HISTORISK UDBREDELSE AF ÅLEGRÆS I DANSKE KYSTOMRÅDER

Faglig rapport fra DMU nr. 755 2009

DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET

[Tom side]

HISTORISK UDBREDELSE AF ÅLEGRÆS I DANSKE KYSTOMRÅDER

Faglig rapport fra DMU nr. 755 2009

Dorte Krause-Jensen
Michael Bo Rasmussen

DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET

Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 755
Titel:	Historisk udbredelse af ålegræs i danske kystområder
Forfattere:	Dorte Krause-Jensen & Michael Bo Rasmussen
Afdeling:	Afdeling for Marin Økologi
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser©
	Aarhus Universitet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsesår:	December 2009
Redaktion afsluttet:	November 2009
Faglig kommentering:	Ålegræsnetværket ved miljøcentrene og By- og Landskabsstyrelsen
Finansiel støtte:	By- og Landskabsstyrelsen (BLST)
Bedes citeret:	Krause-Jensen, D. & Rasmussen, M.B. 2009: Historisk udbredelse af ålegræs i danske kystområder. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 38 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 755. http://www.dmu.dk/Pub/FR755.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten samler og redegør for historiske undersøgelser af ålegræssets dybdeudbredelse i Danmark. Undersøgelserne udgør et referencemateriale til vurdering af den økologiske tilstand af nutidens ålegræsbestande.
Emneord:	Ålegræs, udbredelse, dybdegrænse, historiske data.
Layout:	Karin Balle Madsen
Illustrationer:	Grafisk værksted, Silkeborg
Forsidefoto:	Peter Bondo Christensen
ISBN:	978-87-7073-143-0
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	38
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/Pub/FR755.pdf

Indhold

Resumé 5

Summary 6

1 Indledning 7
1.1 Formål 7
1.2 Baggrund 7

2 Metoder 10
2.1 Datagrundlag 10
2.2 Sortering og validering 10
2.3 Statistiske analyser 12

3 Resultater 13
3.1 Tidslig fordeling af observationer 13
3.2 Geografisk fordeling af observationer 14
3.3 Ålegræssets dybdeudbredelse før 1930 16
3.4 Ålegræssets dybdeudbredelse i perioden 1930-1978 19

4 Diskussion 21
4.1 Hvor sikre er de historiske data? 21
4.2 Middelværdier og fraktiler 22

5 Referencer 24

Bilag 1. Detaildata (i separat dokument) 28

Bilag 2. Oversigt over kolonner i excelfilen med historiske data i Bilag 1 29

Bilag 3. Oversigt over vandområdetyper i Danmark 31

Bilag 4. Referenceliste for historiske data i excelfilen i Bilag 1 32

Bilag 5. Detailkort over undersøgelseslokaliteter 37

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Resumé

Denne rapport samler og redegør for historiske undersøgelser af ålegræssets dybdeudbredelse i Danmark, der udgør et referencemateriale for at vurdere den økologiske tilstand af nutidens ålegræsbestande. Gennemgangen af den historiske litteratur gav et stort datamateriale om ålegræssets dybdegrænse fra 1880'erne til 1970'erne – i alt 1429 observationer, hvoraf vi vurderer, at de 335 repræsenterer ålegræssets dybdegrænse. Vi splittede datasættet op i to dele: før og efter ålegræssygen i 1930'erne, der slog størstedelen af det danske ålegræs ihjel. Det tidlige datasæt er det mest omfattende og geografisk dækkende med 306 observationer fordelt over landet i en periode med lav belastning med næringssalte og vidtstrakte ålegræsbestande. Det beskriver en referencesituation, og data dækker 6 af de marine typeområder i Danmark og 66 af de 163 vandområder. Data viser, at datidens ålegræsbestande generelt voksede meget dybt – i gennemsnit ned til 8,5-10,4 meters dybde i de åbne kystområder og 3,9-10,1 meters dybde i fjordområderne.

Summary

Historical distribution of eelgrass in Danish coastal waters

This report compiles and analyses historical data on the depth distribution of eelgrass in Denmark that constitutes a reference for evaluating the ecological status of contemporary eelgrass. The compilation of the historical literature provided a large data material on the depth distribution of eelgrass from the 1880's to the 1970's – 1429 observations in total, of which we estimate that 335 represent eelgrass depth limits. We divided the data in two parts: before and after the eelgrass wasting disease in the 1930's, that killed the majority of the Danish eelgrass populations. The early data set is the most extensive and has the largest geographical cover with 306 observations of depth limits distributed across the country during a period with limited nutrient loading and extensive eelgrass meadows. This data set describes a reference situation for 6 of the marine type areas and 66 of the 163 water bodies in Denmark. Data show that the historical eelgrass populations generally grew very deep – typically to an average of 8.5-10.4 meters depth in the open water type areas and to an average of 3.9-10.1 in the estuarine type areas.

1 Indledning

1.1 Formål

Formålet med dette studium er at redegøre for historiske undersøgelser af ålegræssets dybdeudbredelse i Danmark, der udgør et referencemateriale for at vurdere den økologiske tilstand af nutidens ålegræsbestande.

1.2 Baggrund

1.2.1 Vandrammedirektivet

Vandrammedirektivet kræver, at alle kystnære farvande samt søer og vandløb skal have god økologisk tilstand inden år 2015, og man skal vurdere den økologiske tilstand primært ud fra biologiske indikatorer som planteplankton og havbundens dyre- og planteliv. Direktivet udfordrer os dermed til at identificere velegnede indikatorer for den økologiske tilstand. For havbundens plantesamfund beskriver direktivet, at 'god økologisk tilstand' indebærer, at de fleste forureningsfølsomme arter af makroalger og blomsterplanter, der er knyttet til uberørte forhold, er til stede. Desuden må makroalgernes dækningsgrad og blomsterplanternes tæthed kun vise svage tegn på forstyrrelse. Vi skal altså finde indikatorer, der afspejler disse forhold.

Under Vandrammedirektivet skal man opgøre den økologiske tilstand som en såkaldt 'Ecological Quality Ratio' (EQR). Værdien er defineret som forholdet mellem den aktuelle værdi af en biologisk indikator og referencetilstanden, som er indikatorens værdi i et 'uforstyrret økosystem' med 'ingen eller kun meget begrænset' menneskelig påvirkning og dermed 'høj økologisk tilstand'.

Ideelt set svarer referencetilstanden til indikatorens niveau i eksisterende områder med 'høj økologisk tilstand'. I Danmark er sådanne områder desværre en mangelvare, så denne metode til at definere referencetilstand er ikke en reel mulighed. I stedet kan man definere referencetilstand ud fra historiske data, der beskriver høj økologisk tilstand. Der er et stort historisk materiale om plantelivet i de danske kystområder, man kan benytte i denne sammenhæng. En tredje mulighed, hvis der hverken er aktuelle eller historiske reference data til rådighed, er at modellere referencetilstanden ud fra en kendt sammenhæng mellem presfaktor og indikatorværdi. Man fodrer modellen med en værdi for presfaktoren, som svarer til en situation med høj økologisk tilstand, og modellen beregner så den tilsvarende værdi for indikatoren. Er der heller ingen model til rådighed kan man, som sidste udvej, definere referencetilstanden vha. ekspertviden.

Vandrammedirektivet kræver, at man definerer reference-værdier for 'type-områder', dvs. typer af vandområder, som ligner hinanden mht. fysisk-kemiske forhold som saltholdighed og vanddybde. Hvert vandområde indenfor en given type af vandområder har altså i teorien den

samme referencetilstand, og klassifikationen bliver dermed 'type-specifik'.

1.2.2 Ålegræs

I Danmark har vi valgt 'Ålegræssets dybdegrænse' som en af indikatorerne for økologisk tilstand i kystområderne. Man skelner mellem *dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse*, her defineret som den største dybde, hvor ålegræs dækker 10% af havbunden, og *ålegræssets maksimale dybdegrænse*, som er den dybde, hvor de dybest-voksende skud gror. Ålegræssets dybdegrænse relaterer til Vandrammedirektivets krav om, at god økologisk tilstand indebærer, at blomsterplanternes tæthed kun viser svage tegn på forstyrrelse.

Ålegræssets dybdegrænse er valgt som indikator for kystvandenes tilstand, fordi ålegræs spiller en nøglerolle i kystnære økosystemer, dybdegrænsen reagerer på menneskelig påvirkning, er enkel at måle, og der findes et stort historisk referencemateriale.

Ålegræs er vidt udbredt i lavvandede kystområder i Danmark og i hele den nordlige tempererede zone (den Hartog, 1970). Planten spiller en vigtig rolle i kystnære økosystemer, idet den kan opbygge stor biomasse, være meget produktiv og medvirke til at regulere næringsstoftransporten fra land til åbne havområder. Ålegræsbede er samtidig yngel- og opvækstområde for fisk og bunddyr, levested for mange epifytiske arter og bidrager derfor til at fremme kystområdernes biodiversitet. Samtidig medvirker havgræsbede til at stabilisere havbunden ug udgør dermed et naturligt kystværn (Hemminga & Duarte 2000, Orth et al. 2006). Endelig spiller havgræsbede en positiv rolle for klimaet, fordi de optager og tilbageholder betydelige mængder CO_2 (Nellemann et al. 2009). Alle disse forhold gør, at en stor udbredelse af ålegræs er forbundet med god økologisk tilstand.

Det er primært lysforholdene, der bestemmer ålegræssets og andre havgræssers dybdeudbredelse, og en modellering af data fra danske kystområder viser, at ålegræssets dybdegrænse er signifikant positivt korreleret med sigtdybden (Duarte 1991, Nielsen et al. 2002, Duarte et al. 2007). I danske kystområder vokser ålegræsset kun til ca. 3 meters dybde inderst i fjordene, hvor vandet er mest uklart, men hovedudbredelsen går ned til ca. 5 meters dybde i gennemsnit langs de åbne kyster, hvor vandet er klarest (Hjort & Josefson (red.), i trykken). Da vandets kvælstofkoncentration og dermed tilførslen af kvælstof i vid udstrækning styrer sigtdybden (Nielsen et al. 2002), er ålegræssets dybdegrænse koblet til kvælstofudledningen til kystområderne.

Øgede udledninger af næringssalte giver også anledning til øget sedimentation af organisk materiale på havbunden, som kan gøre havbunden mindre velegnet som forankring for havgræsser (Wicks et al. 2009) og samtidig øge risikoen for iltsvind og sulfidudslip, som også er skadeligt for havgræsser (Holmer & Bondgaard 2001, Borum et al. 2005). Gennem det 20. århundrede er der sket store reduktioner i udbredelsen af ålegræs og andre havgræsser verden over i takt med øget menneskelig påvirkning af kystområderne (Short & Wyllie-Escheverria 1996, Green & Short 2003, Waycott et at. 2009).

1.2.3 Historiske kilder

I dette studium har vi gennemgået et stort historisk materiale om ålegræssets dybdeudbredelse i danske kystområder fra 1880'erne og frem til 1970'erne – dvs. frem til et par årtier før den landsdækkende indsamling af ålegræsdata under Vandmiljøplanens Overvågnings Program blev sat i gang i 1989.

Data er indsamlet med henblik på at kunne bruges som grundlag for at vurdere referencetilstand for ålegræssets dybdegrænse i forskellige områder og 'type-områder' langs de danske kyster. Det er især de tidligste undersøgelser, man kan bruge i denne sammenhæng, fordi de repræsenterer en periode, hvor kvælstofbelastningen var lav, og hvor ålegræsset samtidig var vidt udbredt.

I begyndelsen af 1930'erne blev ålegræsset ramt af en verdensomspændende sygdom 'the wasting disease' som slog størstedelen af bestandene i Danmark og det nordatlantiske område ihjel. Det tog flere årtier for ålegræsset at rekolonisere de tabte områder, og formentlig nåede det aldrig tilbage til fordoms storhed før eutrofieringseffekter begrænsede udbredelsen. Data fra 1930'erne til 1970'erne kan derfor ikke indgå i beskrivelsen af referenceforhold, men er medtaget for at gøre samlingen af historiske ålegræsdata så komplet som mulig.

2 Metoder

2.1 Datagrundlag

Målet var at få så komplet en oversigt som muligt over ålegræssets historiske udbredelse, så vi gennemgik samtlige historiske undersøgelser om ålegræs, vi kunne finde. Miljøcentrenes medarbejdere gennemgik arkiver og lokale biblioteker og sendte os teksterne. Ruth Nielsen og Per Corfixen fra Botanisk Museum stillede også museets oplysninger om Kolderup Rosenvinges historiske optegnelse af ålegræs til rådighed for projektet. Ruth Nielsen og Per Corfixen havde digitaliseret Rosenvinges håndskrevne noter og lavede et udtræk til os af alle de optegnelser, som indeholdt oplysninger om ålegræs. Endelig søgte vi selv supplerende historisk ålegræs litteratur.

De historiske ålegræsundersøgelser varierede markant i omfang og detaljeringsgrad. Nogle var gennemført med henblik på at identificere ålegræssets dybdeudbredelse, mens andre blot nævner ålegræs i en bisætning.

Hovedparten af undersøgelserne blev gennemført på en tid, hvor scuba dykkerudstyr ikke var opfundet. De fleste undersøgelser blev foretaget fra skib vha. dræg (blylod med søm), grab eller skraberedskab, og gav oplysninger om ålegræs var til stede eller ej på specifikke vanddybder. Disse redskaber egner sig ikke til at indsamle enkeltstående skud, men er mere effektive til at indsamle ålegræs fra tættere bestande. Metodernes detektionsgrænse mht. ålegræsdækning er ukendt, og kan derfor kun bero på et skøn. Dog ved vi, at sandsynligheden for at identificere dybe bevoksninger med ringe dækningsgrad stiger med antallet af observationer. Vi antager, at metoderne ikke kunne identificere en dækningsgrad under ca. 10%, og at den dybeste observation derfor repræsenterede dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse med ca. 10% dækning snarere end den maksimale dybdegrænse defineret ved enkeltstående skud.

