

# Resumé

## - international evaluering af de danske havmodeller

---

*Til offentliggørelse efter høringen af evalueringsrapporten*



**10. oktober 2017**

Implement Consulting Group  
Strandvejen 54  
2900 Hellerup

Tel +45 4586 7900  
Email [info@implement.dk](mailto:info@implement.dk)  
[implementconsultinggroup.com](http://implementconsultinggroup.com)

CVR 32767788  
Bank 4845-3450018236  
SWIFT DABADKKK  
Iban DK3030003450018236

# Indholdsfortegnelse

---

1. Indledning.....	2
2. Samlet vurdering og konklusioner .....	5
3. Anbefalinger til det videre arbejde .....	6

# 1. Indledning

Denne rapport indeholder en videnskabelig vurdering af den danske forvaltning af kystvande med henblik på gennemførelse af det europæiske vandrammedirektiv (VRD) i Danmark. Partierne bag aftalen om Fødevarer- og landbrugspakken (22. december 2015) har besluttet at evaluere de modelværktøjer (belastningsmodeller), som anvendes til at beregne indsatskravene til nedbringelse af udledningen af kvælstof fra land i de danske vandområdeplaner. Resultaterne af evalueringen vil blive anvendt til udvikling og anvendelse af modellerne i 3. generation af vandplanerne, som er gyldige for 2021-2027.

## *Opgavebeskrivelse fra Miljø- og Fødevarerministeriet*

Det er evalueringspanelets opgave at gennemføre en grundig evaluering af de marine modelværktøjer, som ligger til grund for indsatskravene til nedbringelse af udledningen af landbaseret kvælstof

(N) i de danske vandområdeplaner med hensyn til betydningen af kvælstof og andre relevante presfaktorer såsom fosfor, fiskeri etc. Evalueringspanelet skal især:

- i. Evaluere anvendelsen af modeller til fastsættelse af typespecifikke referenceværdier (i henhold til det europæiske vandrammedirektivs bilag II) for vandkvalitetsparameteren fytoplankton (klorofyl).
- ii. Evaluere anvendelsen af modeller til at fastlægge miljømålene (den maksimale tilladte tilførsel af kvælstof (målbelastningen)) og indsatsbehovene for at opnå god miljømæssig tilstand samt evaluere forskelle og ligheder mellem anvendelsen af forskellige metoder og modeltyper på kystvande med forskellig typologi.
- iii. Evaluere de estimerede kvælstofmålbelastninger og indsatsbehov i de danske vandområdeplaner og evaluere metoden til at fastlægge den danske andel af det samlede indsatsbehov. Hvordan er den aktuelle miljøtilstand i de danske kystvande bestemt af udledning af kvælstof fra danske landområder i forhold til andre belastninger såsom kvælstof, der frigøres fra sedimenter, og kvælstofbelastninger fra afvandsområder i nabolandene og luftbåren kvælstofdeposition (den danske andel af det samlede indsatsbehov i relation til kvælstof)?

Derudover forventes panelet at adressere tekniske spørgsmål og kommentarer fra interessenterne.

## *Udvælgelse af eksperter*

Det danske Miljø- og Fødevarerministerium har været ansvarlig for udvælgelse af et internationalt panel bestående af fem eksperter til gennemførelse af evalueringen. Rekrutteringen af eksperter har fundet sted med udgangspunkt i en nomineringsproces, hvor det danske Miljø- og Fødevarerministerium har anmodet vandforvaltningsmyndigheder i andre lande (Sverige, Finland, Polen, Tyskland, Holland og England) og Det Europæiske Miljøagentur, Det Fælles Forskningscenter (FFC) og Europa-Kommissionen (Generaldirektoratet for Miljø) om at nominere eksperter til at foretage evalueringen. Det fremgik af anmodningen, at de nominerede skulle besidde ekspertviden på følgende områder: marin økologi, marine økosystemmodeller, statistiske metoder og erfaring med marinforvaltning i relation til vandrammedirektivet.

