

Returadresse:
Land By og Kultur, Land og Vand
Smed Sørensens Vej 1, 6950 Ringkøbing



Sagsbehandler
Lene Moth
Direkte telefon
99 74 13 54
E-post
lene.moth@rksk.dk
Dato
6. oktober 2022
Sagsnummer
22-009386

Plan for opgaveudførelsen

Indledning

Udvikling af en lokal indsatsplan med målet om "godt økologisk potentiale" for Ringkøbing Fjord søges belyst på følgende vis:

- En kombination af oplands- og fjordmodellering baseret på lokal viden og data, hvor der er lagt særlig vægt på, at modellerne beskriver de specifikke forhold gældende for fjorden og oplandet.
- En særlig indsats for at finde kilder til fosfortab i oplandet med særlig vægt på brinkerrosion. Brinkerrosion vægter meget i opgørelsen af det samlede tab.
- Studier af slusens kapacitet for at sikre tilstrækkelig vandgennemstrømning til opretholdelse af den nødvendige saltholdighed i fjorden.

Model-scenariet for fjorden og oplandet vil ske i samarbejde med kystvandrådet. Dette sker med henblik på at øge vidensniveauet for indsatsbehovet samt for at finde reduktionsmuligheder og løsninger for fjorden herunder også potentielt at optimere slusedriften og om at finde frem til den optimale fordeling og placering af virkemidler ift. at opnå "godt økologisk potentiale" i Ringkøbing Fjord. De opsatte modeller for fjord og opland vil efter arbejdet blive overdraget til det lokale partnerskab for videre brug.

Opgaveudførelsen

For at løse opgaven er denne opdelt i 6 hovedaktiviteter, som er indbyrdes afhængige. Hovedaktiviteterne beskrives herunder:

Arbejdsopgave 1: Fjordmodellering

Med input fra AP2 og AP3 opsættes fjordmodellen for Ringkøbing Fjord. Fjordmodellen opstilles i [Delft3D-flow](#), som er en "open source" flerdimensionel hydrodynamisk model, der kan simulere strømninger og vandtransport. Modellen kobles til ECO-Win, som simulerer fjordens vandkvalitet og de økologiske elementer. For yderligere beskrivelse af den hydrodynamiske og økologiske model, samt deres anvendelse til Ringkøbing Fjord, se Bilag A (tekst på engelsk). Det koblede model-system for Ringkøbing Fjord kalibreres og følsomhedsscenerier udføres. Følsomhedsscenerierne, som defineres i samarbejde med kystvandråd, skal være med til at belyse, hvilken effekt forskellige, udvalgte tiltag har på fjorden (f.eks. ændret næringsstoffløb, slusepraksis), samt udarbejde en optimal kombination af tiltag med henblik på at opnå "godt økologisk potentiale". Denne proces vil være en iterativ proces mellem oplandsmodelleringen og fjordmodelleringen og ske i samarbejde med kystvandrådet.



Arbejdsopgave 2: Oplandsmodellering

Oplandet til Ringkøbing Fjord modelleres med [SWAT+](#), som er en "open source" oplandsmodel udviklet til at kvantificere virkningen af ændret arealanvendelse og effekten af virkemidler på et oplands hydrologi og næringsstoftransport (N og P). Oplandsmodellen opsættes for oplandet til Ringkøbing Fjord med inputdata (bl.a. højdemodel, geologisk data, sædskifteberegninger m.v.) Modellen kalibreres med baggrund i tilgængelige data. Modellerede næringsstoftransporter bruges som input til fjordmodellen. Der vil blive kørt "ekstrem-scenarier", for at få en forståelse for, hvad oplandet maksimalt kan levere ift. at reducere næringsstofforløbet til Ringkøbing Fjord, og der vil blive lavet scenarier for den mest optimale fordeling af virkemidler i oplandet. Kystvandrådet vil deltage i arbejdet med scenarier.