2.2 Sortering og validering

Vi samlede alle ålegræsdata i et excel regneark sammen med en række oplysninger, der hører til hver undersøgelse – dels oplysninger, der direkte fremgik af referencen og dels vores validering af dybdegrænsedata. Regnearket er vedlagt rapporten som bilag i form af en CD (Bilag 1), som også indeholder en oversigt over indholdet af de enkelte kolonner. Denne kolonneoversigt fremgår desuden af rapportens tekst-bilag (Bilag 2) og er også forklaret i det følgende.

2.2.1 Tid og sted

For samtlige undersøgelser har vi noteret oplysninger om tid og sted for undersøgelsen. Tidspunktet er beskrevet ved årstal og dato eller evt. måned, hvis ikke datoen fremgik præcist. Stedet er beskrevet ved den

stedbetegnelse, der fremgik af undersøgelsen, og det fjord-, eller kystområde, stedet hører til. På baggrund af stedbetegnelserne, der ofte var angivet som retning og afstand fra en kendt lokalitet, samt vanddybde har vi foretaget en positionering af stedet på et digitalt søkort. Stedet er herefter beskrevet i form af længe- og breddegrader. Vi har desuden oplyst hvilken dybde, eller hvilket dybdeinterval, undersøgelsen repræsenterede. I de tilfælde, hvor dybden var opgjort i favne, har vi også noteret dette. Desuden har hver observation fået et fortløbende DMU nummer.

Regnearket kobler desuden de enkelte undersøgelseslokaliteter til det relevante vandområde. Der er i alt 165 vandområder i Danmark, og regnearket indeholder oplysninger om vandområdets navn og ID, hvilket typeområde, det repræsenterer, eventuelle miljømål og risikokategori for vandområdet, hvilken type af påvirkning, det udsættes for, og hvilket miljøcenter, der har ansvaret for området. Vandområdetyperne følger Miljøministeriets definition (http://miljoegis.mim.dk/fagtekster/giskc/marin_typologi.html) og fremgår af Bilag 3.

2.2.2 Oplysninger om ålegræs

Vi har noteret, om ålegræs var til stede eller ej på den pågældende lokalitet og dybde. Vi har også noteret referencens beskrivelse af ålegræsset – om det eksempelvis stod tæt og havde lange, brede blade eller stod sparsomt. Ud fra referencens oplysninger om dybder, har vi opgjort den største dybde, hvor ålegræs var registreret på de enkelte lokaliteter. Hvis ålegræs eksempelvis var registeret i både på 3, 5 og 7 meters dybde, har vi noteret oplysningerne for hvert dybdeinterval og oplyst, at 7 meter var den dybeste observation af ålegræs. Hvis den dybeste observation repræsenterede et interval, har vi oplyst, at den dybeste ende af intervallet var den dybeste observation. Dvs. hvis den dybeste observation af ålegræs var i intervallet 9-11 meter, har vi oplyst, at 11 meter var den dybeste observation.

Den dybeste observation af ålegræs i en given undersøgelse kan ikke automatisk sættes lig med dybdegrænsen, for nogle undersøgelser foregik udelukkende på lavt vand, mens andre undersøgelser havde så grove angivelser af dybdeintervaller, at det ville være urimeligt at udlede en præcis dybdegrænse. Vi har derfor valideret oplysningerne om dybdegrænser ud fra følgende kriterier:

Kategori 1-1: Estimat af maksimal dybdegrænse – kun ét enkelt skud observeret i en større undersøgelse.

Kategori 1: Sikreste estimat af dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse: indikerer, at der lidt dybere på samme station ikke var observeret ålegræs eller, at observationen her var blandt de dybeste af flere i området.

Kategori 2: Mindre sikkert estimat af dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse: Indikerer, at der var dybere obs. af ålegræs i området, men at det ikke kan udelukkes, at dybdegrænsen her lokalt har været mindre.

Kategori 3: Repræsenterede ikke en dybdegrænse: Observationen repræsenterede et lavvandet felt inden for et område, der sandsynligvis havde dybere ålegræsbestande.

Kategori 4: Overestimeret dybdegrænse: Dybdegrænsen var formentlig overestimeret, fordi studiet benyttede meget grove dybdeintervaller (f.eks. 10-20m)

Kategori 5: Dybdegrænsen faldt sammen med områdets maksimale dybde.

I regnearket har vi desuden noteret, om referencen indeholdt kortmateriale om ålegræs samt om den indeholdt supplerende oplysninger om ålegræs såsom biomasse, skudlængde mm.

2.2.3 Oplysninger om anden vegetation og fauna

Vi har noteret, om undersøgelsen indeholdt oplysninger om andre blomsterplanter, om kransnålalger og/eller om andre makroalger og evt. fauna, og i givet fald noteret hvilken type oplysninger, der var tale om.

2.2.4 Oplysninger om fysisk-kemiske forhold

Her har vi noteret eventuelle oplysninger om havbundens sammensætning samt hvorvidt referencen indeholdt oplysninger om lysforhold og/eller andre fysisk/kemiske forhold.

2.2.5 Reference

Endelig har vi noteret referencen i form af forfatter og år, og opført referencelisten som bilag til rapporten (Bilag 4). For de data, vi har fået stillet til rådighed af Botanisk Museum, fremgår museets-id nummer også af referencen.

2.3 Statistiske analyser

Kun de sikreste estimater af dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse, dvs. de estimater, vi har defineret som 'Kategori 1', indgår i den statistiske behandling. De opfylder det kriterium, at der lidt dybere på samme station ikke var observeret ålegræs eller, at den pågældende observation var blandt de dybeste af flere i området.

Analysen er splittet op i data fra før og efter 1930, hvor ålegræsset blev ramt af sygdom. Data fra før 1930 er mest velegnede til at beskrive referencetilstanden, da de ikke var berørt af sygdommen og samtidig repræsenterede en periode med forholdsvis begrænset næringssalt belastning af kystområderne. Allerede i denne tidlige periode var ålegræsset i visse områder dog formentlig påvirket af spildevand fra større byer.

Vi har benyttet simpel deskriptiv statistik i form af middelværdier og percentiler for fordelingen til at beskrive ålegræssets historiske dybdeudbredelse indenfor typeområder og vandområder.

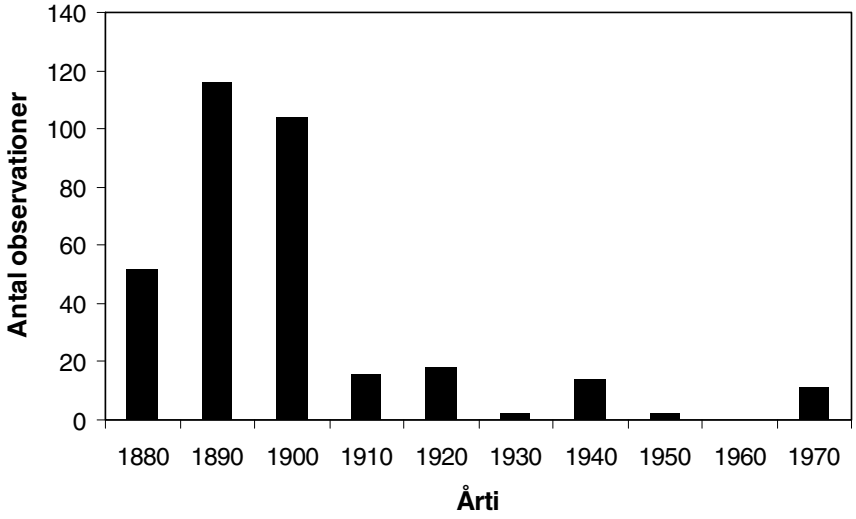
3 Resultater

3.1 Tidslig fordeling af observationer

Gennemgangen af den historiske litteratur om ålegræs gav 1429 observationer af tilstedeværelse og/eller fravær af ålegræs på en given dybde, på en given lokalitet i et givet år.

335 af observationerne kan betragtes som dybdegrænser for ålegræssets hovedudbredelse. De opfylder det kriterium, at der lidt dybere på samme station ikke var observeret ålegræs eller, at den pågældende observation var blandt de dybeste af flere i området. Observationerne er dermed de sikreste estimater af dybdegrænsen, som undersøgelsen har kunnet frembringe (Kategori 1 data).

De 335 observationer repræsenterer perioden 1883-1978. Men langt størstedelen af dem, nemlig 306, repræsenterer perioden før 1930, hvor ålegræsbestandene endnu ikke var ramt af ålegræssygen, og hvor udledningerne af næringssalte endnu var begrænsede, og data er dermed velegnede til at beskrive ålegræssets udbredelse i en referencesituation (Fig. 1).



Figur 1. Antal observationer af ålegræssets dybdeudbredelse som funktion af årti. Alle observationer repræsenterer undersøgelsens sikreste estimater af dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse, dvs. data der opfylder det kriterium, at der lidt dybere på samme station ikke var observeret ålegræs eller, at den pågældende observation var blandt de dybeste af flere i området (Kategori 1 data).

Der var især mange observationer i 1880'erne, 1890'erne og 1900'erne.

Størstedelen (49) af observationerne fra 1880'erne stammer fra Kanonbåden Hauchs togter i de danske farvande indenfor Skagen (Petersen 1893). Togtets hovedformål var at kortlægge havbundens dyresamfund, men ålegræs blev også noteret, når det kom med skraberen op. Undersøgelsen omfattede primært de åbne kystområder. Et par observationer fra dette årti stammer fra Reinkes undersøgelser i de sydlige områder af de danske farvande (Reinke 1889).

Størstedelen (97) af observationerne i 1890'erne stammer fra Rosenvinges undersøgelser af havbundens flora. Rosenvinge undersøgte primært makroalgesamfundene langs vores kyster, men registrerede også ålegræs, når det forekom. Rosenvinges undersøgelser var landsdækkende og omfattede både fjorde og åbne kyster. De indgår også i datasættet fra 1900'erne (15 obs.), 1910'erne (2 obs.), 1920'erne (17 obs.) og 1930'erne (2 obs.).

Ostenfelds og Petersens landsdækkende opgørelse af ålegræssets udbredelse fra omkring år 1900 (Ostenfeld 1908) udgør også en stor del af datasættet fra 1890erne (17 obs.) og 1900'erne (88 obs.). Deres undersøgelse var den eneste af de tidlige undersøgelser, der havde til formål at opgøre ålegræssets dybdegrænse. De kortlagde ålegræsset dybdeudbredelse ved at tage prøver med dræg fra en lang række lokaliteter.

Datasættet fra 1910'erne er domineret af data fra C. G. J. Petersens undersøgelse af havbundens dyresamfund, hvor ålegræs indimellem optrådte i prøverne (15 obs., Petersen 1913).

Der er kun ganske få data fra 1920'erne (17 obs.) og 1930'erne (2 obs.), og de består udelukkende af Rosenvinges observationer.

Der findes landsdækkende undersøgelser af ålegræs fra 1933 og 1941 (Blegvad 1935, Lund 1941), men de er grove opgørelser af ålegræssets tilstand og udbredelse, som blev sat i værk for at vurdere omfanget af ålegræssygen. De indeholder ingen opgørelser af dybdegrænser. Perioden fra 1940'erne til 1970'erne er udelukkende repræsenteret ved lokale undersøgelser, heriblandt flere meget grundige.

Fra 1940'erne har vi Steeman-Nielsens undersøgelser i Roskilde Fjord-Isefjord komplekset (13 obs., Steeman-Nielsens 1951), og Sigurd Olsens undersøgelser i Præstø Fjord (Olsen 1945). Fra 1950'erne er der undersøgelser af Nissum Fjord (Salomonsen 1957), Mathiesens undersøgelser af Ringkøbing Fjord samt undersøgelser af Randers Fjord (Mathiesen & Nielsen 1956-1957). Fra 1960'erne har vi ingen undersøgelser overhovedet. Men fra 1970'erne har vi data fra Mariager Fjord (Mathiesen et al. 1972), Ringkøbing Fjord (Jysk Institut for Forureningsbekæmpelse 1973), Limfjorden (Limfjordskomiteen 1976), Kalø Vig (Mathiesen & Mathiesen 1977) og Nekseløbugten (Bjergsted og Dragsholm Kommuner 1979). Der foreligger også et stort datamateriale fra Limfjorden med over 40 observationer af ålegræssets dybdegrænse i 1978 (Bak 1979), som dog ikke er inkluderet i den samlede dataoversigt, men ligger som et separat faneblad i den vedhæftede CD (Bilag 1).

Landsdækkende undersøgelser kom først igen med vandmiljøplanens overvågningsprogram i 1989.

3.2 Geografisk fordeling af observationer

De historiske observationer af ålegræssets dybdegrænse dækkede et bredt udsnit af de danske kyster (Fig. 2, samt detailkort i Bilag 5).