Anmodningen fra ministeriet resulterede i nominering af 14 eksperter, hvoraf 9 eksperter efterfølgende gav udtryk for interesse i at deltage i et ekspertpanel. Af disse

udvalgte ministeriet følgende fem eksperter til at foretage evalueringen:

- Professor Peter Herman, Deltares, Institut for anvendt forskning på området for vand og undergrund, Holland.
- Professor Alice Newton, NILU – Norsk institut for luftforskning
- Professor Gerald Schernewski, Leibniz-instituttet for østersøforskning, Warnemünde
- Direktør Bo Gustafsson, Baltic Nest Institute (BNI), Stockholm Universitet, Sverige
- Seniorforsker Olli Malve, det Finske Miljøinstitut SYKE
- Professor Peter Herman er udpeget til formand for panelet

De fem eksperter blev udvalgt efter en vurdering af deres kvalifikationer hvad angår erfaring med og kompetencer inden for følgende fagområder: *marin økologi/kystøkologi, udarbejdelse af modeller for kystøkosystemer, brug af statistik inden for miljøvidenskab og erfaring med marinforvaltning i relation til gennemførelse af vandrammedirektivet.*

#### *Evalueringens formål og fokus*

Dette afsnit præsenterer evalueringens formål og fokus ifølge det internationale panel (herefter benævnt panelet) og kan derfor ses som panelets håndtering af opgavebeskrivelsen i praksis.

Evalueringen besvarer spørgsmål i relation til punkterne (i)-(iii) i opgavebeskrivelsen ovenfor og fokuserer derfor på det videnskabelige grundlag for planerne, særligt modelværktøjerne. Evalueringen skal tage højde for de internationalt aftalte mål for opnåelse af god økologisk tilstand i vandrammedirektivet.

#### **Evalueringens primære formål**

Evalueringens primære formål er at vurdere, om havmodeller – som de er præsenteret i den videnskabelige dokumentationsrapport og kommenteret af forskerne og interessenterne – *tilvejebringer solid og robust videnskabelig dokumentation for, at de foreslåede reduktioner i landbaserede kvælstofudledninger vil være både nødvendige og tilstrækkelige til at opnå god økologisk tilstand iht. vandrammedirektivet.*

- Ved “solid” forstår panelet baseret på international videnskabelig litteratur, veludført, troværdig
- Ved “robust” forstår panelet ikke i for høj grad afhængig af vilkårlige detaljer, pålidelig og med acceptabel præcision
- Ved “nødvendige” forstår panelet, at målene ikke ville være nået, hvis der blev udført mindre
- Ved “tilstrækkelige” forstår panelet, at der er en høj sandsynlighed for at nå målene ved at føre planerne ud i livet

Evalueringens omfang omfatter ikke andre modeller end havmodellerne og andre miljømål end dem, der gælder kystområder. Evalueringens omfang omfatter ikke de samfundsmæssige omkostninger og fordele ved de foranstaltninger, som er nødvendige for at opfylde miljømålene.

### *Basis for evalueringen*

Panelets endelige evaluering er baseret på følgende materialer:

- Den videnskabelige dokumentationsrapport udarbejdet af Aarhus Universitet (DCE) og DHI i juni 2017, som dokumenterer de modelværktøjer og den beregnede målbelastning, som blev udviklet for ministeriet i perioden 2013-2015.
- Spørgsmål og kommentarer fra interessenter til den videnskabelige dokumentationsrapport (se bilag 1 i evalueringsrapporten)
- Forskernes svar på spørgsmål og kommentarer formuleret af panelet, efter at medlemmerne af panelet har læst og overvejet rapporten, samt spørgsmål og kommentarer fra interessenterne (se bilag 2a og 2b i evalueringsrapporten).
- Svar fra panelet på, hvordan de har taget højde for hvert af de tekniske spørgsmål og kommentarer fra interessenterne (se bilag 3 i evalueringsrapporten).
- Udvalgt baggrundsmateriale, som forskere, interessenter og panel henviser til

### *Evalueringsprocessen*

Det anses som afgørende, at evalueringen af de danske havmodeller gennemføres af uafhængige forskere. For at garantere uafhængighed blev det besluttet, at Miljø- og Fødevareministeriet, forskerne fra AU og DHI og interessenterne skulle holde sig på afstand af panelet (i henhold til armslængdeprincippet) under hele evalueringsforløbet. Ministeriet udpegede Implement Consulting Group (Implement) til at facilitere processen.

Evalueringsprocessen blev indledt i juni 2017. Den udmøntede sig i en evalueringsrapport den 19. september, som blev udarbejdet efter en skrive-workshop i Helsingør den 11.-15. september. Efter høringsprocessen mellem den 19. september og den 2. oktober blev der foretaget mindre rettelser i den endelige rapport, som blev færdiggjort den 10. oktober.

