UNDERVANDSPLANTER SOM INDIKATORER FOR VANDKVALITET I SØER

Faglig rapport fra DMU nr. 734 2009

DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET

[Tom side]

UNDERVANDSPLANTER SOM INDIKATORER FOR VANDKVALITET I SØER

Faglig rapport fra DMU nr. 734 2009

Martin Søndergaard
Liselotte Sander Johansson
Torben Bramming Jørgensen
Torben Lauridsen

DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET

Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 734
Titel:	Undervandsplanter som indikatorer for vandkvalitet i søer
Forfattere:	Martin Søndergaard, Liselotte Sander Johansson, Torben Bramming Jørgensen & Torben Lauridsen
Institution, afdeling:	Afdeling for Ferskvandsøkologi
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Aarhus Universitet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsesår:	September 2009
Redaktion afsluttet:	August 2009
Faglig kommentering:	Nikolai Friberg, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet
Finansiel støtte:	By- og Landskabsstyrelsen
Bedes citeret:	Søndergaard, M., Johansson, L.S., Jørgensen, T.B. & Lauridsen, T.L. 2009. Undervandsplanter som indikatorer for vandkvalitet i søer. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 48 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 734. http://www.dmu.dk/Pub/FR734.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Sammenfatning: Forekomst og udbredelse af undervandsplanter i 300 danske søer er analyseret med henblik på at vurdere deres anvendelighed til økologisk klassificering jf. EU's Vandrammedirektiv. Alle de undersøgte variable viser stor variation i forhold til indhold af totalfosfor og klorofyl *a*. Størst potentiale synes at knytte sig til visse arter, som indikerer næringsfattige forhold, planternes maksimale dybdegrænse (dybe søer) og planternes dækningsgrad (lavvandede søer). Der er foreslået et simpelt makrofytindeks, som baserer sig på disse variable samt antallet af arter. Indekset er testet på søer i de 7 miljøcentre.

Emneord:	Søer, vandkvalitet, fosfor, klorofyl *a*, Vandrammedirektiv, økologisk klasse, undervandsplanter, artsforekomst, artsantal, dybdegrænse, dækningsgrad, plantefyldt volumen, makrofytindeks.
Layout:	Anne Mette Poulsen
Illustrationer:	Grafisk værksted, DMU Silkeborg
Omslagsfoto:	Olsenrive med vandpest (fotograf: Martin Søndergaard)
ISBN:	978-87-7073-116-4
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	48
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/Pub/FR734.pdf

Indhold

Introduktion 5

Sammenfatning 6

1 Indledning 8

1.1 Baggrund 8
1.2 Formål 9

2 Data og analysemetoder 11

3 Resultater 12

3.1 Indledning 12
3.2 Data 13
3.3 Forekomst af arter i forhold til totalfosfor og klorofyl *a* 14
3.4 Dybdegrænse 23
3.5 Plantedækket areal 25
3.6 Plantefyldt volumen 27
3.7 Antal arter 28
3.8 Forslag til indeks for undervandsplanter 31
3.9 Beregning af indeks ved makrofyter og klorofyl *a* 32

4 Referencer 35

5 Bilag 36

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Introduktion

Denne rapport er resultatet af et samarbejdsprojekt mellem Danmarks Miljøundersøgelser ved Aarhus Universitet og By- og Landskabsstyrelsen (BLST), Miljøministeriet.

Rapporten anvender data fra NOVANA-overvågningsprogrammet for søer til at beskrive sammenhænge mellem næringsstoftilstand og forekomst og udbredelse af undervandsplanter i danske søer.

Tak til styringsgruppen bestående af Ivan Karottki (BLST), Simon Grünfeld (daværende Vejle amt), Henrik Skovgaard (daværende Aarhus amt) og Bodil Aavad Jacobsen (daværende Frederiksborg amt). Også tak til Miljøcentrene, der er kommet med input og kommentarer undervejs og også var behjælpelige med en test af det foreslåede makrofytindeks på deres søer.

Sammenfatning

Undervandsplanter er et af de fire biologiske kvalitetselementer, som jf. Vandrammedirektivet skal anvendes til at klassificere søer i en høj, god, moderat, ringe eller dårlig økologisk klasse. I denne rapport anvendes undersøgelser af undervandsplanter fra 300 danske søer foretaget via NOVANA-overvågningsprogrammet i perioden 2004-2006 til at vurdere denne mulighed.

Formålet har været at undersøge, hvordan undervandsplanter kan anvendes til at indikere forskellig grad af næringsstofpåvirkning, og hvor gode forskellige variable, såsom forekomst af indikatorarter, samlet antal arter, planternes maksimale dybdeudbredelse, planternes dækningsgrad og planternes fylde i vandet, er til at beskrive denne påvirkning. Som udtryk for næringsstofpåvirkning er anvendt søernes koncentrationer af totalfosfor og klorofyl *a*. Totalfosfor er det næringsstof, som oftest er begrænsende for mængden planteplankton i vandet og dermed for, hvor uklart vandet er, mens klorofyl *a* er et direkte mål for mængden af planteplankton. Formålet har endvidere været at angive et indeks (makrofytindeks), der baseret på simple variable i det nuværende overvågningsprogram kan anvendes til at beregne den økologiske kvalitet på baggrund af undervandsplanter.

Analyserne viser, at forekomsten af de forskellige plantearter generelt er meget bred, og næsten alle registrerede arter findes over et ret stort koncentrationsinterval af både totalfosfor og klorofyl *a*. Der er dog nogle undtagelser, herunder arter af grundskudsplanter og enkelte vandaksarter, som næsten udelukkende er fundet under næringsfattige forhold og dermed indikerer næsten upåvirkede forhold. I alt er der 11 arter, hvoraf 75 % af fundene stammer fra søer med totalfosforkoncentrationer under 0,05 mg P/l og med klorofyl *a* koncentrationer under 25 µg/l. Der er ikke arter, som entydigt indikerer næringsrige forhold, idet arter, som mest findes ved næringsrige forhold (eksempelvis alm. vandpest og børstebladet vandaks), også hyppigt kan findes ved ret næringsfattige forhold.

Det samlede antal plantearter er meget variabelt, men dog negativ relateret til både indhold af totalfosfor og klorofyl *a*. Derimod øges det samlede antal arter med øget søstørrelse, og det er nødvendigt at inkludere denne parameter, hvis antallet af fundne arter skal anvendes i indikatorsammenhæng. Forklaringsværdien ved at inddrage både søstørrelse, totalfosfor og klorofyl *a* som forklarende variable for antallet af arter i en empirisk sammenhæng er dog blot 38 %.

Undervandsplanternes dybdegrænse er via vandets gennemsigtighed direkte og negativt koblet til koncentrationen af totalfosfor og klorofyl *a*. I de fleste næringsfattige søer har planterne en dybdegrænse mellem 4 og 7 m. Det største fald i dybdegrænsen ved øget næringsstofindhold ses i søer med totalfosforkoncentrationer op til 0,04 mg P/l og klorofylkoncentrationer op til 20 µg/l. Ved højere koncentrationer falder den gennemsnitlige dybdegrænse kun lidt. Dybdegrænsen er kun anvendelig som indikator i forholdsvis dybe søer, hvor planterne ikke vokser ud til søens maksimumsdybde.

Undervandsplanternes dækningsgrad er til gengæld mest anvendelig i lavvandede søer, hvor en stor del af søbunden potentielt kan være dækket af planter eller i lavvandede områder af dybe søer. Det plantedækkede areal reduceres markant ved øget næringsstofindhold, og ændringer ses især ved totalfosforkoncentrationer under 0,02 mg P/l og klorofyl *a* koncentrationer under 30 µg/l. Ved klorofylkoncentrationer mellem 0 og 10 µg/l har halvdelen af de lavvandede søer en dækningsgrad over 50 %, mens kun 13 % af søerne med klorofylkoncentrationer mellem 20 og 30 µg/l har en dækningsgrad over 50 %.

Det plantefyldte vandvolumen viser samme mønster som det plantedækkede areal i forhold til næringsstofindhold, men opnår dog i de kalkfattige søer aldrig nogen høj værdi, fordi plantesamfundet her ofte domineres af lavtvoksende grundskudsplanter, der ikke fylder ret meget i vandsøjlen.

Til beregning af et indeks for den økologiske kvalitet på basis af undervandsplanter foreslås anvendt et simpelt indeks, der bygger på forekomst af arter, som indikerer næringsfattige forhold, det samlede antal arter samt planternes dybdegrænse (dybe søer) eller det plantedækkede areal (lavvandede søer). De forskellige variable kan sammensættes til en samlet score, som efterfølgende kan bruges til den økologiske klassificering.

Indekset er afprøvet på en række søer fra de syv miljøcentre og viser en stor spredning af de økologiske klasser med dominans af moderat, ringe eller dårlig økologisk klasse. Hvis klassificeringen sammenlignes med den, der opnås via de indmeldte klorofylgrænser, er der god overensstemmelse for søerne i Vestjylland og til dels det øvrige Jylland. Derimod giver indekset for søerne på øerne ca. en klasse lavere end den, der fås ved anvendelsen af klorofyl *a*. Der kan være flere årsager til den forskellige klassificering, herunder at de af Miljøministeriet udmeldte klorofylgrænser er højere end tidligere foreslået af DMU og anvendt til beregning af indekset, men også at indeks og klorofylindhold ikke er tilpasset alle danske søtyper (bl.a. de brunvandede søer).

Stigsholm Sø i Midtjylland. Søen er et eksempel på en lavvandet sø med et middelhøjt næringsstofindhold, så den jævnligt skifter mellem en klarvandet tilstand med et meget tæt plantedække og en uklar tilstand domineret af planktonalger og få undervandsplanter.

1 Indledning

1.1 Baggrund

EU's vandrammmedirektiv, der blev vedtaget i 2000, kræver, at der senest i 2015 mindst skal være en god økologisk tilstand i vores vandområder, herunder også i søerne. Den gode økologiske tilstand er ikke defineret særlig præcist i direktivet, men er beskrevet som en tilstand, der kun i ringe grad afviger fra den menneskelige upåvirkede tilstand (referencetilstanden).

Vandrammedirektivet lægger op til, at tilstanden skal henføres til fem forskellige økologiske klasser (høj, god, moderat, ringe, dårlig), og at den økologiske kvalitet skal vurderes på baggrund af fire biologiske kvalitetselementer, nemlig fytoplankton, makrofyter, fisk og invertebrater. Hertil kommer vandkemiske og hydromorfologiske elementer. Inden for hvert kvalitetselement kan der anvendes forskellige beskrivende variable ("metrics").

DMU har tidligere i samarbejde med SNS, GEUS og amterne gennemført en analyse af eksisterende data fra danske søer netop med henblik på at vurdere, hvordan forskellige variable kunne bruges i forbindelse med direktivets implementering (Søndergaard et al. 2003). I relation til fastsættelse af økologiske grænser var udgangspunktet blandt andet at vurdere ændringer langs en fosforgradient for en række potentielle biologiske indikatorer, idet fosforkoncentrationen anses som den primære styrende faktor for vandkvaliteten i søer. På denne baggrund blev der givet forslag til grænser mellem de enkelte økologiske klasser for de mest almindelige søtyper og for en række biologiske variable.

Implementeringen af Vandrammedirektivet har ført til et omfattende udredningsarbejde på en række områder – også internationalt set. Et af disse er arbejdet med at interkalibrere metoder og resultater på tværs af de forskellige EU-lande, så klassificeringen i sidste ende kan blive sammenlignelig. EU er her inddelt i fem interkalibreringsområder (Geographic Intercalibration Groups, GIG), hvoraf Danmark tilhører det central-baltiske område, der ud over Danmark omfatter dele af England, Holland, Tyskland, Polen, Estland, Letland, Litauen og det sydlige Sverige.

Interkalibreringen af de biologiske elementer på tværs af Europa har været i gang i nogle år. I første omgang har fokus været på undervandsplanter og fytoplankton, hvor det bedste datamateriale og de mest udbyggede metoder var tilgængelige. For flere lande har dette allerede ført til forslag til planteindeks, der kan anvendes til klassificeringen (Stelzer et al. 2005; Coops et al. 2007; Duigan et al. 2007; Mäemets & Freiberg 2007; Schneider 2007; Penning et al. 2008). Arbejdet med udviklingen af indices vil dog fortsætte også de kommende år. I Danmark har der i overvågningen været undersøgt og anvendt en række variable vedr. undervandsplanter, men bortset fra enkelte områder har der ikke været tradition for at anvende indeks.

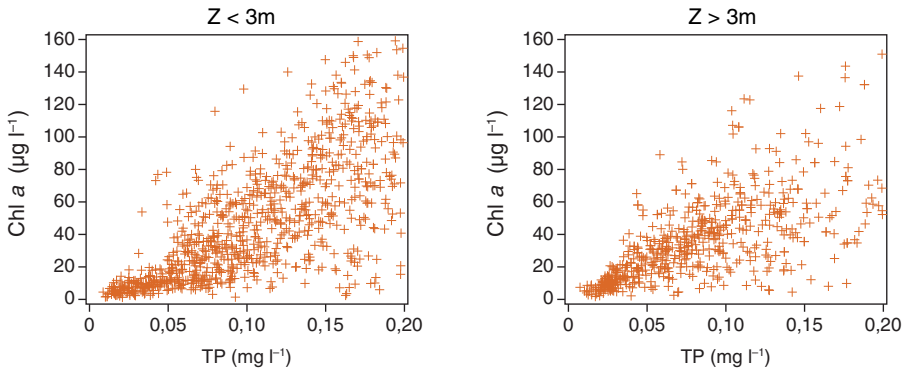
Indtil videre er klorofyl *a* det eneste element, hvor der for alle lande i den central-baltiske GIG er udmeldt fælles forslag til grænser mellem de forskellige økologiske klasser (tabel 1.1). Både GIG'ens og Danmarks officielle udmeldinger ligger generelt noget højere end de grænser, der tidligere er foreslået af DMU (Søndergaard et al. 2003). Der er kun udmeldt grænser for de mest almindelige søtyper (se også afsnit 3.9).

Tabel 1.1. Udmeldte forslag til grænser mellem god-moderat økologisk tilstand på baggrund af indhold af klorofyl *a* (µg/l). *) Fra Søndergaard et al. (2003). #) usikkert pga. af få data.

Søtype	GIG (Central/Baltic)	DMU*
Dybe, kalkrige (LCB 1)	10 (8-12)	(6,5)#
Lavvandede, kalkrige (LCB 2)	23 (21-25)	13

Et givent indhold af klorofyl *a* kan via empiriske modeller relateres til et indhold af totalfosfor, som så også modelmæssigt kan relateres til en given fosfortilførsel. Disse beregninger kan herved bruges til at vurdere, hvad der skal til for at forbedre den økologiske tilstand ved tiltag i søens opland.

Denne type af beregninger indebærer dog en betydelig usikkerhed, og selvom der fx er en tydelig positiv sammenhæng mellem totalfosfor og indhold af klorofyl *a*, er det en relation med stor variation (figur 1.1). Ved et indhold på fx 0,1 mg P/l ses i de lavvandede søer klorofylkoncentrationer mellem 10 og 90 µg klorofyl *a* per liter. Den mindste variation ses ved de laveste fosforkoncentrationer, hvor det først og fremmest er næringsstofindholdet, som begrænser mængden af fytoplankton.



Figur 1.1. Sammenhæng mellem indhold af totalfosfor (TP) og klorofyl *a* (Chla) (begge sommermiddel) i danske søer. Kun vist for søer med TP < 0,2 mg P/l, Chla < 300 µg/l og salinitet < 0,5 ‰. Venstre: Middeldybde (Z) < 3 m, N (søår) = 1409. Højre: Middeldybde > 3 m, N (søår) = 690.

For de lavvandede søer er variationen væsentligt mindre ved fosforindhold under ca. 0,05 mg P/l, samtidig med at den gennemsnitlige klorofylkoncentration per µg P også er væsentlig mindre. Dette er formentlig et udtryk for, at de lavvandede søer ved TP koncentrationer under ca. 0,05 mg P/l typisk vil have et stabilt og godt dække af undervandsplanter og dermed mere klarvandede forhold og et mindre indhold af klorofyl. Ved totalfosforkoncentrationer over 0,05 mg P/l vil der derimod ikke være stabilt klarvandede forhold, og der ses mange søer med højt indhold af klorofyl *a*.

1.2 Formål

Formålet med denne rapport er at foretage en nærmere analyse af, hvordan kvantitative og kvalitative data vedr. undervandsplanter (makrofy-

ter) kan bruges til at beskrive tilstandsændringer som følge af ændret næringsstofpåvirkning (eutrofiering). Herunder er det også formålet at vurdere, hvordan artsforekomst og udbredelsen af undervandsplanter kan anvendes til at fastsætte grænseværdier mellem de enkelte kvalitetsklasser med speciel fokus på grænsen mellem god og moderat økologisk tilstand.

Endelig har formålet været at give forslag til, hvordan et simpelt og gennemskueligt indeks (makrofytindeks) baseret på få centrale variable (metrics), der beskriver forekomst og udbredelse af undervandsplanter, kunne se ud.

I nogle søer fylder vandplanterne det meste af vandet. Her vandpest.

2 Data og analysemetoder

Analyserne i denne rapport er gennemført på data indsamlet og metoder anvendt under NOVANA-overvågningsprogrammet i perioden 2004-2006 (www.dmu.dk/Myndighedsbetjening/Overvaagning). Det betyder fx, at artsforekomst er baseret på det taksonomiske niveau, som er defineret i disse overvågningsprogrammer. Dette indebærer også, at artsbestemmelsen er foretaget af mange forskellige personer og med den usikkerhed, som det nu medfører. Analyserne er koncentreret om de almindeligste søtyper og især de søtyper, som anvendes under interkalibreringen (Central-Baltic GIG), dvs. L-CB1 (kalkrige, lagdelte søer (middeldybde > 3 m)), L-CB2 (kalkrige, ikke lagdelte søer) og L-CB3 (ikke kalkrige søer).

I interkalibreringen skelnes kalkrige fra ikke kalkrige søer ved en alkalinitet større eller mindre end 1 meq/l, og dybe søer skelnes fra lavvandede søer ved en middeldybde større eller mindre end 3 m. I dansk sammenhæng har der i stedet tidligere været foreslået en alkalinitetsgrænse ved 0,2 meq/l (Søndergaard et al. 2003). En grænse på 1 meq/l betyder for undervandsplanternes vedkommende, at søtyper med alkalinitet under 1 meq/l også kan have et væsentligt islæt af langskudsplanter.

I mangel af egentlige danske referencesøer beskrives forekomsten af de almindeligste arter og slægter af undervandsplanter i forhold til en eutrofieringsgradient, herunder især indhold af klorofyl *a* og totalfosfor. Denne analyse vil kunne give en idé om eventuelle gode indikatorarter i forhold til eutrofiering. Derudover vurderes en række kvantitative variable.

Anvendelsen af klorofyl *a* som den primære indikator for eutrofiering giver mulighed for en direkte "oversættelse" mellem klorofylkoncentrationer – herunder også de udmeldte grænser og de forskellige øvrige biologiske variable ved hjælp af de empiriske samstillinger. Denne indgang er dog ikke hensigtsmæssig, idet man herved binder sig til et givent klorofylindhold og ikke ser de forskellige biologiske elementer uafhængigt af klorofylindholdet. Vi har søgt at undgå denne direkte kobling og så i stedet give eksempler på, hvordan data kan vurderes i forhold til de allerede udmeldte grænser for klorofyl *a*.

Flydebladsplanter indgår ikke i denne analyse, men kan i småsøer og i vindbeskyttede områder være udbredte.

3 Resultater

3.1 Indledning

Undervandsplanternes strukturerende rolle gør dem til et meget vigtigt element for den overordnede vandkvalitet i søer (Jeppesen et al. 1998). Samtidigt betyder de mange lavvandede danske søer potentielt en stor udbredelse i søerne. Undervandsplanter findes stadigvæk i mange søer, men deres naturlige udbredelse gik i løbet af 1900-tallet kraftigt tilbage i forbindelse med øget eutrofiering og mere uklart vand. Et velbeskrevet eksempel er Furesøen, hvor der er undersøgelser tilbage fra starten af 1900-tallet (Sand-Jensen et al. 2007).

Ud over vandets klarhed afhænger forekomsten og udbredelsen af undervandsplanter af en række andre kårfaktorer, herunder alkalinitet, spredningsmæssige forhold samt vand- og sedimentkemiske forhold. Undervandsplanter har derfor ofte været anvendt til at beskrive ændringer i miljøforholdene og den menneskelige påvirkning, hvor eksempelvis dækningsgrad og maksimal dybdegrænse vil afspejle ændret sigtdybde og eutrofieringsgrad. Undervandsplanter indgår da også som et af de fire hovedelementer, der i Vandrammmedirektivet skal anvendes til at karakterisere søers økologiske tilstand (EU 2000). I Vandrammedirektivet er der sammen med makrofyter også nævnt phytobenthos, men det er ikke et element, der har indgået i den danske monitering af søer, og er derfor ikke behandlet nærmere her.

Som udgangspunkt må forekomsten af undervandsplanter forventes at have en vis indbygget inerti, som gør, at de ikke nødvendigvis er et godt udtryk for den aktuelle miljøtilstand. Således vil der i søer, hvor påvirkningen fra næringsstoffer øges, ofte gå en periode, hvor planterne vokser under stressede forhold, men trods alt stadig er til stede i en vis mængde. Tilsvarende kan genindvandringer af undervandsplanter være forsinket i søer, hvor næringsstoftilførslen er bragt ned og vandet klaret op, fordi spredningsforholdene er ringe, eller måske fordi nye fremspirende planter nedgræsses af fugle.

