

Danske søtyper

Søer kan være meget forskellige – ikke mindst på grund af menneskelige påvirkninger, som i form af øget næringsstoftilførsel i forskellig grad ofte har ført til uklare søer og forringet økologisk tilstand. Men der er også naturgivne forhold, som gør, at søer er forskellige. Spørgsmålet er, hvordan man bedst beskriver og kategoriserer disse forskelle i en forvaltningsmæssig sammenhæng.

MARTIN SØNDERGAARD &
LISELOTTE S. JOHANSSON

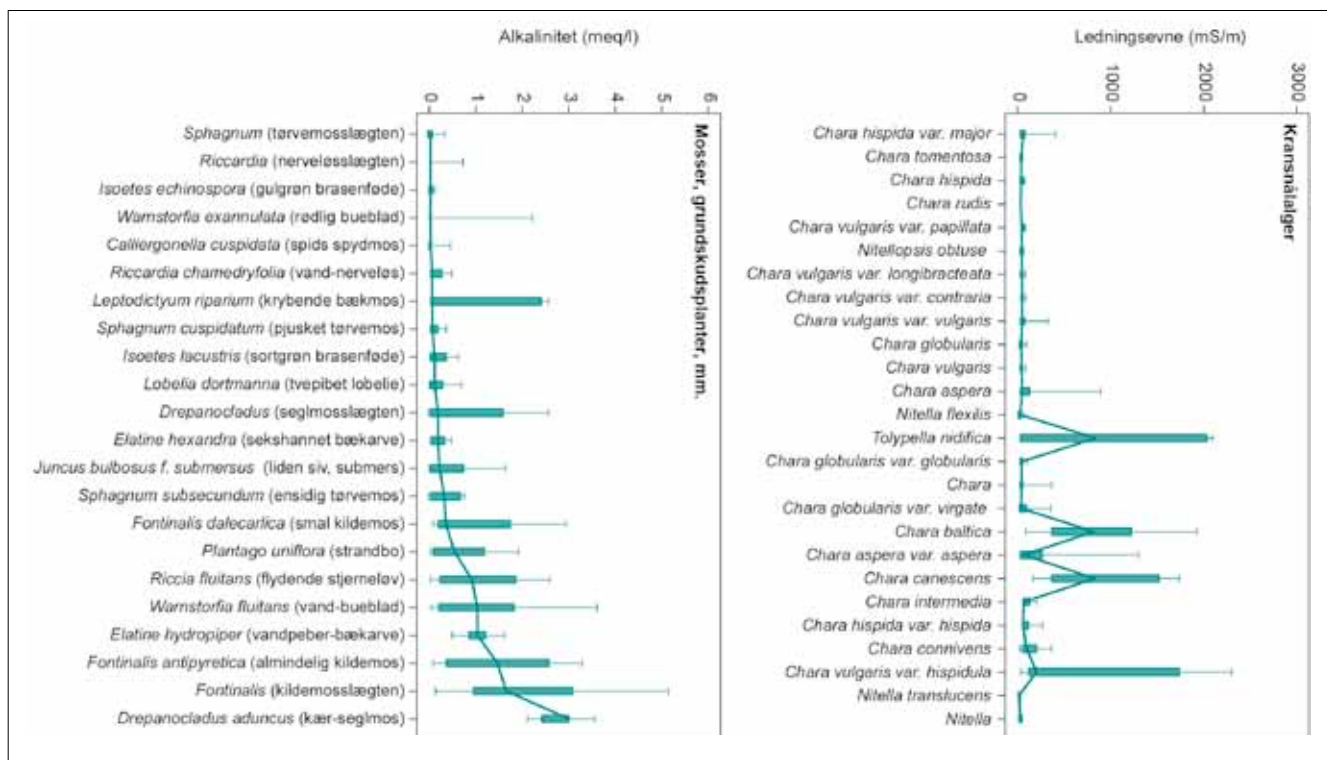
Der findes i tusindvis af danske søer. Alene i størrelsesgruppen >1 hektar er der over 3.000. Alle disse søer er i princippet unikke med deres egne naturgivne forhold, men der er også fælles træk. Disse fælles træk har længe været anerkendt og anvendt til at gruppere søer i forskellige typer, for eksempel

den brunvandede dystrofe søtype præget af opløste humusstoffer eller de kalkfattige, næringsfattige og klarvandede lobeliesøer, hvor undervandsvegetationen domineres af specielle vækstformer tilpasset den tilgængelige kulstofkilde /1,2/.

