

Oversigt over den danske proces for interkalibrering af biologiske kvalitetselementer

- vedr. den del som DMU/DCE har bidraget til

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 1. april 2016

Jens Würgler Hansen, Jacob Carstensen, Dorte Krause-Jensen, Alf Josefson

Institut for Bioscience

Rekvirent:
Morten Brozek, Naturstyrelsen

Antal sider: 12

Faglig kommentering:
Henrik Fossing

Kvalitetssikring, centret:
Poul Nordemann Jensen



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
<http://dce.au.dk>

Indhold

Indledning	3
Planteplankton	4
Bundplanter (ålegræs)	4
Bundplanter (makroalger)	5
Bunddyr	6
Litteraturliste 1	7
Litteraturliste 2	10

Indledning

Vandrammedirektivet (VRD) skal sikre, at der opnås en 'god økologisk tilstand' i overfladevand (vandløb, søer og kystvande) inden for EU. Miljøtilstanden opgøres som den nuværende tilstand i forhold til en helt eller næsten helt upåvirket tilstand (referencetilstand) angivet ved en skala (0-1) for den økologiske kvalitet (EQR, Ecological Quality Ratio). EQR-skalaen opdeles i fem intervaller ved at fastsætte fire tilstandsklassifikationsgrænser, hvoraf den vigtigste er overgangen mellem god og moderat tilstand; idet denne definerer, hvornår et vandområde er i god økologisk tilstand – målet i henhold til vandrammedirektivet.

Interkalibrering er en del af den fælles implementeringsstrategi af VRD i EU. Interkalibreringen er nævnt i VRD (bilag V, afsnit 1.4.1) og udgør en central proces med henblik på at gøre det generelle mål om god økologisk tilstand operationel på en harmoniseret måde i hele EU. Formålet med interkalibreringen er således at harmonisere forståelsen af 'god økologisk tilstand' i alle medlemsstater og sikre, at denne fælles forståelse er i overensstemmelse med definitionerne i direktivet.

VRD definerer, hvilke biologiske kvalitetselementer der skal tages i betragtning ved vurderingen af den økologiske tilstand, men lader det være op til medlemsstaterne inden for visse rammer at fastlægge overvågningsprogram og vurderingsmetoder. Medlemsstaterne kan således overvåge og tilstandsvurdere kvalitetselementerne ved forskellige metoder, hvorfor formålet med interkalibrering ikke er at harmonisere metoder, men kun deres resultater. Resultaterne af interkalibreringen definerer grænserne for tilstandsklassifikationen og dermed 'god økologisk tilstand' som intervallet mellem de øvre og nedre grænser for god økologisk tilstand, dvs. tærskelværdierne høj-god og god-moderat tilstand udtrykt ved EQR.

Medlemslandene skal derfor interkalibrere deres klassifikationsgrænser for deres respektive metoder/indikatorer, således at tilstandsklassifikationerne i forskellige områder/lande svarer til hinanden. Interkalibreringen omfatter Danmarks kystområder inden for Nordsø-regionen (NEA (North East Atlantic)) og Østersø-regionen (BC (Baltic)).

I første generation af vandplaner anvender Danmark ålegræssets dybdegrænse i form af hovedudbredelsen (10 % dækning) som den eneste indikator for miljøtilstanden i de indre danske farvande og planteplankton (klorofyl a) som indikator i de kystnære områder ud for vestkysten. I anden generation af vandplaner er ud over ålegræssets hovedudbredelse inddraget planteplankton (klorofyl a) og bunddyr (DKI-indeks) i vurdering af miljøtilstanden. Der arbejdes også på at gøre makroalger til en del af vurderingsgrundlaget.

Dette notat giver en kort historisk oversigt over de interkalibreringsaktiviteter, som DMU/DCE har deltaget i, og resultaterne heraf. Oversigten omfatter kvalitetselementerne planteplankton, bundplanter (blomsterplanter og makroalger) og bunddyr. Bagest i notatet indgår to litteraturlister med publikationer, som DMU/DCE enten har stået for eller bidraget til. I den første liste indgår publikationer omhandlende indikatorer, referenceværdi, klassegrænser/miljømål og især interkalibrering. Den anden liste omfatter publikationer, som er baseret på danske overvågningsdata og omhandler relationer mellem presfaktorer, indikatorer og miljøtilstand, da disse studier udgør en stor del af arbejdet relateret til interkalibrering.