Arternes forekomst bliver i en del lande, herunder også flere af de central-baltiske lande, brugt som indikator for menneskelig påvirkning, underforstået at forskellige arter stiller forskellige krav til vækstforhold. Typisk rubriceres arterne på baggrund af ekspertvurderinger enten som værende eutrofieringstolerante, rentvandskrævende eller indifferente. Forskelle i planters forskellige udbredelsesmønstre betyder, at lande ikke nødvendigvis kan sammenlignes på tværs. Også inden for Danmarks grænser kan der være regionale forskelle, som gør, at nogle arter naturligt vil være hyppigere forekommende i nogle landsdele end andre.

Vandrammedirektivet stiller krav om, at forekomsten af arter indgår i den økologiske klassificering. Der har imidlertid ikke været stor tradition for dette i Danmark, hvor miljøtilstanden i højere grad er beskrevet ud fra kvantitative enheder såsom dybdegrænse og dækningsgrad. Anvendelsen af arter som tilstandsindikatorer kræver i mange tilfælde et godt

taksonomisk kendskab, og visse arter som fx vandranunkelarter kan være vanskelige at artsbestemme, med mindre de findes i en blomstrende form.

I dette afsnit præsenteres forekomsten af arter af undervandsplanter (eksklusiv trådalger) i forhold til vandkvaliteten, her udtrykt som indhold af klorofyl *a* og i mange tilfælde også andre påvirkningsindikatorer. Målet er at se, om nogle arter kan anvendes som indikator (indikatorart) i forhold til en eutrofieringsgradient. Derudover præsenteres også de mere kvantitative variable: antal arter, maksimal dybdegrænse, plantedækningsgrad og det plantefyldte vandvolumen.

3.2 Data

Der vises makrofytdata fra i alt 300 søer over 1 ha, hvori undervandsplanter er undersøgt ved NOVANA-overvågningen fra 2004-2006 (tabel 3.1). Anvendelsen af søer helt ned til 1 hektar gør det mere usikkert at overføre resultaterne på de større søer, som relativt set ikke er så rigt repræsenterede, men dette valg er foretaget for at øge antallet af søer og dermed antallet af observationer af de enkelte arter. Brugen af NOVANA-data betyder, at søerne repræsenterer et bredt og tilfældigt udsnit af danske søer med den næringsstoffordeling, de nu har i Danmark. Det betyder også, at antallet af rene og upåvirkede søer er forholdsvis begrænset, og det kan give et fordrejet fordelingsmønster for de forskellige arter i forhold til de næringsstofforhold, hvor de naturligt har deres største udbredelse. Endelig må det bemærkes, at forekomsten af arter langs en næringsstofgradient ikke nødvendigvis er et udtryk for afvigelser fra den menneskeligt upåvirkede tilstand, idet søer kan være mere eller mindre naturligt næringsrige.

Data vedr. artsforekomst præsenteres i boxplots, der viser variationen i forekomsten af de enkelte arter. Boxplots, hvor der ikke er endelinjer på, betyder, at arten er fundet i mindre end 5 søer, og de indgår derfor kun i ringe omfang i omtalen af de enkelte arter. Der er ikke medtaget mosser i datapræsentationen over artsforekomst, selvom dette dog kunne være relevant for visse søtyper, som eksempelvis de sure/kalkfattige søer, hvor mosserne kan udgøre et væsentligt element. Mosserne registreres normalt ikke på artsniveau, så eventuelle artsspecifikke forekomster i forhold til eutrofiering kan ikke påvises. I det total antal arter omfattes alle arter, der er registreret som værende submerse. I nogle søer er der også registreret varianter, underarter og krydsninger, og i disse tilfælde tælles disse også med i det totale antal arter (se også bilag 5.1).

Tabel 3.1. Baggrundsdata fra søer >1 ha, hvori der er lavet makrofytundersøgelser i perioden 2004-2006. N er antal søer.

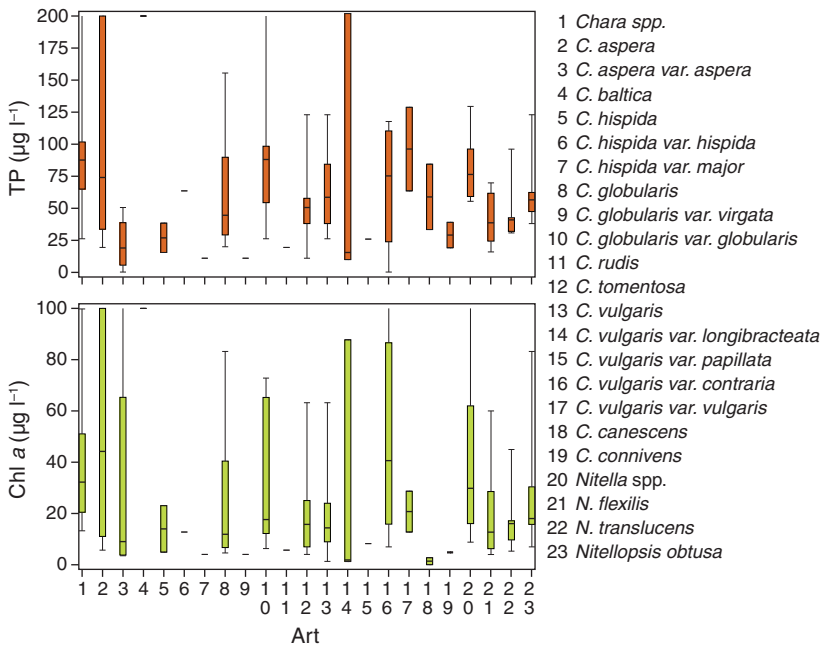
Middel og percentiler	Areal (ha)	Middeldybde (m)	TP (mg P/l)	TN (mg N/l)	Klorofyl *a* (µg/l)	Alkalinitet (meq/l)
	N = 300	N = 255	N = 274	N = 277	N = 269	N = 272
Middel	76	2,4	0,175	1,67	55	2,11
Minimum	1	0,1	0,010	0,31	0	-0,06
25 %-fraktil	4,2	1,0	0,026	0,92	13	1,19
Median	10	1,6	0,091	1,37	34	2,15
75 %-fraktil	42	2,9	0,182	2,04	65	2,94
Maksimum	3954	15	4,740	9,07	123	8,02

3.3 Forekomst af arter i forhold til totalfosfor og klorofyl *a*

3.3.1 Alle søtyper

I det følgende er der vist en række boxplots, hvor forekomsten af de fleste arter af undervandsplanter er set i forhold til indhold af klorofyl *a* og totalfosfor. I første omgang præsenteres de forskellige plantegrupper for alle søtyper samlet (hvor dog brakvandssøer (konduktivitet < 80 mS/m) og brunvandede søer (farvetal < 60 mg Pt/l) i forvejen er trukket ud for at minimere den naturlige variation), mens der i næste afsnit vises forekomsten af udvalgte plantegrupper i søer med forskellig dybde (lavvandede/dybe) og alkalinitet (kalkfattige/kalkrige). I bilag 5.2 er der en liste over en række arters forekomst med angivelse af minimum, 25 % fraktil, median, 75 % fraktil og maksimumsværdierne af klorofyl *a* og totalfosfor, hvorunder arterne er fundet.

Kransnålalger
De fleste arter af kransnålalger findes ved meget forskellige koncentrationer af fosfor og klorofyl *a* (figur 3.1). Dette gælder fx *Chara aspera* og *C. canescens,* der findes hyppigt både ved fosforkoncentrationer under 50 µg P/l og over 200 µg P/l og ved klorofyl *a* fra 10 til 100 µg/l. Arterne *C. tomentosa*, *C. vulgaris*, *Nitella flexilis* og *N. translucens* er primært fundet ved fosforkoncentrationer under 70-80 µg P/l og klorofylkoncentrationer under 30 µg/l. Arter som *C. hispida* og *C. vulgaris var. papillata* er fundet inden for et snævert fosfor- og klorofylinterval og kun ved lave koncentrationer, men er til gengæld kun registreret i få søer og er derfor usikre som indikatorarter.



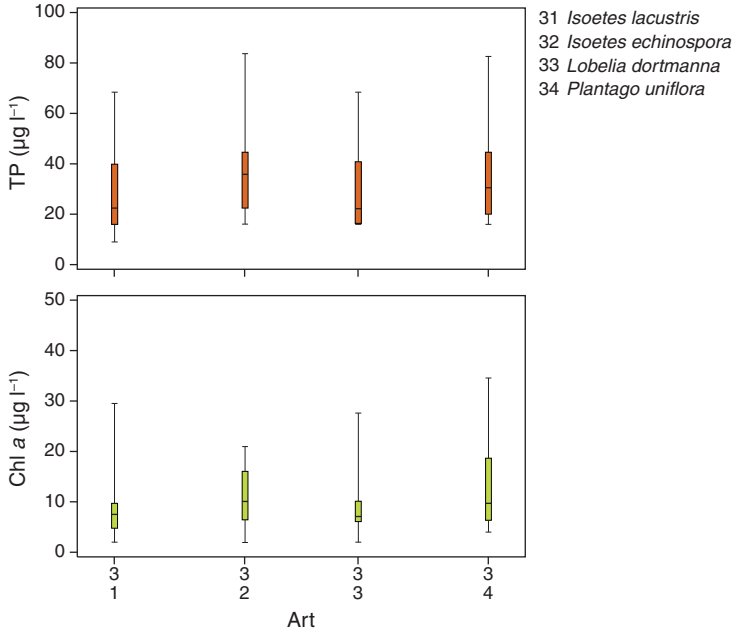
Figur 3.1. Fund af arter af kransnålalger i forhold til indhold af totalfosfor og klorofyl *a* i søer > 1 ha (n = 212). Boksene repræsenterer 25 % og 75 % percentiler, mens nedre og øvre linjer angiver henholdsvis 10 % og 90 % percentiler

Kransnålalger (her *Chara globularis*) kan dække søbunden i et tæt sammenfiltret tæppe.

Grundskudsplanter

Arter af grundskudsplanter betragtes traditionelt som rentvandsindikatorer, karakteristiske for de kalk- og næringsfattige lobeliesøer. Grundskudsplanter er da også primært registreret ved forholdsvis lave fosforkoncentrationer ned til de mindst målte koncentrationer på omkring 10 µg P/l og ved klorofylkoncentrationer lavere end 5 µg/l. Såvel de to arter af brasenføde (*Isoetes lacustris* og *I. echinospora*) som lobelia *(Lobelia dortmanna*) og strandbo (*Plantago uniflora/ Littorella uniflora*) er dog alle også registreret ved 50-100 µg P/l og ved klorofylkoncentrationer over 20 µg/l (figur 3.2).

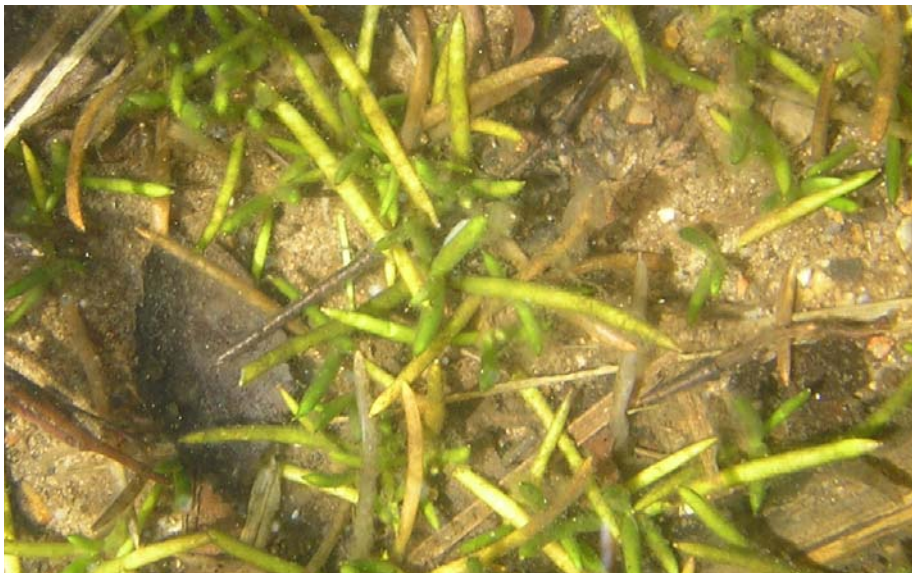
Figur 3.2. Fund af grundskudsplanter i forhold til indhold af totalfosfor og klorofyl *a* i søer > 1 ha (n = 212). Boksene repræsenterer 25 % og 75 % percentiler, mens nedre og øvre linjer angiver henholdsvis 10 % og 90 % percentiler.



Strandbo er den mest tolerante af grundskudsplanterne og vokser således ved de højeste fosfor- og klorofylkoncentrationer (figur 3.2). Dette skyldes formentlig grundskudsplanternes typiske zonering i søerne, hvor strandbo vokser i den brednære ofte udtørrende del, herefter følger lobelia, mens brasenføde vokser på større vanddybder og dermed vil

være mere følsom i forhold til høje klorofylkoncentrationer og uklart vand. Forekomsten af grundskudsplanter afhænger også af sedimentets beskaffenhed, hvor mere næringsrige forhold med højere organisk indhold påvirker vækstmulighederne negativt.

Strandbo vokser mest i kalk- og næringsfattige søer og her ofte i et tæt dække tæt ved bredden.



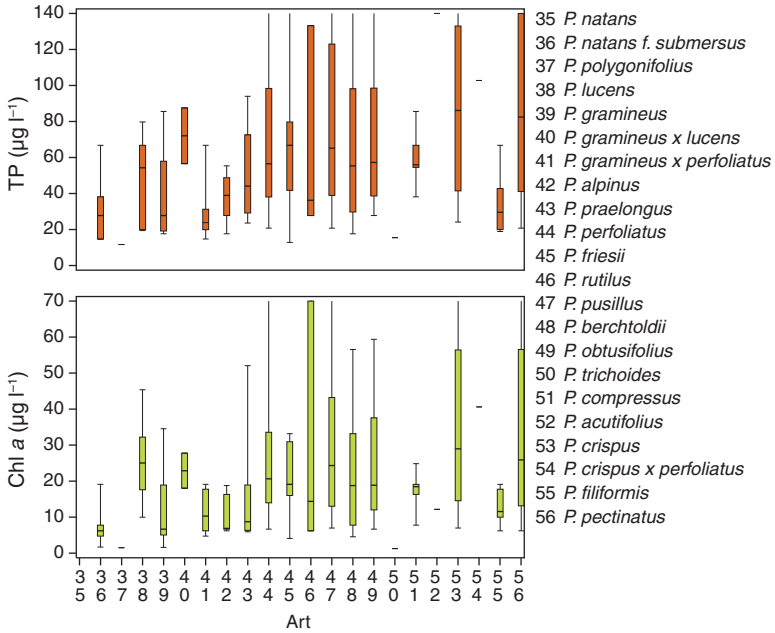
Vandaksarter

Vandaksslægten er den mest artsrige slægt i de danske søer, og mange arter er almindelige over hele landet. Det sidste skal formentlig også ses i forhold til, at arter af vandaks generelt udviser en bred forekomst i forhold til fosforindhold (figur 3.3). Flere af arterne findes således helt nede fra omkring 20 µg P/l til over 100 µg P/l. De fleste arter ser dog ud til at have deres primære udbredelse i fosforintervallet fra 30-80 µg P/l vurderet ud fra dette datamateriale. Arterne, rust-vandaks (*P. alpinus*), kortstilket vandaks (*P. gramineus x perfoliatus*), tråd vandaks (*P. filiformis*) og den submerse form af svømmende vandaks (*P. natans f. submersus*) forekommer dog hovedsageligt ved ret lave fosforkoncentrationer (under 40-50 µg P/l). Sidstnævnte form betragtes normalt ikke som en selvstændig taksonomisk enhed, men er indberettet som sådan fra 5 søer, hvor den formentlig, som følge af det klare vand, har stået på stor dybde, og med flydeblade, der ikke når helt op til vandoverfladen. En række andre arter, herunder glinsende vandaks (*P. lucens*) og græsbladet vandaks (*P. gramineus*), ses sjældent over koncentrationer på 60-70 µg P/l.

Der er flere arter, som ofte findes ved meget næringsrige forhold, fx totalfosforkoncentrationer over 100 µg P/l. Dette gælder eksempelvis børstebladet vandaks (*P. pectinatus*) og kruset vandaks (*P. crispus*), men begge arter er dog også almindelige ved koncentrationer under 50 µg P/l og indikerer dermed ikke entydigt næringsrige forhold.

I relation til klorofyl udviser vandaksarterne generelt et tilsvarende mønster, med en bred udbredelse. Dog synes der at være en lidt mere skarp adskillelse mellem de mere tolerante og mindre tolerante arter. Således forekommer den submerse form af svømmende vandaks (*P. natans f. submersus*), græsbladet vandaks (*P. gramineus*), langstilket vandaks (*P. gramineus x lucens*), kortstilket vandaks (*P. gramineus x perfoliatus*), rust vandaks (*P. alpinus*), langbladet vandaks (*P. prealongus*), bændel vandaks (*P. compressus)* og tråd vandaks (*P. filiformis*) primært ved koncentratio-

ner mindre end 20 µg klorofyl/l og kan derfor karakteriseres som de mindst tolerante arter.



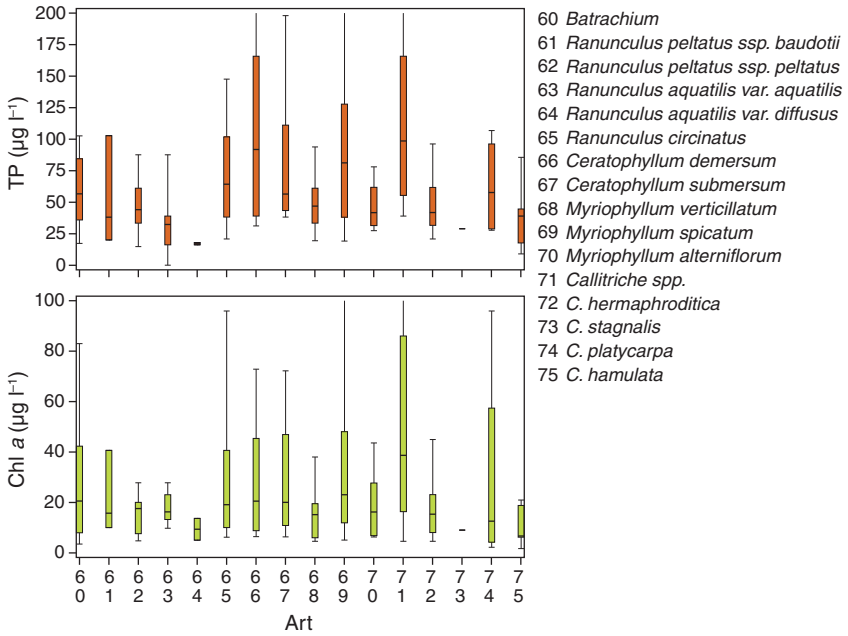
Figur 3.3. Fund af vandaksarter i forhold til indhold af totalfosfor og klorofyl *a* i søer > 1 ha (n = 212). Boksene repræsenterer 25 og 75 % percentiler, mens nedre og øvre linjer angiver henholdsvis 10 % og 90 % percentiler.

Kruset vandaks er almindelig i forholdsvis næringsrigt vand.

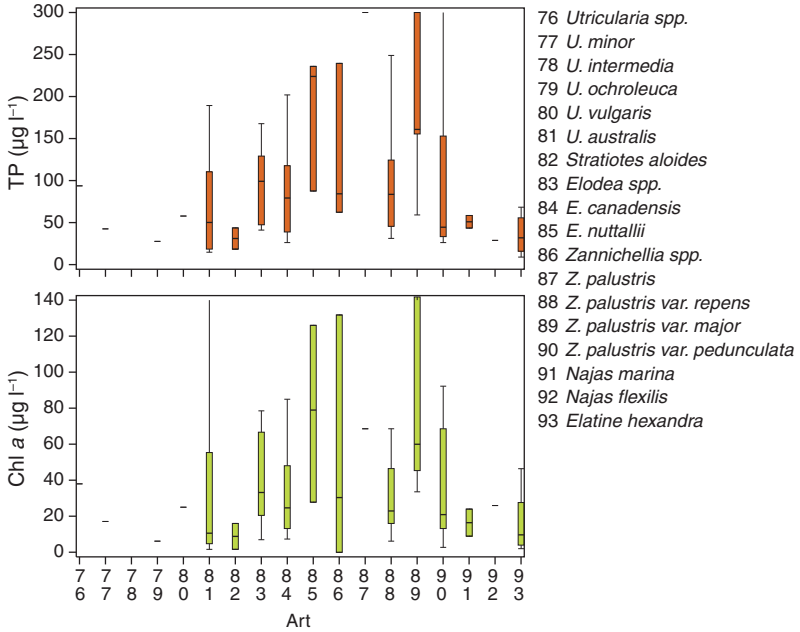
Øvrige arter

Det er gennemgående for de øvrige slægter og arter af undervandsplanter, at de forekommer ved meget forskelligt indhold af fosfor (figur 3.4 og 3.5). Ranunkelarterne strand-vandranunkel (*Ranunculus peltatus* ssp. *baudotii*), storblomstret vandranunkel (*R. peltatus* ssp. *peltatus*) og alm. vandranunkel (*R. aquatilis var. aquatilis*) samt krans-tusindblad (*Myriophyllum verticillatum*), hår-tusindblad (*M. alterniflorum*), høstvandstjerne (*Callitriche hermaphroditica*) og slank blærerod (*Utricularia australis*) er dog fortrinsvis fundet ved fosforkoncentrationer under 60-70 µg P/l. Heller ikke blandt "de øvrige arter" er der arter, som entydigt indikerer meget næringsrige forhold, men arterne fladfrugtet vandstjerne (*Callitriche platycarpa*), stor vandkrans (*Zannichellia palustris var. major*) og stilket vandkrans (*Z. palustris var pedunculata)* findes i mange tilfælde ved fosforkoncentrationer over 100 µg P/l.