### *Høringsprocessen*

Der fandt en høring af evalueringsrapporten sted blandt interessenter fra Blåt Fremdriftsforum og forskerne fra AU og DHI mellem den 19. september og den 2. oktober. Tre interessentorganisationer plus AU og DHI afgav yderligere kommentarer og spørgsmål, som blev besvaret af panelet mellem den 2. og den 9. oktober. De yderligere kommentarer, spørgsmål og svar er anført i dokumentet *Høringsbilag*, som blev færdiggjort den 10. oktober.

Efter at have læst reaktionerne fra forskere og interessenter blev panelet klar over, at rapporten indeholdt nogle få faktuelle fejl, og at de valgte formuleringer ikke altid var præcise og konsekvente når det gælder forskellen mellem vandområdespecifik, typespecifik og regionale referencer, mål og målbelastninger. Panelet besluttede at redigere rapporten en smule for at undgå yderligere forvirring hos andre læsere af rapporten, og den endelige version blev derfor offentliggjort den 10. oktober. Ændringerne i den endelige version, sammenlignet med den version, som interessenter og forskere har kommenteret, er sammenfattet i første tabel i dokumentet *Høringsbilag*.

Panelet håber, at den opmærksomhed, som interessenternes synspunkter har fået, og svarene fra forskerne under den videnskabelige undersøgelse af den videnskabelige dokumentationsrapport vil medvirke til at skabe tillid mellem parterne og bidrage til et vellykket resultat.

## 2. Samlet vurdering og konklusioner

Vandrammedirektivet har til formål at genskabe god økologisk tilstand i overfladevandet i Europa. Den videnskabelige dokumentationsrapport foreslår tiltag til reduktion af næringsstofbelastningen for at opnå denne gode økologiske tilstand i danske overgangs- og kystvande. Panelet støtter fuldt ud næringsstofreduktioner som et nødvendigt krav til opnåelse af denne gode økologiske tilstand og understreger vigtigheden af næringsstofforhold som en modererende faktor i vekselvirkning med yderligere foranstaltninger, der er truffet for at forbedre økosystemets tilstand.

Sammenlignet med mange andre europæiske lande råder Danmark over fremragende databaser, modeller og videnskabelig ekspertise som grundlag for gennemførelsen af vandrammedirektivet. Det glædede panelet at se, at disse ressourcer er mobiliseret med henblik på at opnå en førende position i Europa. Panelet var imponeret over åbenheden og gennemsigtigheden i samarbejdet mellem regering, forskere og interessenter og af det høje intellektuelle niveau i drøftelserne. Denne åbne udveksling af ideer og holdninger er et perfekt udgangspunkt for en yderligere forbedring af det videnskabelige grundlag for implementering af vandrammedirektivet.

Panelet har gennemgået valget af indikatorer og procedurer inden for rammerne af krav og specifikationer i vandrammedirektivet og konstateret, at indikatorerne, metoderne til at fastslå referenceforhold og metoderne til at fastlægge nødvendige foranstaltninger er i overensstemmelse med vandrammedirektivet. Den danske gennemførelse er baseret på enten direkte historisk observation eller modelbestemmelse på baggrund af referenceforhold. Der er kun i lav grad eller slet ikke tale om ukontrollerbare "ekspertskøn". I den henseende opnår de danske modeller den højst mulige standard for gennemførelse af vandrammedirektivet.

Panelet har analyseret konsekvenserne af at anvende en forholdsvis grov typologi for kystvandene til at beregne referenceforhold, mål og højst tilladte tilførsel af kvælstof (målbelastning). Panelets konklusion er, at anvendelsen af en grov typologi har ført til reduktionskrav, som ikke er optimale for alle farvande. Panelet er overbevist om, at fuld udnyttelse af tilgængelige data og modeller vil gøre det muligt for Danmark at give afkald på typologien og udvikle avancerede, specifikke reduktionsmål for hvert enkelt farvand. Panelet anbefaler at benytte en detaljeringsgrad svarende til vandområdeniveau gennem hele den videnskabelige proces. Der bør først besluttes regional gruppeinddeling af reduktionsforanstaltninger, når de videnskabelige råd omsættes til handlingsplaner.

Panelet har analyseret de anvendte indikatorer og konkluderer, at klorofyl a er en hensigtsmæssig, interkalibreret indikator for fytoplankton, mens Kd er mindre optimal som indikator for bentiske angiospermae og makrofyter. De andre indikatorer, som kun anvendes i de statistiske modeller, er for øjeblikket forbundet med metodologiske problemer og er endnu ikke tilstrækkeligt modne til at blive medtaget i handlingsplanerne. Panelet har identificeret lovende udviklinger i udarbejdelse af modellerne når det gælder angiospermae- og makrofytindikatorer og er kommet med anbefalinger til, hvordan indikatorerne kan udvides og udvikles i fremtiden.