Planteplankton

Historik

De indledende øvelser bestod i at etablere en kobling mellem Secchi-dybder og klorofyl a (proxy for biomassen af planteplankton) på baggrund af overvågningsdata fra både Nordsø- og Østersø-regionen. Denne kobling blev anvendt til at give et foreløbigt bud på referenceværdier for biomassen af fytoplankton baseret på historiske målinger af Secchi-dybder. En efterfølgende etablering af datagrundlaget for en interkalibrering omfattede beskrivelse af relationer mellem tilførsel fra land og koncentration i vand af kvælstof i Vadehavområdet. Derefter blev der opstillet relationer mellem koncentration af kvælstof og koncentration af klorofyl a, biovolumen og kulstof-biomasse (alle som mål for mængden af planteplankton) inden for en række kystområder i Nordsø- og Østersø-regionen. Målet var at etablere en kobling mellem belastning (kvælstoftilførsel) og indikator (planteplankton). På baggrund af disse relationer blev beregnet referenceværdier og miljøklassegrænser for klorofyl a, biovolumen og kulstof-biomasse i kystområderne. Den danske tilgang med anvendelse af klorofyl a som vurderingsværktøj indgik efterfølgende i en interkalibreringsøvelse med de svenske klorofylbaserede miljøvurderinger. Derefter blev der gjort forsøg på at finde en anvendelig fælles klorofyl-indikator for Danmark, Sverige og Norge. Senest er der mellem disse lande lavet en interkalibrering af klorofyl i overensstemmelse med EU's retningslinjer.

Hovedresultater fra interkalibreringsøvelser:

1. Referenceværdier for planteplankton (klorofyl a) bestemt ud fra historiske Secchi-dybder har indgået som data-input til interkalibreringer i Nordsø- og Østersø-regionen.
2. Den første interkalibreringen mellem Danmark og Sverige viste, at referenceværdier inden for områder af samme typologi var sammenlignelige, mens dette ikke i samme udstrækning var tilfældet for grænseværdierne mellem kvalitetsklasserne.
3. Biomassen af planteplankton (målt som koncentrationen af klorofyl a) opgøres forskelligt i Danmark (middel, maj-sept.), Sverige (EQR-skala, juni-august) og Norge (90 % fraktil, feb.-okt.) i forbindelse med interkalibrering. Derfor blev der til det videre arbejde etableret en fælles og mere robust klorofyl-beregning for Danmark, Sverige og Norge i form af en vægdet årsmiddel af koncentrationen af klorofyl a. På den baggrund var det muligt at etablere samstemmende værdier for referencetilstand og klassegrænser mellem Danmark og Sverige – men ikke i forhold til Norge.
4. Den seneste interkalibrering af klorofyl mellem Danmark, Sverige og Norge er lykkedes for de fælles typeområder i Østersø-regionen (BC6) og Nordsø-regionen (NEA 8a, 8b, 9 og 10) ved EU-retningslinjens alternative tilgang option 3 (fælles datamateriale, men forskellige metoder).

Bundplanter (ålegræs)

Historik

Det indledende arbejde i processen mod en interkalibrering var fokuseret på at beskrive den 'upåvirkede' dybdegrænse for ålegræs ud fra historiske observationer af ålegræssets udbredelse. Det gav mulighed for at definere referenceværdier for ålegræssets dybdeudbredelse i en lang række danske kystvande som grundlag for fastlæggelse af miljøklassifikationsgrænserne. Referenceværdierne blev bestemt i to omgange, da det historiske materiale blev udvidet efter den første runde, hvilket også førte til en fornyet bestemmelse af klassifikationsgrænser. Efterfølgende blev der beregnet kvælstof-niveauer

(koncentrationer og korresponderende tilførsler) svarende til en god miljøtilstand ved anvendelse af ålegræsværktøjet (en opdateret og udvidet version af Laurentius-ligningen). Efterfølgende er der gjort forsøg på at interkalibrere den danske tilgang (ålegræssets dybdegrænse) med de svenske og tyske indeks-metoder til tilstandsbeskrivelserne.

