limfjorden tegner der sig nogle mønstre i udviklingen af generel karakter. Fiskebestandene udtrykt som landede mængder spisefisk og industrifisk faldt dramatisk i en periode i 1960'erne og 1970'erne. Selvom andre faktorer givetvis har medvirket til denne udvikling, så er det især bundlevende fisk, der gik tilbage og det er sandsynliggjort, at N-belastningen har påvirket bestandene negativt. Næste større skift skete i starten af 1990'erne, hvor fiskeriet yderligere gik tilbage og hvor overvågningsdata viser fald i både standfaste og migrerende bestande og blandt såvel spisefisk som andre arter, fx ålekvabbe og ulk. I denne periode sker der endvidere væsentlige ændringer i de trofiske strukturer og primærproduktionen kanaliseres i højere grad ind i filtrerende bunddyr som muslinger eller i gopler. Hvor muslingerne kan være føde for højere trofiske niveauer eller gennem fiskeriet gå til fødevarer, så er goplerne et udtryk for en "dead end", dvs. at stof og energi ikke bringes videre i fødekæden til højere trofiske niveauer og dermed tabes til sedimentation. Skiftet omkring 1990 kan primært relateres til forstyrrelser forårsaget af næringsstofftilførslen og i mindre grad til klimatiske forandringer, som har medvirket til at tippe et allerede skrøbeligt system.

Der har i de senere år været indikationer på en stigende indvandring af fisk til Limfjorden og der er mange individer af små fiskearter som kutling og hundestejle. Men der er ingen indikation på, at yderligere reduktioner i næringsstofftilførsel i sig selv vil føre til reetablering af tidligere tiders bestande af spisefisk.

## **Bilag 3**

### **Forudsætninger for kolonisering af ålegræs ved frøspredning**

For at kunne sikre en kolonisering af ålegræs ved frøspredning er det afgørende at have et indgående kendskab til processerne, som påvirker frøspredningen, frøbanken, frøspiring og den efterfølgende vækst og overlevelse af årsskud. Og det er meget vigtigt at foretage en nøje vurdering af hvilke områder der evt. egner sig til denne type restaureringstiltag.

Nye undersøgelser har netop fokuseret på at beskrive følsomheden af disse processer ved en bred vifte af felt- og laboratorieeksperimenter. Resultaterne viser en stor forskel på de fysiske, kemiske og biologiske stressfaktorer, som påvirker frø og små spirende planter på barbund i forhold til det beskyttede miljø nær moderbedet. Reetableringen af ålegræs i Odense Fjord er begrænset af forringede sedimentforhold, som følge af mange års høje næringsstof-udledninger og unge ålegræsplanters overraskende høje følsomhed overfor mekanisk og biologisk stress. Med Odense Fjord som eksempel er det vist, at nogle af vore fjorde er i så dårlig økologisk tilstand, at den reduktion i næringsstofbelastningen, vandplanerne stiller krav om, ikke i sig selv er tilstrækkelig til at sikre reetablering af ålegræs. I andre områder er vandplanindsatsen muligvis tilstrækkelig.

Der er nu dannet så meget viden om stressor-effekter og deres feedback-mekanismer i reetableringsfasen af ålegræs, at det er muligt et "hjælpe" processen i udvalgte områder. I reetableringsfasen bør man sikre, at lys, bund og belastningsforhold er tilstrækkeligt optimerede. I nogle områder, f.eks. Odense Fjord, kan der være behov for at supplere med alternative løsninger for at hjælpe ålegræsset på vej. Uden en meget specifik og målrettet indsats er der ingen garanti for, at ålegræsset vil blive reetableret alene som følge af reduktion i tilførslen af næringsstoffer til det marine miljø.

## Bilag 4

### Øvrige indikatorer

En række supplerende indikatorer, som bl.a. reagerer på ændret kvælstoftilførsel, kan anvendes til at vurdere tilstanden. De væsentligste af disse er fytoplankton/klorofyl, makroalger og bundfauna, som også er fastlagt med Vandrammedirektivet.