Arbejdsopgave 3: Slusekapacitet

Styring af slusen og vandgennemstrømning mellem fjord og Vesterhavet er afgørende for miljøtilstanden i fjorden. Foruden at sikre tilpas vandstand og saltholdighed i fjorden, er der mange andre vigtige hensyn, som fx ikke at lukke saltvand ind i fjorden fra Vesterhavet, når der er stille vejr om sommeren for at undgå iltsvind. Derudover skal vedligeholdelsen af sluseområdet, grundet den fortløbende sandtransport, sikres, hvilket kræver stop for vandgennemstrømning. For at kunne lave scenarier for forskellige ændringer af slusepraksis, og samtidig undersøge kapaciteten ved fremtidens større vandmængder fra oplandet (klimaændringer), opstilles en fjord- og slusemodel hvor de gældende sluseoperationer anvendes. Modellen kalibreres mod vandstand og saltholdighed i fjorden. I den forbindelse anvendes digitaliserede data for sluseoperationer. I modellen vil det være muligt at ændre sluseoperationerne og således udføre forskellige scenarier på baggrund af optimerede sluseoperationsvalg. Scenarierne vil blive udført i samarbejde med Kystdirektoratet og Kystvandrådet. Yderligere vurderes muligheden for at øge kapaciteten ved en pumpeløsning, når vandstanden i Vesterhavet i en længere periode er over vandstanden i fjorden. Endeligt vil vandgennemstrømningsberegninger blive anvendt som modelinput til fjordmodel (AP1).

Arbejdsopgave 4: Fosforrisiko

Da Ringkøbing Fjord på visse tider af året er fosforbegrænset^{1&2}, spiller fosfortilførelsen til fjorden også en rolle. Brinkerosion er en af hovedkilderne til fosfortab i det åbne land og særligt i de sandede vestjyske vandløb vægter brinkerosion i det samlede fosfortab¹. Der vil blive foretaget en analyse af betydningen af en fokuseret anvendelse af virkemidler til reduktion af tab af fosfor. Dels via fosfor-risikokort generelt, og dels med særlig vægt på brinkerosion i vandløb. Der udarbejdes i løbet af 2022 et nyt værktøj til beregning af effekter af virkemidler mod brinkerosion og fosfortab til vandløb (Kronvang og Larsen, 2022), som vil blive anvendt i analysen. Muligheder for at reducere omfanget af brinkerosion undersøges ved anvendelse af en palette af virkemidler, som omfatter forskellige former for vandløbsrestaureringer, plantning af træer, herunder energiafgrøder langs vandløb og optimering af vådområde- og lavbundsprojekter. Lokale aktører (kystvandråd), sammen med kommunale medarbejdere, vil i samarbejde med forskere om at udarbejde en plan for tiltag (ID15 niveau) til at reducere fosfortab fra det åbne land.

¹Andersen, H. E. & Heckrath, G. (redaktører). 2020. Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 338 s. - Videnskabelig rapport nr. 397. <http://dce2.au.dk/pub/SR397.pdf>

²Krause-Jensen, D., Jensen, C., Nielsen, K., Petersen, M.F., Hansen, D.F., Laursen, M., Platz, E.M., Madsen, P.B., Bruntse, G., Rask, N., Larsen, S. & Hvas, E. 2002: Næringsstofforbegrænsning af makroalger i danske kystområder. Et samarbejdsprojekt mellem Ringkøbing Amt, Nordjyllands Amt, Viborg Amt, Århus Amt, Ribe Amt, Sønderjyllands Amt, Fyns Amt, Roskilde Universitetscenter og Danmarks Miljøundersøgelser. 114 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 392. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Arbejdsopgave 5: Udarbejdelse af indsatsprogram

På baggrund af reduktionsmålene udviklet i Aktivitet AP1-4 vil der blive udviklet et indsatsprogram, hvor virkemidler fordeles på ID15 niveau i oplandet. Indsatsprogrammet bliver udviklet som en iterativ proces mellem viden fra medarbejdere i kommunerne, oplandskonsulenter m.fl., som har et særligt kendskab til oplandet og modelresultater. Dette for at sikre en stor "lad sig gør-lighed" af de forslåede indsatser. Der vil

også blive foretaget en vurdering af mulige finansieringskilder eller barrierer for valgte virkemidler. Til sidst udarbejdes i samarbejde med Kystvandrådet et samlet forslag til indsatsprogram baseret på lokalt funderede analyser for Ringkøbing Fjord.