Hovedresultater fra interkalibreringsøvelser:

1. Der var ikke grundlag for at interkalibrere med svenskerne, da de ikke i tilstrækkeligt grad havde overvågningsdata for ålegræssets dybdegrænse, som kun i meget begrænset omfang indgår i svenskernes vurderingsmetode.
2. Der er gjort flere forsøg på at interkalibrere med tyskerne. Første interkalibrering resulterede i harmoniserede klassifikationsniveauer for ålegræssets dybdegrænse mellem Danmark og Tyskland i det sydvestlige Baltikum (Faxe & Hjelm Bugt), men interkalibreringen omfattede ikke hele det tyske klassifikationsindex (kun ålegræsdelene). Tyskerne anvender ét planteindeks til vurdering af miljøtilstanden i de indre fjorde og et andet i de mere åbne kystnære farvande. I begge planteindeks indgår parametre, som ikke overvåges i Danmark, hvorfor det i den efterfølgende, mere omfattende interkalibreringsøvelse var nødvendigt at tage udgangspunkt i det tyske datasæt, som også omfatter ålegræssets dybdegrænse. EQR-værdier baseret på det ene tyske indeks (indre fjorde) korrelerede signifikant med EQR-værdier baseret på ålegræssets dybdegrænse, mens dette ikke var tilfældet for det andet tyske indeks (åbne kystnære farvande). Det var derfor kun muligt at gå videre med interkalibreringen i forhold til det ene tyske indeks (indre fjorde). Interkalibreringen kunne dog ikke gennemføres i fuld udstrækning, da datagrundlaget ikke var tilstrækkeligt til en sammenstilling inden for den relevante kystvandstype. Derfor blev der forsøgt andre tilgange til interkalibrering, som indikerede, at der ikke var overensstemmelse mellem de danske og tyske indikatorer, og det derfor ikke var muligt at lave en fuld interkalibrering. Danmark og Tyskland besluttede derfor at videreføre resultatet fra den første interkalibrering baseret på ålegræssets dybdegrænse i begge lande.

Bundplanter (makroalger)

Historik

Der er udviklet empiriske modeller til at beskrive den totale og kumulative dækningsgrad af makroalger i forskellige stenrevsområder som funktion af dybde, indstråling, græsningstryk og kvælstoftilførsel. Da der mangler historiske data om makroalgernes dækningsgrad langs dybdegradienter, blev referencedybder beregnet ud fra de empiriske modelsammenhænge mellem dybde og kvælstoftilførsel. Efterfølgende blev den empiriske modellering udvidet til også at omfatte makroalger på hårdt substrat i fjorde og kystnære områder. Med baggrund i modellen blev kystnære makroalgernes respons på ændringer i saltholdighed og kvælstoftilførsel beskrevet for seks makroalgeindikatorer, som ud over de ovenfor nævnte dækningsgrader omfattede en opsplitning af den kumulerede dækning på flerårige og enårige/opportunistiske alger, samt antal flerårige arter og andel opportunistiske arter. Referencedybder i en række forskellige områder blev efterfølgende modelberegnet efter samme princip som for makroalgerne på stenrev, dvs. ved at anvende den anslåede kvælstofbelastning i referencetilstanden, og på tilsvarende vis blev modellen anvendt som grundlag for fastlæggelse af miljøklassifikationsgrænserne.