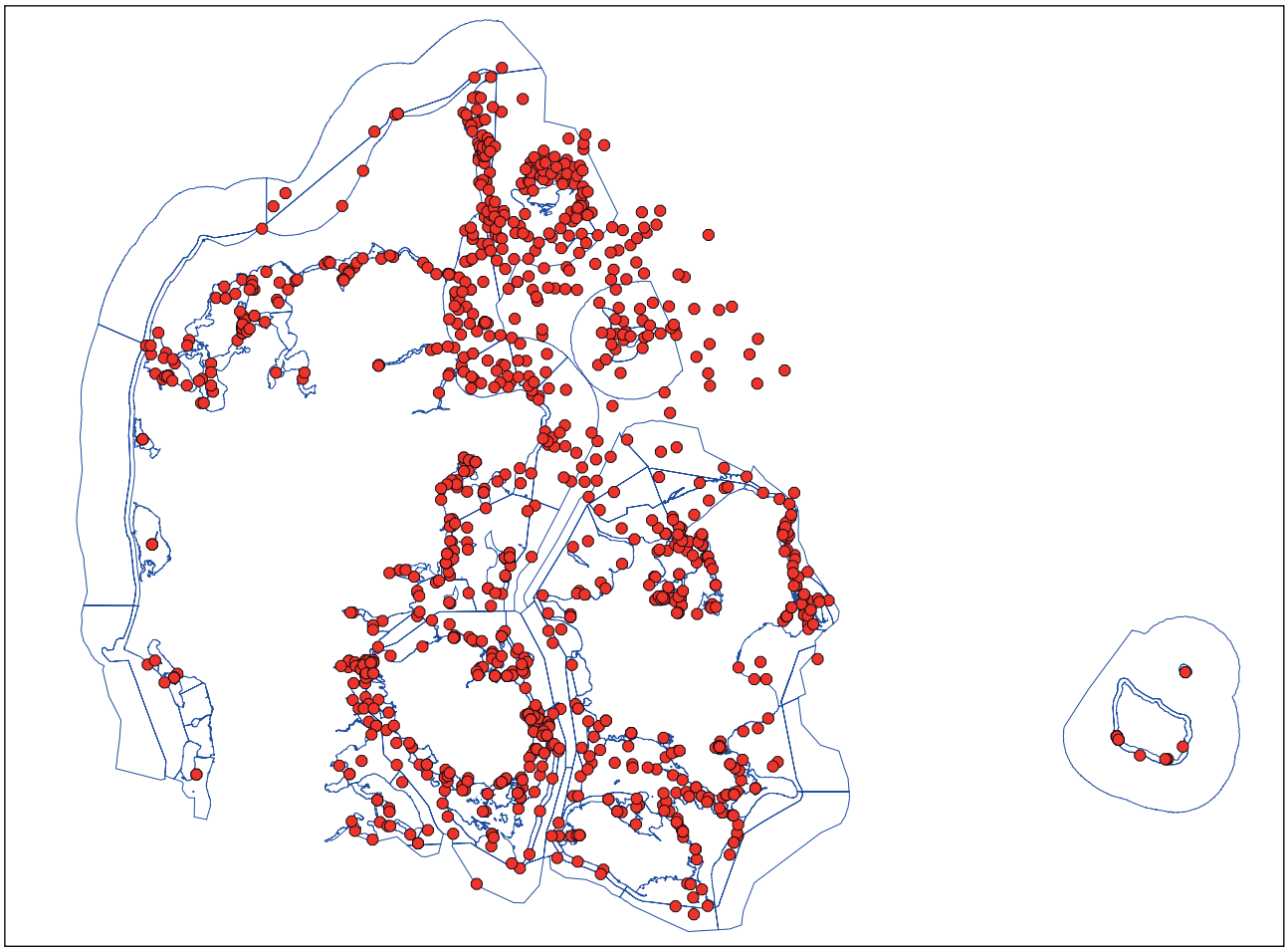
I alt var der 306 data for dybdegrænser før 1930. 227 af observationerne repræsenterer åbne vandområder. Data repræsenterer åbentvandstyper-

ne OW2 (beskyttet, varierende høj saltholdighed, lille tidevandsforskel) og OW3a (beskyttet, varierende lav saltholdighed, lille tidevandsforskel) (se beskrivelse af typeområder i Bilag 3). Der var desuden 1-2 observationer fra områdetyperne OW1 (beskyttet, høj saltholdighed, lille tidevandsforskel) og OW4 (eksponeret, høj saltholdighed, tidevandsforskel 1-5m), men så få observationer beskriver ikke området tilfredsstillende.

Resten (179) af de tidlige data repræsenterer fjordene. Data repræsenterer fjordtyperne P1, P2, P3 og P4, som er karakteriseret ved høj saltholdighed, forskellig grad af opblanding og forskellig grad af følsomhed overfor tilførsel af ferskvand og stofbelastning. Der er også data fra fjordområdetyperne M1 og M2, som er karakteriseret ved middel saltholdighed og forskellig grad af lagdeling og følsomhed overfor tilførsel af ferskvand og stofbelastning.

De tidlige data repræsenterer 66 af de i alt 163 vandområder i Danmark.

De 27 observationer efter 1930 repræsenterer åbentvandstyperne OW2 og fjordtyperne M2, P1, P2 og P4 samt slusefjorde og omfatter i alt 16 vandområder.

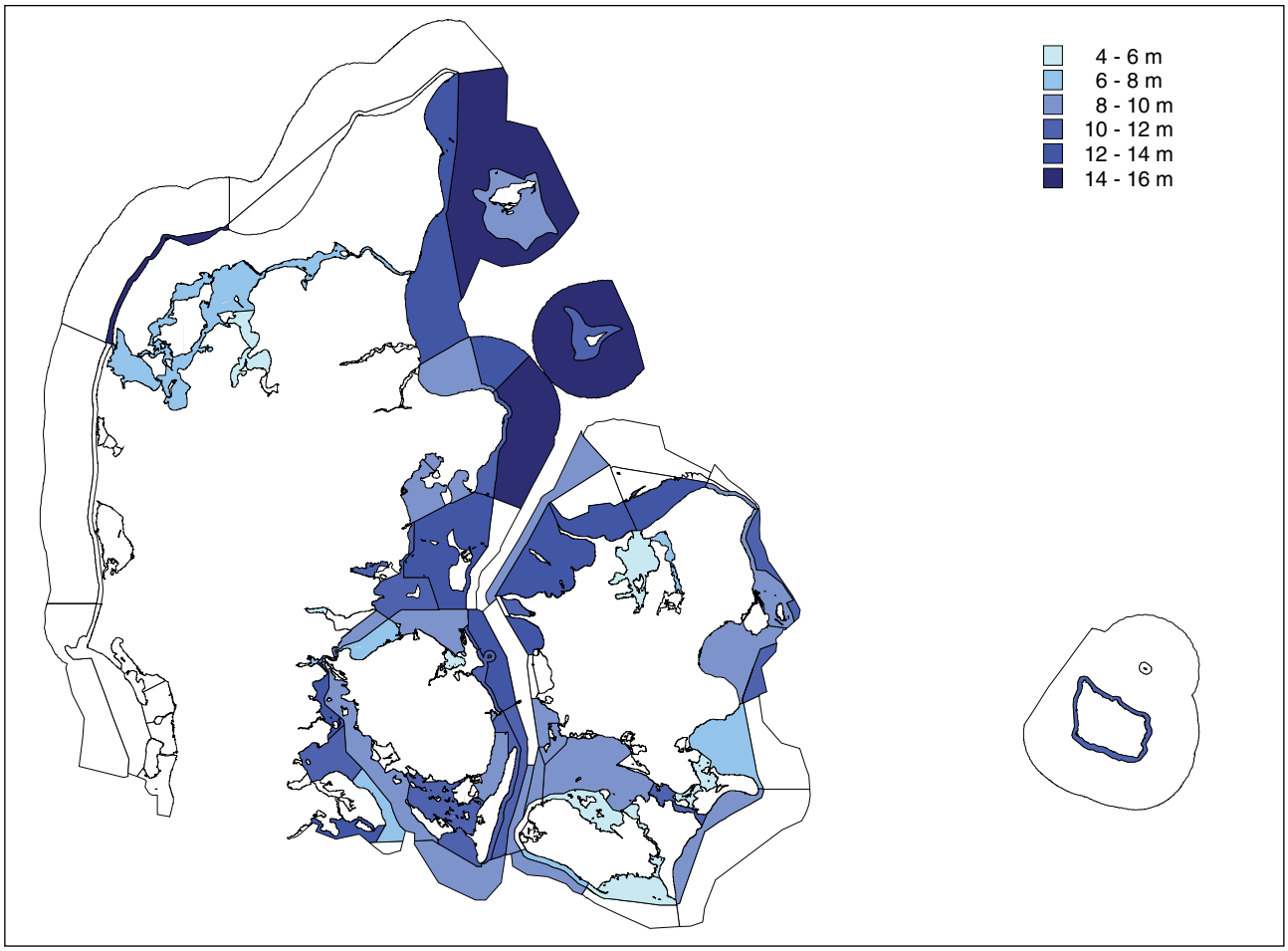


Figur 2. Placering af de historiske observationer af ålegræssets dybdegrænse i perioden 1880-1930. Kortet viser samtlige observationer af ålegræs i dataindsamlingen.

3.3 Ålegræssets dybdeudbredelse før 1930

De 306 observationer af ålegræssets dybdegrænse fra 1880'erne til 1930 gav tilsammen et landsdækkende billede af ålegræssets dybdeudbredelse (Figur 3). Oplysningerne var især baseret på undersøgelser i 1890'erne og 1900'erne, hvor litteraturen fremhævede, at ålegræsset var udbredt langs alle vores kyster og dannede vidtstrakte og sammenhængende undersøiske enge (Ostenfeld 1908, Petersen 1901 og 1914).

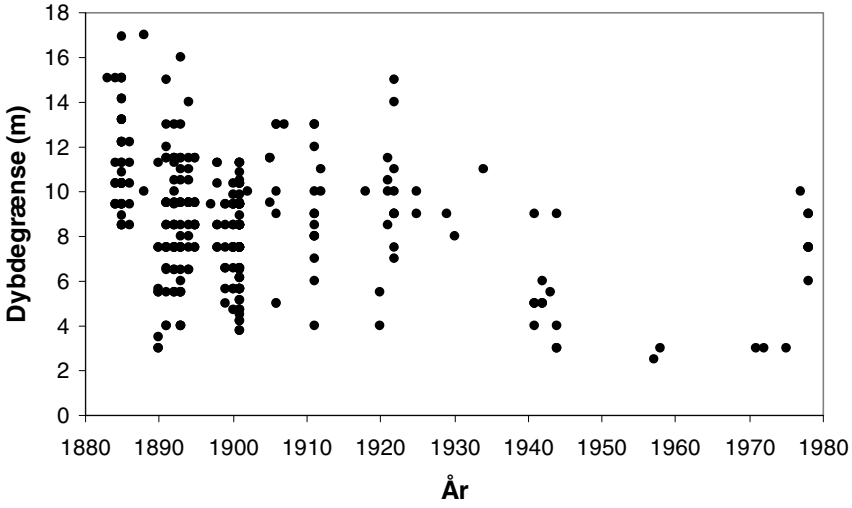
Den historiske litteratur gav ingen indikation på, at de frodige bestande beskrevet først i 1900 tallet ændrede sig, før ålegræssygen brød ud i begyndelsen af 1930'erne, og de begrænsede opgørelser af ålegræssets dybdeudbredelse i 1910'erne og 1920'erne tyder også på, at bestandene i denne periode fortsat var tætte og voksede dybt (Figur 4). Det samlede datasæt fra perioden 1880-1930 virker derfor velegnet til at beskrive ålegræssets dybdeudbredelse i en situation med begrænset belastning.



Figur 3. Historisk dybdeudbredelse af ålegræs i danske vandområder. Kortet er baseret på observationer af dybdegrænsen i perioden 1880-1930. Kun de sikreste estimater af dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse indgår, dvs. data der opfylder det kriterium, at der lidt dybere på samme station ikke var observeret ålegræs eller, at den pågældende observation var blandt de dybeste af flere i området (Kategori 1 data).

De dybeste ålegræsbestande voksede langs åbne kyster (Figur 3). I gennemsnit var dybdegrænsen i de åbne kysttypeområder 8,5-10,4 m (Tabel 1) og i ekstreme tilfælde forekom ålegræsset dog helt ned til ca. 17 meters dybde (Tabel 2, Figur 4). I fjordene voksende ålegræsset knap så dybt – i fjord-typeområderne var dybdegrænsen i gennemsnit 3,9-10,1

meter (Tabel 1), og der var en enkelt ekstrem observation på 14 meters dybde i Flensborg Fjord (Tabel 2).



Figur 4. Ålegræssets dybdeudbredelse i Danmark i 1880-1930. Alle observationer repræsenterer undersøgelsens sikreste estimater af dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse, dvs. data der opfylder det kriterium, at der lidt dybere på samme station ikke var observeret ålegræs eller, at den pågældende observation var blandt de dybeste af flere i området (Kategori 1 data). Data fremgår af Bilag 1.

Der var tendens til, at de dybeste bestande forekom i de mest saltholdige områder. Langs både de åbne kyster og i fjordene voksede ålegræssets generelt dybere i områder med høj saltholdighed (OW1 og P-fjordområder) end i områder med middelsaltholdighed (OW3a og M-fjordområder) (Tabel 1). Indenfor fjordene var der også tegn på, at ålegræsset voksede dybere i de lagdelte områder (M1, P1, P3) end i de opblandede områder med samme saltholdighed (M2, P2, P4) (Tabel 1).

Tabel 1. Fordeling af historiske observationer før 1930 mellem vandområdetyper. Vandområdetyperne er defineret i Bilag 3. To af de historiske observationer (Reinke 1889) var defineret så bredt (den Vestlige Østersø), at de ikke kunne knyttes til en vandområdetype. Vandområdetyperne i parentes har utilstrækkeligt datagrundlag. Middelværdier og 90% fraktiler i kantede parenteser er værdier beregnet for åbne områder af Carstensen & Krause-Jensen (2009) med en mere avanceret statistik og med brug af to forskellige modeller [model 1/model 2].