Figur 3.4. Fund af arter af vandranunkel, hornblad, tusindblad og vandstjerne i forhold til indhold af totalfosfor og klorofyl *a* i søer > 1 ha (n = 266). Boksene repræsenterer 25 og 75 % percentiler, mens nedre og øvre linjer angiver henholdsvis 10 % og 90 % percentiler.



Figur 3.5. Fund af arter af blærerod, krebseklo, vandpest, vandkrans, najade og sekshannet bækarve i forhold til indhold af totalfosfor og klorofyl *a* i søer > 1 ha (n = 266). Boksene repræsenterer 25 og 75 % percentiler, mens nedre og øvre linjer angiver henholdsvis 10 % og 90 % percentiler.



Tornfrøet hornblad er almindelig i ret næringsrigt vand.

Ranunkel-, hornblad-, tusindblad- op vandstjernearterne viser samme udbredelsesmønster i forhold til klorofyl som til totalfosforkoncentrationen. Fladfrugtet vandstjerne (*Callitriche platycarpa*) og tornløs hornblad (*Ceratophyllum submersum*) er de mest tolerante og findes ofte ved klorofylkoncentrationer over 50 µg/l, mens storblomstret vandranunkel (*Ranunculus peltatus* ssp. *peltatus)*, krans-tusindblad (*Myriophyllum verticillatum*), høstvandstjerne (*Callitriche hermaphroditica*) og smalbladet vandstjerne (*Callitriche hamulata*) er de klart mindst tolerante arter i forhold til klorofylindholdet og oftest ses ved koncentrationer under 20 µg/l (figur 3.4).

Blandt grupperne af planter vist i figur 3.5 er vandpest og vandkransarterne de mest tolerante i forhold til eutrofiering. De mindst tolerante arter er najade (*Najas*) og krebseklo (*Stratiotes*), der begge kun er fundet ved lavere end 20 µg klorofyl/l, men også kun i få søer, samt sekshannet bækarve (*Elatine hexandre*), der i de fleste tilfælde (i alt fundet i 7 søer) er registreret ved klorofylværdier under 30 µg/l (figur 3.5). Sekshannet bækarve er en art, som typisk kan findes i de næringsfattige lobeliesøer. Den vokser sjældent mere end nogle få mm over bunden og er derfor meget følsom over for skygning fra andre planter eller vækst af fytoplankton.

3.3.2 Specifikke søtyper

I det følgende er artsforekomsten set i forhold til indhold af klorofyl *a* i forskellige søtyper. Her er valgt tre typer af alkaliniteter (<0,2, 0,2-1 og > 1 meq/l) og to typer af dybder (middeldybde > 3 m og middeldybde < 3 m). Det er disse inddelinger, der anvendes i interkalibreringssammenhæng. Inddelingen i flere søtyper betyder naturligvis færre søobservationer af de enkelte arter og dermed også en mere usikker fastlæggelse af forekomsten. Det betyder også, at manglende observationer, fx at dybe søer generelt er mindre næringsrige end lavvandede søer, kan give et fejlagtigt billede af udbredelsesmønsteret i forhold til klorofyl.

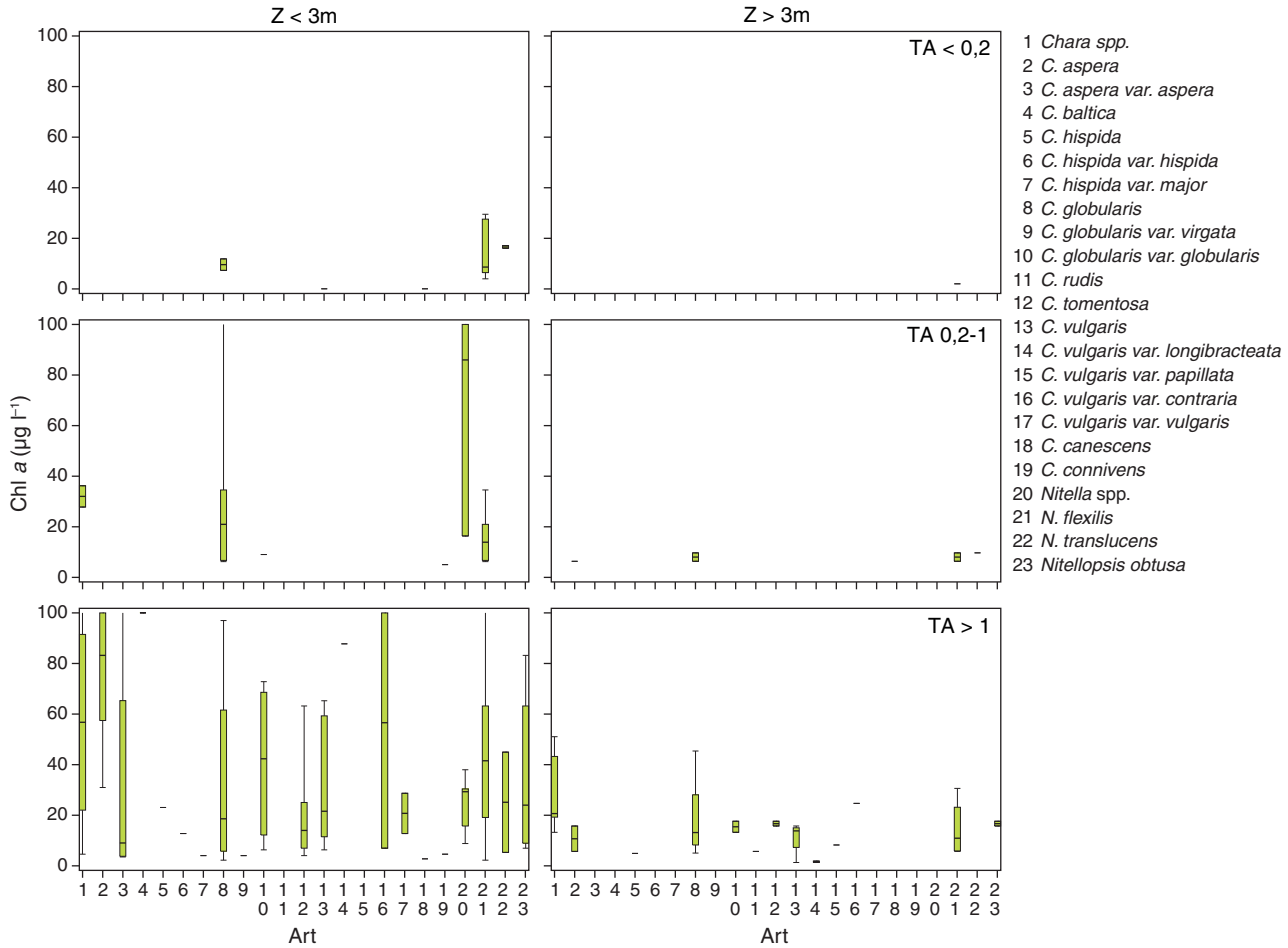
For at begrænse antallet af figurer præsenteres kun figurer med kransnålalger, grundskudsplanter og vandaksarter. Disse repræsenterer de mindst tolerante arter og må dermed formodes at være de mest relevante arter i forhold til at kunne indikere eutrofiering.

Kransnålalger

Bortset fra *Nitella flexilis* er der stort set ikke kransnålalger i søer med alkalinitet under 0,2 meq/l. Det samme gør sig gældende ved lidt højere alkaliniteter (0,2-1 meq/l), dog med lidt flere fund af arter (figur 3.6). Ved alkaliniteter over 1 meq/l er alle arterne repræsenterede, dog mest i

de lavvandede søer, men dette kan også skyldes det begrænsede antal dybe søer i datasættet.

Som tidligere vist er langt de fleste arter af kransnålalgerne registreret i søer med et forholdsvis højt indhold af klorofyl *a*. Det kunne se ud, som om de arter, som findes hyppigst i de dybe søer (*C. globularis*, *C. vulgaris* og *N. flexilis*), generelt er fundet ved lavere indhold af klorofyl end i de mere lavvandede søer, men det kan skyldes det begrænsede antal næringsrige, dybe søer.

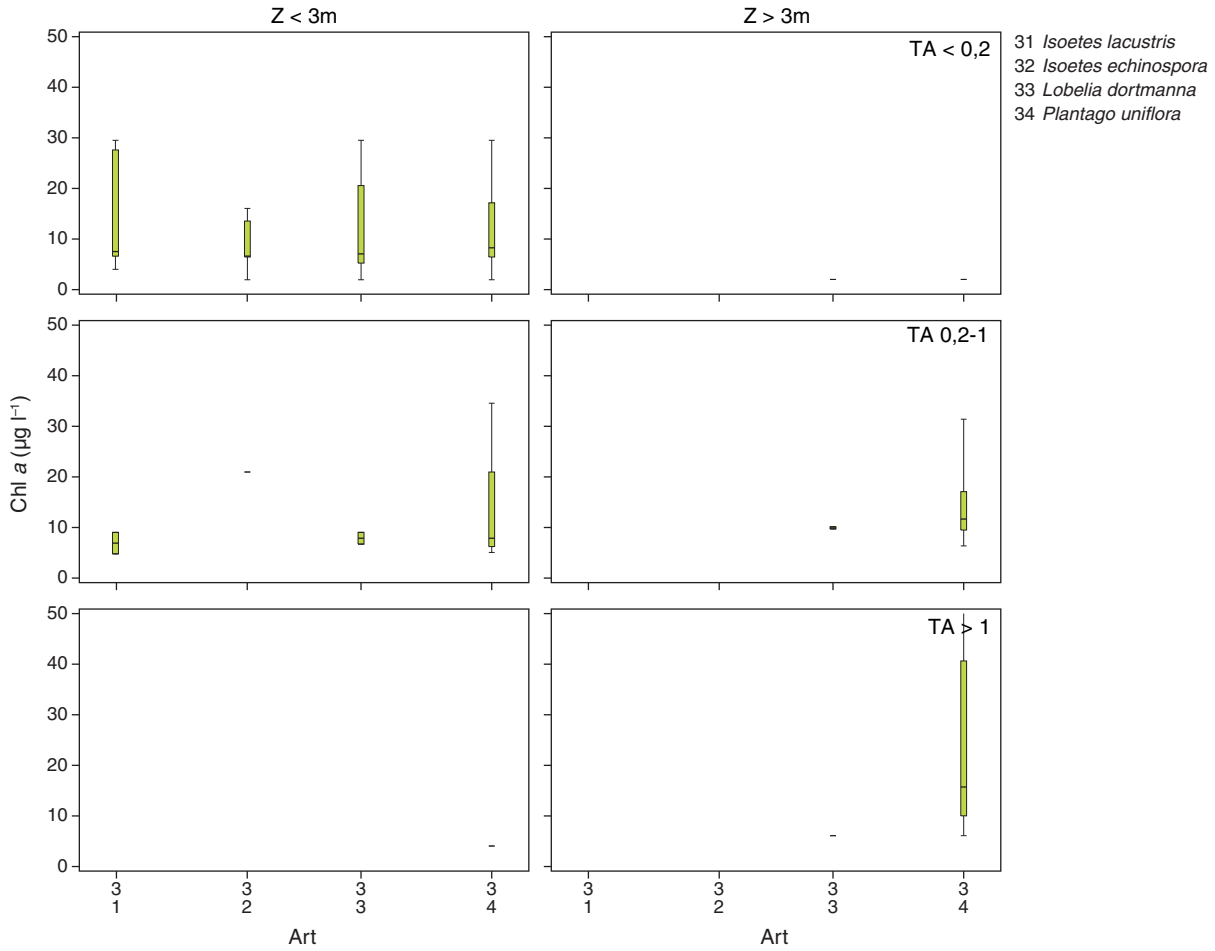


Figur 3.6. Forekomst af kransnålalger i forhold til indhold af klorofyl *a* og ved forskellig alkalinitet (TA) og middeldybde (Z). Øverst viser TA<0,2 meq/l, midten TA: 0,2-1 meq/l og nederst TA>1 meq/l. Til højre søer med middeldybde > 3 m og til venstre søer med middeldybde < 3 m.

Grundskudsplanter

Dybe søer er generelt mindre næringsrige end de lavvandede søer (middeldybde <3 m), hvorfor arterne generelt forekommer ved lavere klorofylkoncentration i de dybe søer sammenlignet med de lavvandede (figur 3.7). Antallet af dybe søer med grundskudsplanter ud over strandbo er dog meget begrænset.

Det er karakteristisk, at forekomsten af strandbo i de lavalkaline søer ser ud til at findes ved lavere klorofylværdier og også dækker over et noget smallere klorofylinterval end i de mere kalkrige søer. Det kan hænge sammen med, at der generelt ikke findes så mange næringsrige og kalkfattige søer. I de middelalkaline søer (total alkalinitet 0,2-1 meq/l) er der registreret meget få søer med brasenføde og lobelia, mens de slet ikke er



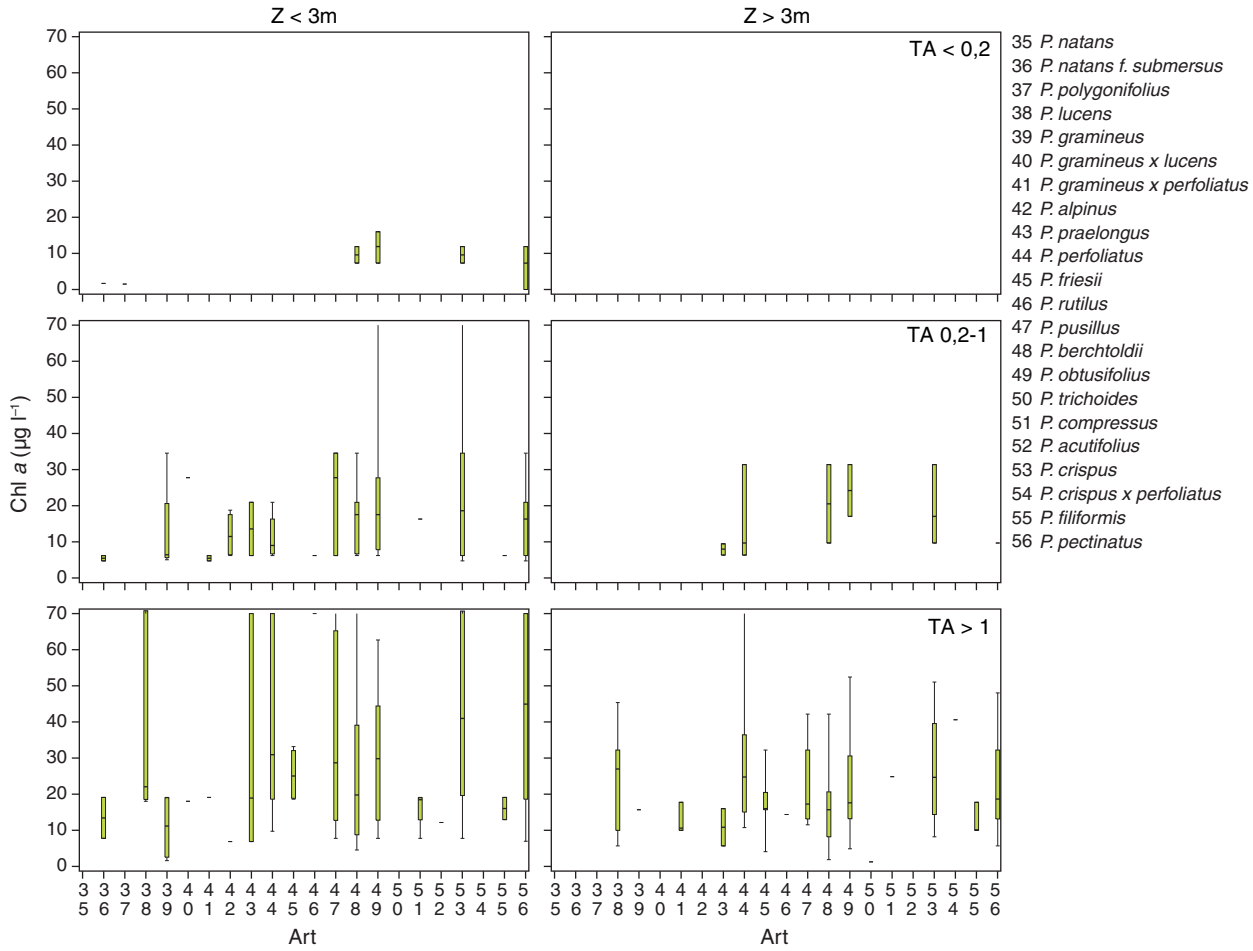
Figur 3.7. Forekomst af grundskudsplanter i forhold til indhold af klorofyl *a* og ved forskellig alkalinitet (TA) og middeldybde (Z). Øverst TA<0,2 meq/l, midten TA: 0,2-1 meq/l og nederst TA>1 meq/l. Til højre søer med middeldybde > 3 m og til venstre søer med middeldybde < 3 m.

registreret i de alkaliske søer (total alkalinitet >1 meq/l), primært pga. at bikarbonat er den væsentligste kulstofkilde i disse søer.

Vandaksarter

Vandaks er generelt meget sparsomt forekommende i de lavalkaline søer (TA < 0,2 meq/l) og kan således ikke betragtes som en god indikator i denne søtype. I de middel- og højalkaline søer er vandaks derimod rigt repræsenteret. I de mellem-alkaline dybe søer er dog kun registreret 5 arter, som alle er registreret i færre end 5 søer. I de mellem-alkaline lavvandede søer er de mindst tolerante arter rust-vandaks (*P. alpinus)*, kortstilket vandaks (*P. gramineus*perfoliatus)* og tråd-vandaks (*P. filiformis)*, disse forekommer kun ved klorofylkoncentrationer under 20 µg/l. Mest tolerante art i denne søtype er butbladet v. (*P. obtusifolius)*, som er registreret ved over 60 µg klorofyl/l (figur 3.8).

I de højalkaline (>1 meq/l) lavvandede søer er der registreret flere tolerante vandaksarter; både glinsende v. (*P. lucens*), langbladet v. (*P. praelongus*), hjertebladet v. (*P. perfoliatus*), spinkel v. (*P. pusillus*), kruset v. (*P. crispus*) og børstebladet v. (*P. pectinatus*) er således registreret i søer med klorofylkoncentrationer på op til 70 µg/l. De mindst tolerante arter registreret i mere end 5 søer og ved klorofylkoncentrationer under 20 µg/l er græsbladet v. (*P. gramineus*) og hårfin v. (*P. trichoides*) (figur 3.8).



Figur 3.8. Forekomst af vandaksarter i forhold til indhold af klorofyl *a* og ved forskellig alkalinitet (TA) og middeldybde (Z). Øverst TA<0,2 meq/l, miderst TA: 0,2-1 meq/l og nederst TA>1 meq/l. Til højre søer med middeldybde > 3 m og til venstre søer med middeldybde < 3 m.

3.3.3 Arter som indikator for vandkvalitet

Artsforekomsten afhænger som nævnt af flere kårfaktorer og ikke nødvendigvis kun én faktor som fosfor eller klorofyl anvendt her. Kvælstof har blandt andet også vist sig vigtig for udbredelse og forekomst af undervandsplanter (Gonzales Sagrario et al. 2005). Ikke desto mindre er der visse klare signaler i forhold til hvilke arter, som primært findes under relativt næringsfattige forhold. Flere af de arter, der primært findes under næringsfattige forhold, er dog også kun fundet i forholdsvis få søer, og det gør deres anvendelse mere usikker. Ved anvendelsen af arter som indikatorer har vi sat som grænse, at de mindst skal være fundet i 5 søer.

Strandbo er én af de mulige indikatorarter for næringsfattigt vand.

I tabel 3.2 er der angivet de arter, som er registreret ved de laveste klorofyl *a* og totalfosforkoncentrationer. I alt 11 arter opfylder kravet om, at mindst 75 % af fundene er fra søer med klorofyl *a* koncentration under 25 µg/l og TP under 50 µg P/l. De fleste arter er fundet i færre end 10 søer, og det gør beskrivelsen af deres udbredelse i forhold til næringsstofindhold usikker.

Som nævnt tidligere er det vanskeligt at definere arter som eutrofieringsindikatorer, fordi næsten alle arter, som mest findes ved høje klorofyl- og totalfosforindhold, også findes ved forholdsvis lave koncentrationer. For eksempel er der kun én art, nemlig stor vandkrans (*Zannichellia palustris var. major)*, hvor mindst 75 % af fundene er fra søer med klorofyl *a* over 25 µg/l

og TP over 50 µg /l. Stor vandkrans er kun registreret i 5 søer, og derfor er datagrundlaget også ringe. Tabel 3.3 opsummerer hvilke plantegrupper og arter, der indikerer rentvandsforhold i forskellige søtyper.

Tabel 3.2. Arter af undervandsplanter, som findes i de mest næringsfattige danske søer. Der er kun vist arter, som mindst er fundet i 5 søer, og hvor Q3-fraktilen af klorofyl *a* er under 25 µg/l og Q3-fraktilen af TP er under 50 µg P/l. For danske artsnavne se bilag 5.1.1. Chl_min og tp_min er minimumskoncentrationer, hvor planten er observeret, chl_Q1 og tp_Q1 er den nedre 25 % fraktil, hvor planten er observeret, chl_med og tp_med er medianværdien af koncentrationen, hvor planten er observeret, chl_Q3 og tp_Q3 er 75 % fraktilen, hvor planten er observeret, og chl_max og tp_max er maksimumværdien, hvorved planten er observeret.