Hovedresultater fra interkalibreringsøvelser:

1. Makroalgemodellen var for Danmarks vedkommende i første omgang ud over stenrev kun udviklet til brug for vurderinger i fjorde og kystnære områder og kunne derfor ikke bruges til interkalibrering for mere åbne farvande. Det var ikke muligt at interkalibrere med svenskerne i kystnære farvande, da der ikke var noget egnet fælles datasæt. For de mere åbne farvande var den totale dækning den mest robuste indikator, men parameteren er først for nylig blevet en del af det svenske og norske overvågningsprogram, hvorfor der ikke var et tilstrækkeligt datagrundlag til at interkalibrere. Desuden var det et problem for interkalibreringen, at de danske data spænder over flere tilstandsklasser, mens de svenske data ikke spænder tilsvarende bredt.
2. Makroalger blev også forsøgt kalibreret med tyskerne; men dette måtte opgives, da opgørelsesmetoden for den danske indikator i sammenligningsområdet ikke muliggjorde en tilstrækkelig sikker opdeling på miljøklassifikationsgrænser.
3. Det er for makroalger foreslået at anvende et vurderingsværktøj baseret på den kumulerede dækning, antal flerårige arter og andel enårige/ opportunistiske arter, hvor indikatorværdierne transformeres til den samme EQR-skala, hvilket gør det muligt at beregne en fælles middelværdi.
4. Danmark har ikke et planteindeks, som kombinerer informationer om blomsterplanter og makroalger respons på ændringer i kvælstoftilførsel, sådan som det er tilfældet i nogle andre lande.

Bunddyr

Historik

DMU/DCE har deltaget i EU-interkalibreringsaktiviteter med bunddyr siden 2005, først inden for Nordsø-regionen (fase I), derefter inden for Østersø-regionen og nu til sidst inden for Nordsø-regionen igen (fase II). Først blev udviklet et dansk kvalitetsindeks (DKI) for bunddyr i Nordsø-regionen, som udgjorde grundlaget for en sammenligning af miljømål. DKI-indekset integrerer oplysninger om bunddyrs diversitet og følsomhed over for forstyrrelser. Som de væsentligste elementer i indekset indgår Shannon-diversitet og AMBI-indekset, som påvirkes af både spredningsrelaterede og miljørelaterede faktorer. Det oprindelige indeks er efterfølgende blevet tilpasset (normaliseret i forhold til saltholdighed) til også at kunne anvendes på de bunddyrssamfund, som findes ved de lavere saltholdigheder i Østersø-regionen. Det reviderede indeks (DKI-ver2) blev også testet for dets mulige anvendelse i fjorde og lavvandede områder i Kattegat. Det reviderede indeks er desuden blevet brugt til interkalibrering med Tyskland og Sverige inden for Østersø-regionen.

Hovedresultater fra interkalibreringsøvelser:

1. Det reviderede indeks (DKI-ver2) kan anvendes til beskrivelse af EQR-værdier i saltholdighedsintervallet 8-33 og fungerer også i lavvandede områder (bortset fra Limfjorden).
2. Interkalibreringen i Nordsø-regionen og Østersø-regionen viste overvejende god korrelation mellem de forskellige landes metoder til bestemmelse af miljømål/EQR-værdier.

Litteraturliste 1

Publikationer (i kronologisk rækkefølge) med DMU/DCE-bidrag - indikatorer, referencetilstand, klassegrænser/miljømål og især interkalibrering