I lyset af den store indsats man har gjort tidligere i forhold til at fjerne fosforbelastningen fra punktkilder, bakker panelet op om, at den videnskabelige dokumentationsrapport har lagt vægt på at nedbringe kvælstofbelastningen fra

diffuse kilder. Der kunne dog, i det mindste principielt set, suppleres med reduceret fosforbelastning og sæsonbestemt regulering af kvælstofbelastningen. Panelet er af den opfattelse, at disse muligheder fortjener yderligere videnskabelig undersøgelse, især i vandområder, hvor det kræver en stor indsats at nedbringe kvælstofbelastningen.

Selvom det ved første øjekast kan synes overflødigt at vedligeholde to parallelle modeltyper (statistisk og mekanistisk), anbefaler panelet på det stærkeste at fastholde begge typer. I lyset af de mange tilgængelige data giver dette en enestående mulighed for evidensbaseret kontrol af mekanistiske modelresultater. Panelet vurderer den mekanistiske model som et avanceret og meget omfattende værktøj, men understreger, at uafhængig kontrol af data samt analyse af usikkerhedsmomenter fortsat er nødvendig og kan gennemføres med den statistiske tilgang. Denne sammenhæng kan optimeres ved at forbedre tilgangen og metoderne i den statistiske model.

Panelet støtter den generelle logik i metodologien vedrørende definition af reference- og målværdier ud fra modellerne og beregning af den påkrævede reduktion af kvælstofbelastningen for at nå de opstillede mål. Panelet har identificeret en række steder i processen, hvor der finder gennemsnitsberegning sted. Det fører til indbyrdes afhængighed mellem modeltyperne, lavere indikator detaljeringsgrad og lavere geografisk detaljeringsgrad. Det gør også proceduren mere kompleks og gør den meget vanskelig at forstå. Ingen af disse lavere detaljeringsgrader er nødvendige, da modelresultaterne og databasen giver mulighed for en fuldstændig transparent udledning af, hvilken næringsstofreduktion der er nødvendig for hvert enkelt vandområde.

Som opsummering på disse forskellige aspekter af arbejdet anser panelet det som positivt, at nedbringelse af næringsstofbelastningen er baseret på **solid** videnskabelig evidens og generelt set modelleringstilgange af en høj kvalitet. Panelet stiller sig meget positivt over for, at elementet ekspertiskøn stort set er fraværende i arbejdet, og er af den opfattelse, at elementet, i de få tilfælde hvor det faktisk optræder, er unødvendigt og kan fjernes. Det generelle (landegennemsnitlige) niveau for den nødvendige reduktion af næringsstofbelastning står sig godt i sammenligning med uafhængige indsatser i lignende områder og virker til at være en **robust** målestok for behovet. Samtidig vurderer panelet, at den geografiske detaljeringsgrad af de påkrævede indsatser er **unødvendigt grov**. Panelet er overbevist om, at den righoldige database, kombineret med en **forbedret statistisk tilgang** og de mekanistiske modelværktøjer med høj detaljeringsgrad giver mulighed for at opnå forbedrede vandområdespecifikke målbelastningsværdier. Aktuelle videnskabelig viden støtter det synspunkt, at den foreslåede samlede reduktion er **nødvendig**, men der er ikke garanti for, at den vil være **tilstrækkelig**.

Særligt hvad angår bentisk angiospermae og makrofyter kan der være behov for supplerende tiltag.

### 3. Anbefalinger til det videre arbejde

**Monitering:** Det nationale danske monitoringsprogram, som er anvendt i den videnskabelige dokumentationsrapport, omfatter flere end 90 stationer langs kysten og i havet. Det er meget omfattende og er generelt godt afstemt efter kravene i vandrammedirektivet. Det danner grundlag for videreudvikling af modellerne, for de fleste beregninger og er nødvendigt for at kunne evaluere foranstaltningernes succes, og om målene i vandrammedirektivet er nået. Panelet anbefaler at vedligeholde dette monitoringsystem i fuld skala og vurdere, om der er behov for supplerende monitoringsstationer med henblik på vandområdespecifik forvaltning.