Art	N	Klorofyl					TP				
		min	Q1	med	Q3	max	min	Q1	med	Q3	max
22 *Nitella translucens*	5	5,3	9,7	16,0	17,1	45,0	30,8	32,0	41,0	42,6	96,2
31 *Isoetes lacustris*	9	2,0	4,8	7,5	9,7	30,0	9,0	16,0	22,4	39,8	68,4
32 *Isoetes echinospora*	6	1,9	6,4	10,1	16,0	21,0	16,1	22,5	35,8	44,6	83,7
33 *Lobelia dortmanna*	14	1,9	6,1	7,1	10,1	29,5	9,0	16,4	22,2	40,8	83,7
34 *Litorelle uniflora*	35	1,7	6,3	9,7	18,7	52,4	9,0	20,0	30,5	44,6	102,8
36 *Potamogeton natans* f. *submerses*	5	1,7	4,8	6,2	7,8	19,1	14,6	14,8	27,8	38,2	66,8
41 *P. gramineus* x *perfoliatus*	6	4,8	6,2	10,3	17,8	19,1	14,8	19,9	23,9	31,3	66,8
42 *P. alpinus*	5	6,2	6,7	6,9	16,3	18,8	17,7	27,8	39,0	48,8	55,4
55 *P. filiformis*	6	6,2	10,0	11,6	17,8	19,1	19,0	20,0	29,6	42,8	66,8
63 *Ranunculus aquatilis* var. *aquat*	6	9,8	13,2	16,2	23,1	27,8	0,1	16,2	32,3	39,0	87,6
75 *Callitriche hamulata*	9	1,7	6,2	6,7	18,8	21,0	9,0	17,7	39,0	44,6	85,6

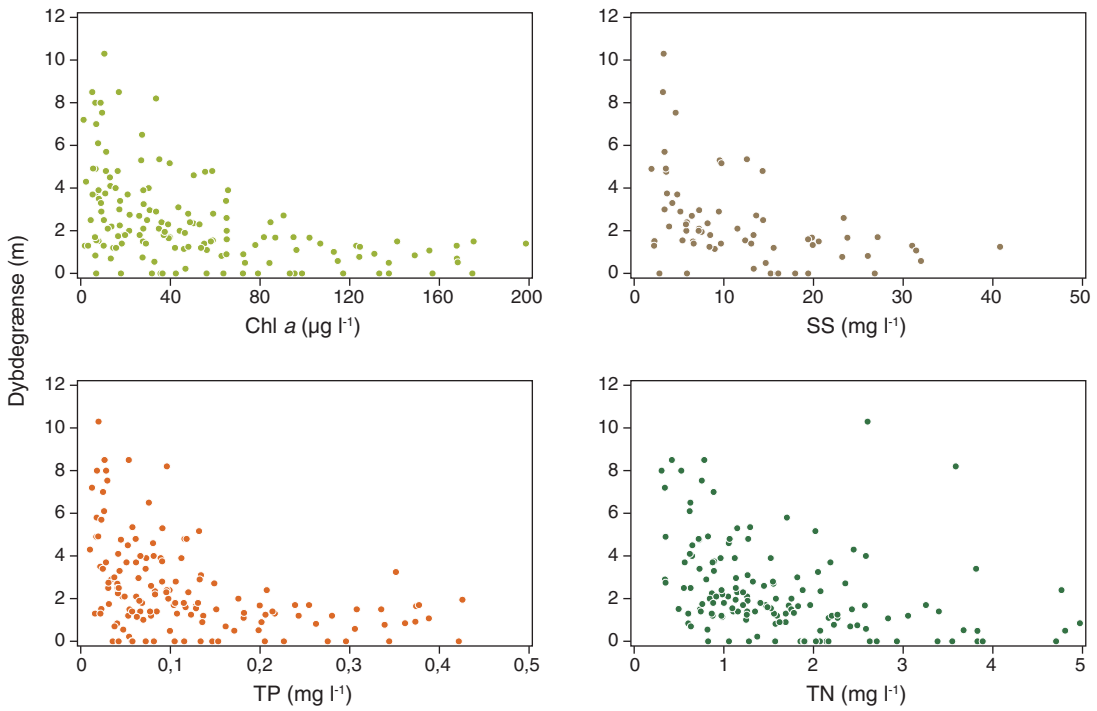
Tabel 3.3. Arter af undervandsplanter, som er fundet i de mest næringsfattige søer i Danmark. Plantelisten er lavet på grundlag af koncentrationer af klorofyl *a* og totalfosfor som beskrevet i tabel 3.2.

Plantegruppe	Søtype	Arter
Grundskudsplanter	Lav alkalinitet	Sortgrøn brasenføde (*Isoetes lacustris)*
		Gulgrøn brasenføde (*I. echinospora*)
		Tvepibet lobile *(Lobelia dortmanna)*
		Strandbo (*Littorella uniflora*)
Kransnålalger	Høj alkalinitet	*Nitella translucens*
Vandaks		Svømmende vandaks, submers *(Potamogeton natans f. submersus*)
		Kortstilket vandaks (*P. gramineus*perfoliatus)*
		Rust-vandaks (*P. alpinus)*
		Tråd-vandaks (*P. filiformis)*
Øvrige grupper		Alm. vandranunkel (*Ranunculus aquatilis var. aquatilis*)
		Smalbladet vandstjerne (*C. hamulata)*

3.4 Dybdegrænse

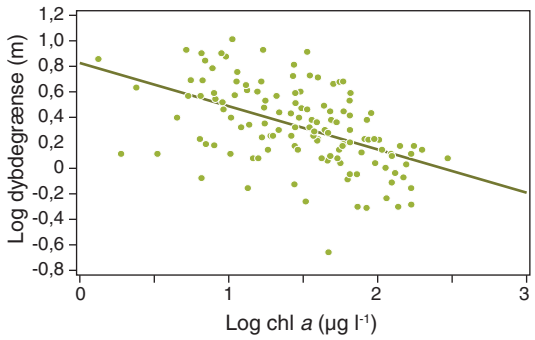
Undervandsplanters dybdegrænse vil være et direkte udtryk for vandets sigtbarhed og hvor langt ned, der er lys nok til, at planterne kan vokse og overleve. Således må man også forvente en god sammenhæng med eutrofiering og mindsket sigtbarhed pga. fx øget vækst af fytoplankton. Dybdegrænsen kan også være begrænset af højt indhold af suspenderet stof eller humusstoffer. Dybdegrænsen er normalt kun en mulig indikator i de lidt dybere søer, idet dybdegrænsen i lavvandede, renvandede søer ofte vil være lig med søernes maksimumsdybde.

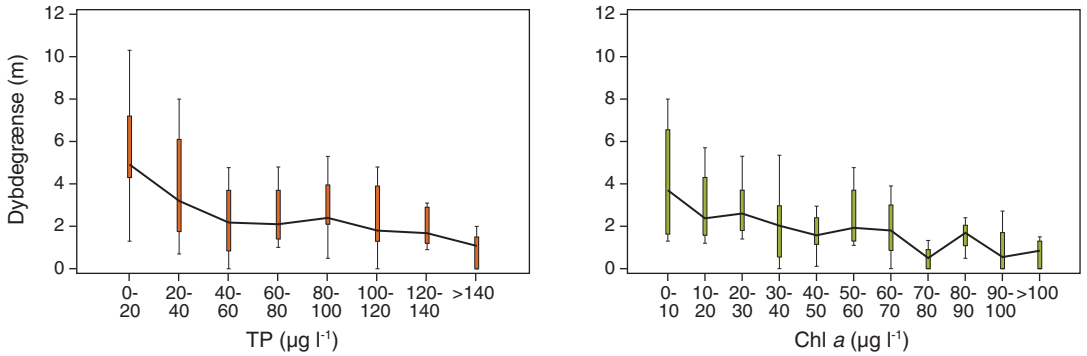
Figur 3.9 viser undervandsplanternes dybdegrænse i forhold til forskellige vandkemiske variable. I en multiple regression er der en signifikant sammenhæng (logaritmetransformerede data) mellem dybdegrænse, indhold af klorofyl *a* og søens middeldybde (figur 3.10). I figur 3.11 er angivet dybdegrænsen som funktion af indhold af totalfosfor og klorofyl.



Figur 3.9. Undervandsplanternes dybdegrænse i forhold til klorofyl, suspenderet stof, total fosfor og total kvælstofkoncentration. Søer > 1 ha og hvor planters dybdegrænse er mindre end søens maksimumsdybde.

Figur 3.10. Lineær regression mellem log dybdegrænse og log klorofyl *a*. Linjen har ligningen: log(dybdegr) = 0,83 - 0,34*log(chla), n=129, r^2=0,25, p<0,001. I en multiple regression, hvor søens middeldybde (z) inddrages, er regressionen: log (dybdegr) = 0,51 -0,23*log(chl) + 0.50*log(z), n=129, r^2=0,52, p<0,001.



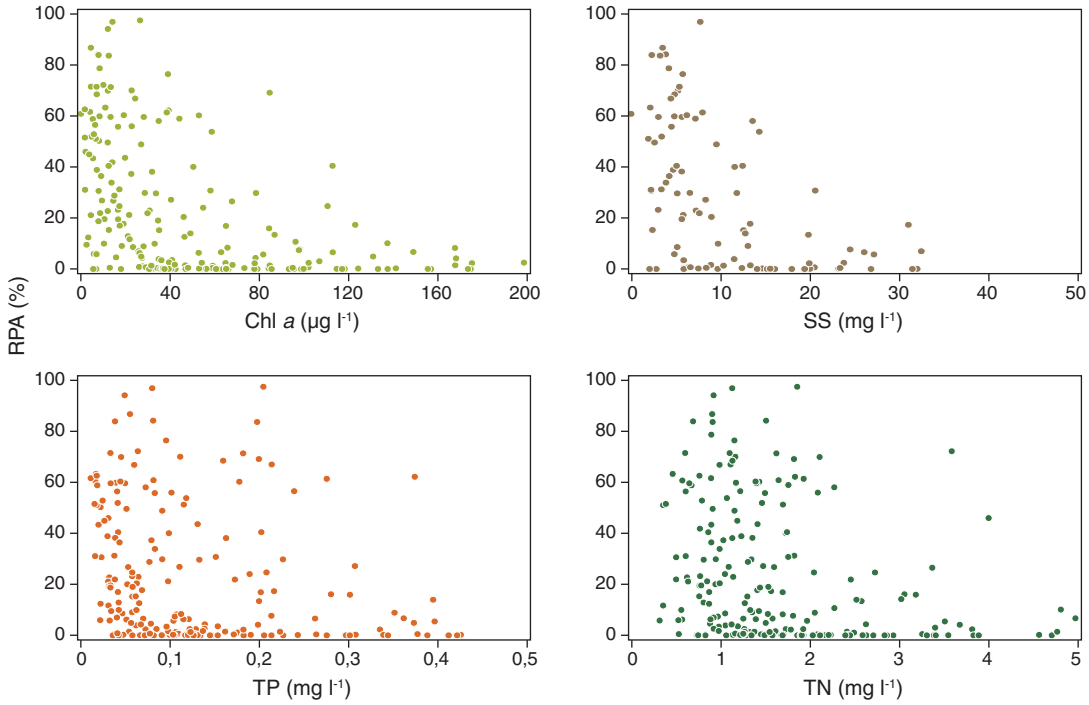


Figur 3.11. Dybdegrænse af undervandsplanter langs en klorofyl og TP gradient. Boxene viser 10, 25, 75 og 90 % percentiler i søer > 1 ha og hvor dybdegrænse < søens maksimumdybde.

3.5 Plantedækket areal

Undervandsplanternes dækningsgrad (RPA, relative plantedækkede areal) vil på samme måde som dybdegrænsen afspejle vandets sigtbarhed og er dermed også en potentiel indikator for eutrofiering. Dækningsgraden bliver dog sjældent særligt høj i de dybe søer, fordi der kun kommer lys nok ned til en lille del af bunden. Den har derfor først og fremmest værdi i de lavvandede søer eller i lavvandede områder af dybe søer. Her kan dækningsgraden til gengæld i en klarvandet tilstand ofte være meget høj og dække det meste af søbunden. Dækningsgraden kan dog ikke forventes at øges lineært over hele eutrofieringsspektret. I meget næringsfattige søer kan dækningsgraden være lavere end i de lidt mere næringsrige søer, men pga. de få data fra meget næringsfattige søer vil denne tendens være vanskelig at se på figurerne.

Sammenhængen mellem plantedækket areal og eutrofieringsindikatorerne viser den forventede negative relation. Der er en del outliers, svarende til, at der godt kan findes en forholdsvis høj dækningsgrad, selvom fx indholdet af klorofyl og suspenderet stof er højt, men der er dog også en klar linje i plottene (figur 3.12).



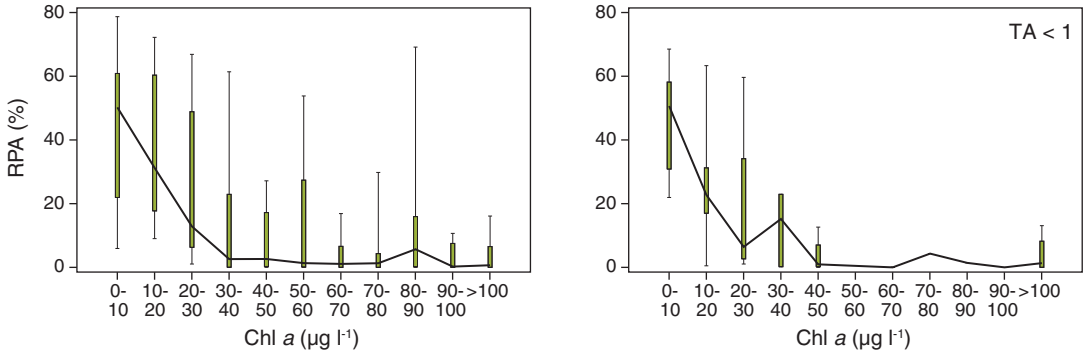
Figur 3.12. Sammenhæng mellem plantedækket areal (RPA) og indhold af totalfosfor (TP), klorofyl *a* (chla), suspenderet stof (SS) og total kvælstof (TN). Areal > 1 ha og z<3 m.

Tabel 3.4. Fordelingen af dækningsgrader ved forskelligt indhold af klorofyl *a*. Søer > 1 ha, søer med middeldybde < 3 m. Tabellen viser fx, at af søerne i kategorien med et klorofylindhold mellem 20 og 30 µg chl a/l har 50 % en dækningsgrad mindre end 13 % og 25 % en dækningsgrad mindre end 6 %.

Chla/RPA	Antal søer	10%	25%	50%	75%	90%
0-10 µg/l	37	6	22	50	61	79
10-20 µg/l	31	9	18	31	60	72
20-30 µg/l	21	1	6	13	49	67
30-40 µg/l	25	0	0	3	23	61
40-50 µg/l	12	0	0	3	18	27

I forhold til indhold af klorofyl *a* synes der at ligge en grænse ved omkring 25 µg/l, hvorover dækningsgraden som hovedregel er meget lav og ofte under 5 %. I tabel 3.4 er det vist, hvordan fordelingen af det plantedækkede areal er ved forskelligt indhold af klorofyl *a*. Hvis der eksempelvis skulle sættes krav om mindst 50 % dækningsgrad i de lavvandede søer, vil dette være opfyldt i halvdelen af søerne med et klorofyl *a* indhold på 0-10 µg/l, mens halvdelen af søerne med klorofyl fra 20-30 µg/l har en dækningsgrad under 13 %. Sættes kravet i stedet til mindst 25 % dækningsgrad, vil dette være opfyldt i omkring 60 % af både søerne med 0-10 og 10-20 µg chla/l og i knap 50 % af søerne med klorofyl *a* på 20-30 µg/l.

Tilsvarende er fordelingen vist grafisk i figur 3.13 ved forskelligt klorofylindhold. Her illustreres det tydeligt, at der sker store ændringer i de lavvandede søers dækningsgrad af planter, når man går fra 0-10 til 10-20 og til 20-30 µg chla/l. Ved klorofylkoncentrationer på 20-30 µg/l og derover sker der derimod kun små forskydninger i fordelingen af dækningsgrader. Dette antyder, at hvis dækningsgraden skal anvendes som indikator i de lavvandede søer, så bør det ske inden for de første 3 klorofyl *a* kategorier. Gruppen med klorofylindhold på 20-30 µg/l adskiller sig kun i nogen grad fra kategorierne med højere indhold af klorofyl og synes dermed ikke at være en god grænse mellem den moderate og gode vandkvalitet, som ellers foreslået for de lavvandede søer (21-25 µg chla/l, se afsnit 1.1). Store ændringer i det plantedækkede areal finder derimod sted ved klorofylkoncentrationer under 20 µg/l (figur 3.13).



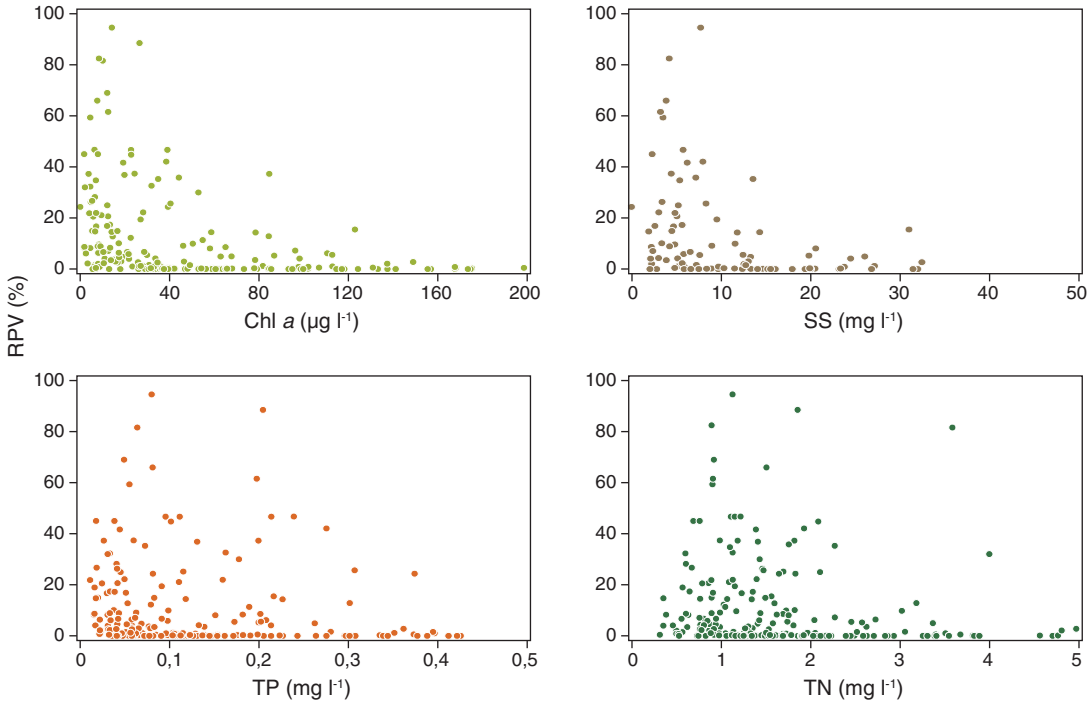
Figur 3.13. Fordeling af plantedækningsgrad (RPA, %) langs en klorofyl *a* gradient. Søer > 1 ha, z < 3 m. Til venstre er vist alle søer (n=211) og til højre søer med alkalinitet < 1 meq/l (n=55). Boxene viser 10, 25, 75 og 90 % percentiler.

Trådalger kan være med til at give et stort plantedækket areal i relativt næringsrige søer.

I de kalkfattige søer ser det plantedækkede areal ud til at fordele sig efter samme mønster, selvom antallet af søer er færre (figur 3.13). Variationen inden for det enkelte klorofylinterval reduceres dog noget i de mindre alkaline søer, hvilket kan skyldes de færre søer.

3.6 Plantefyldt volumen

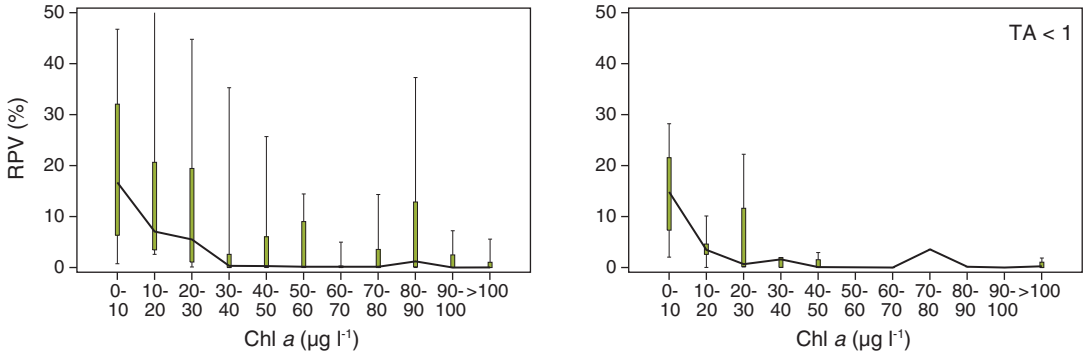
Det relative plantefyldte vandvolumen (RPV) afspejler på samme måde som det plantedækkede areal primært vandets turbiditet og dermed reduceret RPV med øget eutrofiering. Det plantefyldte volumen giver dog ikke helt det samme entydige mønster som det plantedækkede areal, da RPV er et produkt af såvel dækningsgrad, plantehøjde og vanddybde (figur 3.14). Som konsekvens registreres en meget stor variation i RPV ved lave klorofyl eller næringsstofniveauer. Samtidigt må der forventes et maksimum i RPV ved middelhøjt næringsstofindhold, idet det plantefyldte volumen ikke når så høje værdier i de mest næringsfattige søer, som evt. har dominans af lave grundskudsplanter. Ved øget næringsstof- og klorofylkoncentration reduceres variationen. Den klareste sammenhæng findes i forhold til klorofyl og suspenderet stof (figur 3.14).