I forbindelse med implementeringen af de to EU-direktiver vandrammedirektivet og habitatdirektivet har anvendelsen og fastsættelsen af søtyper fået en ny og væsentlig betydning, idet begge direktiver forholder sig til forskellige typer af søer. Habitatdirektivet anvender

især vegetationssamfundet til inddeling i typer, mens vandrammedirektivet lægger op til at anvende morfologiske og kemiske kriterier. Blandt kriterierne i vandrammedirektivet kan nævnes søens dybde, størrelse og geologiske forhold.

Formålet med denne artikel er at give et overblik over de danske søtyper, som kan anvendes i forbindelse med vandrammedirektivets implementering forud for udarbejdelsen af de næste vandområdeplaner, der vil dække perioden 2021-2027. De nuværende vandom-



Figur. 1. Eksempler på, hvordan arter/taxa af kransnålbger er registreret i forhold til søernes saltholdighed (målt som ledningsevne), og hvordan mosser, grundskudsplanter m.m. er registreret i forhold til kalkholdighed (udtrykt som alkalinitet). Boksene viser 10 %, 25 %, median, 75 % og 90 % fraktiler. Medianværdier er forbundne. Flere arter og fordelinger er vist i /3/.



Figur 2. Den stærkt brunvandede søtype tillader ikke lyset at nå ret langt ned i vandet. Her er det åkander, der trænger op i lyset i Vejlbø Mose.

rådeplaner omfatter alle 691 søer over 5 hektar og 166 søer fra 1 til og med 5 hektar, i alt 857 søer. I analysen er der gjort brug af de mange vandkemiske og biologiske data, der er indsamlet, siden den nationale overvågning af danske søer begyndte i 1989. Som inddelingskriterier er der taget udgangspunkt i søernes indhold af kalk, salt, humusstoffer samt dybdemæssige forhold. Artiklen er et sammendrag af en nylig udgivet rapport, hvor der findes en mere detaljeret gennemgang af de forskellige søtyper og baggrunden for deres afgrænsning /3/.

Kalkfattig – kalkrig

Søers kalkholdighed (udtrykt ved alkaliniteten) som, hvis den er lav, betyder ringe bufferkapacitet og ofte lave pH-værdier, er især strukturerende for vegetationssamfundet. Dette hænger sammen med, at nogle former for undervandsplanter ved lav alkalinitet og ringe indhold af hydrogenkarbonat er i stand til at udnytte kuldioxid som kulstofkilde. Ved meget kalkfattige forhold og lav pH påvirkes også andre organismer, for eksempel snegle og muslinger, som har brug for kalk til opbygningen af deres skal. I stærkt sure søer med pH-værdier lavere end 5-6 påvirkes alle orga-

nismegrupper.

Forekomsten af undervandsplanter i forhold til kalkholdigheden i de søer, hvor de er fundet, illustrerer, hvordan blandt andet tørvemasser og arter som strandbo, lobelia og brasenføde alle primært findes i søer med lav alkalinitet (Fig. 1). De fleste fund af disse arter eller grupper af planter er gjort i søer med en alkalinitet lavere end ca. 0,2 meq/l. Analysen viser dog også, at nogle arter, eksempelvis strandbo, også kan findes i søer med en forholdsvis høj alkalinitet. Blandt plantegrupper som kransnålgær og arter af vandaks findes næsten alle arter primært i søer med en høj alkalinitet /3/. Fiskesamfundet ændres også fra kalkrige til kalkfattige søer. Ål og aborre er de to arter, der ses ved den laveste alkalinitet og ved pH-værdier ned til eller under 4,3 /3/.