	FØR 1930					
TYPE OMR.	**MAX**	**MIN**	**GENS.**	**S.D.**	**N**	**90% fraktil**
M1	6,0	5,5	5,7	0,2	5	5,9
M2	7,5	3,8	4,9	1,1	11	5,6
M1-4	7,5	3,8	5,1	1,0	16	5,8
(OW1)	9,4	9,4	(9,4)	0,0	1	(9,4)
OW2	16,9	5,6	10,4	2,1	142	13,2
OW1-2 [OW1-2]	16,9	5,6	10,4 [10/10,1]	2,1	143	13,2 [12,1/12,2]
OW3a [OW3]	13,0	5,5	8,5 [8,8/8,8]	1,6	83	10,8 [11/10,9]
(OW3b)	10,5	7,5	(9,0)	2,1	2	(10,2)
(OW4)	15,0	15,0	(15,0)	0,0	1	(15,0)
P1	14,0	8,5	10,1	1,7	9	12,0
P2	5,6	3,0	3,9	1,0	6	4,8
P3	11,5	5,5	8,0	1,8	19	9,8
P4	9,5	4,0	5,6	1,3	25	6,6

Tabel 2. Fordeling af historiske observationer før 1930 mellem vandområder. To af de historiske observationer (Reinke 1889) var defineret så bredt (den Vestlige Østersø), at de ikke kunne knyttes til et vandområde. Middelværdier og 90% fraktiler i kantede parenteser er værdier beregnet for åbne områder af Carstensen & Krause-Jensen 2009 med en mere avanceret statistik og med brug af to forskellige modeller [model 1/model 2].

FØR 1930							
VANDOMR-ID	**Vandområde**	**MAX**	**MIN**	**GENS.**	**S.D.**	**N**	**90% fraktil**
1	Nordlige Roskilde Fjord	7,5	7,5	7,5	0,0	1,0	7,5
4	Øresundstragten	9,4	7,5	8,5 [8,5/8,5]	1,4	2,0	9,2 [10,7/10,5]
5	Kattegat < 20 m	12,2	7,5	10,6 [10,6/10,6]	2,1	4,0	12,0 [12,9/12,7]
6	Nordlige Øresund	9,5	6,1	7,5 [7,5/7,5]	1,0	12,0	8,5 [9,8/9,5]
7	Køge Bugt	9,5	9,5	9,5 [9,5/9,5]	0,0	1,0	9,5 [11,8/11,6]
10	Køge Bugt	11,5	11,5	11,5	0,0	1,0	11,5 [13,8/13,6]
11	Åbne del, Øresund	13,0	7,5	9,6 [9,6/9,6]	2,3	4,0	11,8 [11,9/11,7]
19	Agersø Sund Nord	9,5	6,5	8,0 [8,0/8,0]	2,1	2,0	9,2 [10,3/10,1]
21	Åbne del, Kattegat	9,4	9,4	9,4 [9,4/9,4]	0,0	1,0	9,4 [11,7/11,5]
22	Agersø Sund Syd	9,4	9,4	9,4 [9,4/9,4]	0,0	2,0	9,4 [11,7/11,5]
23	Jammerland Bugt	13,0	13,0	13,0 [13,0/13,0]	0,0	1,0	13,0 [15,3/15,1]
24	Isefjord	5,6	3,0	3,9	1,0	6,0	4,8
28	Sejerøbugt	14,0	5,6	9,3 [9,3/10,7]	3,2	8,0	13,3 [11,5/12,8]
29	Kalundborg Fjord	11,0	11,0	11,0	0,0	1,0	11,0
32	Kattegat < 20m	13,0	11,0	12,3 [12,3/12,3]	1,2	3,0	13,0 [14,6/14,4]
33	Smålandsfarvandet Åben del	11,5	5,6	8,1 [8,1/8,1]	1,7	10,0	9,6 [10,3/10,2]
34	Smålandsfarvandet, syd	6,0	5,5	5,7	0,2	5,0	5,9
38	Guldborgsund	5,6	4,0	4,6	0,8	4,0	5,4
42	Femerbælt	7,5	7,5	7,5 [7,5/7,5]	0,0	1,0	7,5 [9,8/9,6]
43	Rødsand	5,6	5,2	5,3	0,3	3,0	5,6
44	Østersøen	10,4	7,5	8,5 [8,5/8,5]	1,6	3,0	9,8 [10,7/10,9]
45	Grønsund	11,5	6,5	9,3 [9,3/9,3]	2,6	3,0	11,2 [11,6/11,4]
46	Fakse Bugt	7,5	6,5	6,9 [6,9/6,8]	0,6	3,0	7,3 [9,1/8,9]
48	Stege Bugt	4,2	3,8	3,9	0,3	3,0	4,1
50	Åbne del Storebælt 12sm	8,5	8,5	8,5 [8,5/8,5]	0,0	1,0	8,5 [10,8/10,6]
51	Åbne del Femerbælt	8,5	7,5	8,0 [8,0/8,0]	0,7	2,0	8,4 [10,3/10,1]
55	Åbne del Storebælt	8,5	7,5	8,0 [8,0/8,0]	0,7	2,0	8,4 [10,2/10,1]
56	Østersøen 1sm. Bornholm	10,5	7,5	9,0 [9,0/9,0]	2,1	2,0	10,2 [11,3/11,1]
61	Dalby bugt	7,5	7,5	7,5	0,0	1,0	7,5
86	Nyborg Fjord	8,5	7,0	7,8	0,6	4,0	8,4
88	Nordlige Bælthav	9,0	6,5	8,0 [8,0/8,0]	1,2	4,0	9,0 [10,3/10,1]
90	Langelandssund	9,5	7,5	8,2 [8,2/8,2]	0,9	9,0	9,4 [10,5/10,4]
91	DSØ åbne del	11,5	5,5	9,4 [8,2/8,2]	2,7	4,0	11,2 [11,6/11,4]
92	Odense Fjord ydre del	5,6	5,6	5,6	0,0	2,0	5,6
94	LBT Nord	7,5	7,5	7,5 [7,5/7,5]	0,0	1,0	7,5 [9,8/9,6]
95	Åbne STB Syd	11,3	7,5	9,3 [9,3/9,1]	1,4	9,0	10,9 [11,5/11,2]
96	Åbne STB Nord	11,0	7,5	9,4 [9,7/9,7]	1,0	10,0	10,6 [11,9/11,7]
97	Åbne STB 12 sm Syd	10,4	8,5	9,1 [9,1/9,0]	1,1	3,0	10,0 [11,4/11,0]
98	Åbne STB 12 sm Nord	13,0	7,5	9,7 [9,7/9,7]	2,9	3,0	12,1 [11,9/11,7]
99	LBT Syd	11,3	6,5	8,6 [8,6/8,6]	1,4	11,0	9,5 [10,8/10,6]
100	LBT Syd 12 sm	8,5	8,5	8,5 [8,5/8,5]	0,0	1,0	8,5 [10,7/10,5]
112	Sydlige Lillebælt, omr. N f.Als	10,0	10,0	10,0 [10,0/10,0]	0,0	1,0	10,0 [12,3/12,1]
114	Flensborg Fjord, ydre del	14,0	8,5	10,7	2,2	5,0	13,0
115	Sydlige Lillebælt Als-Ærø	7,5	7,0	7,3 [7,3/7,3]	0,4	2,0	7,5 [9,5/9,3]
118	Lillebælt, Bredningen	13,0	7,5	10,8 [10,8/10,8]	2,9	3,0	12,8 [13,1/12,9]
123	Vejle inderfjord	5,5	5,5	5,5	0,0	1,0	5,5
125	Kolding yderfjord	7,5	6,6	7,1	0,7	2,0	7,4
126	Nordlige Lillebælt	11,5	8,5	10,1 [10,0/9,9]	1,2	6,0	11,5 [12,2/12,0]
128	Horsens inderfjord	11,5	8,0	9,8	2,5	2,0	11,5
138	Hevring Bugt	9,4	8,5	8,8 [8,8/8,8]	0,5	3,0	9,2 [11,1/10,9]

139	Farvandet ved Anholt	11,5	11,5	11,5 [11,5/11,5]	0,0	1,0	11,5 [13,8/13,6]
140	Farvandet Djursland øst	10,4	10,4	10,4 [10,4/10,4]	0,0	1,0	10,4 [12,6/12,4]
141	Ebeltoft Vig	9,9	9,4	9,7	0,3	2,0	9,8
143	Århus Bugt syd, Samsø og Djursland Syd	15,0	8,5	10,5 [10,5/10,8]	1,9	9,0	12,2 [12,8/12,8]
145	Indre Kalø Vig	9,4	9,0	9,2	0,3	2,0	9,4
147	Århus Bugt, Kalø og Begtrup	9,5	8,5	9,0	0,5	6,0	9,5
148	12 sømile grænse Anholt	15,1	9,4	12,9 [12,9/12,9]	2,0	6,0	14,6 [15,1/14,9]
149	12 sømile grænse Djursland NØ	13,2	9,4	11,3 [11,3/11,3]	1,9	3,0	12,8 [13,6/13,4]
150	12 sømile grænse Djursland Ø	16,0	9,4	12,7 [9,4/9,4]	4,7	2,0	15,3 [11,7/11,5]
152	Skagerrak 1 sømil	15,0	15,0	15,0	0,0	1,0	15,0
154	Kattegat -Læsø	10,5	9,5	9,6 [9,6/9,6]	0,4	7,0	9,9 [11,9/11,7]
155	Kattegat	16,9	8,0	10,3 [10,3/10,4]	1,9	26,0	12,6 [12,5/12,4]
156	Nissum, Thisted, Kås, Løgstør, Nibe, Langerak	9,5	4,0	5,5	1,2	24,0	6,6
157	Lovns, Skive, Riisgårde, Bjørnholms Bugt	5,5	5,5	5,5	0,0	1,0	5,5
163	Nordlige Kattegat 12 sm	15,1	8,5	11,2 [11,2/11,2]	1,9	34,0	14,8 [13,5/13,3]
164	Nordlige Lillebælt	9,5	9,5	9,5	0,0	1,0	9,5

Data fra de åbne vandområder er tidligere behandlet vha. mere sofistikeret statistik, der beskriver data i en hierarkisk model og tager højde for fordelingen af observationer mellem vandområdetyper, vandområder og lokaliteter indenfor vandområder. Denne type analyse giver lidt anderledes middelværdier og 90% fraktiler for typeområder og vandområder (Tabel 1 i Carstensen og Krause-Jensen 2009; data gengivet i Tabel 1 og 2). Generelt er middelværdierne på samme niveau som ved den simple statistik, mens 90% fraktilerne er højere. Det er specielt i de vandområder, der kun indeholder et enkelt datasæt, at de forskellige beregningsmetoder fører til forskellige fraktiler. Når der kun er en enkelt værdi i et vandområde, benytter den simple metode denne værdi som både middelværdi og fraktil, mens den mere avancerede metode benytter information fra det større datamateriale indenfor vandområdetypen til at beregne fraktilen.

3.4 Ålegræssets dybdeudbredelse i perioden 1930-1978

Ålegræssygen i 1930'erne slog hovedparten af de danske ålegræspopulationer ihjel (Blegvad 1935, Lund 1941), ligesom sygdommen også gjorde det af med størstedelen af de nordatlantiske populationer. Ålegræs i de mest brakke vandområder såsom de sydlige indre danske farvande, den indre del af en række fjorde samt fx Ringkøbing og Nissum Fjorde var dog ikke berørt af sygdommen. Lund (1941) estimerede, at kun 1/7 af de danske ålegræspopulationer bestod i 1941, men han gav ingen oplysninger om, hvordan ålegræssygen påvirkede plantens dybdeudbredelse.

Ålegræsset rekoloniserede i et vist omfang de danske kystområder fra 1940'erne til 1960'erne (Rasmussen 1973). Mens serier af luftfotos har givet information om rekoloniseringen af bestandene på lavt vand (Frederiksen et al., 2004), har vi kun begrænsede oplysninger om rekoloniseringen på dybt vand. Det sparsomme datasæt vi har for perioden 1930-1980 giver ikke mulighed for at følge ændringer i dybdegrænsen på landsplan, kun i udvalgte områder. I Roskilde- og Isefjord var bestandene faktisk allerede først i 1940'erne på vej retur efter ålegræssygen, og

der blev fundet sparsomt ålegræs på 9 meters dybde i Isefjords munding (Steeman Nielsen 1951). Det er dog meget sandsynligt, at ålegræsset aldrig nåede at rekolonisere alt det tabte terræn ud til de oprindelige dybdegrænser, fordi vandet ikke længere var så klart som først i århundredet.

Det sparsomme datamateriale, vi har fundet for perioden 1930 til 1978, giver kun et meget tyndt grundlag for at vurdere gennemsnitlige dybdegrænser i områdetyper, fordi der kun er ganske få observationer for hver type (Tabel 3), og relativt få vandområder er repræsenteret (Tabel 4).

Tabel 3. Fordeling af historiske observationer fra perioden 1930-1978 mellem vandområdetyper. Vandområdetyperne er defineret i Bilag 3.

			Efter 1930			
TYPE OMR.	**MAX**	**MIN**	**GENS.**	**S.D.**	**N**	**90% fraktil**
M2	6.0	5.0	5.3	0.4	5	5.8
OW2	11.0	6.0	8.3	1.3	11	9.0
(P1)	10.0	3.0	(6.5)	4.9	2	(9.3)
P2	5.0	3.0	4.1	0.9	7	5.0
(P4)	3.0	3.0	(3.0)	0.0	1	(3.0)
Slusefjord	3.0	2.5	2.8	0.3	3	3.0

Tabel 4. Fordeling af historiske observationer fra perioden 1930-1978 mellem vandområder.