Figur 3.14. Sammenhæng mellem plantefyldt vandvolumen (RPV) og indhold af totalfosfor (TP), klorofyl *a* (chla), suspenderet stof (SS) og total kvælstof (TN) i lavvandede søer.

Ligesom for RPA's vedkommende udviser RPV en stor variation inden for det enkelte klorofylinterval. Der er dog en klar reduktion i RPV ved en øget klorofylkoncentration (figur 3.15). I de kalkfattige søer ser det plantefyldte vandvolumen ud til at fordele sig efter samme mønster, selvom antallet af søer er noget mere begrænset (figur 3.14). Dog synes det plantefyldte volumen at være noget lavere ved de lave klorofyl *a* koncentrationer, hvilket stemmer godt overens med, at der ofte vil være dominans af grundskudsplanter, som ikke vokser særlig højt op i vandfasen. At der alligevel kan findes RPV værdier på 20 % eller højere kan

skyldes, at langskudsplanter formentlig forekommer i rimelig grad i de mellem-alkaline søer (0,2-1 meq/l, figur 3.8).



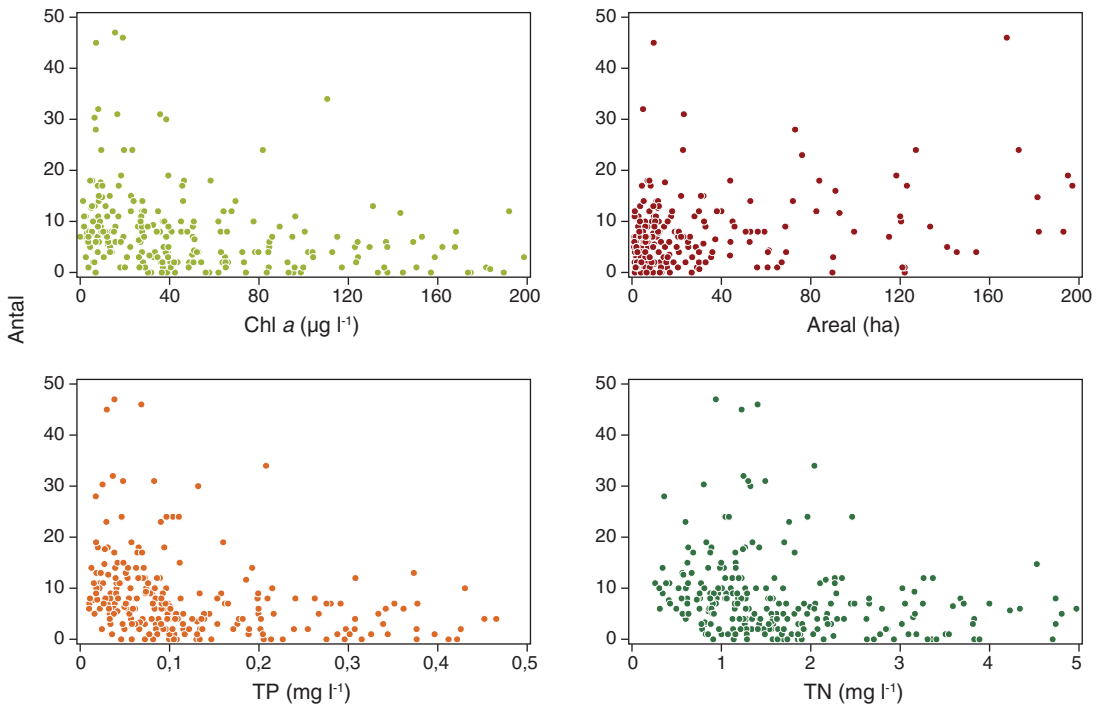
Figur 3.15. Fordeling af plantefyldt vandvolumen (RPV, %) langs en klorofyl *a* gradient i lavvandede søer. Til venstre alle søer (n=211) og til højre søer med alkalinitet under 1 meq/l (n=55). Boxene viser 10, 25, 75 og 90 % percentiler.

3.7 Antal arter

Antallet af plantearter i en sø afhænger af flere forhold, herunder søstørrelse (flere mulige levesteder og flere arter, jo større søen er) og afstand og forbindelse til andre vandområder. Spørgsmålet er her, i hvilken grad artsantallet af undervandsplanter kan bruges som en indikator for eutrofiering. Det er klart, at artsantallet i den meget uklare sø med ringe lysforhold vil være meget lille eller måske endda nul, men det er mere usikkert, i hvilken grad en moderat eutrofiering påvirker artsantallet, og i hvilken grad artsantallet kan bruges til at indikere en eutrofieringspåvirkning. Faktisk må man forvente en unimodal sammenhæng mellem artsantal og næringsstoftilførsel, hvor der ses det højeste antal arter ved middelnæringsrige forhold, idet der her både vil optræde de mere eutrofieringstolerante arter såvel som de mere rentvandskrævende arter. Det er dog usikkert, om denne fordeling vil afspejle sig i det danske datamateriale, fordi der er en kraftig dominans af næringsrige søer.

I dette afsnit ser vi på fire hovedfaktorer: søareal, klorofyl *a*, totalfosfor og totalkvælstof. Heraf vil ikke mindst de sidste tre faktorer være indbyrdes korrelerede, men denne effekt tages der højde for i de multiple regressioner. Datasættet, som anvendes i regressionerne og til at beregne ligningerne, domineres af mindre søer (< 50 ha), og derfor kan ligningerne være mindre anvendelige i de store søer.

Antallet af arter er signifikant korreleret til alle de fire faktorer, men, som figurerne illustrerer, er der store variationer til hver enkelt af de fire faktorer (figur 3.16, tabel 3.5). Korrelationen er positiv til søareal, men negativ til indholdet af klorofyl *a*, totalfosfor og totalkvælstof. Som enkeltfaktor opnås den største r^2-værdi for totalfosfor og klorofyl *a*, men generelt er der tale om lave forklaringsprocenter. I en multipel regression, hvor alle fire variable inddrages, bliver forklaringsværdien lidt højere (r^2=0,38), men er stadigvæk forholdsvis lav (tabel 3.6). I den multiple analyse er totalkvælstof ikke signifikant. Der er en signifikant, men svag (r^2=0,03), positiv sammenhæng mellem artsantal og middeldybden (tabel 3.5).



Figur 3.16. Antal arter i forhold til søareal, indhold af klorofyl *a*, totalfosfor og totalkvælstof.

Tabel 3.5. Enkeltfaktor lineær regression mellem artsantal (artsantal +1) og areal, klorofyl *a*, totalfosfor, totalkvælstof og middeldybde. På logartimetransformerede data.

Log (artsantal + 1) =	0,38 - 0,41*log(TP)	N=256	p<0,001	r^2=0,22
Log (artsantal + 1) =	0,87 - 0,51*log(TN)	N=254	p<0,001	r^2=0,12
Log (artsantal + 1) =	0,54 + 0,19*log(areal)	N=256	p<0,001	r^2=0,12
Log (artsantal + 1) =	1,21 - 0,29*log(chla)	N=247	P<0,001	r^2=0,17
Log (artsantal + 1) =	0,76 + 0,19*log(z)	N=236	P=0,008	r^2=0,03

Tabel 3.6. Multiple lineære regressioner mellem antal arter af undervandsplanter (artsantal + 1) og areal (ha), totalfosfor (mg P/l), klorofyl (µg/l) og totalkvælstof (mg N/l) i alle søer og forskellige søtyper: Log (antal + 1) = a + b*log(areal) + c*log(TP) + d*log(chla) + e*log(TN). Der er anvendt SAS, proc reg, forward selection. Den samlede r^2-værdi samt for de enkelte variable er angivet. Ikke signifikante (p>0,05) variable er ikke vist. Kombinationen af middeldybde (z) > 3 m og alkalinitet (ta) under 1 meq/l er ikke vist på grund af for få data.

Artsantal	Ligning			
Alle søer (n=247)				
Log (artsantal +1) =	0,48 +0,22*log(areal) - 0,28*log (TP) - 0,17*log(chla)			
R^2	(r^2 = 0,14)	(r^2 = 0,22)	(r^2 = 0,03)	samlet r^2=0,38
Z > 3, ta>1 (n=36)				
Log (artsantal + 1) =	0,73 - 0,18*log(TP) + 0,13*log(areal) - 0,14*log(chla			
	(r^2 = 0,12)	(r^2 = 0,11)	(r2 = 0,02)	samlet r^2=0,25
Z < 3, ta>1 (n=137)				
Log (artsantal + 1) =	0,63 - 0,27*log(chla) + 0,30*log(areal)			
	(r^2 = 0,21)	(r^2 = 0,17)		samlet r^2=0,38
Z < 3, ta<1 (n=59)				
Log (artsantal + 1) =	0,44 - 0,34*log(TP) + 0,15*log(areal)			
	(r^2 = 0,29)	(r^2 = 0,05)		samlet r^2=0,34

I tabel 3.7 er der angivet multiple regressioner mellem artsantal og de 4 hovedvariable (areal, TP, TN og klorofyl *a*). Analyserne er vist både for alle søer og for kombinationer af alkalinitet større end eller mindre end 1 meq/l og middeldybde større end eller mindre end 3 m (dog undtagen

kombinationen af middeldybde > 3 m og alkalinitet under 1 meq/l, hvor der er meget få data). Regressionerne viser, at søareal i alle tilfælde bidrager positivt til antallet af arter. Forklaringsværdien er i de fleste tilfælde ret beskedne og varierer mellem 20 og 38 %, hvis alle signifikante variable inddrages. Hvis der i en multipel regression alene ses på de to forklarende variable areal og klorofyl *a*, der for alle søerne som helhed har den største forklaringsværdi, kan der kun nås en samlet forklaringsværdi på 25 % for søerne samlet og for de enkelte søtyper mellem 22 og 35 % (tabel 3.7).

Artsantallet kan også estimeres ved nonlineære modelberegninger, hvor artsantallet ses som en funktion af areal ved forskelligt næringsstofindhold (tabel 3.8). I tabel 3.9 er der givet eksempler på, hvad dette giver af forventet artsantal ved to forskellige søstørrelser og ved forskelligt fosforindhold. I tabel 3.8 er der også angivet 95 % sikkerhedsintervaller for de to variable, der estimeres, og som det kan ses i tabel 3.9, fører disse intervaller til meget store forskelle i det forventede antal, hvilket illustrerer usikkerheden, hvormed det forventede artsantal kan fastlægges. Eksempelvis varierer det forventede artsantal for en sø på 100 ha med et fosforindhold mellem 0,050 og 0,1 mg P/l mellem 6 og 16 arter ved 95 % - sikkerhedsintervallerne for a-værdien og mellem 7 og 17 arter ved 95 % - sikkerhedsintervallerne for b-værdien.

Tabel 3.7. Multiple lineære regressioner mellem antal arter af undervandsplanter og areal (ha) og klorofyl *a* (µg/l): log (antal + 1) = a + b*log(areal) + c*log(chla) anvendt på alle søer og forskellige søtyper. Der er anvendt SAS, proc reg, forward selection. Den samlede r^2-værdi er angivet. Standard error på estimaterne af a, b og c er angivet. Kombinationen af middeldybde > 3 m og alkalinitet under 1 meq/l er ikke vist på grund af for få data (kun 14 søer).

Artsantal	Ligning	r2	Standard error		
			a	b	c
Alle søer (n=247)					
Log (artsantal + 1) =	0,99 +0,23*log(areal) - 0,33*log(chla)	0,34	0,06	0,03	0,04
Z > 3, ta>1 (n=36)					
Log (artsantal + 1) =	1,13 + 0,12*log(areal) - 0,27*log(chla)	0,23	0,12	0,06	0,09
Z < 3, ta>1 (n=137)					
Log (artsantal + 1) =	0,97 + 0,31*log(areal) - 0,39*log(chla)	0,38	0,09	0,04	0,06
Z < 3, ta<1 (n=59)					
Log (artsantal + 1) =	1,03 + 0,14*log(areal) - 0,29*log(chla)	0,28	0,14	0,08	0,07

Tabel 3.8. Ikke-lineær sammenhæng mellem antal arter og søareal (ha) for alle data og for forskellige kategorier af fosfor- og klorofylindhold: artsantal = a*areal^b. I parentes er angivet approximeret 95 % sikkerhedsintervaller for estimaterne på a og b.

TP/klorofyl-kategori		a		b	
Alle søer, n=256		4,1	(3,1-5,2)	0,20	(0,15-0,26)
TP: 0-0,025 mg P/l,	n=20	5,8	(3,4-8,1)	0,26	(0,14-0,38)
0,025-0,050 mg P/l,	n=45	5,7	(2,8-8,7)	0,24	(0,14-0,35)
0,050-0,100 mg P/l,	n=75	4,7	(2,6-6,8)	0,19	(0,09-0,28)
Chl: 0-10 µg/l,	n=49	7,1	(4,1-10,1)	0,20	(0,07-0,32)
10-20 µg/l,	n=28	4,3	(1,5-7,2)	0,30	(0,18-0,42)
20-30 µg/l,	n=26	5,1	(2,1-8,2)	0,16	(0,01-0,31)

Tabel 3.9. Forventet antal arter ved forskellige TP-kategorier (mg P/l) og to søstørrelser ved anvendelse af beregningerne i tabel 3.8. Høj- og lav-estimaterne for a og b angiver de to grænser for 95 % sikkerhedsintervallet angivet i tabel 3.8.

TP-kategori	Antal arter									
	10 ha					100 ha				
	estimat	a_lav	a_høj	b_lav	b_høj	estimat	a_lav	a_høj	b_lav	b_høj
0-0,025	10,5	6,2	14,7	8,0	13,9	19,2	11,3	26,8	11,1	33,4
0,025-0,050	9,9	4,9	15,1	7,9	12,7	17,2	8,5	26,3	10,9	28,6
0,050-0,100	7,3	4,0	10,5	5,8	9,0	11,3	6,2	16,3	7,1	17,1

3.8 Forslag til indeks for undervandsplanter

Som illustreret i det foregående er forekomst og udbredelse af undervandsvegetation i danske søer meget variabel. Ikke blot er både dybdegrænsen, antal arter og den samlede vegetationsdækning meget varierende i forhold til fx klorofyl og totalfosforkoncentrationen, men også den enkelte art kan findes over et bredt spektrum af vandkvalitet. Mange arter er således forholdsvis tolerante, og kun et mindretal ser ud til at være egnede som egentlige indikatorarter i forhold til forskelligt næringsstofindhold. Dette gør alt sammen fastsættelsen af et egentlig makrofytindeks, som entydigt kan anvendes til at skelne de økologiske klasser, mere usikkert.

Hvis der skal anvendes et indeks, foreslår vi et simpelt og gennemskueligt indeks, hvor der i et scoringssystem anvendes en kombination af indikatorarter, maksimal dybdegrænse, dækningsgrad (RPA) og eventuelt artsantal jf. nedenfor (tabel 3.10). Indekset bør inddeles i lavvandede og dybe søer, som anvist i tabel 3.10, men på sigt, og når der bliver flere data til rådighed, er det også relevant at udvikle separate indeks for de mere sjældne søtyper (brakvandssøer, brunvandede søer, kalkfattige søer). Hvis der anvendes en alkalinitetsgrænse på 1 meq/l, som det er foreslået i EU-sammenhæng, vil der være et bredt overlap af arter, der kan forekomme i både lav- og højalkaline søer. For de større søer tyder tabel 3.8 dog på, at der kan forventes flest arter i søer med alkalinitet over 1 meq/l. Anvendelsen af et makrofytindeks må endvidere forventes at skulle udvikles over de kommende år på baggrund af undersøgelser i Danmark og resultater opnået i interkalibreringssammenhæng.

Ved anvendelsen af indikatorarter foreslår vi, at der kun anvendes arter, der indikerer næringsfattige søer. Årsagen er, at de næringstolerante arter også tit findes under næringsfattige forhold og derfor ikke er gode indikatorer. Afhængig af hvor mange af arterne, der findes på listen over indikatorarter, kan der tillægges forskellige antal point i et scoringssystem. Antallet af indikatorarter må forventes at afhænge af søstørrelse, og derfor er det nødvendigt at stille forskellige krav afhængig af søstørrelse.

Den maksimale dybdegrænse kan kun anvendes i de dybe søer, fordi de klarvandede, lavvandede søer ofte vil have undervandsvegetation på de største dybder. Tilsvarende kan planternes dækningsgrad kun anvendes i de lavvandede søer (eller evt. lavvandede områder af dybe søer), fordi det er begrænset, hvor stor en del af bunden der kan dækkes af undervandsplanter i de dybe søer. I de lavvandede søer har undervandsplanterne en markant indflydelse på den økologiske kvalitet, hvis dækningsgraden når over 20-30 %. Det plantefyldte vandvolumen ændres også i forhold til øget eutrofiering og kunne også være en mulig variabel. For

ikke at vægte udbredelsen af undervandsplanter for meget i forhold til de øvrige variable foreslås det i indekssammenhæng dog kun at anvende dækningsgraden. I lavvandede, næringsfattige søer kan det også være et problem at anvende det plantefyldte volumen, fordi mængden af planter ikke kun aftager i meget næringsrige søer, men også i meget næringsfattige søer. Artsantal kan anvendes i alle søer, men er usikker, som illustreret ved den ringe forklaringsværdi ud fra de viste sammenhænge og 95 % sikkerhedsintervallerne vist i tabel 3.8 og 3.9. Den svage relation mellem dybde og artsantal antyder, at det ikke er nødvendigt at skelne mellem dybe og lavvandede søer.

Tabel 3.10. Forslag til scoringssystem og indeks for undervandsplanter baseret på forekomst og udbredelse i henholdsvis dybe og lavvandede søer.

Dybe søer				Lavvandede søer		
	3 point	2 point	1 point	3 point	2 point	1 point
Antal arter fra tabel 3.3	>100 ha: ≥ 3 10-100 ha: ≥2 < 10 ha: : ≥1	> 100 ha: 2 < 100 ha: 1	> 100 ha: 1 < 100 ha: 0	>100 ha: ≥ 3 10-100 ha: ≥2 < 10 ha: ≥1	> 100 ha: 2 < 100 ha: 1	> 100 ha: 1 < 100 ha: 0
Antal arter*	>5,8*areal^{0,26}	> 5,7*areal^{0,24}	> 4,7*areal^{0,19}	>5,8*areal^{0,26}	> 5,7*areal^{0,24}	> 4,7*areal^{0,19}
Dybdegrænse	> 5 m	4-5 m	3-4 m	-	-	-
RPA	-	-	-	> 40 %	20-40 %	10-20 %
Total score						

*) Beregningerne er baseret på non-lineær regression (antal arter = a * areal^{b}) for søer med TP< 0,025 mg P/l (3 point, N=20), søer med TP mellem 0,025 and 0,05 mg P/l (2 point, N=45) og søer med TP mellem 0,05 og 0,1 mg P/l (1 point, N=75). Totalscoren kan eksempelvis omsættes til en økologisk kvalitetsklasse, hvor høj = 8-9, god = 6-7, moderat = 4-5, ringe = 2-3 og dårlig = 0-1.

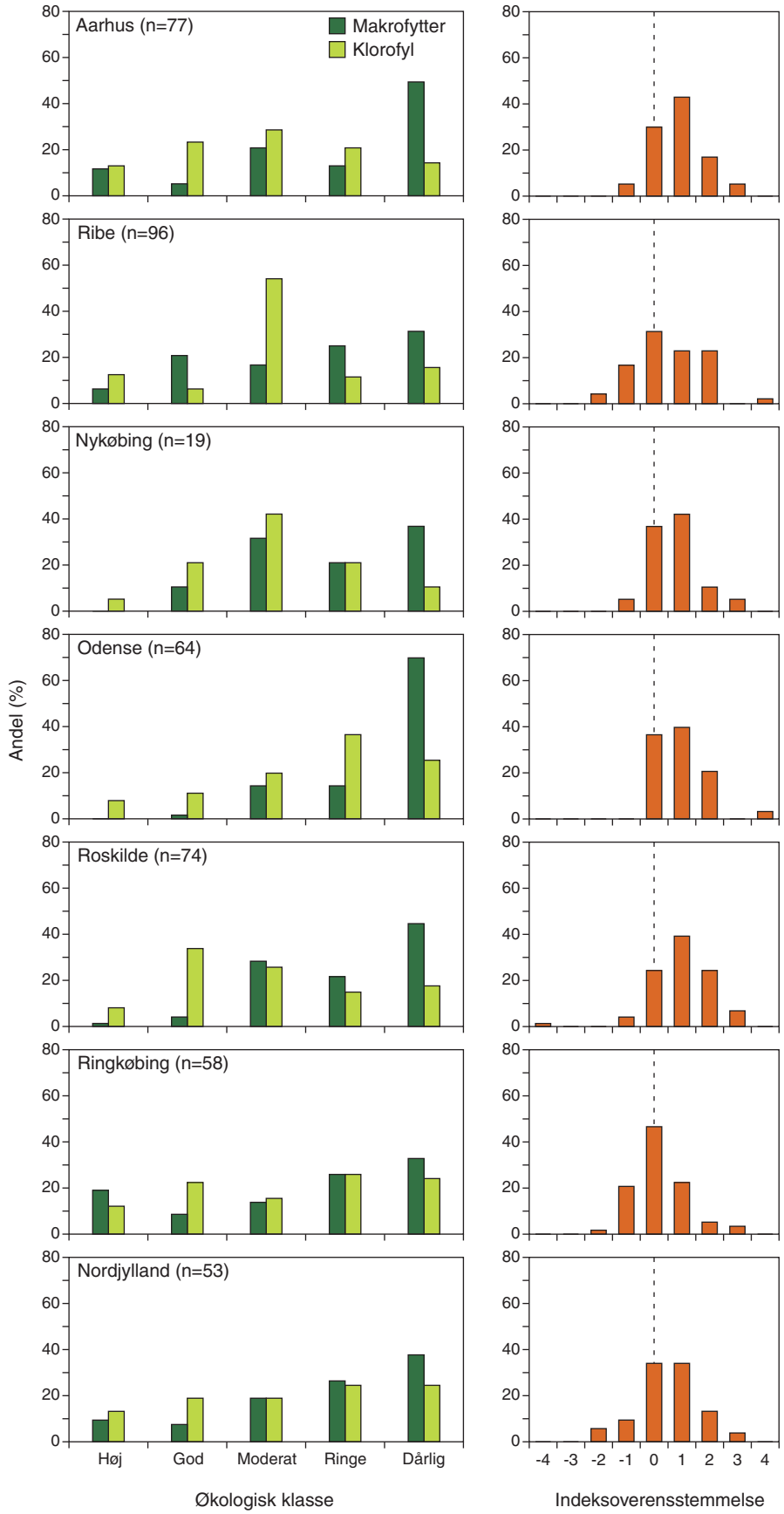
3.9 Beregning af indeks ved makrofyter og klorofyl *a*

Makrofytindekset foreslået i tabel 3.10 er testet ved, at de 7 miljøcentre har lavet en gennemregning af, hvordan søerne i deres områder i givet fald ville klassificeres i de fem økologiske klasser (bilag 5.3). Samtidigt har miljøcentrene lavet en klassificering efter de klorofyl *a* grænser, der er meldt via EU's interkalibrerede mål (tabel 3.11). Gennemregningerne omfatter data fra i alt 441 søår (fra nogle søer er der flere års data, se bilag 5.3), hvoraf de fleste data er indsamlet i perioden 2003-2007. Resultaterne og en sammenligning af de to metoder er opsummeret i figur 3.17.