Arbejdsplan 6: Projektledelse

Arbejdsplanen med projektledelse indeholder budgetstyring, planlægning af diverse møder, herunder facilitering af Kystvandrådet og koordinering af arbejdet med faglige medarbejdere fra øvrige kommuner mfl. Tidsplanen for det faglige arbejde er relativt stram, og der er derfor afsat ressourcer til tæt opfølgning på arbejdet udført af de faglige eksperter (faglig projektstyring). Evalueringen af kystvandrådet foretages af Aarhus Universitet, og hovedfokus vil være på arbejdsprocessen, samarbejdet og den lokale inddragelse af interessenter, herunder samskabelsesprocessen mellem interessenter, vidensinstitutioner og myndigheder. Metodisk vil der blive gjort brug af nogenlunde samme metodedesign som ved tidligere evalueringer af vandrådsarbejdet. Data vil blive indsamlet som observationsstudier, interviews samt suppleret med spørgeskema.

Ekspertbistand

Der er lavet forhåndsftaler med følgende eksperter om at hjælpe med at løse den beskrevne opgave:

SEGES Innovation P/S (SEGES)

SEGES har medarbejdere med ekspertise inden for bl.a. fjord- og oplandsmodellering, gødning, afgrøder, økonomi og projektledelse. SEGES vil i forbindelse med opgaven bidrage med at opsætte modeller ved at tilvejebringe de nødvendige inputdata, og sikre at fx oplandsmodel er optimalt tilpassede danske forhold fx i form af danske afgrødesædskifter, gødningsregler mv. SEGES vil endvidere assistere i forbindelse med projektstyring og afrapportering.

Longline Environment Ltd. (Longline Environment)

Longline Environment er en teknologi- og konsulentvirksomhed baseret i Storbritannien og Irland. Longline Environment vil varetage aktiviteterne med oplands- og fjordmodellering samt scenariekørsler. Virksomhedens fagligt højtuddannede medarbejdere, som vil varetage aktiviteterne, har stor indsigt i de danske forhold på området jf. Referencer i bilag B (tekst på engelsk).

Marine Science & Consulting ApS (MSC)

Marine Science & Consulting ApS ved Morten Holtegaard Nielsen har stort kendskab til hydrodynamiske forhold i danske fjorde. Slusekapacitetsberegninger vil være baseret på en model som også er videnskabeligt publiceret. (*A simple model for water level and stratification in Ringkøbing Fjord - a shallow artificial estuary. Estuarine Coastal and Shelf Science 63 2005 (Nielsen M.H, et al)*). Beregningerne har tidligere været benyttet til slusekapacitetsvurderinger for daværende Ringkøbing Amt.

Aarhus Universitet (AU)

Morten Graversgaard, Department of Agroecology - Agricultural Systems and Sustainability, vil foretage projektevalueringen. Morten har tidligere foretaget evalueringer af Vandråd i Danmark.

Brian Kronvang, Phd, forskningsprofessor og Hans Estrup Andersen, seniorforsker begge fra Institut for Ecoscience - Oplandsanalyse og miljøforvaltning, samt Goswin Johann Heckrath, Lektor ved Institut for Agroøkologi - Jordfysik og Hydrologi, vil alle 3 være involveret i arbejdet med fosfor i arbejdsplan 4 (AP4).