Fersk – brak

Indholdet af salt har betydning for forekomsten af de flestes søernes planter og dyr. Ved øget saltholdighed sker der gradvist et skift fra ferskvandsarter til marine arter, men det er noget forskelligt, i hvilken grad de enkelte arter tåler saltholdigt vand. Ud over saltindholdet adskiller den kemiske sammensætning i saltvand sig også fra ferskvand ved blandt andet et højere sulfatindhold, og det kan via øget sulfatreduktion og sulfiddannelse påvirke bindingen af fosfor i sedimentet, når man bevæger sig fra det ferske mod det mere salte.

Effekten af saltholdighed (her udtrykt som vandets ledningsevne) på artsforekomsten kan illustreres ved tilstedeværelsen af forskellige arter af kransnålgær. Nogle arter, som eksempelvis *Chara baltica* og *C. canescens*, er primært fundet i søer med en forholdsvis høj ledningsevne, mens andre arter som *C. tomentosa* og *C. vulgaris* næsten kun er fundet i søer med lav ledningsevne (Fig. 1). Set over en bred kam omfattende både planter, planteplankton og fisk sker den største reduktion i det samlede antal af registrerede arter allerede, når ledningsevnen øges op til 100-200 mS/m, svarende til en saltholdighed på 0,5-1 ‰. De fleste ferskvandssøer har en ledningsevne under 50 mS/m.

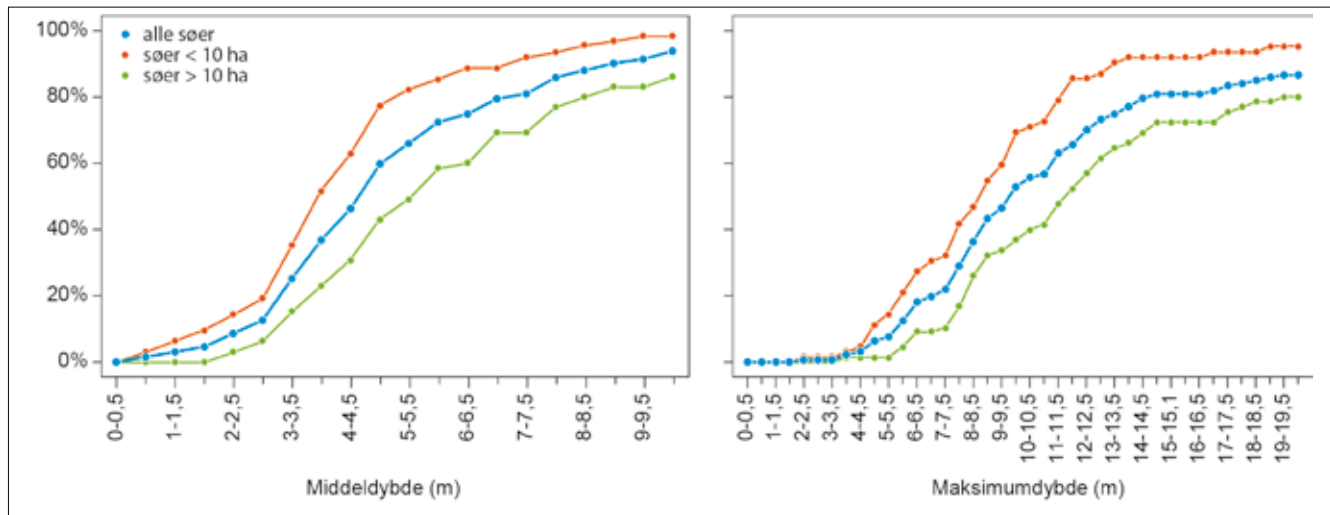
Klarvandet – brunvandet

I de kraftigt brunvandede (humusholdige) søer påvirkes blandt andet udbredelsen af undervandsplanter af de dårlige lysforhold, og visse planteplanktonarter som *Gonyostomum semen* kan blive totalt dominerende (Fig. 2). Der findes ikke ret mange danske data fra stærkt brunvandede søer, og det gør det mere usikkert at finde den bedste afgrænsning mellem brunvandede og ikke-brunvandede søer. Så længe søerne er svagt brunvandede, ser

Tabel 1. Oversigt over mulige inddelingskriterier anvendt til klassificering af søtyper med angivelse af deres primære indvirkning (mindre eller svag anført i parentes) og med anbefaling af, hvilke værdier der kan bruges til deres afgrænsning.