DCE/DMU-rapporter

- Carstensen, J. (2016). [Intercalibration of chlorophyll a between Denmark, Norway and Sweden. Western Baltic \(BC6\), Kattegat \(NEA8b\) and Skagerrak \(NEA8a, NEA9 and NEA 10\)](#). Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. xx, Aarhus Universitet. 32 s.
- Henriksen P., Josefson A., Hansen J.W., Krause-Jensen D., Dahl K. & Dromph K. (2014). [Danish contribution to the EU Water Framework Directive intercalibration phase 2](#). Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 37, Aarhus Universitet. 36 s.
- Carstensen J., Krause-Jensen D. & Josefson A. (2014). [Development and testing of tools for intercalibration of phytoplankton, macrovegetation and benthic fauna in Danish coastal areas](#). Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 93, Aarhus Universitet. 85 s.
- Krause-Jensen D. & Rasmussen M.B. (2009). [Historisk udbredelse af ålegræs i danske kystområder](#). Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 755, Aarhus Universitet. 38 s.
- Josefson A.B., Krause-Jensen D., Rasmussen M.B., Andersen J.H. & Henriksen P. (2009). [Udvikling af indikatorer og tilstandsvurderingsværktøj for marine Natura 2000-områder. Lavvandede bugter og vige](#). Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 701. 76 s.
- Carstensen J. & Krause-Jensen D. (2009). [Fastlæggelse af miljømål og indsatsbehov ud fra ålegræs i de indre danske farvande](#). Arbejdsrapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 256, Aarhus Universitet. 48 s.
- Carstensen J., Krause-Jensen D., Dahl K. & Henriksen P. (2008). [Macroalgae and phytoplankton as indicators of ecological status of Danish coastal waters](#). Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 683, Aarhus Universitet. 90 s.
- Carstensen J. (2008). [Estimation of nutrient reductions to achieve phytoplankton ecological targets in the Wadden Sea](#). Arbejdsrapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 246, Aarhus Universitet. 28 s.
- Josefson A.B. (2008). [DKI beregninger for danske lavvandede og lukkede områder](#). Notat til By- og Landskabsstyrelsen (BLST). 41 s.
- Petersen J.K., Hansen O.S., Henriksen P., Carstensen J., Krause-Jensen D., Dahl K., Josefson A.B., Hansen J.L.S., Middelboe A.L. & Andersen J.H. (2005). [Scientific and technical background for intercalibration of Danish coastal waters](#). Faglig rapport Danmarks Miljøundersøgelser nr. 563, Aarhus Universitet. 72 s.
- Dahl K., Andersen J.H., Riemann B., Carstensen J., Christiansen T., Krause-Jensen D., Josefson A.B., Larsen M.M., Petersen J.K., Rasmussen M.B. & Strand, J. (2005). [Redskaber til vurdering af miljø- og naturkvalitet i de danske farvande. Typeinddeling, udvalgte indikatorer og eksempler på klassifikation](#). Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet nr. 535. 158 s.
- Andersen J.H., Clarke A.L., Conley D.J., Dahllöf I., Greve T.M., Krause-Jensen D., Larsen M.M., Nielsen K. & Reuss, N. (2005). [Eksempler på økologisk klassificering af kystvande. Vandrammedirektiv-projekt, Fase IIIa](#). Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 530, Aarhus Universitet. 48 s.
- Nielsen K., Krause-Jensen D., Sømod B. & Ellegaard C. (2002). [Metoder til at vurdere referencetilstanden i kystvande - eksempel fra Randers Fjord: Vandrammedirektiv - projekt, Fase II](#). Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 390, Aarhus Universitet. 45 s.

EU-rapporter

- Blomqvist M., Korpinen S., Krause-Jensen D. & Carstensen J. (2014). [Intercalibration of macroalgae and angiosperms – BC1, BC6 and NEA8b](#). Baltic GIG intercalibration. 12 s.
- Karup H., Krause-Jensen D., Dahl K., Hansen J.W, Torn K., Ruuskanen A., Bäck S., Fürhaupter K., Karez R., Jermakovsz V., Bucas M., Brezeska P., Blomqvist M. & Bonne W. (2013). [Intercalibration of biological elements for transitional and coastal water bodies](#). Baltic GIG intercalibration. 56 s.
- Fürhaupter K., Wilken H., Krause-Jensen D., Hansen J.W., Dahl K. & Karez R. (2011). [Intercalibration exercise of macrophytes \(macroalgae and angiosperms\) between Germany and Denmark](#). Baltic GIG intercalibration. pp. 47 s.
- Karup H., Krause-Jensen D., Dahl K., Torn K., Jermakovsz V., Bucas M., Remeikaite-Nikienė N., Brezeska P., Karez R., Fürhaupter K., Blomqvist M., Ruuskanen A., Bäck S. & Hansen J.W. (2011). [Coastal and transitional waters, Baltic Sea GIG, Macrovegetation \(macroalgae and angiosperms\)](#). WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report. JRC. 50 s.