		EFTER 1930					
VANDOMR-ID	**Vandområde**	**MAX**	**MIN**	**GENS.**	**S.D.**	**N**	**90% fraktil**
1	Nordlige Roskilde Fjord	6.0	5.0	5.3	0.5	4	5.7
5	Kattegat < 20 m	9.0	9.0	9.0	0.0	2	9.0
24	Isefjord	5.0	3.0	4.1	0.9	7	5.0
28	Sejerøbugt	9.0	6.0	7.7	1.0	7	9.0
47	Præstø Fjord	5.5	5.5	5.5	0.0	1	5.5
96	Åbne STB Nord	8.0	8.0	8.0	0.0	1	8.0
129	Bøvling/Ydre Fjord	2.5	2.5	2.5	0.0	1	2.5
132	Ringkøbing Fjord	3.0	3.0	3.0	0.0	2	3.0
145	Indre Kalø Vig	10.0	10.0	10.0	0.0	1	10.0
155	Kattegat	11.0	11.0	11.0	0.0	1	11.0
156	Nissum, Thisted, Kås, Løgstør, Nibe, Langerak	3.0	3.0	3.0	0.0	1	3.0
159	Mariager Inderfjord	3.0	3.0	3.0	0.0	1	3.0
160	Mariager Yderfjord	6.0	6.0	6.0	0.0	1	6.0
161		6.0	6.0	6.0	0.0	1	6.0
162	Skagerrak 12 sm	6.0	6.0	6.0	0.0	1	6.0
163	Nordlige Kattegat 12 sm	6.0	6.0	6.0	0.0	1	6.0

Siden 1989 er ålegræssets dybdefordeling i de danske farvande veldokumenteret gennem vandmiljøplanens overvågningsprogram. Disse undersøgelser viser, at dybdegrænserne i dag er markant reduceret sammenlignet med udbredelsen omkring år 1900, og at der ikke er sket store ændringer i hverken ålegræssets dybdeudbredelse eller fjordenes sigtdybder fra 1989 til i dag på trods af markante reduktioner i belastningen med næringssalte (Hjort og Josefson 2009).

4 Diskussion

Gennemgangen af den historiske litteratur resulterede i et stort datamateriale om ålegræssets dybdegrænse fra 1880'erne til 1970'erne – i alt 1429 observationer hvoraf vi vurderer, at de 335 repræsenterer ålegræssets dybdegrænse. Vi splittede datasættet op i to dele: før og efter ålegræssygen i 1930'erne, der slog størstedelen af det danske ålegræs ihjel. Det tidlige datasæt er det mest omfattende og geografisk dækkende med 306 observationer fordelt over landet i en periode med lav belastning med næringssalte og vidtstrakte ålegræsbestande. Datasættet udgør dermed et værdifuldt referencemateriale for at vurdere den økologiske tilstand af nutidens ålegræsbestande.

4.1 Hvor sikre er de historiske data?

Nutidens estimater af ålegræssets dybdegrænse er ganske præcise, fordi de er fastlagt af dykkere eller ud fra videooptagelser, hvor ålegræssets dækningsgrad er vurderet langs dybdegradienten sammen med præcise målinger af vanddybden. Man kan dermed definere hovedudbredelsen som den største dybde med eksempelvis 10% dækning og den maksimale dybdegrænse ved de dybeste skud.

De fleste historiske ålegræsdata er samlet ind fra en både eller et skib med grab, skraberedskab eller dræg – et blylod med søm. Data repræsenterer dermed punktobservationer af ålegræssets tilstedeværelse på en given dybde, men uden oplysninger om dækningsgrad, og vi kan derfor kun gætte på, hvilken dækningsgrad, de dybeste observationer repræsenterer. Vores gæt er, at de dybeste observationer repræsenterer dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse med en dækningsgrad på omkring 10%, for metoderne har næppe kunnet registrere de mere sparsomme bestande eller enkeltskud, som repræsenterer ålegræssets maksimale dybdegrænse.

Vi kan også kun gætte på, hvor mange af observationerne, der rent faktisk repræsenterer dybdegrænsen for ålegræssets hovedudbredelse, og hvor mange, der blot repræsenterer observationer af ålegræs indenfor udbredelsesområdet. Ved at validere datasættet, så vi kun benytter de estimater der opfylder kriteriet, at der lidt dybere på samme station ikke var observeret ålegræs eller, at den pågældende observation var blandt de dybeste af flere i området (Kategori 1 data) – øgede vi sikkerheden for, at data rent faktisk repræsenterer ålegræssets hovedudbredelse.

Endelig er der spørgsmålet om, hvor præcise dybdeangivelserne i det historiske materiale er. Petersen (1893, 1913), Reinke (1889) og Rosenvinge registrerede ålegræs på væsentligt større vanddybder end Ostenfeld (1908). Ostenfeld kendte til sine kollegaers publikationer; han kommenterede selv forskellen og vurderede, at kollegaernes dybere observationer skyldtes mindre nøjagtige dybdelodninger, for størstedelen af kollegaernes ålegræsdata stammede fra bunddyr- eller fiskeundersøgelser, hvor dybden ikke havde den store betydning. Ostenfeld understregede, at han gjorde særdeles omhyggelige observationer af dybdegrænsen i

Kattegat og kom til det resultat, at 6 favne kurven (~11 m) aldrig blev nået eller overskredet af voksende ålegræs. Flere af de samtidige marinbiologer registrerede ålegræs på 12-17 meters dybde (Fig. 4). Hvorvidt Ostenfeld har ret i sine betragtninger, eller om forskellene mellem studierne skyldes forskellige metoder, forskellige lokaliteter eller forskellige undersøgelsesår, ved vi ikke. Ostenfeld har formentlig foretaget de mest præcise dybdemålinger, fordi hans undersøgelse, som den eneste på den tid, havde til formål at registrere ålegræssets udbredelse. Men måske var Ostenfelds dræg ikke lige så effektiv til at få fat i de sparsomme skud på det dybe vand som kollegaernes grab og skraberedskaber. Da vi ikke kender svaret på disse overvejelser inkluderede vi samtlige historiske datasæt i vores sammenstilling.

4.2 Middelværdier og fraktiler

Hvis alle de historiske observationerne med sikkerhed kunne regnes for dybdegrænser, så ville deres gennemsnit beskrive middeldybdegrænsen i det vandområde eller typeområde, de repræsenterede, og 90% fraktilen de største dybdegrænser i området.

I et historisk datasæt, hvor mange af observationerne ikke er egentlige dybdegrænser, men blot tilfældige observationer af ålegræs indenfor udbredelsesbæltet, vil gennemsnittet af observationerne undervurdere den faktiske middelværdi af dybdegrænsen. I sådanne datasæt er det mest rimeligt at benytte en af de øvre fraktiler som udtryk for dybdegrænsen i en referencesituation. Det er en fordel at benytte en øvre fraktil frem for maksimale værdier til at beskrive de dybeste bestande, fordi estimatet så er mere bestemt af tyngden i datasættet og mindre påvirket af enkeltstående dybe målinger, der kan være fejlbestemt.

I tidligere undersøgelser af referencetilstand, baseret på Ostenfelds rådata, der kun havde gennemgået en begrænset validering, benyttede vi 90% fraktilen af rådata som udtryk for referencetilstand (Dahl et al. 2005, Kap. 3.4). Om det er 90%-fraktilen eller eksempelvis 75%-fraktilen af data, der definerer referencetilstanden, beror på et skøn. Dette skøn kan kvalificeres yderligere ved at sammenligne størrelsesordenen af den tilfældige variation indenfor et område fra det historiske datasæt med den tilfældige variation i nyere data. En grundigere statistisk analyse kunne også omfatte samtlige observationer – incl. dem uden ålegræs - fra eksempelvis Kanonbåden Hauchs togter (Petersen 1893), som ville give mulighed for at beregne sandsynligheden for at finde ålegræs på forskellige dybder.

Den mest direkte måde at få svar på spørgsmålene om effektiviteten af de gamle metoder, og hvordan man bedst sammenligner nye og gamle undersøgelser er at teste metoderne mod hinanden. Testen skulle foregå i et område, med velkendt dækningsgrad og dybdeudbredelse af ålegræs bestemt ud fra dykker og/eller videoundersøgelser. Her skulle man så tage prøver med hhv. grab, skraberedskab og dræg og sammenligne resultater indsamlet med gamle og nye metoder. Sådanne sammenligninger er blevet foretaget mellem historiske og nutidige metoder til at opgøre biomassen af havbundens dyresamfund (Pearson et al. 1985, Rosenberg et al. 1987, Josefson & Jensen 1992).

Tak

Tak til Ruth Nielsen og Per Corfixen for at stille Rosenvinges data om ålegræs til rådighed for projektet. Tak til en lang række medarbejdere ved Miljøcentrene for at finde historisk ålegræslitteratur fra lokalområderne: Nikolai Holmboe, Steen Schwaerter, Martha Laursen, Jens Sund Laursen, Morten Brozek, Grethe Bruntse.

5 Referencer

Bak, H.P. 1979. Ålegræs (*Zostera marina* L.) i Limfjorden 1978 – Undersøgelser over forekomst, biomasse og dybdegrænser. Specialerapport. Århus Universitet.

Bjergsted og Dragsholm kommuner. 1979. Recipientundersøgelse i Nekselø Bugt. Botaniske undersøgelser + Bilag. Viaplan a/s.

Blegvad, H. 1935. En epidemisk Sygdom i Bændeltangen (*Zostera marina* L.). Beretning fra Den danske biologiske Station 1934. XXXIX: pp1-8. Centraltrykkeriet, Kjøbenhavn.

Borum, J., O. Pedersen, T.M. Greve, T.A. Frankovich, J.C. Zieman, J.W. Fourqurean and C. Madden. 2005. The potential role of plant oxygen and sulfide dynamics for die-off events of the tropical seagrass, *Thalassia testudinum*, in Florida Bay. J. Ecol. 93: 148-158.

Carstensen, J. & Krause-Jensen, D., 2009. Fastlæggelse af miljømål og indsatsbehov ud fra ålegræs i de indre danske farvande. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 48 s. - Arbejdsrapport fra DMU nr. 256. http://www.dmu.dk/Pub/AR256.pdf

Dahl, K. (Red.), Andersen, J.H. (Red.), Riemann, B. (Red.), Carstensen, J., Christiansen, T., Krause-Jensen, D., Josefson, A.B., Larsen, M.M., Petersen, J.K., Rasmussen, M.B. & Stand, J. 2005: Redskaber til vurdering af miljø- og naturkvalitet i de danske farvande. Typeinddeling, udvalgte indikatorer og eksempler på klassifikation. Danmarks Miljøundersøgelser. 158 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 535. http://technical-reports.dmu.dk

den Hartog, C. 1970. Seagrasses of the World. Amsterdam, The Netherlands.

Duarte, C.M. 1991. Seagrass depth limits. Aquat. Bot. 40: 363–377.

Duarte, C.M., N. Marbà, D. Krause-Jensen and M. Sánchez-Camacho. 2007. Testing the predictive power of seagrass depth limit models. Estuar. Coast. 30: 652–656.

Frederiksen, M., Krause-Jensen, D., Holmer, M., Laursen, J.S., 2004. Long-term changes in area distribution of eelgrass (Zostera marina) in Danish coastal waters. Aquat. Bot. 78, 167–181.

Green, E.P. and F.T. Short. 2003. World Atlas of Seagrasses. Berkeley, Univ. of California Press.

Hemminga, M.A. and C.M. Duarte. 2000. Seagrass Ecology. Cambridge (United Kingdom), Cambridge Univ. Press.

Hjorth, M. and A.B. Josefson (Eds.) 2009 (i trykken). Marine områder 2008. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet. xxx pp. – faglig rapport fra DMU nr. xxx. http://www.dmu.dk/Pub/FRxxx.pdf.

Holmer, M. and E.J. Bondgaard. 2001. Photosynthetic and growth response of eelgrass to low oxygen and high sulfide concentrations during hypoxic events. Aquat. Bot. 70: 29–38.

Josefson, A.B. and J.N. Jensen 1992. Effects of hypoxia on soft-sediment macrobenthos in southern Kattegat. In: Colombo, G., Ferrari, I., Ceccherelli, V.U., Rossi, R. (eds) Marine eutrophication and population dynamics. Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark, p. 21-28.

Jysk Institut for Forureningsbekæmpelse 1973. Ringkøbing Fjord 1972. Århus

Limfjordskomiteen 1976. Limfjordsundersøgelsen 1973-75. Delrapport 3: Biologisk Vandkvalitet i Limfjorden. (Refereret i Tabel 4.1 i Bjergsted og Dragsholm kommuner 1979 – originalen ikke checket.)

Lund, S. 1941. Tangforekomsterne i de danske farvande og mulighederne for deres udnyttelse. Dansk Tidsskr. Farm. 15 (6): 158-174.

Mathiesen, H., Mathiesen, L. & Thorbæk M. 1972. Bundvegetation og fastvoksende algevegetation I Mariager Fjord. *I* Mariager Fjord Vandkvalitet 1971. Miljøteknisk afdeling. F.L. Schmidt & Co A.S. København, Mariager. (Refereret i Tabel 4.1 i Bjergsted og Dragsholm kommuner 1979 – originalen ikke checket.)

Mathiesen, H.., Mathiesen, L. 1977. Kalø Vig 1977. Orienterende undersøgelser. Fastsiddende algevegetation – ålegræsforekomster. Foreløbig rapport til Århus Amtskommune. (Refereret i Tabel 4.1 i Bjergsted og Dragsholm kommuner 1979 – originalen ikke checket.)