Inddelingskriterie	Primære indvirkning	Forslag til afgrænsning
Kalkholdighed	- Planter	Alkalinitet: 0,2 meq/l
	- (Planteplankton)	
	- (Fisk)	
Brunfarvning	- (Planteplankton)	Farvetal: 60 mg Pt/l
	- (Fisk)	
	- (Planter)	
Vanddybde*	- Temperaturlagdeling	Middelvanddybde: 3 m
	- Næringsstofindhold ved en given næringsstofftilførsel	
Saltholdighed	- Planter	Salinitet: 0,5 ‰
	- Planteplankton	
	- Fisk	

*) Hvis der kan etableres et tilstrækkeligt kendskab til omfanget af lagdeling, kan dette i stedet anvendes som kriterie.



Figur 3. Fordelingen af dybdeforhold i temperaturlagdelte søer. Til venstre er vist den kumulerede kurve af middeldybde og til højre maksimumsdybden som procent af alle lagdelte søer (n=127). Der er vist kurver for alle lagdelte søer (blå, n=127), for søer < 10 ha (rød, n=62) og > 10 hektar (grøn, n=65). Figuren er baseret på de data, Miljøstyrelsen har anvendt i de gældende vandområdeplaner, og hvor søerne er kategoriseret som værende dybe. I vandområdeplanerne er der ved inddelingen i dybe eller lavvandede søer også taget hensyn til omfanget af lagdelingen (areal og varighed) /6/.

det dog ikke ud til at påvirke artsforekomsten nævneværdigt. I de øvrige nordiske lande er brunvandede søer langt mere almindelige end i Danmark, og her anvender man to afgrænsninger, der adskiller svagt, middel og stærkt brunvandede søer, og de udtrykkes ved et farvetal på henholdsvis < 30, 30-90 og > 90 mg Pt/l.

Hvis man kun ønsker at arbejde med to typer, hvor der skelnes mellem brunvandede og ikke-brunvandede søer, vil man med en afgrænsning ved 60 mg Pt/l (der svarer til farven i en ret tynd kop te) kunne adskille de ikke-eller kun svagt brunvandede søer fra de middel til stærkt brunvandede søer. Kategorien med farvetal over 60 mg Pt/l vil dog omfatte en relativ uensartet gruppe af søer.

Lavvandet – dyb

Søers vanddybde er især relevant i forhold til at afgøre, om vandet i sommerperioden lagdeles i et varmt overfladelag og et koldt bundlag. Lagdelte søer har et noget anderledes næringsstofkredsløb end i de lavvandede og fuldt opblandede søer. I de dybe og lagdelte søer bundfældes og ophobes næringsstofferne i bundvandet, så overfladevandets koncentrationer reduceres i løbet af sommeren. I de lavvandede søer derimod, er bundvand og overfladevand hele tiden i kontakt, så fosforindholdet i vandet ofte øges hen over sommeren, fordi der sker en frigivelse af fosfor fra søbunden /4/. Samtidigt vil dybe søer også normalt være mere næringsfattige, fordi vandet opholder sig længere tid her end i lavvandede søer, og en større andel af næringsstofferne bundfældes eller afgasses. I de lagdelte søer vil der ofte udvikles iltfattige