Gennemregningerne viser, at der ved begge metoder er stor spredning i, hvordan søerne klassificeres, men at der generelt er overvægt af søer med en moderat økologisk klasse eller ringere (figur 3.17). Andelen af søer med høj eller god økologisk tilstand varierer mellem 2 % (MC Odense) og 28 % (MC Ringkøbing), hvis der klassificeres via makrofytindekset og mellem 19 % (MC Odense og MC Ribe) og 42 % (MC Roskilde), hvis der anvendes klorofyl.

Tabel 3.11. Grænser anvendt af miiljøcentrene til at skelne mellem de 5 økologiske tilstandsklasser på grundlag af klorofyl *a* (µg/l). Baseret på EU-kommissionens interkalibreringsbeslutning. I de søer, hvor tilstanden ikke er kendt, er der anvendt den øvre (altså den højeste) værdi af intervallet. I søer, hvor tilstanden er kendt, er den aktuelle værdi anvendt (pers. medd., Ivan Karottki, BLST).

Søtype	Klasse			
	Høj/god	God/moderat	Moderat/ringe	Ringe/dårlig
2, næringsfattig	4,3 – 6,5	8,0 – 12,0	27	56
9, lavvandet	9,9 – 11,7	21,0 – 25,0	56	90
10, dyb	4,6 – 7,0	8,0 – 12,0	27	56



Figur 3.17. Sammenligning mellem søers økologiske klassificering via henholdsvis makrofyter og klorofyl *a* fra søer i de 7 miljøcentre (n = antal søer). I bilag 5.2 er der en liste med alle søerne fra de 7 miljøcentre. Venstre kolonne viser fordelingen af søer i de 5 økologiske klasser ved henholdsvis anvendelse af makrofytindekset og klorofylindekset. Højre kolonne viser graden af overensstemmelse mellem klassificering ved makrofytindekset og på grundlag af klorofyl *a* indhold. Der er vist klassificeringen med klorofyl – klassificering via makrofytindeks, dvs. en værdi på -1 betyder, at makrofytindekset giver én klasse højere end ved klorofyl og tilsvarende, at +1 giver én klasse lavere ved makrofytindekset end ved klorofylindekset. Værdien 0 angiver, at der klassificeres til samme klasse.

For nogle af miljøcentrene er der en pæn overensstemmelse mellem klassificeringen via makrofytindekset og via klorofyl. Dette gælder fx MC Ringkøbing. For andre miljøcentre – og især miljøcentre uden for Jylland – er der en klar tendens til, at makrofytindekset giver flere søer i de lave økologiske klasser end klorofylindekset.

Samme tendens ses tydeligt ved graden af overensstemmelse mellem de to typer af klassificeringer (højre del af figur 3.17). For søerne i MC Ringkøbing og til dels søerne i MC Nordjylland og MC Ribe er der en nogenlunde ens fordeling omkring en ens klassificering, mens klassificeringen ved makrofytindekset ligger ca. en klasse under klassificeringen med klorofyl i MC Nykøbing, MC Odense og MC Roskilde. Kun 24-47 % af søerne henføres til samme økologiske klasse. Andelen af søer, som klassificeres med højst en forskel på én økologisk klasse, varierer mellem 68 (MC Roskilde) og 90 % (MC Ringkøbing).

Der kan være flere årsager til forskellen mellem klassificeringen ved de to indeks:

De indmeldte klorofylgrænser mellem de forskellige økologiske grænser ligger generelt noget højere end de grænser for fosfor og klorofyl, som tidligere har været foreslået (Søndergaard et al. 2003). Hermed vil fx antal arter, som i tabel 3.10 er knyttet til fosforindhold, generelt føre til en lavere score ved makrofytindekset end ved klorofylindekset.

En del søer – især blandt de mindre – er brunvandede. Disse søer vil typisk have et ret lavt indhold af klorofyl, hvilket giver en høj værdi jf. klorofyl-kravet, men ofte vil der kun være meget få planter i disse søer og med lille udbredelse pga. det brune vand, og det vil give et lavt indeks jf. makrofytbestemmelsen. Hertil kommer, at listerne fra miljøcentrene omfatter en del brakvandssøer (bilag 5.3), som vil have en anden flora end ferskvandssøerne.

En lavere klassificering på øerne kunne også skyldes, at nogle af indikatorarterne her naturligt er mindre udbredte end i Jylland, eksempelvis via generelt mere kalkholdige jorder. Det ville betyde en lav score for indikatorarter. Ser man i bilag 5.3 på scoren for indikatorarter (score 1), er der da også kun få søer fra MC Fyn, Roskilde og Nykøbing, hvor denne er højere end 1. Spørgsmålet er så, om det er en naturlig tilstand. Her viser historiske data, at det i hvert fald ikke er hele forklaringen, idet en art som strandbo tidligere var langt mere almindelig på øerne end i dag, og at årsagen til, at den er forsvundet fra en række lokaliteter, skyldes eutrofiering (Andersen et al. 2005).

Den store naturlige variation uden skarpe grænser langs en næringsstofgradient, som vist i denne rapport for alle de anvendte metrics, fører også til en naturlig stor variation i klassificeringen. Hertil kommer, at rent statistisk vil en fordeling, hvor toppunktet ligger tæt på en "sand" grænse mellem to økologiske klasser, føre til, at en stor del af observationerne gives en "forkert" klassificering.

4 Referencer

Andersen, T., Pedersen, O. & Andersen, F.Ø. (2005). Udbredelse af Strandbo før og nu. Vand & jord 12,4: 136-139.

Coops H., Kerkum F.C.M., van den Berg M.S. & van Splunder I. (2007). Submerged macrophyte vegetation and the European Water Framework Directive: assessment of status and trends in shallow, alkaline lakes in the Netherlands. Hydrobiologia 584: 395-402.

Duigan C., Kovach W. & Palmer M. (2007). Vegetation communities of British lakes: a revised classification scheme for conservation. Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems 17: 147-173.

European Union (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy.

Jeppesen, E., Søndergaard, M., Søndergaard, M. & Christoffersen, K. (eds.) (1997). The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes. Springer. Ecological Studies 131: 423 sider.

Gonzalez Sagrario M.A., Jeppesen E., Gomá J., Søndergaard M., Jensen J.P., Lauridsen T. & Landkildehus F. (2005). Does high nitrogen loading prevent clear-water conditions in shallow lakes at moderately high phosphorus concentrations? Freshwater Biology 50: 27-41.

Mäemets H. & Freiberg L. (2007) .Coverage and depth limit of macrophytes as tools for classification of lakes. Proceedings from the Estonian Academy of Science Biology. Ecology 56**:** 124-140.

Penning W.E., Dudley B., Mjelde M., Hellsten S., Hanganu J., Kolada A., van den Berg M., Poikane S., Phillips G., Willby N. & Ecke F. (2008). Using aquatic macrophyte community indices to define the ecological status of European lakes. Aquatic Ecology 42: 253-264.

Schneider S. (2007). Macrophyte trophic indicator values from a European perspective. Limnologica 37: 281-289.

Stelzer, D., Schneider, S. & Melzer, A. (2005) Macrophyte-based assessment of lakes - a contribution to the implementation of the European Water Framework Directive in Germany. International Review of Hydrobiology 90: 223-237.

Sand-Jensen K., Thorsgaard I., Moeslund B. & Pedersen N.L. (2007). Forureningens spor udviskes I Furesø. Naturens Verden 5: 28-37.

Søndergaard, M., Jeppesen, E., Jensen, J.P. (editors), Bradshaw, E., Skovgaard, H. & Grünfeld, S. (2003). Vandrammedirektivet og danske søer. Del 1: Søtyper, referencetilstand og økologiske kvalitetsklasser. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU 475: 140 sider.

5 Bilag

Bilag 5.1 Anvendte numre for arter af undervandsplanter vist i figurerne med angivelse af deres latinske og danske navne. Nederst på listen (uden numre) er angivet de arter, som indgår i opgørelsen af antal arter (dvs. alle angivet som værende fundet i en submers form). Forskellige varianter af samme art, underarter og hybrider tæller også med.

Nr	latinsk navn	Dansk navn
1	Chara	
2	Chara aspera	
3	Chara aspera var. aspera	
4	Chara baltica	
5	Chara hispida	
6	Chara hispida var. hispida	
7	Chara hispida var. major	
8	Chara globulares	Skør kransnål
9	Chara globularis var. virgata	
10	Chara globularis var. globularis	
11	Chara rudis	
12	Chara tomentosa	
13	Chara vulgaris	
14	Chara vulgaris var. longibracteata	
15	Chara vulgaris var. papillata	
16	Chara vulgaris var. contraria	
17	Chara vulgaris var. vulgaris	
18	Chara canescens	
19	Chara connivens	
20	Nitella	
21	Nitella flexilis	Bugtet glanstråd
22	Nitella translucens	
23	Nitellopsis obtusa	
24	Tolypella	Redetråd
25	Tolypella nidifica	
26	Tolypella nidifica var. glomerata	
27	Riccia fluitans	Flydende stjerneløv
28	Riccardia	
29	Riccardia chamedryfolia	Vand-nerveløs
30	Isoetes	Brasenføde
31	Isoetes lacustris	Sortgrøn brasenføde
32	Isoetes echinospora	Gulgrøn brasenføde
33	Lobelia dortmanna	Tvepibet lobelia
34	Plantago uniflora	Strandbo
35	Potamogeton natans	Svømmende vandaks
36	Potamogeton natans f. submersus	Svømmende vandaks, submers
37	Potamogeton polygonifolius	Aflangbladet vandaks
38	Potamogeton lucens	Glinsende vandaks
39	Potamogeton gramineus	Græsbladet vandaks
40	Potamogeton gramineus x lucens	Langstilket vandaks
41	Potamogeton gramineus x perfoliatus	Kortstilket vandaks
42	Potamogeton alpinus	Rust-vandaks
43	Potamogeton praelongus	Langbladet vandaks
44	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks

45 Potamogeton friesii	Brodbladet vandaks
46 Potamogeton rutilus	Rødlig vandaks
47 Potamogeton pusillus	Spinkel vandaks
48 Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks
49 Potamogeton obtusifolius	Butbladet vandaks
50 Potamogeton trichoides	Hårfin vandaks
51 Potamogeton compressus	Bændel-vandaks
52 Potamogeton acutifolius	Spidsbladet vandaks
53 Potamogeton crispus	Kruset vandaks
54 Potamogeton crispus x perfoliatus	Kruset*hjertebladet vandaks
55 Potamogeton filiformis	Tråd-vandaks
56 Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks
60 Batrachium	Vandranunkel
61 Ranunculus peltatus ssp. baudotii	Strand-vandranunkel
62 Ranunculus peltatus ssp. peltatus	Storblomstret vandranunkel
63 Ranunculus aquatilis var. aquatilis	Alm. vandranunkel
64 Ranunculus aquatilis var. diffusus	Hårflige vandranunkel
65 Ranunculus circinatus	Kredsbladet vandranunkel
66 Ceratophyllum demersum	Tornfrøet hornbland
67 Ceratophyllum submersum	Tornløs hornblad
68 Myriophyllum verticillatum	Krans-tusindblad
69 Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad
70 Myriophyllum alterniflorum	Hår-tusindblad
71 Callitriche	Vandstjerne
72 Callitriche hermaphroditica	Høst-vandstjerne
73 Callitriche stagnalis	Storfrugtet vandstjerne
74 Callitriche platycarpa	Fladfrugtet vandstjerne
75 Callitriche hamulata	Smalbladet vandstjerne
76 Utricularia	Blærerod
77 Utricularia minor	Liden blærerod
78 Utricularia intermedia	Storlæbet blærerod
79 Utricularia ochroleuca	Kortsporet blærerod
80 Utricularia vulgaris	Alm. blærerod
81 Utricularia australis	Slank blærerod
82 Stratiotes Alcides	Krebseklo
83 Elodea	Vandpest
84 Elodea canadensis	Alm. Vandpest
85 Elodea nuttallii	Smalbladet vandpest
86 Zannichellia	Vandkrans
87 Zannichellia palustris	Vandkrans
88 Zannichellia palustris var. repens	Krybende vandkrans
89 Zannichellia palustris var. major	Stor vandkrans
90 Zannichellia palustris var. pedunculata	Stilket vandkrans
91 Najas marina	Stor najade
92 Najas flexilis	Liden najade
93 Elatine hexandra	Sekshannet bækarve
. Chara vulgaris var. denudata	
. Chiloscyphus pallescens	
. Sphagnum	
. Sphagnum denticulatum	
. Sphagnum subsecundum	
. Sphagnum cuspidatum	
. Sphagnum palustre	
. Plagiomnium affine	
. Rhizomnium pseudopunctatum	
. Fontinalis	

. Fontinalis antipyretica
. Fontinalis dalecarlica
. Calliergon
. Campylium polygamum
. Leptodictyum riparium
. Warnstorfia exannulata
. Warnstorfia fluitans
. Drepanocladus
. Drepanocladus aduncus
. Equisetum fluviatile
. Pilularia globulifera
. Persicaria amphibia
. Rumex hydrolapathum
. Ranunculus flammula
. Ranunculus flammula f. submersa
. Ranunculus reptans
. Ranunculus hederaceus
. Nymphaea alba
. Nymphaeaceae f. submersa
. Nuphar lutea
. Nuphar lutea f. submersa
. Subularia aquatica
. Elatine hydropiper
. Lythrum portula f. submersa
. Hippuris
. Hippuris vulgaris
. Hydrocotyle vulgaris
. Sium latifolium f. submersum
. Oenanthe aquatica f. submarsa
. Apium inundatum
. Hottonia palustris
. Lysimachia thyrsiflora
. Lysimachia thyrsiflora f. submersa
. Galium palustre ssp. palustre
. Myosotis
. Veronica beccabunga
. Sagittaria sagittifolia
. Sagittaria f. submersa
. Baldellia ranunculoides
. Baldellia f. submersus
. Alisma plantago-aquatica
. Alisma plantago-aquatica f. submersum
. Alisma lanceolatum f. submersum
. Butomus
. Butomus umbellatus
. Butomus umbellatus f. submersus
. Hydrocharis morsus-ranae
. Ruppia
. Ruppia maritima
. Ruppia cirrhosa
. Iris pseudacorus
. Juncus bulbosus
. Juncus bulbosus ssp. bulbosus
. Juncus bulbosus f. submersus
. Glyceria maxima
. Lemna trisulca

. Lemna minor
. Sparganium
. Sparganium erectum
. Sparganium erectum ssp. erectum
. Sparganium emersum
. Sparganium emersum f. submersum
. Sparganium angustifolium
. Sparganium natans
. Typha latifolia
. Schoenoplectus lacustris
. Schoenoplectus lacustris f. submersus
. Isolepis fluitans
. Eleocharis acicularis
. Eleocharis palustris ssp. vulgaris

Bilag 5.2. Forekomst af undervandsplanter i søer over 1 ha. Hver sø er kun med én gang.
Alle arter set i forhold til indhold af klorofyl *a* (µg/l) og totalfosfor (tp, µg P/l). Angivet som minimumskoncentration, 25 %-fraktil, median-, 75 %-fraktil og maksimumskoncentration, hvorved arterne er registreret. N er antal søer, hvori arten er registreret. For artsnavne se bilag 5.1.

art	N	chl min	chl Q1	chl med	chl Q3	chl max	tp min	tp Q1	tp med	tp Q3	tp max
1	17	4.580	20.500	32.250	51.073	146.191	16.167	65.000	87.600	101.800	1104.60
2	8	5.701	11.031	44.212	112.500	172.000	19.437	33.656	74.018	225.200	368.00
3	4	3.500	3.775	9.025	65.300	116.600	0.215	5.607	19.000	38.800	50.60
4	2	141.800	141.800	156.900	172.000	172.000	348.000	348.000	358.000	368.000	368.00
5	2	4.897	4.897	13.978	23.060	23.060	15.506	15.506	26.953	38.400	38.40
6	1	12.760	12.760	12.760	12.760	12.760	63.600	63.600	63.600	63.600	63.60
7	1	4.050	4.050	4.050	4.050	4.050	11.000	11.000	11.000	11.000	11.00
8	33	1.624	6.700	11.898	40.425	172.000	17.693	29.200	44.600	89.800	648.00
9	1	4.050	4.050	4.050	4.050	4.050	11.000	11.000	11.000	11.000	11.00
10	9	6.320	12.200	17.637	65.259	72.840	26.250	54.375	88.045	98.400	1104.60
11	1	5.701	5.701	5.701	5.701	5.701	19.437	19.437	19.437	19.437	19.44
12	7	4.050	6.990	15.722	25.040	63.200	11.000	38.111	50.600	57.833	123.00
13	13	0.017	8.960	14.400	24.000	65.259	15.500	38.111	58.600	84.375	126.00
14	3	1.300	1.300	1.900	87.800	87.800	10.000	10.000	15.500	202.000	202.00
15	1	8.240	8.240	8.240	8.240	8.240	26.000	26.000	26.000	26.000	26.00
16	4	6.990	15.832	40.621	86.583	116.600	0.215	23.857	75.250	110.375	117.75
17	2	12.760	12.760	20.730	28.700	28.700	63.600	63.600	96.200	128.800	128.80
18	2	0.017	0.017	1.391	2.766	2.766	33.400	33.400	58.887	84.375	84.37
19	2	4.580	4.580	4.820	5.060	5.060	19.200	19.200	29.100	39.000	39.00
20	8	8.800	16.045	29.843	62.000	138.800	55.400	59.200	76.411	96.200	129.50
21	24	2.000	6.280	12.711	28.555	116.600	0.215	24.400	38.700	61.762	155.60
22	5	5.300	9.700	16.040	17.140	44.950	30.800	32.000	41.000	42.600	96.17
23	9	6.990	15.722	18.040	30.400	83.200	38.111	47.500	56.600	62.400	123.00
24	1	5.060	5.060	5.060	5.060	5.060	19.200	19.200	19.200	19.200	19.20
25	1	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	15.500	15.500	15.500	15.500	15.50
26	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
27	1	8.634	8.634	8.634	8.634	8.634	69.852	69.852	69.852	69.852	69.85
28	2	2.000	2.000	7.769	13.538	13.538	9.000	9.000	46.345	83.689	83.69
29	2	4.000	4.000	5.309	6.618	6.618	16.000	16.000	32.227	48.455	48.45
31	9	2.000	4.764	7.500	9.700	29.509	9.000	16.000	22.445	39.833	68.40
32	6	1.939	6.440	10.070	16.040	20.960	16.061	22.445	35.800	44.600	83.69
33	14	1.939	6.075	7.100	10.120	29.509	9.000	16.400	22.223	40.800	83.69
34	35	1.700	6.340	9.700	18.658	52.436	9.000	20.000	30.524	44.600	102.82
36	5	1.700	4.764	6.220	7.792	19.120	14.600	14.789	27.800	38.200	66.80
37	1	1.527	1.527	1.527	1.527	1.527	11.727	11.727	11.727	11.727	11.73
38	11	5.701	17.637	25.040	32.250	116.600	0.215	20.000	54.375	66.800	89.80
39	9	1.624	5.060	6.700	18.940	34.567	17.693	19.200	27.800	57.950	85.60
40	2	18.040	18.040	22.920	27.800	27.800	56.600	56.600	72.100	87.600	87.60
41	6	4.764	6.220	10.312	17.767	19.120	14.789	19.929	23.900	31.333	66.80
42	5	6.220	6.700	6.900	16.340	18.800	17.693	27.800	39.000	48.800	55.40
43	10	5.701	6.340	8.737	18.940	83.200	19.437	29.200	44.175	72.600	102.40
44	45	4.580	14.000	20.678	33.600	120.600	0.061	38.111	56.542	98.400	648.00
45	9	4.096	16.025	19.120	30.960	33.200	12.900	41.800	66.800	79.750	167.80
46	3	6.220	6.220	14.400	141.400	141.400	27.800	27.800	36.264	133.300	133.30
47	38	1.300	13.040	24.338	43.250	116.600	0.215	39.000	65.200	123.000	1104.60
48	47	1.300	7.792	18.800	33.200	116.600	0.061	29.800	55.400	98.200	648.00
49	44	4.580	12.049	18.870	37.600	138.800	15.506	38.700	57.275	98.600	236.00
50	1	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	15.500	15.500	15.500	15.500	15.50
51	6	7.792	16.340	18.490	19.120	24.880	38.200	54.600	56.000	66.800	85.60
52	1	12.2000	12.2000	12.2000	12.200	12.200	227.40	227.40	227.40	227.40	227.40
53	88	1.3000	14.5875	28.9929	56.435	178.000	0.06	41.50	86.16	133.02	1104.60
54	1	40.6364	40.6364	40.6364	40.636	40.636	102.82	102.82	102.82	102.82	102.82
55	6	6.2200	10.0000	11.5667	17.767	19.120	19.00	20.00	29.57	42.80	66.80
56	85	0.0170	13.1600	25.9182	56.567	172.000	0.06	41.12	82.47	153.00	1104.60
60	20	1.3000	7.9583	20.5290	42.308	86.000	10.00	35.92	56.60	84.40	127.80
61	3	10.0000	10.0000	15.7222	40.636	40.636	20.00	20.00	38.11	102.82	102.82
62	8	4.7644	7.5900	17.5700	20.040	27.800	14.79	33.40	44.10	61.10	87.60
63	6	9.7600	13.2250	16.2375	23.060	27.800	0.06	16.17	32.32	39.00	87.60
64	2	5.0200	5.0200	9.3475	13.675	13.675	16.17	16.17	17.08	18.00	18.00
65	39	4.4000	10.0000	19.1200	40.636	116.600	0.21	38.20	64.25	101.80	648.00
66	55	4.4000	8.8000	20.5000	45.400	120.600	0.06	39.00	91.80	165.80	1104.60
67	16	5.0200	10.8600	20.0230	46.910	85.000	18.00	43.40	56.49	111.13	1104.60