Andre rapporter

- Carstensen J., Skjevik A.-T. & Blomqvist M. (2015). [Assesment method for chlorophyll a. Developing a common assessment method for chlorophyll a between Denmark, Norway and Sweden](#). WATERS report no. 2015:X fra Havsmiljöinstitutet, Sweden. 48 s.
- Moy F.E., Dahl K., Karlsson J., Kautsky H., Ruuskanen A. & Carstensen J. (2010). [Nordic intercalibration of hard bottom macroalgae monitoring methodologies: Algamony](#). Nordisk Ministerråd, TemaNord nr. 2010:543. 76 s.

Notater

- Carstensen J., Krause-Jensen D. & Hansen J.W. (2013). [Miljømål, miljøtilstand og reduktionskrav](#). Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet. 3 s.
- Henriksen P. (2012). [Vurdering af opfyldelse af miljømål i marine områder ud fra klorofyl](#). Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 3 s.

Videnskabelige artikler

- Carstensen J., Krause-Jensen D., Balsby T.J.S. (2015). [Biomass-cover relationships for eelgrass meadows](#). Estuaries and Coasts. DOI 10.1007/s12237-015-9995-6
- Marbá N., Krause-Jensen D., Alcoverro T., Birk S., Pedersen A., Neto J.M., Orfanidis S., Garmendia J.M., Muxika I., Borja A., Dencheva K. & Duarte C.M. (2013). [Diversity of European seagrass indicators: patterns within and across regions](#). Hydrobiologia 704: 265-278
- Mascaró O., Alcoverro T., Dencheva K., Díez I., Gorostiaga J.M., Krause-Jensen D., Balsby T.J.S., Marbà N., Muxika I., Neto J.M., Nikolic V., Orfanidis S., Pedersen A., Perez M. & Romero J. (2013). [Exploring the robustness of macrophyte-based classification methods to assess the ecological status of coastal and transitional ecosystems under the Water Framework Directive](#). Hydrobiologia 704: 279-291
- Josefson A.B., Blomkvist M., Hansen J.L.S., Rosenberg R. & Rygg B. (2009). [Assessment of marine benthic quality change in gradients of disturbance: comparison of multi-metric indices](#). Marine Pollution Bulletin 58: 1263- 1277
- Krause-Jensen D., Carstensen J., Dahl K., Bäck S. & Neuvonen S. (2009). [Testing relationships between macroalgal cover and secchi depth in the Baltic Sea](#). Ecological Indicators 9:1284-1287
- Carstensen J. & Henriksen P (2009). [Phytoplankton biomass response to nitrogen inputs: a method for WFD boundary setting applied to Danish coastal waters](#). Hydrobiologia 633:137-149

- Borja A., Josefson A.B., Miles A., Muxika I., Olsgaard F., Phillips G., Rodríguez J.G. & Rygg B. (2007). [An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic eco-region, according to the European Water Framework Directive](#). *Marine Pollution Bulletin* 55: 42-52
- Krause-Jensen D., Greve T.M. & Nielsen K. 2005. [Eelgrass as a Bioindicator under the European Water Framework Directive](#). *Water Resources Management* 19:63-75
- Sagert S., Krause-Jensen D., Henriksen P., Rieling T. & Schubert H. 2005. [Integrated ecological assessment of Danish Baltic Sea coastal areas by means of phytoplankton and macrophytobenthos](#). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63:109-118
- Nielsen K., Sømod B., Ellegaard C. & Krause-Jensen D. 2003. [Assesing Reference Conditions According to the European Water Framework Directive Using Modelling and Analysis of Historical Data: An Example from Randers Fjord](#). *Ambio* 32(4):287-294

Populærvidenskabelige artikler

- Nielsen K., Sømod B., Ellegaard C. & Krause-Jensen D. 2002. [Referencetilstand i marine områder](#). *Vand & Jord* nr. 3:105-110

Litteraturliste 2

Publikationer (i kronologisk rækkefølge) med DMU/DCE-bidrag - relationer mellem presfaktorer, indikatorer og miljøtilstand