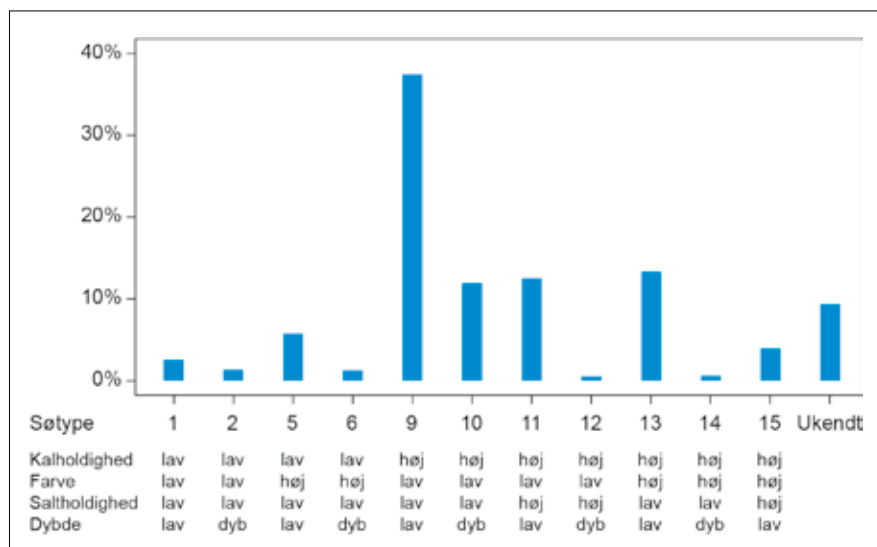
forhold i de dybe vandlag – jo mere næringsrig søen er, og når bunden indeholder let omsætteligt organisk materiale, desto hurtigere vil ilten i bundvandet opbruges, efter at lagdelingen etableres i løbet af foråret eller tidligt på sommeren.

Om søer lagdeles eller ej, afhænger af flere forhold, herunder ikke mindst dybde, størrelse og graden af vindbeskyttelse. Mange middeldybe søer lagdeles eventuelt kun i kortere tid i varme og stille perioder i løbet af sommeren for så at brydes igen, hvis vejret bliver koldere og mere blæsende. Dybdemæssigt begynder skiftet fra, hvornår søerne stabilt sommerlagdeles, at ske ved en middeldybde omkring 3 meter og en maksimumsdybde på omkring 7 meter, men der er store varia-

tioner, og selv ved betydeligt større dybder er langt fra alle søer lagdelte (Fig. 3). Søstyrrelsens betydning for etablering af lagdeling kan illustreres ved, at en væsentlig større andel af søerne under 10 hektar lagdeles ved en given dybde end søer større end 10 hektar (Fig. 3). Eksempelvis har omkring 50 % af de lagdelte søer mindre end 10 hektar en middeldybde på 4 meter eller derunder, mens dette kun gælder for omkring 20 % af søerne over 10 hektar.

Inddeling og fordelingen af søtyper

I de nuværende vandområdeplaner er der anvendt i alt 11 søtyper, inddelt efter kriterierne nævnt ovenfor. Den mest almindelige type er den kalkrige, lavvandede, ferske og



Figur 4. De 11 danske søtyper anvendt i de nuværende vandområdeplaner og deres andel i % ud af de i alt 857 søer omfattet af planerne. Søtypenummer og de to kategorier for hvert af de fire inddelingskriterier er vist fornedet.

ikke-brunvandede søtype, der omfatter 38 % af søerne (Fig. 4). Flere af søtyperne er meget sjældent forekommende og udgør få procent eller mindre af de 857 søer, der er omfattet vandområdeplanerne.

Man kunne med god faglig grund sagtens argumentere for flere søtyper, og for alle de fire inddelingskriterier omtalt ovenover kunne der anvendes mere end to kategorier. Hvad angår for eksempel vanddybde, kunne det være relevant at inddele søerne i tre typer: 1) søer, som aldrig lagdeles, 2) søer, som lagdeles nogle gange og i kortere perioder, og 3) søer, som altid sommerlagdeles. Med flere typer og eksempelvis tre kategorier for hvert kriterie ville det samlede antal dog hurtigt løbe op og blive tungt at håndtere administrativt. Et forslag til, hvordan søtyperne afgrænses, er givet i tabel 1. Denne afgrænsning af søtyperne lægger sig tæt op ad dem, der er anbefalet tidligere, og som er anvendt i de nuværende vandområdeplaner /5/.