Endvidere kan fysisk-kemiske støtteparametre som sigtddybde eller kvælstofkoncentration anvendes, såfremt disse kan knyttes til biologiske kvalitetselementer, idet vandrammedirektivet stiller krav om opfyldelse af miljømål udtrykt ved biologiske kvalitetselementer.

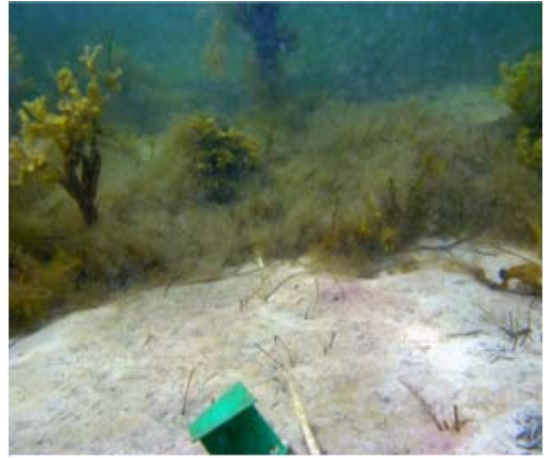
### Klorofyl

Planteplankton er kendetegnede ved en meget kort generationstid og reagerer derfor meget hurtigt på forhold, der påvirker deres vækst, fx ændrede tilførsler af næringsstoffer og lysindstråling. Mængden af planteplankton i vandet påvirker vandets klarhed og dermed mere generelt miljøtilstanden i havmiljøet. Planteplanktons grønne farvestof, klorofyl a, benyttes som en indikator for den samlede mængde af planteplankton. Klorofylkoncentrationen vil derfor være en af de første indikatorer, der reagerer på en ændring i mængden af næringsstoffer. Igennem overvågningsperioden er klorofylkoncentrationen også faldet i de områder, hvor næringsstofreduktionen har været størst, nemlig i fjordene. Derimod er der ikke set signifikante udviklingstendenser for klorofyl i de åbne farvande.

### Makroalger

Havbundens makroalger kan ligesom ålegræsset danne produktive habitater som er levested og opvækstområder for en række organismer, og flerårige samfund af makroalger spiller ligesom ålegræsengene en vigtig rolle i de kystnære økosystemer. Makroalgerne har, ligesom ålegræsset og alle andre fotosyntetiserende organismer behov for lys for at vokse, og dækningsgraden af makroalgerne aftager mod dybere vand i takt med at lyset svækkes med vanddybden. Dækningen af makroalgesamfundet er derfor typisk større i klarvandede områder med begrænsede næringsstofkoncentrationer end i næringsrige områder med uklart vand. Det er baggrunden for, at makroalgernes dækningsgrad er udviklet som indikator for vandkvalitet både for stenrevne i de åbne farvande og for kysternes makroalgesamfund. Sammensætningen af makroalgesamfundet f.eks. udtrykt som forholdet mellem enårige og flerårige makroalger samt algerens artsdiversitet er også koblet til næringsniveauet i kystområderne. Der er dog en del variation i algernes dækningsgrad og sammensætning fjordene imellem og det er ikke helt enkelt at fastsætte referenceniveauer.

Makroalger vurderes at være egnet som indikator på den del af miljøtilstanden, som relaterer sig til næringsstofbelastningen, de resulterende næringsstofkoncentrationer og lysforholdene. De uønskede hurtigt voksende makroalger reagerer spontant på lysforholdene og næringsstofkoncentrationsniveauerne. Ofte ses de største uønskede makroalgeforekomster tættest på ferskvandsbidrag, hvor næringsstofferne udledes, eller på bundforhold hvor "udsivningen" af næringsstoffer fra bunden er høj. De er samtidig ansvarlige for hindringen/forsinkelsen af reetableringsfasen for ålegræs, idet de som omtalt øger resuspensionen og mekanisk beskadiger eller skygger for ålegræs årsskud. De uønskede makroalgers hurtige omsættelighed øger endvidere recirkuleringen af næringsstoffer som tidligere omtalt.