Videnskabelige artikler

- Roca G., Alcoverro T., Krause-Jensen D., Balsby T.J.S., Katwijk M. van, Marbà N., Santos R., Arthur R., Mascaró O., Fernández-Torquemada Y., Pérez M., Duarte C.M. & Romero J. (in press). [Response of seagrass indicators to shifts in environmental stressors: a global review and management synthesis](#). Ecological Indicators.
- Andersen J.H., Carstensen J., Conley D.J., Dromph K., Fleming-Lehtinen V., Gustafsson B.G., Josefson A.B., Norkko A., Villnäs A. & Murray C. (2015). [Long-term temporal and spatial trends in eutrophication status of the Baltic Sea](#). Biological Reviews. doi: 10.1111/brv.12221
- Rasmussen J.R., Dromph K.M., Göke C. & Krause-Jensen D. (2015). [Reduced cover of drifting macroalgae following nutrient reduction in Danish coastal waters](#). Estuaries and Coasts 38: 1664-1677
- Riemann B., Carstensen J., Dahl K., Fossing H., Hansen J.W., Jakobsen H.H., Josefson A.B., Krause-Jensen D., Markager S., Stæhr P.A., Timmermann K., Windolf J. & Andersen J.H. (2015). [Recovery of Danish coastal ecosystems after reductions in nutrient loading: A holistic ecosystem approach](#). Estuaries and Coasts. DOI 10.1007/s12237-015-9980-0
- Andersen J.H., Petersen D.L., Fossing H., Hansen J.W., Manscher O.H. & Murray C. (2014). [Nitrogen inputs from agriculture to transitional and coastal waters: Towards better assessments of status and trends](#). AMBIO 43: 906-913
- Boström C., Baden S., Bockelmann A.C., Dromph K.M., Fredriksen S., Gustafsson C., Krause-Jensen D., Möller T., Nielsen S.L., Olesen B., Olsen J., Pihl L. & Rinde E. (2014). [Distribution, structure and function of Nordic seagrass ecosystems: implications for coastal management and conservation](#). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 24: 410-434
- Balsby T.J.S., Carstensen J. & Krause-Jensen D. (2013). [Sources of uncertainty in estimation of eelgrass depth limits](#). Hydrobiologia, 704: 311-323
- Carstensen J., Krause-Jensen D., Markager S., Timmermann K. & Windolf J. (2013). [Water clarity and eelgrass responses to nutrient reductions in the eutrophic Skive Fjord, Denmark](#). Hydrobiologia 704: 293-309
- Krause-Jensen D., Markager S. & Dalsgaard T. (2012). [Benthic and Pelagic Primary Production in Different Nutrient Regimes](#). Estuaries and Coasts 35: 527-545
- Carstensen J., Sánchez-Camacho M., Duarte C. M., Krause-Jensen D. & Marba N. (2011). [Connecting the dots: downscaling responses of coastal ecosystems to changing nutrient concentrations](#). Environmental Science & Technology 45: 9122-9132.
- Krause-Jensen D., Carstensen J., Nielsen S.L., Dalsgaard T., Christensen P.B., Fossing H. & Rasmussen M.B. (2011). [Sea bottom characteristics affect depth limits of eelgrass *Zostera marina*](#). Marine Ecology - Progress Series 425: 91-102
- Duarte C.M., Conley D.J., Carstensen J. & Sánchez-Camacho M. (2009). [Return to Neverland: Shifting baselines affect eutrophication restoration targets](#). Estuaries and Coasts 32: 29-36
- Krause-Jensen D., Sagert S., Schubert H. & Boström C. (2008). [Empirical relationships linking distribution and abundance of marine vegetation to eutrophication](#). Ecological Indicators 8 (5): 515-529