68	8	4.5800	5.9606	15.1700	19.473	38.000	19.44	33.40	46.90	61.10	93.80
69	49	1.9000	11.8980	23.0600	48.067	141.800	0.21	38.11	81.20	127.80	648.00
70	20	3.5000	6.7998	16.1900	27.700	105.400	17.69	31.40	41.70	61.76	108.13
71	11	1.7000	16.3400	38.6667	86.000	117.800	14.60	55.40	98.60	165.80	335.60
72	8	4.5800	8.0500	15.3346	23.097	44.950	20.84	31.60	41.80	61.67	96.17
73	1	9.0000	9.0000	9.0000	9.000	9.000	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00
74	4	2.2200	4.2200	12.5800	57.420	95.900	27.80	28.80	57.70	96.20	106.80
75	9	1.7000	6.2200	6.6996	18.800	20.960	9.00	17.69	39.00	44.60	85.60
76	1	38.0000	38.0000	38.0000	38.000	38.000	93.80	93.80	93.80	93.80	93.80
77	1	17.1400	17.1400	17.1400	17.140	17.140	42.60	42.60	42.60	42.60	42.60
79	1	6.2200	6.2200	6.2200	6.220	6.220	27.80	27.80	27.80	27.80	27.80
80	1	25.0400	25.0400	25.0400	25.040	25.040	57.83	57.83	57.83	57.83	57.83
81	7	1.6240	4.7644	10.6000	55.400	185.667	14.79	18.60	50.20	110.50	189.40
82	2	1.6240	1.6240	8.8245	16.025	16.025	18.60	18.60	31.18	43.75	43.75
83	7	6.9900	20.5000	33.2000	66.700	78.575	41.20	47.50	99.25	129.20	167.80
84	83	4.5800	13.2250	24.6750	48.067	178.000	0.06	39.00	79.40	117.75	1104.60
85	3	27.8000	27.8000	79.0000	126.000	126.000	87.60	87.60	224.00	236.00	236.00
86	3	0.0170	0.0170	30.4000	131.800	131.800	62.40	62.40	84.37	239.50	239.50
87	1	68.6133	68.6133	68.6133	68.613	68.613	1104.60	1104.60	1104.60	1104.60	1104.60
88	36	0.0170	16.0387	22.9375	46.508	116.600	0.21	45.60	83.63	124.50	1104.60
89	5	33.6000	45.4000	60.0000	141.800	172.000	59.20	155.60	161.00	348.00	368.00
90	5	2.7660	13.2250	20.9600	68.613	92.236	26.25	33.40	44.60	153.00	1104.60
91	2	8.9600	8.9600	16.4800	24.000	24.000	43.60	43.60	51.10	58.60	58.60
92	1	26.0000	26.0000	26.0000	26.000	26.000	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00
93	7	2.0000	4.0000	9.7000	27.600	46.455	9.00	16.00	32.00	55.82	68.40

Bilag 5.3. Scoreberegninger og klassificering af søer fra de 7 miljøcentre ved anvendelse af henholdsvis makrofytindeks (tilstand: Score makro) og klorofyl *a* grænser baseret på EU-kommissionens interkalibrereringsbeslutning (tilstand Chla EU). Score 1 angiver scoren opnået via forekomsten af indikatorarter, score 2 angiver scoren opnået via antallet af arter, og score 3 angiver scoren opnået via henholdsvis plantedækket areal (lavvandede søer) eller undervandsplanternes dybdegrænse (dybe søer).

Søer fra MC Aarhus

Sønavn	Sø-type	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Bjerlev Hede	13	0,5	0,5	2005	3	3	2	8	Høj	Høj
Kalgård Sø	2	9,8	4,7	2005	3	3	3	9	Høj	Høj
Kong Sø	2	3,3	4,8	2005	3	1	1	5	Moderat	God
Halle Sø	9	31,0	2,3	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Nedenskov Sø	10	9,8	4,5	2005	3	3	3	9	Høj	Høj
Oversø	6	5,0	>3	2007	3	1	0	4	Moderat	God
Ræv Sø	2	5,9	3,3	2005	3	3	3	9	Høj	God
Ræv Sø	2	5,9	3,3	2008	3	3	3	9	Høj	God
Stigsholm Sø	9	22,0	0,8	2004	1	0	2	3	Ringe	Moderat
Stigsholm Sø	9	22,0	0,8	2007	1	0	2	3	Ringe	Moderat
Torup Sø	10	20,0	4,4	2007	2	1	1	4	Moderat	Ringe
Vestbirk Sø	9	11,6	3,2	2005	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Vestbirk Sø	9	11,6	3,2	2008	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Almind Sø	10	52,0	10,4	2004	3	3	3	9	Høj	Høj
Blid Sø	10	5,1	>3	2004	3	1	1	5	Moderat	Høj
Brassø	9	114,0	4,3	2008	0	0	0	0	Dårlig	Moderat
Brude Sø	5	1,7	1,0	2004	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Bryrup Langsø	9	37,3	4,6	2008	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Elle Sø	13	7,4	1,0	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Engetved Sø	13	4,6	1,1	2007	1	3	3	7	God	Høj
Gjessø	2	1,6	3,3	2007	1	0	1	2	Ringe	Moderat
Hummel Sø	13	7,0	2,3	2007	1			1	Dårlig	Moderat
Hund Sø	6	2,1	>3	2005	1	0	0	1	Dårlig	God
Jens Kær	9	1,6	1,0	2004	1	0	1	2	Ringe	Høj
Klostermose	9	1,4	1,0	2004	1	0	0	1	Dårlig	(God)
Knud Sø	10	194,0	13,4	2007	3	1	3	7	God	God
Kul Sø	9	17,0	1,9	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Lyng Sø	10	9,6	2,4	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Mossø	9	1653,0	9,0	2005	0	0	0	0	Dårlig	Moderat
Ravn Sø	10	46,9	15,0	2006	3	2	2	7	God	God
Riis Mose	9	3,2	1,0	2006	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Salten Langsø	9	298,0	4,5	2007	0	0	0	0	Dårlig	Moderat
Skanderborg Lillesø	6	23,0	1,9	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Skanderborg Sø	9	760,0	7,8	2006	0	0	0	0	Dårlig	Moderat
Snabe Igelsø	10	3,3	3,4	2005	3	3	2	8	Høj	Høj
Stejlholt Sø	6	2,1	>3	2004	3	0	3	6	God	God
Thorsø	9	68,0	4,2	2007	2	1	0	3	Ringe	Høj
Vejlsø	9	11,4	2,7	2008	2	0	0	2	Ringe	God
Velling Igelsø	10	7,6	7,9	2008	3	0	1	4	Moderat	God
Vessø	9	59,7	4,3	2008	1	1	0	2	Ringe	Moderat
Vrads Sande Sø	5	3,0	0,5	2005	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Ørn Sø	9	41,4	4,0	2008	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Hinge Sø	9	92,8	1,2	2008	2	1	0	3	Ringe	Dårlig
Langå Sø	9	6,8	1,0	2008	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Mørke Mose	9	27,1	1,0	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Rødding Sø	9	21	1,45	2006	1	1	3	5	Moderat	Høj
Kransmose	5	6	1,35	2008	0	0	0	0	Dårlig	Dårlig
Hald Sø	10	340	13,1	2008	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Vintmølle Sø	9	20,2	2,8	2007	2	0	0	2	Ringe	Moderat
Vedsø, Nonbo/Rind.	10	160	4,3/ 3,2	2006	0	0	0	0	Dårlig	Ringe
Ormstrup Sø	9	12,4	2,3	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Stormose v. Mundel.	9	8,9	1,5	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Agri Sø	9	1,4	1	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Lading Sø	9	44,0	1	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Tillerup Sø	9	6,0	2,8	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Geding Sø	9	5,0	2	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Årslev Engsø	9	117,0	0,75	2008	0	0	0	0	Dårlig	Dårlig
Egå Engsø	9	113,0	0,8	2008	1	0	3	4	Moderat	God
Egå Engsø	9	113,0	0,8	2008	3	3	3	9	Høj	God
Tåstrup Sø	9	9,5	1	2006	1	0	3	4	Moderat	God
Stilling-Solbjerg Sø	10	372,0	8,1	2006	0	0	1	1	Dårlig	Ringe
Brabrand Sø	9	154,0	1	2005	0	0	0	0	Dårlig	Dårlig

Sønavn	Sø-type	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Horsemose	9	0,2	1	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Torp Sø	10	6,3	3,6	2008	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Tebstrup Sø	10	31,0	8,9	2008	1	1	2	4	Moderat	Moderat
Tebstrup Sø	10	31,0	8,9	2005	1	2	1	4	Moderat	God
Iglsø v. Vitved	9	1,3	2,0	2006	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Rugård Søndersø	9	6,2	1,0	2008	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Rugård Søndersø	9	6,2	1,0	2005	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Ulstrup Langsø	10	40,0	4,8	2004	2	3	3	8	Høj	God
Stubbe Sø	9	378,0	2,9	2005	0	0	0	0	Dårlig	Moderat
Toftemose	13	1,4	1,0	2004	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Bogens Sø	9	10,0	0,7	2007	1	1	3	5	Moderat	God
Dråby Sø	9	36,4	1,4	2006	1	0	3	4	Moderat	God
Løvenholm Langsø	6	17,8	4,0	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Rugård Nørresø	9	36,0	1,6	2005	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Fussing Sø	10	216,0	12,6	2005	0	1	2	3	Ringe	Moderat

Søer fra MC Ribe

Sønavn	Sø-type	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Ban Sø	13	0,9	1,4	2005	2	0	0	2	Ringe	Ringe
Bønstrup Sø	9	10,3	1,1	2008	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Filsø	9	65,9	0,6	2004	1	3	2	6	God	Moderat
Filsø	9	65,9	0,6	2007	1	3	2	6	God	Moderat
Fåresø	1	9,0	1,3	2005	3	1	1	5	Moderat	Moderat
Fåresø	1	9,0	1,5	2008	3	3	1	7	God	Moderat
Grindsted Engsø	9	30,0	1,2	2004	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Grærup Langsø	9	33,0	0,7	2005	1	1	0	2	Ringe	God
Grærup Langsø	9	33,0	0,7	2008	2	2	1	5	Moderat	God
Guldager Mølledam	9	2,6	1,1	2004	1	1	0	2	Ringe	Ringe
Holm Sø	1	12,0	0,8	2004	3	1	1	5	Moderat	Høj
Holm Sø	1	12,0	0,8	2005	3	1	2	6	God	Høj
Holm Sø	1	12,0	0,8	2006	3	1	3	7	God	Høj
Holm Sø	1	12,0	0,8	2008	3	1	2	6	God	Høj
Jels Midtsø	10	24,1	4,6	2004	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Jels Nedersø	10	52,6	5,7	2004	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Jels Nedersø	10	52,6	5,7	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Jels Oversø	9	8,5	1,1	2004	2	0	0	2	Ringe	Ringe
Jels Oversø	9	8,5	1,1	2007	2	0	0	2	Ringe	Ringe
Karlsgårde sø	9	85,7	1,7	2006	2	2	2	6	God	God
Kvie Sø	1	30,0	1,2	2004	3	1	2	6	God	Moderat
Kvie Sø	1	30,0	1,2	2005	3	1	2	6	God	Moderat
Kvie Sø	1	30,0	1,2	2006	3	2	3	8	Høj	Moderat
Kvie Sø	1	30,0	1,2	2007	3	1	3	7	God	Moderat
Marbæk Sø - Midt	9	4,5	1,1	2007	2	2	0	4	Moderat	Moderat
Marbæk Sø - Vest	9	13,8	1,1	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Munkesø	9	24,4	0,8	2008	1	1	0	2	Ringe	Moderat
Nørrekær	13	25,8	0,3	2004	1	0	1	2	Ringe	Dårlig
Nørrekær	13	25,8	0,3	2007	1	0	1	2	Ringe	Dårlig
Rygbjerg Sø	10	9,9	5,8	2005	3	0	0	3	Ringe	Moderat
Rygbjerg Sø	10	9,9	5,8	2008	3	0	0	3	Ringe	Moderat
Søgård Sø	9	26,7	2,7	2004	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Søgård Sø	9	26,7	2,7	2005	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Søgård Sø	9	26,7	2,7	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Søgård Sø	9	26,7	2,7	2008	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Søndermose	13	0,6	0,9	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Søvigsund Sø	9	22,7	0,5	2004	1	3	2	6	God	Høj
Søvigsund Sø	9	22,7	0,5	2007	2	3	0	5	Moderat	Høj
Tranekær Sø	9	5,1	1,1	2006	2	3	2	7	God	Moderat
Vedsted Sø	10	7,8	5	2005	3	2	1	6	God	Moderat
Ødis Sø	9	26,5	0,5	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Ål Præstesø	1	11,0	1,5	2005	3	3	1	7	God	Moderat
Ål Præstesø	1	11,0	1,5	2008	3	3	2	8	Høj	Moderat
Agsø	10	11,3	3,7	2006	1	0	1	2	Ringe	Moderat
Bankel Sø	11	215,8	1,9	2007	0	0	0	0	Dårlig	God
Bisøgård	9	1,1	1,3	2005	3	1	3	7	God	God
Dollerup Sø	9	9,7	0,5	2007	2	0	0	2	Ringe	Dårlig
Ejsbøl Sø	9	18,2	1,5	2007	1	0	2	3	Ringe	Moderat
Engelsholm Sø	9	43,9	2,6	2004	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Engelsholm Sø	9	43,9	2,6	2005	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Engelsholm Sø	9	43,9	2,6	2006	1	0	0	1	Dårlig	Moderat

Sønavn	Sø-type	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Engelsholm Sø	9	43,9	2,6	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Fuglsø	11	5,6	1	2007	2	0	0	2	Ringe	Dårlig
Fårup Sø	10	95,0	5,6	2006	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Grarup Sø	9	8,7	2,1	2005	2	0	0	2	Ringe	Moderat
Grarup Sø	9	8,7	2,1	2008	2	0	0	2	Ringe	Moderat
Gråsten Slotssø	9	16,7	1,8	2004	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Gråsten Slotssø	9	16,7	1,8	2007	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Halk Nor	11	59,9	1	2007	1	0	0	1	Dårlig	Høj
Hopsø (Genner Bugt)	11	9,5	1	2005	2	0	0	2	Ringe	Moderat
Hopsø (Genner Bugt)	11	9,5	1	2008	2	0	0	2	Ringe	Moderat
Ketting Nor	11	38,1	1	2006	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Kær Vig	11	5,5	0,7	2006	2	0	1	3	Ringe	Dårlig
Margrethe Sø	9	3,6	0,9	2005	2	3	3	8	Høj	God
Marielund Sø	10	3,6	2,6	2005	2	0	0	2	Ringe	Ringe
Nordborg Sø	10	54,6	5,6	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Pamhule Sø	9	10,6	2	2007	1	0	0	1	Dårlig	Høj
Rands Fjord	11	143,0	1,3	2006	0	0	0	0	Dårlig	Dårlig
Sandbjerg Mølledam	9	10,1	1,4	2008	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Skærsø	5	16,0	1,4	2006	3	1	0	4	Moderat	Ringe
Skærsø v. V.Nebel	9	1,8	1,5	2005	2	1	2	5	Moderat	Dårlig
Stallerup Sø	9	23,5	2,1	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Stevning Dam	9	29,8	0,8	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Varnæs Skovsø	11	8,8	2,8	2006	2	0	0	2	Ringe	Moderat
Vedbøl Sø	9	15,2	2,7	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Rørbæk Sø	10	81,1	4,7	2004	3	0	2	5	Moderat	Moderat
Rørbæk Sø	10	81,1	4,7	2007	2	0	0	2	Ringe	Moderat
Balledam	9	2,5	0,9	2007	2	1	3	6	God	Høj
Hjulsø	5	2,9	1,4	2008	2	2	0	4	Moderat	Dårlig
Hostrup Sø	9	202,2	2,1	2004	1	2	1	4	Moderat	Moderat
Hostrup Sø	9	202,2	2,1	2005	1	2	1	4	Moderat	Moderat
Hostrup Sø	9	202,2	2,1	2006	1	2	1	4	Moderat	Moderat
Kruså Møllesø	9	11,7	1	2005	1	3	2	6	God	Moderat
Kruså Møllesø	9	11,7	1	2008	1	3	3	7	God	Moderat
Lund Sø	9	1,8	3,1	2006	2	3	3	8	Høj	Høj
Ralsøen	10	4,1	6	2004	2	3	3	8	Høj	Høj
Ralsøen	10	4,1	6	2007	2	3	3	8	Høj	Høj
Råstofsø nø. Rødekro	14	7,9	4,5	2004	2	0	1	3	Ringe	Ringe
Råstofsø nø. Rødekro	14	7,9	4,5	2007	2	1	3	6	God	Ringe
Store Søgård Sø	9	61,3	2,7	2004	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Store Søgård Sø	9	61,3	2,7	2005	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Store Søgård Sø	9	61,3	2,7	2006	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Store Søgård Sø	9	61,3	2,7	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Sø 232 ved Kliplev	5	20,0	1,5	2008	2	0	0	2	Ringe	Ringe
Sø 265 ved Kliplev	13	7,8	1,6	2005	3	3	1	7	God	Moderat
Sø 265 ved Kliplev	13	7,8	1,6	2008	3	2	0	5	Moderat	Moderat

Søer fra MC Nykøbing

Sønavn	Søtype	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Hejrede Sø	9	53,0	0,8	2004	1	1	3	5	Moderat	God
Maribo Søndersø	9	862,0	1,7	2004	0	1	3	4	Moderat	Moderat
Maribo Søndersø	9	862,0	1,7	2007	0	1	3	4	Moderat	Moderat
Røgbølle Sø	9	197,0	1,0	2004	0	1	2	3	Ringe	God
Denderup Sø	9	4,5	1,1	2005	1	3	3	7	God	Høj
Mølle Sø	10	11,0	3,1	2005	1	3	3	7	God	Moderat
Mølle Sø	10	11,0	3,1	2008	1	0	2	3	Ringe	Moderat
Bonderup Mose	9	2,0	2,2	2006	1	1	3	5	Moderat	God
Gjorslev Møllesø (MCROS)	9	22,0	2,5	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Bavelse Sø	10	89,4	4,6	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Tystrup Sø	10	661,0	9,9	2007	0	0	1	1	Dårlig	Dårlig
Bromme Maglesø	9	72,0	2,2	2007	1	0	0	1	Dårlig	God
Bromme Lillesø	9	13,6	1,6	2005	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Søtorup Sø	10	68,0	10,0	2002	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Haraldsted Langesø	10	190,0	5,6	2008	0	1	1	2	Ringe	Ringe
Ulse Sø	10	51,0	8,8	2007	1	1	1	3	Ringe	Moderat
Vesterborg Sø	9	19,6	1,4	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Ejlemade Sø (MCROS)	9	22,0	1,3	2007	1	1	2	4	Moderat	(Moderat)
Kragemose	9	3,0	1,3	2005	1	0	3	4	Moderat	Moderat