Mathiesen, H. & J. Nielsen. 1956-1957. Botaniske undersøgelser i Randers Fjord og Grund Fjord. Botanisk Tidsskrift 53: 1-33. Dansk Botanisk Forening, København, Ejnar Munksgaards forlag.

Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdes, L., DeYoung, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. 80 p. http://www.grida.no/publications/rr/blue-carbon/

Nielsen, S.L., K. Sand-Jensen, J. Borum and O. Geertz-Hansen. 2002. Depth colonization of eelgrass (*Zostera marina*) and macroalgae as determined by water transparency in Danish coastal waters. Estuaries 25:1025–1032.

Olsen, S. 1945. The vegetation in Præstø Fjord, 1. Spermatophyta and charophyta. In K. Hansen (1953). Investigations of the geography and natural history of the Præstø Fjord, Zealand, Folia Geographica Danica. TOM. III. No. 4. pp. 84-130

Orth, R.J., T.J.B. Carruthers, W.C. Dennison, C.M. Duarte, J.W. Fourqurean, K.L.Jr. Heck, A.R. Hughes, G.A. Kendrick, W.J. Kenworthy, S. Olyarnik, F.T. Short, M. Waycott, and S.L. Williams. 2006. A Global Crisis for Seagrass Ecosystems. Bioscience 56: 987-996.

Ostenfeld, C.H. 1908. Ålegræssets (*Zostera marina's*) udbredelse i vore farvande. *I* C. G. J. Petersen. Beretning til Landbrugsministeriet fra den danske biologiske station. 1908, XVI: 1-61. Centraltrykkeriet, København.

Pearson, T.H., A.B. Josefson and R. Rosenberg 1985. Petersen's benthic stations revisited. I. Is the Kattegatt becoming eutrophic? - *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 92: 157-206.

Petersen, C.G.J. 1893. Det videnskabelige udbytte af Kanonbaaden "Hauchs" togter i de danske have indenfor Skagen i aarene 1883-86. (+ separat atlas med kort over arternes udbredelse). A.F. Høst. København. 464 pp.

Petersen, C.G.J. 1901. Fortegnelse over ålerusestader i Danmark optaget i årene 1899 og 1900 med bemærkninger om ruseålens vandringer etc. Beretning til Landbrugsministeriet fra den danske biologiske station. 1900 og 1901. X: 3-28. København, centraltrykkeriet.

Petersen, C.G.J. 1913. Havets bonitering II. Om havbundens dyresamfund og om disses betydning for den marine zoogeografi (med 6 tavler, 3 kort og et tillæg). Beretning til Landbrugsministeriet fra Den danske biologiske Station XXI. Centraltrykkeriet, Kjøbenhavn. p 1-68.

Petersen, C.G.J. 1914. Om Bændeltangens (*Zostera marina*) Aarsproduktion i de Danske Farvande. Kap. IX, pp.1-20 In: Jungersen H. & E. Warming (red.): Mindeskrift i Anledning af Hundredaaret for Japetus Stenstrups Fødsel. Bianco Lunos Bogtrykkeri. København.

Rasmussen, E. 1973. Systematics and Ecology of the Isefjord marine Fauna. With a survey of the Eelgrass (*Zostera*) Vegetation and its Communities. Ophelia, 11: 1-507.

Reinke, J. 1889. Algenflora der westlichen Ostsee deutchen Antheils. &. Bericht der komm. zur wissensch. Unters. der deutchen Meere in Kiel. *I:* Karsten G, Hensen V, Reinke J, Brandt K. 1893. Sechster Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchungen der deutschen Meere, in Kiel für die Jahre 1887 bis 1891. Berlin.

Rosenberg, R., J.S. Gray, A.B. Josefson and T.H. Pearson (1987). Petersen's benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and eastern Skagerrak enriched? - *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*. 105: 219-251.

Rosenvinges håndskrevne bøger og noter stillet til rådighed af Botanisk Museum. se optegnelser i vedhæftede CD (Bilag 1).

Salomonsen, F. 1957. Nissum Fjord og Knortegæssene (Branta bernicla (L.)). Meddelelse fra Naturfredningsrådets fredningsudvalg nr. 54.

Short, F. T., and H. A. Neckles. 1999. The effects of global climate change on seagrasses. Aquat. Bot. 63: 169-196.

Steemann-Nielsen, E. 1951. The marine vegetation of the Isefjord – a study onecology and production. Meddelelser fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser 4: 1-14

Waycott, M., C.M. Duarte, T.J.B. Carrouthers, R.J. Orth, W.C. Dennison, S. Olyarnic and A. Calladine et al. 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. PNAS 106: 12377-12381.

Wicks C.E., E.W. Koch, J.M. O'Neil, K. Elliston. 2009. Effects of sediment organic content and hydrodynamic conditions on the growth and distribution of Zostera marina. Mar. Ecol. Prog. Ser. 378: 71-80.

Bilag 1. Detaildata (i separat dokument)

Bilag 2. Oversigt over kolonner i excelfilen med historiske data i Bilag 1

STED: MILJØCENTRENES OMRÅDEOPGØRELSER	
NAVN	Vandområdets navn
VDKODE	Vandområdets kode
AMTANSVAR	Amtet, der tidligere var ansvarlig for området
TYPE_DK	Typeområde (Fjord/Kysttyper) i henhold til Vandrammedirektivet
MAAL_2015	Er der defineret et mål for tilstanden i 2005? (Ja/Nej)
RIS_KAT	Risiko kategori
PAAVIRK_TY	Type af påvirkning
KAT_TYPE	?
MCANSVAR	Miljøcenteret, der nu har ansvaret for området
VANDOMRID	Vandområdets ID
STED OG TID: REFERENCENS OG DMU's OPGØRELSER	
Fjord/Kyst	Defineret udfra Typeområdet fjord og kysttyper
Lokalitet	Områdets navn (Fjordniveau)
DMU st.	Fortløbende stationsnumre for de historiske stationer
Position N	Angivet for 'max dybde med ålegræsobs. på st.' DATUM WGS 84 Grader,minuter og decimalminuter
N-grader	Angivet for 'max dybde med ålegræsobs. på st.' DATUM WGS 84 position i grader og decimalgrader
Position E	Angivet for 'max dybde med ålegræsobs. på st.' DATUM WGS 84Grader,minuter og decimalminuter
E-grader	Angivet for 'max dybde med ålegræsobs. på st.' DATUM WGS 84 position i grader og decimalgrader
Positionstype (Målt/Estimeret)	Beskriver om positionen fremgår af referencen (målt) eller om den er estimeret udfra positionsprosa
Positionsprosa	Beskriver stationen i ord, kvm eller kvml = kvartmil = 1852 meter = 1 sømil
Min dybde obs. (favne)	Min dybde (målt i favne) for obs., hvis den refererer til et dybdeinterval, ellers er min dybde=max dybde
Max dybde obs. (favne)	Max dybde (målt i favne) for obs., hvis den refererer til et dybdeinterval, ellers er min dybde=max dybde
Min dybde obs. (m)	Min dybde (målt i meter) for obs., hvis den refererer til et dybdeinterval, ellers er min dybde=max dybde
Max dybde obs. (m)	Max dybde (målt i meter) for obs., hvis den refererer til et dybdeinterval, ellers er min dybde=max dybde
Dato	Dato for prøvetagningen
OPLYSINGER OM ÅLEGRÆS	
Zostera marina (0/1)	Ålegræs er tilstede (1), eller ikke til stede (0). Blank: ingen oplysning
Zostera-prosa	Referencens kommentarer om ålegræs
Max dybde med ålegræs obs. på st.	For hver station (jf. positionsprosa) er her noteret den største dybde (max dybde obs (m)), hvor der er registeret ålegræs (Zostera marina (1))

Dybdegrænse validering (1/2/3/4)	1-1: max dybdegrænse - enkelt skud. 1: *Sikreste estimat af dybdegrænsen*: indikerer, at der lidt dybere på samme station ikke er observeret ålegræs eller, at observationen her er blandt de dybeste af flere i området. 2: *Mindre sikkert estimat af dybdegrænsen*: Indikerer, at der er dybere obs. af ålegræs i området, men at det ikke kan udelukkes, at dybdegrænsen her lokalt har været mindre. 3: *Repræsenterer ikke en dybdegrænse:* Observationen repræsenterer et lavvandet felt inden for et område, der sandsynligvis havde dybere ålegræsbestande. 4: *Overestimeret dybdegrænse*: Dybdegrænsen er formentlig overestimeret fordi der er benyttet meget grove dybdeintervaller i indsamlingen (f.eks. 10-20m)
Bemærkning	Bemærkning om ålegræsobservationen
Metode-vegetation	Metoden brugt ved ålegræsobservationen
Kortmateriale	Udfyldt hvis referencen indeholder et kort over ålegræs
Yderligere ålegræsdata	Reference til eventuelle oplysninger om længde, biomasse mm.
OPLYSNINGER OM ANDEN VEGETATION OG FAUNA	
Andre blomsterplanter (0/1)	Andre blomsterplanter er tilstede (1) eller ikke tilstede (0). Blank: ingen oplysning
Andre blomsterplanter-prosa	Referencens kommentarer om andre blomsterplanter
Kransnålalger (0/1)	Kransnålalger er tilstede (1) eller ikke tilstede (0). Blank: ingen oplysning
Kransnålalger-prosa	Referencens kommentarer om kransnålalger
Makroalger (0/1)	Andre makroalger er tilstede (1) eller ikke tilstede (0). Blank: ingen oplysning
(Makroalger-prosa)	Referencens kommentarer om andre makroalger
Bundfauna (0/1)	Bundfauna er tilstede (1) eller ikke tilstede (0). Blank: ingen oplysning
(Bundfauna-prosa)	Referencens kommentarer om bundfauna
OPLYSNINGER OM FYSISK/KEMISKE FORHOLD	
Bundforhold	Referencens oplysninger om bundforhold
Sigt (favne)	Referencens oplysninger om sigtdybde (favne)
Sigt (m)	Referencens oplysninger om sigtdybde (meter)
Andet Fys/kem (blank/1)	Andre oplysninger om Fysisk/kemiske forhold findes (1) eller er ikke oplyst (Blank)
Andet Fys/kem - prosa	Tilgængelige fysisk/kemiske data
Reference	Forfatter(e), årstal
Ref kommentar	Uddybning omkring referencen

Bilag 3. Oversigt over vandområdetyper i Danmark

Temabeskrivelse	
Temanavn:	Marine vandområder
Beskrivelse:	Marine (kystvands-) vandområder udpeget i basisanalyserne efter marin typologi samt andre signifikante naturlige forhold. Typologien (forskellige typer af vandområder) til opdeling af de danske kystvande er beskrevet i vejledningen til basisanalyse del 1 fra Miljøstyrelsen. Typologien der er brugt til opdeling af kystvandende i forskellige vandområder er baseret på om området er vind/bølge påvirket, på vandets saltholdighed, om vandsøjlen ofte er delt i adskilte lag og på vandudskiftningen i området. Derudover er nogle områder underinddelt efter signifikante fysiske forhold, som eks. markant fysisk afgrænsning af et område fra det tilstødende farvand. Signaturforklaring til kort over marin typologi Åbentvands områder: ow1 beskyttet, høj saltholdighed (> 30 o/oo), lille tidevandsforskel ow2 beskyttet, varierende høj saltholdighed (18 - 30 o/oo), lille tidevandsforskel ow3a beskyttet, varierende lav saltholdighed (5 - 18 o/oo), lille tidevandsforskel ow3b eksponeret, varierende lav saltholdighed (5 - 18 o/oo), lille tidevandsforskel ow4 eksponeret, høj saltholdighed (> 30 o/oo), tidevandsforskel 1-5 m ow5 beskyttet, høj saltholdighed (> 30 o/oo), tidevandsforskel 1-5 m Fjorde: o1 lav saltholdighed (< 5 o/oo), lagdelt, F* =< 0,1 o2 lav saltholdighed (< 5 o/oo), opblandet, F* =< 0,1 o3 lav saltholdighed (< 5 o/oo), lagdelt, F* > 0,1 o4 lav saltholdighed (< 5 o/oo), opblandet, F* > 0,1 m1 intemediær saltholdighed (5 - 18 o/oo), lagdelt, F* =< 0,1 m2 intemediær saltholdighed (5 - 18 o/oo), opblandet, F* =< 0,1 m3 intemediær saltholdighed (5 - 18 o/oo), lagdelt, F* > 0,1 m4 intemediær saltholdighed (5 - 18 o/oo), opblandet, F* > 0,1 p1 høj saltholdighed (18 - 30 o/oo), lagdelt, F* =< 0,1 p2 høj saltholdighed (18 - 30 o/oo), opblandet, F* =< 0,1 p3 høj saltholdighed (18 - 30 o/oo), lagdelt, F* > 0,1 p4 høj saltholdighed (18 - 30 o/oo), opblandet, F* > 0,1 Slusefjorde * F er afstrømningsindekset, der er et udtryk for områdets følsomhed overfor tilførsel af af ferskvand og stofbelastning. En stor del af de marine vandområder starter ved kystlinjen og strækker sig ud til, den såkaldte 1 sømile grænse. Andre marine vandområder går fra 1 sømile grænsen og til 12 sømile grænsen. Disse grænser repræsenterer ikke alle steder de faktiske 1- og 12 sømile grænser. Grænserne er defineret af Miljøstyrelsen. Opdelingen i 1- og 12 sømile grænser bruges i vurderingen af om områderne kan opfylde Vandrammedirektiv målsætningen i 2015. Se risikokort og tilhørende tekst. De udpegede vandområder er mindste administrative enhed i vandplan arbejdet.
Lovgrundlag:	Miljømålsloven, §4, lov nr. 1150 af 17. december 2003; samt "Basisanalyse del 1. Karakterisering af vandforekomster og opgørelse af påvirkninger" Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr.2 2004.
Ansv. myndighed:	Miljøministeriet, Miljøcentrene
Kontakt:	Kontakt dit lokale Miljøcenter vedr. konkrete spørgsmål. Se under Kontakter på denne hjemmeside.
Beskrivelse ajourført:	19. juni 2007

http://miljoegis.mim.dk/fagtekster/giskc/marin_typologi.html

Bilag 4. Referenceliste for historiske data i excelfilen i Bilag 1

Bak, H.P. 1979. Ålegræs (*Zostera marina* L.) i Limfjorden 1978 – Undersøgelser over forekomst, biomasse og dybdegrænser. Specialerapport. Århus Universitet.