**Typologi:** Typologien har svagheder i forhold til at afspejle fjordområdernes individuelle

karakteristika. I stedet for at foreslå forbedring af den eksisterende typologi anbefaler vi beregning af referenceforhold og mål for hvert af de 119 vandområder i Danmark. Danmark er et af de få lande i Europa, som har de nødvendige data og modeller og den nødvendige ekspertise til rådighed for en omfattende tilgang. Ved at tage højde for hvert enkelt vandområdes specifikke vilkår og individuelle karakteristika kan de beregnede mål og den vandområdespecifikke målbelastning optimeres og føre til et minimalt spild af ressourcer. Der kan opbygges en robust typologi til interkalibreringsformål på basis af resultaterne af de vandområdespecifikke analyser.

**Valg af indikatorer:** Klorofyl a er en generelt accepteret og interkalibreret indikator for fytoplankton. Kd har imidlertid visse begrænsninger som et mål for makrofyter og angiospermae. Panelet anbefaler at bygge videre på den nylige indsats for at udvikle omfattende modeller for ålegræs med henblik på at finde en bedre indikator for makrofyter, men anbefaler at beholde Kd som et alternativ indtil videre. De andre indikatorer, som anvendes i de statistiske modeller, behandler vigtige økologiske spørgsmål, men er ikke modne i den forstand, at de mangler en klar kvantitativ relation til næringsstofbelastning. Panelet anbefaler at udelade disse fra den aktuelle modellering og udvikle målrettede modeller med henblik på inddragelse af disse i indikatorsystemet.

**Statistisk modellering:** Panelet ser store fordele i strategien med at vedligeholde to uafhængige modeltyper: én baseret på statistisk dataanalyse og den anden baseret på mekanistisk modellering. Panelet anbefaler at omlægge den statistiske modellering i retning mod en optimal vurdering af langsigtede hædningskoefficienter af indikatorerne for næringsstofbelastning på en analyserende måde på tværs af systemerne og som udgangspunkt beholde både kvælstof- og fosforbelastning som forklarende variable. Panelet anbefaler at uddybe usikkerhedsanalysen i den statistiske model og mener, at dette arbejde kan blive lettere, når der er valgt en enkelt avanceret modeltilgang på tværs af systemerne.

**Mekanistiske modeller:** De mekanistiske modeller er af den nyeste slags, både hvad angår numerisk metode og omfattede processer. De er effektive værktøjer, når det handler om at tilvejebringe et sundt videnskabeligt grundlag for gennemførelse af vandrammedirektivet i Danmark. Det er dog en mangel, at de ikke dækker alle vandområder. Som et resultat heraf er der anvendt forskellige tilgange til at definere referenceforhold, mål og målbelastninger i forskellige vandområder. Vi anbefaler at udvide en mekanistisk modeltilgang til at omfatte så mange vandområder som muligt for at sikre, at der i fremtiden kan anvendes en ensartet metodologi til at definere vandområdespecifikke målbelastninger.

**Metoder til at fastlægge mål og målbelastninger af modellerne:** Panelet anbefaler at forenkle beregningsproceduren ved at fjerne gennemsnitsberegningen af modeller, indikatorer, vandområder af samme type og vandområder på regionalt plan. På denne måde tydeliggøres forskelle og ligheder mellem modeltilgange, indikatorer og vandområder, og disse vil kunne underkastes yderligere analyse. Krydskontrol af resultaterne af den statistiske og mekanistiske modeltilgang i systemer, hvor begge er tilgængelige, danner grundlag for ekstrapolering til alle systemer. Panelet anbefaler at fastlægge én målbelastning pr. vandområde på denne måde og først beslutte at foretage regional gennemsnitsberegning eller sammenlægning på et senere tidspunkt, når de videnskabelige resultater er omsat til handlinger.

**Interaktion med vandløbsområder:** Vandløbsmodeller muliggør beregning af potentialet til at reducere kvælstof- og fosforbelastningen i hvert enkelt vandløbsområde, udviklingen af vandområdespecifikke scenarier til nedbringelse af kvælstof- og fosforbelastningen og omkostningsoverslag. De giver desuden mulighed for at håndtere sæsonbestemt belastning og begrænsningsmønstre. Panelet anbefaler en kombination af vandløbs- og kystvandsmodeller for at muliggøre udvikling af optimeret vandområdespecifik forvaltning, som tager højde for både kvælstof og fosfor.



**International tilgang:** De tekniske retningslinjer for gennemførelse af vandrammedirektivet kræver en ensartet tilgang i alle medlemsstater. Som en konsekvens heraf ligner krav, modeller og udfordringer hinanden i forskellige lande. Vandrammedirektivet indebærer desuden interkalibrering og harmonisering af mål med nabolande. Derfor anbefaler panelet en koordineret fælles videnskabelig tilgang, især mellem Danmark, Tyskland og Sverige.