Søer fra MC Odense

Sønavn	Søtype	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Flødstrup Sø	9	4,97	1,36	1999	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Gammellung	9	0			1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Gammelmølle Sø	9	6,7	1,60	2008	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Hannebjerg Mose NØ-bas.	9	3	1,50	2003	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Hannebjerg Mose SV-bas.	9	1	0,90	2003	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Hjulby Sø	9	15,4	2,10	2005	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Hjulby Sø	9	15,4	2,10	2008	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Keldsnor	11	63	0,60	2006	1	0	1	2	Ringe	Ringe
Kobbermose	9	9,4	0,70	2008	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Ladegårds Sø	9	2,6	0,90	2005	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Stengade Sø V-bassin	9	2,1	1,50	2004	1	0	3	4	Moderat	Høj
Stengade Sø Ø-bassin	13	5,14	1,00	2004	1	0	3	4	Moderat	God
Sædballe Fredmose Ø-bas.	13	7,504	0,50	2005	1	1	3	5	Moderat	Høj
Vomme Sø	9	15	3,80	2008	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Østerø Sø	11	23	0,50	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Bøjden Nor, nordl. del		5,1		2007	1	0	1	2	Ringe	Ringe
Bøjden Nor, sydl. del	11	27,3	0,80	2007	1	0	1	2	Ringe	Dårlig
Hylkedam	9	4,6	0,50	2005	1	0	0	1	Dårlig	
Nordby Sø	10	5,9	3,95		1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Sarup Sø	9	3,57	1,66	2004	1	0	2	3	Ringe	God
Sdr. Søby Sø	9	5	0,60		1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Søholm Sø	10	26,4	6,60	2004	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Søholm Sø	10	26,4	6,60	2005	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Søholm Sø	10	26,4	6,60	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Søholm Sø	10	26,4	6,60	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Sønderby Sø	9	7,885	2,93		1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Vestermose, Bågø, S-bassin	11	10	0,40	2008	1	0	1	2	Ringe	God
Arreskov Sø	9	317	1,85	1997	1	0	3	4	Moderat	God
Arreskov Sø	9	317	1,85	2004	0	0	1	1	Dårlig	Dårlig
Arreskov Sø	9	317	1,85	2005	0	0	3	3	Ringe	Ringe
Arreskov Sø	9	317	1,85	2006	0	0	3	3	Ringe	Ringe
Arreskov Sø	9	317	1,85	2008	0	0	2	2	Ringe	Ringe
Brahetrolleborg Slotssø	9	5	0,50		1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Brændegård Sø	9	108,23	0,80	2003	0	0	0	0	Dårlig	Dårlig
Dallund Sø	9	14,83	1,87	2004	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Dallund Sø	9	14,83	1,87	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Fjellerup Sø	9	5,8	1,43	2005	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Fjellerup Sø	9	5,8	1,43	2008	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Grusgravsø nr.7.1		12,13		2005	1	3	3	7	God	Høj
Grusgravsø nr.7.1		12,13		2008	1	1	3	5	Moderat	God
Langesø	9	17,6	3,10	2005	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Langesø	9	17,6	3,10	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Nr.Søby Sø, Søby Søg. Sø	9	18	0,50		1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Nørresø	9	69,13	2,30	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Sellebjerg Sø	9	9,17	2,00	2005	1	0	3	4	Moderat	God
Sortesø	6	1,23	2,30	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Store Øresø	9	6,36	0,50	2006	1	0	0	1	Dårlig	Høj
Søbo Sø	9	21,4	3,60	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Gudme Sø	9	9	0,50		1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Holmdrup Mose	9	5,07	1,10		1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Hovedsø, Avernakø	11	16	0,60	2007	1	0	0	1	Dårlig	Høj
Hvidkilde sø	9	60,82	1,96	2004	1	0	2	3	Ringe	Moderat
Hvidkilde sø	9	60,82	1,96	2007	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Klisenor	11	4,13	0,60	2008	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Lergrav v. Stenstrup	9	9,59	0,50	2004	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Nakkebølle Inddæmning	13	91,67	0,50	2005	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Nielstrup Sø	9	4	0,30		1	0	0	1	Dårlig	God
Ollerup Sø	9	22,6	1,30	2005	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Ollerup Sø	9	22,6	1,30	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Piledyb	11	3	0,30	2000	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Rudkøbing Mose	9	1,8	1,50	2001	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Sundet - Fåborg	13	29,17	0,80	2005	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Sørup Sø	9	11,2	2,90		1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Tranekær Borgsø	9	12,9	0,70		1	0	0	1	Dårlig	Dårlig

Søer fra MC Roskilde

Sønavn	Søtype	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Arresø	9	3953	3,0	2007	0	0	0	0	Dårlig	Dårlig
Bagsværd Sø	9	117	2,1	2008	0	0	0	0	Dårlig	Moderat
Bastemose	9	10,1	0,6	2007	1	1	3	5	Moderat	God
Bastrup Sø	10	32,1	3,5	2008	1	0	2	3	Ringe	Moderat
Birkedam	11	5,7	1,3	2007	1	0	0	1	Dårlig	God
Bondedam	13	12,5	1,3	2006	1	0	2	3	Ringe	Moderat
Borup Sø	9	9,1	1,1	2007	1	0	3	4	Moderat	God
Brobæk Mose	9	0,4	1,1	2006	1	0	3	4	Moderat	God
Brådebæk Mose	9	4,2	2,3	2006	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Bøgeholm Sø	13	29,8	1,1	2006	1	0	3	4	Moderat	Ringe
Bøllemose	5	2,0	1,6	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Damhus Sø	9	46,2	2,0	2008	1	0	2	3	Ringe	God
Donse Storedam	13	19,3	1,6	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Dybesø	9	18,5	1,6	2006	2	1	3	6	God	God
Dyssemose	9	6,1	1,5	2006	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Eskilsø Rørmose	9	8,9	0,5	2006	1	0	1	2	Ringe	Moderat
Etdam	9	8,7	0,4	2006	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Farum Sø	10	116	6,3	2008	0	1	3	4	Moderat	Ringe
Favrholm Sø	9	7,0	0,8	2007	3	3	2	8	Høj	Dårlig
Flintesø	9	6,4	1,1	2008	1	0	1	2	Ringe	God
Flyndersø	11	2,6	0,2	2006	1	0	0	1	Dårlig	God
Fuglsangsøen	9	3,0	1,1	2004	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Fønstrup Dam	13	3,2	0,7	2004	1	1	3	5	Moderat	God
Gentofte Sø	9	22,4	0,9	2008	1	2	3	6	God	God
Gjorslev Møllesø	9	23,3	2,7	2008	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Gulemose	9	4,3	0,1	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Gundsømagle sø	9	31,5	1,1	2008	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Gurre Sø	9	208,9	2,1	2007	0	0	2	2	Ringe	Moderat
Hakkemose	10	5,1	3,6	2005	1	1	2	4	Moderat	Høj
Holmesø	11	20,0	1,1	2007	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Hovvig	11	65,3	0,6	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Hundsemyre	9	11,9	0,4	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Høholm Sø	9	2,7	0,9	2006	1	1	3	5	Moderat	God
Højby Sø	9	39,0	1,8	2006	1	1	2	4	Moderat	Moderat
Hørsholm Slotssø	9	7,5	0,6	2006	1	1	3	5	Moderat	God
Jægersø	11	36,4	1,3	2007	1	1	3	5	Moderat	God
Karlsstrup Kalkgrav	10	6,1	4,4	2008	1	0	2	3	Ringe	Høj
Karlssø	13	2,9	1,0	2005	1	0	0	1	Dårlig	God
Kimmerslev Sø	9	36,1	3,8	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Kornerup Sø	9	7,7	2,9	2008	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Korshullet	9	0,3	0,3	2004	1	0	1	2	Ringe	Høj
Langebjerg Gravsø	10	5,4	4,4	2006	1	1	2	4	Moderat	Høj
Lille Vejlesø	11	44,4	1,8	2007	1	0	2	3	Ringe	God
Lillesø	10	4,2	2,6	2006	1	0	0	1	Dårlig	God
Lyngby Sø	9	56,1	1,6	2008	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Løgsø	2	6,3	2,8	2008	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Madesø	9	30,4	2,3	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Maglebæk Sø	11	10,4	1,1	2007	1	0	2	3	Ringe	Moderat
Maglesø	10	12,4	3,2	2007	1	3	3	7	God	God
Nydam	9	2,0	0,5	2005	1	1	0	2	Ringe	Moderat
Porsemose	13	2,8	0,8	2006	1	1	2	4	Moderat	Høj
Rajemose	9	7,7	0,6	2006	1	0	1	2	Ringe	God
Ringebæk Sø	11	16,2	1,5	2007	1	0	2	3	Ringe	God
Skarresø	9	192,2	2,6	2007	0	0	0	0	Dårlig	Moderat
Skovrød Sø	9	4,5	0,9	2008	1	0	3	4	Moderat	Ringe
Sortesø	5	3,0	2,0	2004	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Springdam	9	2,0	1,3	2006	1	1	3	5	Moderat	Høj
Stokkerup Dam	1	0,5	0,4	2004	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Store Gribsø	6	9,8	5,5	2005	1	0	1	2	Ringe	Ringe
Stubbe Sø	11	16,2	1,1	2007	1	0	3	4	Moderat	God
Søllerød Sø	10	13,3	5,6	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Søndersø	10	121,1	3,4	2006	0	1	0	1	Dårlig	Ringe
Teglgaard Sø	13	5,3	1,2	2005	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Tidam	9	3,7	0,1	2006	1	0	0	1	Dårlig	God
Tissø	9	1223,8	7,5	2008	0	0	2	2	Ringe	Moderat
Torbenfeld Sø	9	15,0	0,8	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Tørkeris Sø	9	2,0	0,9	2005	1	1	3	5	Moderat	God
Ubberød Dam	9	4,9	0,6	2006	1	0	3	4	Moderat	God
Utterslev Mose vest	9	31,5	0,8	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Utterslev Mose øst	9	16,8	1,1	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig

Sønavn	Søtype	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Vallensbæk Sø	9	16,7	1,1	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Ølene	9	3,7	0,3	2005	1	1	3	5	Moderat	God
Ølmose	9	1,9	1,5	2008	1	0	1	2	Ringe	Moderat
Åremyre	9	3,3	1,7	2004	1	3	0	4	Moderat	God

Søer fra MC Ringkøbing

Sønavn	Søtype	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Byn	13	9,47	0,5		3	3	3	9	Høj	Høj
Husby Sø	9	137,29	1,40		3	3	1	7	God	God
Indfjorden	11	229,33	1,01		1	3	3	7	God	God
Nørre Sø	9	107,53	1,20		1	3	0	4	Moderat	God
Rørsø	1	3,45	0,8		0	0	0	0	Dårlig	Ringe
Sømose	1	1,86	0,75		0	0	3	3	Ringe	Høj
Søndersund	13	4,50	0,6		3	3	3	9	Høj	Høj
Tang Sø	9	22,95	0,98		2	3	3	8	Høj	God
Birkesø	2	1,8	2,3	2005	2	0	0	2	Ringe	Ringe
Borbjerg Møllesø	9	12,9	1,30	2005	1	0	2	3	Ringe	Ringe
Bredmose Fjends	5	3,7	< 3	2005	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Brokholm Sø	13	82,5	< 3	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Bølling Sø	5	379,4	< 3	2007	0	0	0	0	Dårlig	God
Egge Sø	2	1,6	2,7	2003	3	1	0	4	Moderat	Ringe
Ferring Sø	11	313,8	1,4	2007	0	0	1	1	Dårlig	Dårlig
Flyndersø nordlige del	10	277,1	3,70	2006	0	0	0	0	Dårlig	Dårlig
Flyndersø sydlig del	10	148,1	3,35	2006	0	0	0	0	Dårlig	Dårlig
Gjeller Sø	11	53,9	1,2	2004	1	0	3	4	Moderat	God
Harboøre Fjord	11	213,1	0,3	2001	0	0	3	3	Ringe	Moderat
Helle Sø	9	26,9	1,5	2002	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Hjerk Nor	11	65,9	< 3	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Holmgård Sø	9	14,4	1	2005	1	0	1	2	Ringe	Dårlig
Hygum Nor	11	30,5	1	2007	1	0	3	4	Moderat	Moderat
Hærup Sø	9	59,3	0,6	2006	1	0	1	2	Ringe	Moderat
Kilen	11	329,7	2,95	2007	0	0	0	0	Dårlig	Ringe
Klejtrup Sø	9	134,0	1,7	2006	0	0	0	0	Dårlig	Ringe
Kragsø	5	14,9	< 3	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Kås Sø	11	60,7	1,8	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Lemvig Sø	11	14,5	2	2004	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Mellemvese	11	11,6	0,4	2007	1	0	1	2	Ringe	Dårlig
Mollerup Sø	9	20,6	< 3	2007	1	1	0	2	Ringe	Ringe
Movsø	10	6,1	2,3	2006	1	0	2	3	Ringe	Ringe
Mørke Sø	2	3,6	< 3	2007	3	0	3	6	God	Moderat
Noret	15	17,5	0,5	2007	1	0	2	3	Ringe	Dårlig
Rødsø	9	117,0	< 3	2007	0	0	0	0	Dårlig	Ringe
Skalle Sø	9	76,7	0,7	2000	0	1	1	2	Ringe	Ringe
Skør Sø	1	8,8	1	2004	3	1	2	6	God	God
Skån Sø	1	9,8	1,9	2003	3	3	3	9	Høj	God
Strandsø 2,Sdr. Lem Vig	15	8,9	< 3	2007	1	1	3	5	Moderat	Ringe
Strandsø 1,Sdr. Lem Vig	15	14,5	< 3	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Stubbergård Sø	9	152,8	2,5	2008	0	0	1	1	Dårlig	Dårlig
Sø nord for Gjeller Sø	11	5,9	< 3	2007	1	0	3	4	Moderat	God
Sønder Lem Vig	9	240,0	0,75	2006	0	0	2	2	Ringe	Ringe
Thyborøn Fjord	11	271,4	0,3	2001	0	0	0	0	Dårlig	God
Tranemose	5	7,9	0,8	2006	1	0	3	4	Moderat	Ringe
Viv Sø	5	6,4	<3	2006	1	0	2	3	Ringe	Moderat
Ørslevkloster Sø	11	38,3	< 3	2008	1	1	1	3	Ringe	Dårlig
Ensø	10	11	2,1		0	3	0	3	Ringe	Moderat
Kulsø, Troldhede	9	8	1,58		3	3	2	8	Høj	God
Mellem dyb (V. Stadil F.)	13	86	0,41		2	3	3	8	Høj	Høj
Nordredyb (V. Stadil F.)	13	31	0,68		2	3	3	8	Høj	God
Skænken Sø	13	36	0,45		3	3	0	6	God	?
Stadil Fjord	11	1646	1,51		3	3	2	8	Høj	Høj
Svanholm Sø	13	8	1,62		3	1	0	4	Moderat	Moderat
Sø v. Kærballegård	6	5	1,41		0	0	0	0	Dårlig	dårlig
Søby Sø	9	73	2,80		3	3	2	8	Høj	høj
Hampen sø	10	72	4,3		3	3	3	9	Høj	God
Rørbæk Sø	10	84	4,3		3	1	2	6	God	Ringe
Sø v. kulgården	10	10			3	3	3	9	Høj	Høj

Søer fra MC Nordjylland

Sønavn	Søtype	areal, ha	mid. dybde, m	år	score 1	score 2	score 3	samlet score	Tilstand: Score makro	Tilstand: Chla EU
Bisolevandet	1	5,0	0,53	2005	1	2	2	5	God	Moderat
Bløden Sø	5	1,7	0,82	2007	1	1	3	5	Moderat	God
Dronninglund Møllesø	9	2,3	0,77	2004	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Dybvad Sø	10	5,0	4,2	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Gersholt Sø	9	4,3	0,9	2004	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Guldager Sø	10	4,0	4,1	2004	1	0	1	2	Ringe	Ringe
Nørlev Sø	10	3,4	2,3	2005	1	1	0	2	Dårlig	Dårlig
Ralgrav Klim, øst	10	5,5	0,8	2005	3	3	0	6	God	Høj
Tofte Sø	13	89,7	0,38	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Vandplasken	13	3,2	0,28	2007	3	3	3	9	Høj	Moderat
Arup Vejle	11	370,5	0,7	2007	0	1	2	3	Ringe	Dårlig
Bjålum	13	2,8	0,5	2007	1	1	0	2	Dårlig	Ringe
Estrup Dam	5	6,7	1,6	2006	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Flade Sø	11	484,8	1,8	2008	0	1	1	2	Dårlig	Dårlig
Førby Sø	9	47,0	0,71	2005	3	2	3	8	God	God
Glenstrup Sø	10	349,0	10,39	2007	0	1	3	4	Ringe	Ringe
Gravlev	9	14,6	0,61	2006	1	0	0	1	Dårlig	God
Gyrup Gård Sø	9	3,3	0,48	2006	1	1	0	2	Dårlig	Ringe
Hannerup Sø	1	9,5	1,14	2006	2	1	0	3	Ringe	Dårlig
Han Vejle	9	40,0	0,5	2008	1	1	3	5	Moderat	Moderat
Hornum Sø	1	11,4	1,74	2007	3	1	0	4	Moderat	Ringe
Hørby Sø	13	5,2	0,42	2007	1	1	0	2	Dårlig	Moderat
Jølby Nor	9	5,9	0,49	2007	1	0	0	1	Dårlig	Moderat
Klostereng Lergrav, nord	11	6,6	3,07	2005	1	1	0	2	Dårlig	Ringe
Legind Sø	9	25,2	0,55	2007	1	0	2	3	Ringe	Ringe
Louns Sø	13	46,0	0,87	2008	1	1	1	3	Ringe	Ringe
Lund Fjord	9	532,7	0,71	2008	0	1	2	3	Ringe	God
Læssø	13	28,7	0,28	2005	1	1	3	5	Moderat	Høj
Lønnerup Fjord	11	122,7	0,5	2007	0	1	2	3	Ringe	Moderat
Madum Sø	1	203,0	2,72	2004	2	1	3	6	God	Høj
Midtsø	15	12,7	0,51	2007	1	1	2	4	Ringe	Dårlig
Mølholm Kridtgrav	10	12,0	7,26	2005	1	1	2	4	Ringe	Høj
Navn Sø	10	19,2	2,8	2006	3	1	2	6	Moderat	Moderat
Nols Sø	9	2,4	1,1	2006	1	1	3	5	Moderat	Ringe
Nors Sø	9	347	3,7	2006	3	2	3	8	Høj	Høj
Nørhå	9	19	0,34	2006	1	1	1	3	Moderat	Høj
Possø	5	3,3	0,42	2004	3	2	3	8	Høj	Høj
Poulstrup Sø	10	1,1	1,83	2005	1	1	0	2	Dårlig	Ringe
Sjørup Sø	10	37,8	5,62	2006	1	1	3	5	Moderat	God
Sjørupgårde Sø	10	4	3,25	2006	1	1	0	2	Ringe	Moderat
Skørbæk Sø	9	1,8	1,02	2007	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Snæbum Sø	10	8,5	8,08	2007	3	1	1	5	Moderat	Dårlig
Solsidens Kridtgrav	10	4,1	4,74	2005	1	2	3	6	Moderat	God
Suldrup Sø	9	8	0,71	2006	1	0	0	1	Dårlig	Dårlig
Sø v. Agger Tange	11	239,2	0,26	2008	0	1	3	4	Ringe	God
Ulvedybet	11	557,75	0,8	2006	0	1	3	4	Ringe	God
Vilsted Sø	13	472,14	0,7	2007	0	1	1	2	Dårlig	Dårlig
Vullum (Voldum) Sø	13	16,5	0,32	2005	1	2	3	6	Høj	God
Øje Sø	1	3,62	1,18	2006	3	1	3	7	Høj	Moderat
Østsø	15	7,73	0,42	2007	1	1	0	2	Dårlig	Dårlig
Gandrup Sø	13	5,6	0,92	2007	1	1	0	2	Ringe	Moderat
Kielstrup Sø	11	35	2,54	2007	1	0	0	1	Dårlig	Ringe
Kjellerup Sø	9	8,11	0,51	2006	1	0	0	1	Dårlig	God

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

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.

719 The western Greenland Sea. A preliminary strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities in the KANUMAS East area.
By Boertmann, D., Mosbech, A., Schiedek, D. & Johansen, K. (eds). 246 pp.

718 DEVANO. Decentral Vand- og Naturovervågning. Programbeskrivelse 2009.
Af Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Nordemann Jensen, P. (red.). 34 s.

717 Oplandsmodellering af vand og kvælstof i umættet zone for oplandet til Horndrup Bæk.
Af Ladekarl, U.L., Jensen, R., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Mejlhede, P., Olsen, B.Ø. 76 s.

716 Annual Danish informative inventory report to UNECE. Emission inventories from the base year of the protocols to year 2007.
By Nielsen, O-K., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Fauser, P., Plejdrup, M.S., Albrektsen, R. & Hjelgaard, K. 498 pp.

715 Baseline and monitoring studies at Seqi olivine mine 2004 to 2007.
By Asmund, G., Boertmann, D. & Johansen, P. 90 pp.

714 Vandmiljø og Natur 2007. NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning.
Af Nordemann Jensen, P., Boutrup, S., Bijl, L. van der, Svendsen, L.M., Grant, R., Bøgestrand, J., Jørgensen, T.B., Ellermann, T., Dahl, K., Josefson, A.B., Ejrnæs, R., Søgaard, B., Thorling, L. & Dahlgren, K. 118 s.

713 Arter 2007. NOVANA.
Af Søgaard, B. & Asferg T. (red.). 140 s.

712 Terrestriske Naturtyper 2007. NOVANA.
Af Ejrnæs, R., Nygaard, B., Fredshavn, J.R., Nielsen, K.E. & Damgaard, C. 150 s.

711 Vandløb 2007. NOVANA.
Af Bøgestrand, J. (red.). 108 s.

[Tom side]

UNDERVANDSPLANTER SOM INDIKATORER FOR VANDKVALITET I SØER

Forekomst og udbredelse af undervandsplanter i 300 danske søer er analyseret med henblik på at vurdere deres anvendelighed til økologisk klassificering jf. EU's Vandrammedirektiv. Alle de undersøgte variable viser stor variation i forhold til indhold af totalfosfor og klorofyl a. Størst potentiale synes at knytte sig til visse arter, som indikerer næringsfattige forhold, planternes maksimale dybdegrænse (dybe søer) og planternes dækningsgrad (lavvandede søer). Der er foreslået et simpelt makrofyt-indeks, som baserer sig på disse variable samt antallet af arter. Indekset er testet på søer i de 7 miljøcentre.

ISBN: 978-87-7073-116-4
ISSN: 1600-0048