Betænkning angående ordning af afløbsforholdene ved Nissum Fjord – vedtagen den 11. oktober 1923 af den af Landbrugsministeriet d. 13. januar 1919 nedsatte kommission. J.H. Schultz a/s, København. 116 pp.

Bjergsted og Dragsholm kommuner. 1979. Recipientundersøgelse i Nekselø Bugt. Botaniske undersøgelser + Bilag. Viaplan a/s.

Blegvad, H. 1935. En epidemisk Sygdom i Bændeltangen (*Zostera marina* L.). Beretning fra Den danske biologiske Station 1934. XXXIX: pp1-8. Centraltrykkeriet, Kjøbenhavn.

Blegvad, H. 1935. Foreløbig Beretning om Sygdommen hos Bændeltangen (Aalegræsset, *Zostera marina* L.). Beretning til Ministeriet for Søfart og Fiskeri fra Den danske biologiske Station. XL: pp1-8. C.A. Reitzels Forlag, Kjøbenhavn.

Blegvad, H. 1951. Fluctuations in the amount of food animals of the bottom of the Limfjord in 1928-1950. Report of the Danish Biological Station to the Ministery of Fisheries. No. 53. C.A. Reitzel. pp. 3-16

Boysen-Jensen, P. 1914. Studier over Havbundens organiske Stoffer. Beretning fra Den danske Biologiske Station XXII. Centraltrykkeriet, Kjøbenhavn. p. 1-36

Christensen, C. 1918. Ekskursion til Jungshoved d. 1.-2. Juli 1917. Botanisk Tidsskrift 36: 157-161.

Enviroplan A/S, 1976. Randers Fjord/Alling Å 1973-75. Samlerapport. København. (Refereret i Tabel 4.1 i Bjergsted og Dragsholm kommuner 1979 – originalen ikke checket.)

Grøntved, J. 1958. Underwater macrovegetation in shallow coastal waters. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 24:32-42.

Grøntved, J. 1950. The phytoplankton of Præstø Fjord. In K. Hansen (1953). Investigations of the geography and natural history of the Præstø Fjord, Zealand, Folia Geographica Danica. TOM. III. No. 6. pp. 143-186

Hansen, K. 1944. Introduction and the Bottom Deposits. In K. Hansen (1953). Investigations of the geography and natural history of the Præstø Fjord, Zealand. Folia Geographica Danica. TOM. III. No.1. pp. 7-12

Hansen, K. 1953. Investigations of the geography and natural history of the Præstø Fjord, Zealand. Folia Geographica Danica. TOM. III.

Heegaard, P. 1944. The bottom fauna of Præstø Fjord. In K. Hansen (1953). Investigations of the geography and natural history of the Præstø Fjord, Zealand. Folia Geographica Danica. TOM. III. No.3. pp. 60-83

Iversen, J. 1934. Studier over vegetationen i Ringkøbing Fjord før Hvide Sande-Kanalens genåbning 1931. pp. 1-25 *i* A.C. Johansen & H. Blegvad (Ed.: Spärck, R.). Ringkøbing Fjords naturhistorie i brakvandsperioden 1915-1931. Andr. Fr. Høst & søn, København 1933-1936.

Jensen, A. J. C. 1944. The hydrography of Præstø Fjord. In K. Hansen (1953). Investigations of the geography and natural history of the Præstø Fjord, Zealand. Folia Geographica Danica. TOM. III. No.2. pp. 47-59

Jensen, J.S., Mathiesen, H.M., Mathiesen, L. 1988. Vegetationsudviklingen i Ringkøbing Fjord gennem de seneste brakvandsperioder 1931-1986. Rapport til Ringkjøbing Amtskommune.

Jysk Institut for Forureningsbekæmpelse, 1973. Ringkøbing Fjord 1972. Århus

Kristiansen, A. 1978. Marine algal vegetation in shallow water around the Danish Island of Saltholm. Bot. Tidsskr. 72: 203-226

Landbrugsministeriets Vildtforvaltning, 1984. Brev om Vegetationsforholdene i Nissum Fjord med kort over ålegræssets udbredelse i 1966 og 1983. Også citeret i Jensen et al. 1988.

Larsen, K. 1936. The distribution of the Invertebrates in the Dybsø Fjord, their Biology and Their Importance as Fish Food. Report of the Danish biological station XLV.

Limfjordskomiteen 1976. Limfjordsundersøgelsen 1973-75. Delrapport 3: Biologisk Vandkvalitet i Limfjorden. (Refereret i Tabel 4.1 i Bjergsted og Dragsholm kommuner 1979 – originalen ikke checket.)

Lund, S. 1936. Die Algenvegetation in Stege Nor. Botanisk tidsskrift, Bind 43.

Lund, S. 1941. Tangforekomsterne i de danske farvande og mulighederne for deres udnyttelse. Dansk Tidsskr. Farm. 15 (6): 158-174.

Mathiesen 1955-58 (Citeret i Jysk Institut for Forureningsbekæmpelse 1973. Ringkøbing Fjord 1972.)

Mathiesen, H., Mathiesen, L. & Thorbæk M. 1972. Bundvegetation og fastvoksende algevegetation I Mariager Fjord. *I* Mariager Fjord Vandkvalitet 1971. Miljøteknisk afdeling. F.L. Schmidt & Co A.S. København, Mariager. (Refereret i Tabel 4.1 i Bjergsted og Dragsholm kommuner 1979 – originalen ikke checket.)

Mathiesen, H., Mathiesen, L. 1977. Kalø Vig 1977. Orienterende undersøgelser. Fastsiddende algevegetation – ålegræsforekomster. Foreløbig rapport til Århus Amtskommune. (Refereret i Tabel 4.1 i Bjergsted og Dragsholm kommuner 1979 – originalen ikke checket.)

Mathiesen, H. & J. Nielsen. 1956-1957. Botaniske undersøgelser i Randers Fjord og Grund Fjord. Botanisk Tidsskrift 53: 1-33. Dansk Botanisk Forening, København, Ejnar Munksgaards forlag.

Muus, B. J. 1967. The fauna of Danish Estuaries and Lagoons: Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. Meddelelser fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser. Ny serie bind 5 nr. 1. Andr. Fred. Høst & Søn, København.

Møller, M. 19XX. The diatoms of Præstø Fjord. In K. Hansen (1953). Investigations of the geography and natural history of the Præstø Fjord, Zealand, Folia Geographica Danica. TOM. III. No. 7. pp. 187-238

Nissum Fjord, Vegetationsudbredelse 1974-75. Kort. Materiale fra Miljøcenter Ringkøbing.

Nissum Fjord, Ålegræsudbredelse 1966-90. Materiale fra Miljøcenter Ringkøbing. Stammer bl.a. fra rapporterne: 1) Ringkøbing amtskommune 1985. Nissum Fjord 1985. Bundvegetation. Delrapport 4: Undersøgelse af bundvegetationens kvalitative sammensætning og udbredelse i Nissum Fjord 1985. 2)Ringkøbing amtskommune 1993. Bundvegetation Nissum Fjord 1992, udvikling 1985-1992. Aktuelle status og fremtidige udvikling. Rapport. Udarbejdet af Bio/Consult.

Olsen, S. 1944. Danish Charophyta, chorological, ecological and biological investigations. Kgl. Danske Vidensk. Selskab. Biol. Skr. 3 (1) (Refereret i Grøntved 1958).

Olsen, S. 1945. The vegetation in Præstø Fjord, 1. Spermatophyta and charophyta. In K. Hansen (1953). Investigations of the geography and natural history of the Præstø Fjord, Zealand, Folia Geographica Danica. TOM. III. No. 4. pp. 84-130

Ostenfeld, C.H. 1908. Ålegræssets (*Zostera marina's*) udbredelse i vore farvande. *I* C. G. J. Petersen. Beretning til Landbrugsministeriet fra den danske biologiske station. 1908, XVI: 1-61. Centraltrykkeriet, København.

Ostenfeld, C.H. 1918. Randersdalens plantevækst.. pp. 153-170 In A.G. Johansen. Randers Fjords Naturhistorie. København.

Petersen, C.G.J. 1892. Om Vandets beskaffenhed, om Bundforholdene og om Plantevæxten i Holbæk Fjord. Beretning fra Den danske biologiske Station I (1890-91): 163-170. Kjøbenhavn.

Petersen, C. G. J. 1893a. Bundforhold, plante- og dyreliv i farvandene ved Fænø. Beretning til Indenrigsministeriet fra den danske biologiske station. 1892, III: 26-36. København, Centraltrykkeriet.

Petersen, C.G.J. 1893b. Det videnskabelige udbytte af Kanonbaaden "Hauchs" togter i de danske have indenfor Skagen i aarene 1883-86. (+ separat atlas med kort over arternes udbredelse). A.F. Høst. København. 464 pp.

Petersen, C.G.J. 1901. Fortegnelse over ålerusestader i Danmark optaget i årene 1899 og 1900 med bemærkninger om ruseålens vandringer etc. Beretning til Landbrugsministeriet fra den danske biologiske station. 1900 og 1901. X: 3-28. København, centraltrykkeriet.

Petersen, C.G.J. & P. Boysen Jensen. 1911. Havets Bonitering. *I* C.G.J. Petersen: Beretning til Landbrugsministeriet fra Den danske biologiske Station XX. Centraltrykkeriet, Kjøbenhavn. p. 3-73.

Petersen, C.G.J. 1913. Havets bonitering II. Om havbundens dyresamfund og om disses betydning for den marine zoogeografi (med 6 tavler, 3 kort og et tillæg). Beretning til Landbrugsministeriet fra Den danske biologiske Station XXI. Centraltrykkeriet, Kjøbenhavn. p 1-68.

Petersen, C.G.J. 1914. Om Bændeltangens (*Zostera marina*) Aarsproduktion i de Danske Farvande. Kap. IX, pp.1-20 In: Jungersen H. & E. Warming (red.): Mindeskrift i Anledning af Hundredaaret for Japetus Stenstrups Fødsel. Bianco Lunos Bogtrykkeri. København.

Petersen, H.E. 1953. The vegetation of Præstø Fjord. 2. Algae. In K. Hansen (1953). Investigations of the geography and natural history of the Præstø Fjord, Zealand, Folia Geographica Danica. TOM. III. No. 5. pp. 131-142

Poulsen, E.M. 1951. Changes in the frequency of large bottom invertebrates in the Limfjord in 1928-1950. Report of the Danish Biological Station to the Ministery of Fisheries. No. 53. C.A. Reitzel. pp. 17-35.

Rambusch, S.H.A. 1900. Studier over Ringkøbing Fjord. Det Nordiske Forlag

Rasmussen, E. 1973. Systematics and Ecology of the Isefjord marine Fauna. With a survey of the Eelgrass (*Zostera*) Vegetation and its Communities. Ophelia, 11: 1-507.

Rasmussen, E. 1977. The wasting disease of eelgrass (Zostera marina) and its efects on environmental factors and fauna. In McRoy, C.P. & C. Helfferich. Seagrass Ecosystems – a scientific perspective.

Reinke, J. 1889. Algenflora der westlichen Ostsee deutchen Antheils. &. Bericht der komm. zur wissensch. Unters. der deutchen Meere in Kiel. *I:* Karsten, G., V. Hensen, J. Reinke, K. Brandt. 1893. Sechster Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchungen der deutschen Meere, in Kiel für die Jahre 1887 bis 1891. Berlin.

Rosenvinges bøger og noter - indtastet og stillet til rådiged af Botanisk Museum - Ruth Nielsen og Peer Corfixen. Bl.a. på baggrund af:

- Kolderup-Rosenvinge, L. 1909. The Marine Algae of Denmark. Contributions to their Natural history. Part I: Introduction. Rhodophyceae 1 (Bangiales and Nemalionales). Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 7. Række. Naturv. og Math. Afd. VII.1. Høst & Søn, Kjøbenhavn.

- Kolderup-Rosenvinge, L. 1923-24. The Marine Algae of Denmark. Contributions to their Natural history. Part III: Rhodophyceae III (Ceramiales). Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 7. Række. Naturv. og Math. Afd. VII.3. Høst & Søn, Kjøbenhavn.

- Kolderup-Rosenvinge, L. 1931. The Marine Algae of Denmark. Contributions to their Natural history. Part IV: Rhodophyceae III (Gigartinales, Rhodymeniales, Nemastomatales). Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 7. Række. Naturv. og Math. Afd. VII.4. Høst & Søn, Kjøbenhavn.

- Rosenvinge, KL. 1902. Ekskursioner til Præstø-egnen, d. 28. - 29. juni 1902. Beretning om Foreningens Virksomhed, Ekskursioner i 1902.

- Rosenvinges håndskrevne protokoller –leveret af Ruth Nielsen og Per Corfixen, Botanisk Museum. Omfatter bl.a.