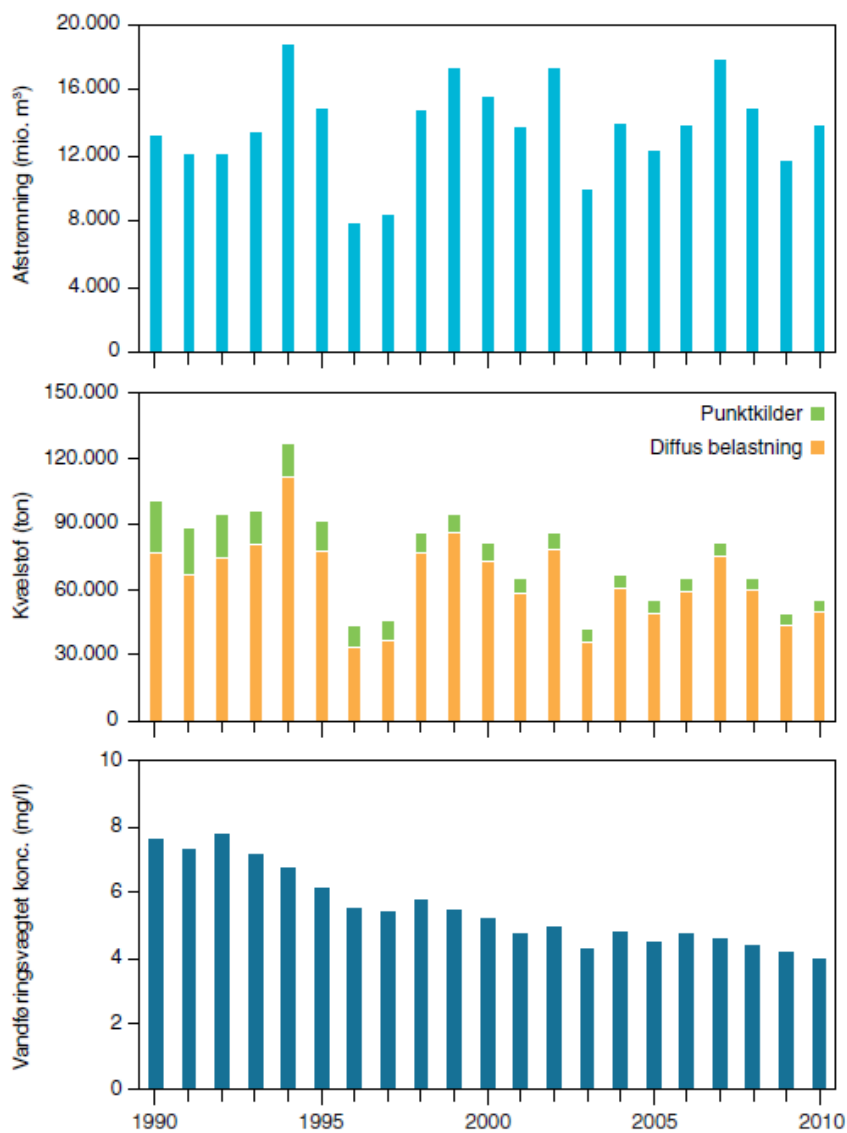


*Billede 1 og 2. Visualiserer makroalgeproblemerne i dag, hvor det manglende ålegræsfilter resulterer i masseforekomster af makroalger som hindrer reetableringsprocessen af ålegræs.*



## Bilag 5

### Udvikling i kvælstofkoncentrationen i vandområderne



Figur 1: Udvikling i ferskvandsafstrømning (øverst), kvælstoftilførsel (midterst) og vandfø ringsvægtet kvælstofkoncentration i det afstrømmende ferskvand til havet omkring Danmark (nederst), 1990-2010. Kvælstoftilførslen er fordelt på diffuse kilder (inkl. spildevand fra spredt bebyggelse) og spildevand fra punktkilder.