- Krause-Jensen D., Middelboe A. L., Carstensen J. & Dahl K. (2007). [Spatial patterns of macroalgal abundance in relation to eutrophication](#). *Marine Biology* 152: 25-36.
- Conley D. J., Carstensen J., Ærtebjerg G., Christensen P. B., Dalsgaard T., Hansen J. L. S. & Josefson A. (2007). [Long-term changes and impacts of hypoxia in Danish coastal waters](#). *Ecological Applications* 17(5): 165-184
- Krause-Jensen D., Carstensen J. & Dahl K. (2007). [Total and opportunistic algal cover in relation to environmental variables](#). *Marine Pollution Bulletin* 55: 114-125
- Carstensen J., Henriksen P. & Heiskanen A.-S. (2007). [Summer algal blooms in shallow estuaries: Definition, mechanisms and link to eutrophication](#). *Limnology and Oceanography* 52: 370-384
- Duarte C.M., Marbà N., Krause-Jensen D. & Sánchez-Camacho M. (2007). [Testing the Predictive Power of Seagrass Depth Limit Models](#). *Estuaries and Coasts* 30 (4): 652-656
- Carstensen J., Conley D. J., Andersen J. H. & Ærtebjerg G. (2006). [Coastal eutrophication and trend reversal: a Danish case study](#). *Limnology and Oceanography* 51: 398-408
- Greve T.M. & Krause-Jensen D. (2005). [Predictive modelling of eelgrass \(*Zostera marina*\) depth limits](#). *Marine Biology* 146: 849-858
- Greve T.M. & Krause-Jensen D. (2005). [Stability of eelgrass \(*Zostera marina* L.\) depth limits: influence of habitat type](#). *Marine Biology* 147: 803-812
- Middelboe A.L., Sand-Jensen K. & Krause-Jensen D. (1998). [Patterns of Macroalgal Species Diversity in Danish Estuaries](#). *Journal of Phycology* 34: 457-466
- Carstensen J., Conley D.J. & Müller-Karulis B. (2003). [Spatial and temporal resolution of carbon fluxes in a shallow coastal ecosystem](#). *Marine Ecology Progress Series* 252: 35-50
- Josefson A.B. & Rasmussen B. (2000). [Nutrient retention by benthic macrofaunal biomass of Danish estuaries: importance of nutrient load and residence time](#). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 50: 205-216

Populærvideenskabelige artikler

- Andersen J.H., Murray C., Larsen M.M., Hansen J.W. & Göke C. (2013). [Op i det røde felt? - vurdering af miljøtilstanden i havet](#). *Vand & Jord* nr. 2: 51-54
- Flindt M., Krause-Jensen D. & Sand-Jensen K. (2013). [Ålegræs i Danmark og REELGRASS projektet](#). *Vand & Jord* nr. 1 (20): 4-7
- Hansen J.W., Andersen J.H. & Göke C. (2013). [Det danske havmiljø - påvirkninger og effekter](#). *Vand & Jord* nr. 2 (20): 46-49
- Krause-Jensen D., Christensen P.B., Nielsen S.L., Carstensen J. & Rasmussen M.B. (2007). [Havbunden påvirker ålegræssets dybdegrænse](#). *Vand og Jord* nr. 3 (14): 113-116
- Sand-Jensen K., Middelboe A.L., Krause-Jensen D., Christensen P.B. & Nielsen K. (2001). [Isefjordens makroalger under krigen og i dag](#). *Vand & Jord* nr. 1 (8): 36-39

DCE/DMU-rapporter

- Hansen JW (2015). [Marine områder 2014](#). Videnskabelig rapport nr. 167 fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet. 142 s.
- Hansen JW (2015). [Marine områder 2013](#). Videnskabelig rapport nr. 123 fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet. 142 s.
- Markager S., Carstensen J., Krause-Jensen D., Windolf J. & Timmermann K. (2010). [Effekter af øgede kvælstoftilførsler på miljøet i danske Fjorde](#). Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 787, Aarhus Universitet. 54 s.

EU-rapporter

- Van Hoey G., Bonne W. & Herrero S.F. (2015). [Intercalibration report for benthic invertebrate fauna of the North East Atlantic Geographical Intercalibration Group for Coastal Waters](#). NEA 1/26.

Notater

- Henriksen P. (2012). [Hvorfor er kvælstofudledning et problem i vandmiljøet? Kort beskrivelse af sammenhængen mellem kvælstofudledning til vandmiljøet og natur- og miljøeffekter](#). Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 5 s.

Andet

- Carstensen J., Dahl K., Henriksen P., Hjorth M., Josefson A. & Krause-Jensen D. (2011). [Coastal Monitoring Programs](#). In: Wolanski E and McLusky DS (eds.), *Treatise on Estuarine and Coastal Science*, vol. 7, s. 175–206. Waltham: Academic Press.