Ud over de fire inddelingskriterier nævnt ovenover, kunne andre kriterier også være relevante. Dette gælder søstørrelse, der har betydning for artsantal og biodiversitet, vandets gennemstrømningshastighed, der indvirker på opbygningen af planteplanktonet, og søernes nærhed til andre vandområder, hvilket kan påvirke de spredningsmæssige forhold.

Naturen i faste rammer?

Naturen lader sig ikke let sætte i kasser og rammer, som det også fremgår af de her viste analyser. Der vil altid være tale om glidende overgange fra den ene type til den anden,

som der ikke kan tages højde for, hvis der skal fastsættes en præcis afgrænsning. Når en artsfordeling vurderes, er det også vigtigt at være opmærksom på, at forekomsten af en art aldrig skyldes én faktor alene, men beror på samspillet mellem mange faktorer. Derudover vil det billede, en artsfordeling giver, også afhænge af de inputdata, der har været til rådighed. Når en art primært er registreret ved et lavt farvetal, kan det eksempelvis skyldes, at der ikke findes ret mange data fra søer med højt farvetal. Denne usikkerhed vil især gøre sig gældende for de søtyper, hvorfra der kun findes få data.

En anden problemstilling ved at inddele søer i typer er, at kriterierne anvendt til inddelingen varierer både gennem sæsonen og fra år til år. Eksempelvis kan saltholdigheden i brakvandssøerne svinge betydeligt afhængig af klimatiske og hydrologiske forhold, og det er ikke usædvanligt, at den gennemsnitlige saltholdighed varierer med adskillige faktorer både gennem sæsonen og fra det ene år til det andet. Det gør fastlæggelsen af søtype usikker og afhængig af prøvetagningstidspunktet og prøvetagningsfrekvensen.

Selvom der findes forskellige typer af søer – også når man ser bort fra de menneskelige påvirkninger – er forsøget på at definere grænserne, der kan adskille typerne, altså ikke uden problemer. Når der er brug for præcist afgrænsede søtyper, som der er i forvaltningsmæssig sammenhæng med henblik på at etablere fælles retningslinjer for grupper af søer, er det formentlig mest hensigtsmæssigt at arbejde med et forholdsvis beskedent antal ty-

per. Så må man acceptere, at de fastsatte grænser ikke altid vil afspejle naturens kontinuerle forløb med glidende overgange.

Referencer

- /1/ Iversen, J. 1929. Studien über die PH-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluss auf die Hydrophyten-Vegetation. Bot. Tidsskr. 40: 277-336.
- /2/ Mathiesen, H. 1969. Søernes planter. Danmarks Natur, bind 5. De Ferske Vande. Politikens Forlag: 237-280.
- /3/ Søndergaard, M., Johansson, L.S. & Levi, E. 2018. Danske søtyper. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 162 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 282.
- /4/ Olsen, S.K.M., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Zhao, S. & Li, W. 2016. Spiller kvælstof en rolle for tilstanden i søerne? Vand & Jord, nr. 2: 59-62.
- /5/ Søndergaard, M., Jeppesen, E., Jensen, J.P. (redaktører), 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 s. (elektronisk). Findes på: http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR475.PDF
- /6/ Miljøstyrelsen 2012. Retningslinjer for udarbejdelse af indsatsprogrammer. Vandplaner 2010-2015. (<http://naturstyrelsen.dk/media/nst/66569/Retningslinjer%20for%20udarbejdelse%20af%20indsatsprogrammer.pdf>).

MARTIN SØNDERGAARD (ms@bios.au.dk) og LISELOTTE SANDER JOHANSSON (lsj@bios.au.dk) er biologer, og begge er ansat ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Silkeborg.