- Rosenvinge, L. 1891-1892. Uddrag af protokol. Århus Bugt, Vejle Fjord, nordlige Lillebælt og Fænø.

- Rosenvinge, L. 1891-1922. Uddrag fra protokol – omskrevet til regneark.

- Rosenvinge, L. 1891-1934. Uddrag af protokol. Nordlige Kattegat, nord for udmundingen af Mariager Fjord.

- Rosenvinge, L. 1895. Noter fra protokol omkring Mariager Fjord.

- Rosenvinge, L. 1909. Refereret i Bjergsted og Dragsholm Kommune (Tabel 4.1).

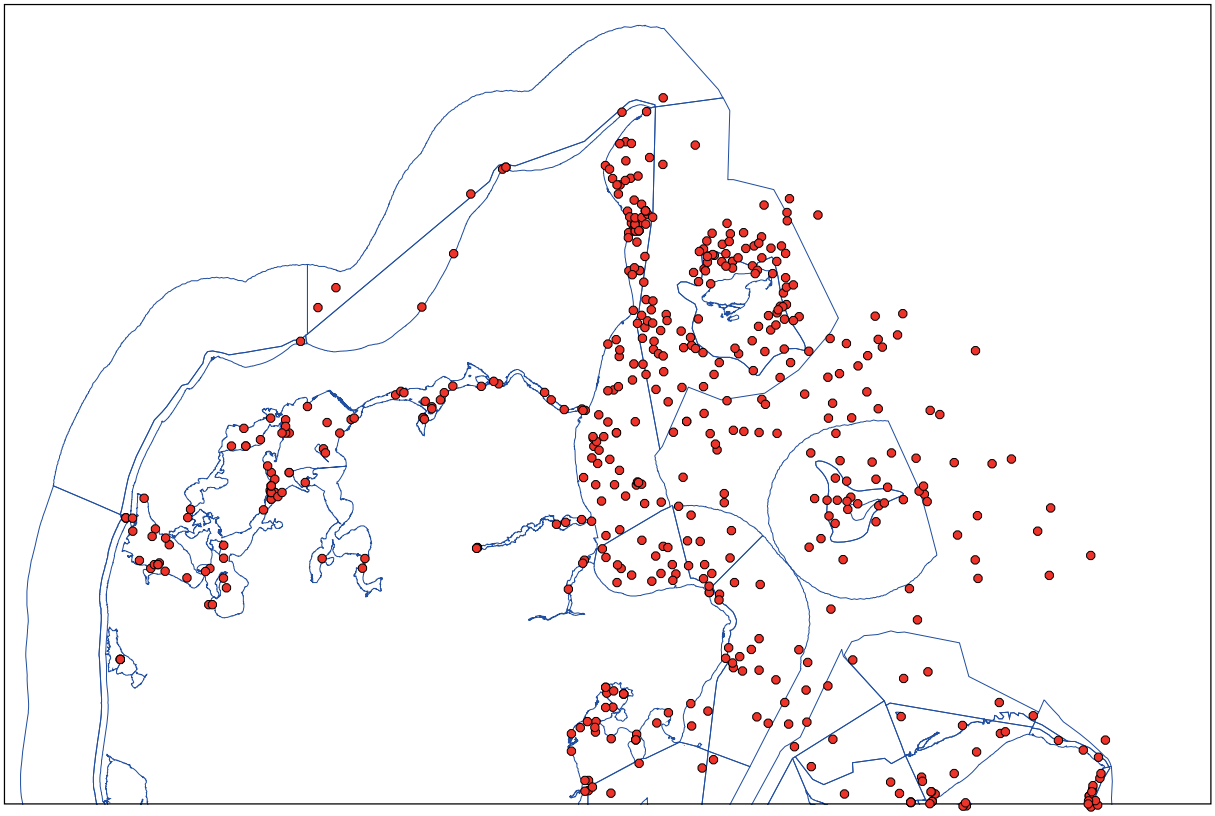
Steemann-Nielsen, E. 1951. The marine vegetation of the Isefjord – a study onecology and production. Meddelelser fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser 4: 1-14

Steemann Nielsen, E. 1973. Hydrobiologi. Polyteknisk Forlag, Lyngby.

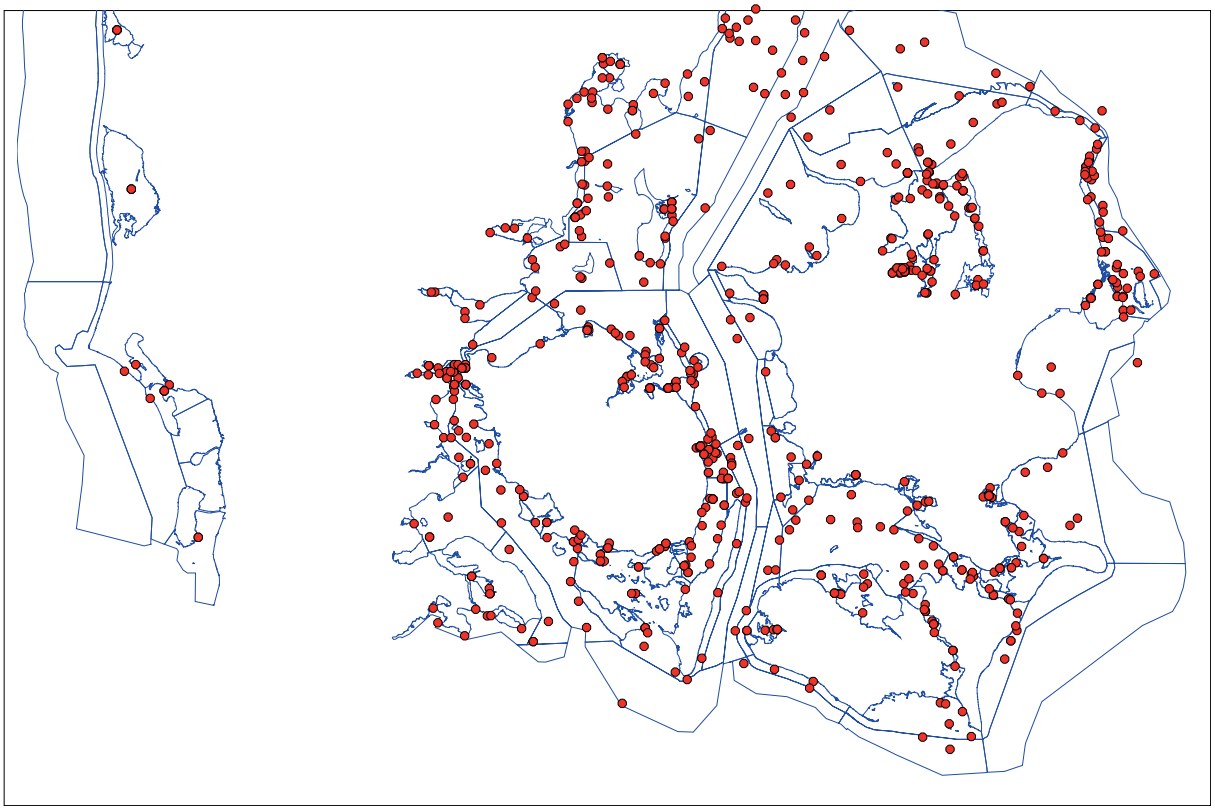
Salomonsen, F. 1957. Nissum Fjord og Knortegæssene (Branta bernicla (L.)). Meddelelse fra Naturfredningsrådets fredningsudvalg nr. 54.

Warming, Eug. 1906. Dansk plantevækst. I. Strandvegetation. Nordisk Forlag. Kap 12. s. 183-198

Bilag 5. Detailkort over undersøgelseslokaliteter



Bilag5A. Detailkort for placering af de historiske observationer af ålegræssets dybdegrænse i perioden 1880-1930. Kortet viser samtlige observationer af ålegræs i dataindsamlingen.



Bilag5B. Detailkort for placering af de historiske observationer af ålegræssets dybdegrænse i perioden 1880-1930. Kortet viser samtlige observationer af ålegræs i dataindsamlingen.

DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser
er en del af
Aarhus Universitet.

DMU's opgaver omfatter forskning,
overvågning og faglig rådgivning
inden for natur og miljø.

På DMU's hjemmeside www.dmu.dk
finder du beskrivelser af DMU's aktuelle
forsknings- og udviklingsprojekter.

Her kan du også finde en database over alle publikationer
som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler,
rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 4630 1200
Fax: 4630 1114

Administration
Afdeling for Arktisk Miljø
Afdeling for Atmosfærisk Miljø
Afdeling for Marin Økologi (hovedadresse)
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afdeling for Systemanalyse (hovedadresse)

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsøvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 8920 1400
Fax: 8920 1414

Afdeling for Ferskvandsøkologi
Afdeling for Marin Økologi
Afdeling for Terrestrisk Økologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 8920 1700
Fax: 8920 1514

Afdeling for Systemanalyse
Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, www.dmu.dk/Udgivelser/, finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

Nr./No. 2009

744 Danish Emission Inventories for Stationary Combustion Plants. Inventories until year 2007.
By Nielsen, M., Nielsen, O.-K., Plejdrup, M. & Hjelgaard, K. 216 pp.

742 Vildtbestande og jagttider i Danmark: Det biologiske grundlag for jagttidsrevisionen 2010.
Af Noer, H., Asferg, T., Clausen, P., Olesen, C.R., Bregnballe, T., Laursen, K., Kahlert, J., Teilmann, J., Christensen, T.K. & Haugaard, L. 288 s.

741 Biodiversity at the Ecosystem Level – Patterns and Processes.
Proceedings of the 2nd DanBIF conference, 26-27 April 2009.
By Balslev, H. & Skov, F. (eds.). 44 pp.

739 Emission Inventory for Fugitive Emissions in Denmark.
By Plejdrup, M.S., Nielsen, O.-K. & Nielsen, M. 47 pp.

738 Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2008.
Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager.
Af Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M., Simonsen, V. & Krogh, P.H. 48 s.

737 Environmental monitoring at the former lead-zinc mine in Maarmorilik, Northwest Greenland, in 2008.
By Schiedek, D., Asmund, G., Johansen, P., Rigét, F., Johansen, K., Strand J., & Mølvig, S. 70. pp.

736 Naturtilstand på terrestriske naturarealer – besigtigelser af § 3-arealer.
Af Fredshavn, J.R., Nygaard, B. & Ejrnæs, R. 46 s.

735 Naturtilstand i habitatområderne. Habitatdirektivets lysåbne naturtyper.
Af Fredshavn, J.R. & Ejrnæs, R. 76 s.

734 Undervandsplanter som indikatorer for vandkvalitet i søer.
Af Søndergaard, M., Johansson, L.S., Jørgensen, T.B. & Lauridsen, T.L. 48 s.

732 Lokal kvælstofdeposition og kvælstofindhold i lav.
Af Andersen, H.V., Nielsen, K.E., Degn, H.J., Geels, C., Løfstrøm, P., Damgaard, C. & Christensen, J.H. 46 s.

731 Anvendelse af en feltbaseret metode til bedømmelse af biologisk vandløbskvalitet i danske vandløb.
Af Skriver, J., Hansen, F.G., Jensen, P.B., Larsen, L.K. & Larsen, S.E. 42 s.

730 Metodeafprøvning af passive diffusionsopsamlere til koncentrationsbestemmelse af ammoniak.
Af Andersen, H.V., Løfstrøm, P., Moseholm, L., Ellerman, T. & Nielsen, K.E. 31 s.

729 Biologiske beskyttelsesområder i Nationalparkområdet, Nord- og Østgrønland.
Af Aastrup, P. & Boertmann, D. 90 s.

728 Danske plantesamfund i moser og enge – vegetation, økologi, sårbarhed og beskyttelse.
Af Nygaard, B., Ejrnæs, R., Baattrup-Pedersen, A. & Fredshavn, J.R. 144 s.

727 Overdrev, enge og moser.
Håndbog i naturtypernes karakteristik og udvikling samt forvaltningen af deres biodiversitet.
Af Ejrnæs, R., Nygaard, B. & Fredshavn, J.R. 76 s.

726 Klimatilpasning og den sociale faktor. 2009.
Af Petersen, L.K, Jensen, A. & Nielsen, S.S. 52 s.

724 Denmark 's National Inventory Report 2009. Emission Inventories 1990-2007 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change.
By Nielsen, O.-K., Lyck, E., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Gyldenkærne, S., Winther, M., Nielsen, M., Fauser, P., Thomsen, M., Plejdrup, M.S., Albrektsen, R., Hjelgaard, K., Vesterdal, L., Møller, I.S. & Baunbæk, L. 826 pp.

723 Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters.
By Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K. & Mosbech, A. 38 pp.

722 Grønne kommuner. Indikatorer til belysning af kommunernes indsats på natur- og miljøområdet.
Af Levin, G., Münier, B., Fuglsang, M. & Frederiksen, P. 177 s.

721 Seabirds and marine mammals in Northeast Greenland.
Aerial surveys in spring and summer 2008.
By Boertmann, D., Olsen, K. & Nielsen, R.D. 50 pp.

720 The eastern Baffin Bay. A preliminary strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities in the KANUMAS West area.
By Boertmann, D., Mosbech, A., Schiedek, D. & Johansen, K. (eds). 238 pp.

HISTORISK UDBREDELSE AF ÅLEGRÆS I DANSKE KYSTOMRÅDER

Rapporten samler og redegør for historiske undersøgelser af ålegræssets dybdeudbredelse i Danmark. Undersøgelserne udgør et referencemateriale til vurdering af den økologiske tilstand af nutidens ålegræsbestande.

ISBN: 978-87-7073-143-0
ISSN: 1600-0048