Bilag

Bilag A: Uddybende beskrivelse af de hydrodynamiske og økologiske modeller samt deres anvendelse på Ringkøbing Fjord

Hydrodynamic modelling

The [Delft3D-flow model](#) uses fine spatial and temporal scales that allow the description of the morphological features influencing the circulation of the areas of interest. These flows are upscaled to the EcoWin (see below) domain, thus providing the basis for its transport sub-model. In addition to the detailed depiction of the bathymetry, Delft3D-flow includes the parametrisation of wind-driven, tide, and density-driven flows, by incorporating: (i) ocean open boundary conditions for level, momentum, salinity and temperature; (ii) atmospheric transference of momentum and heat; and (iii) the incorporation of freshwater from the catchments draining into the target areas. Longline has successfully applied the model for multiple systems in Northern Ireland, Ireland, Indonesia, South Africa, China, and several other countries.

Application to Ringkøbing Fjord

Ringkøbing Fjord is a mostly well mixed shallow coastal lagoon that exchanges its flow with the neighboring shelf through a narrow, sluiced inlet. Here the Delft3D-flow implementation will focus on resolving the exchange across the inlet and the level of reincorporation of the outflowing water back into the lagoon. The sharp salinity gradient between the lagoon water and the North Sea ambient water and how wind affects horizontal and vertical salinity will be carefully addressed to determine the exchange regime between the lagoon and the neighboring shelf. Attention will be given to the timed sluice operation and the observed stratification episodes under weak wind forcing.

Ecological modelling

The [EcoWin ecological model](#) has been used for over twenty-five years, in many parts of the world, to simulate coastal and fjordic systems. It can address a variety of water quality and ecological issues, including pelagic and benthic eutrophication symptoms, and bottom-up and top-down control of aquaculture. The model uses a coarser grid than the hydrodynamic model, from which the water flows are determined, and over the last ten years has been tightly coupled with hydrological models such as SWAT—this allows EcoWin to resolve both the water circulation and the nutrient loading from land at an appropriate time and space scale. The model can be run for periods of ten years or more.

In the present project, EcoWin will be used to help evaluate management measures leading to “good ecological potential” in Ringkøbing Fjord.

Application to Ringkøbing Fjord

EcoWin has been used to model shallow coastal lagoons⁽¹⁾ so the application to this fjord is appropriate. In particular, the top-down control of sand mussels (*Mya arenaria*) will be explicitly simulated through the development of a physiological model of bivalve growth and environmental effects, including bioextraction of microalgae. This will be coupled with models for benthic primary production, with an emphasis of seagrasses and seaweeds, in order to examine the effect of different nutrient input (SWAT+ model) and biofiltration scenarios on potential recovery of eelgrass. The water circulation and mixing dynamics are key to distribution of fjord properties and will be integrated in EcoWin through Delft3D.

^[1] http://goodclam.com/book/Forward_Book_EN.pdf

Bilag B: Documentation for Longline Environment's insight into Danish relations

Longline Environment Ltd. have a strong connection with the European Water Framework Directive (2000/60/EC) through the participation of Longline Environments Chief Scientific Officer, Prof. Joao G. Ferreira, in the working group set up by the EC to develop the WFD Common Implementation Strategy, CIS 2.4^[1] for Transitional and Coastal Waters (TCW), and numerous subsequent meetings; and with the Danish WFD context through Work done by Joao G. Ferreira over 2021 and 2022 to evaluate the WFD status of the Danish TCW^[2]. In addition, one of our staff, who will be assigned to the project, holds an M.Sc. in Forest and Nature Management from Copenhagen University. The modelling tools and integrated framework to be applied in this work have been deployed in various parts of Europe to answer eutrophication-related questions, including bottom-up and top-down control, within the soil-to-sea continuum.

^[1] <https://www.ecowin.org/ticor/documents/CIS%202.4%20COAST%20guidance.pdf>

^[2] Reference Conditions In Danish Coastal Waters Under The European Union Water Framework Directive. An Integrated Legal And Scientific Appraisal. Geert van Calster, Joao G. Ferreira, Kathleen Garnett, Oene Oenema