

Tilstanden i danske råstofsøer

De senere år er der kommet mange nye danske søer til, opstået i forbindelse med råstofindvinding efter grus og sand. Vi har lavet en screening af de vandkemiske og biologiske forhold i 35 af disse søer og vurderet deres tilstand i forhold til naturlige danske søer. Måske kan dannelsen af råstofsøer være en win-win situation til gavn for både samfund og natur?

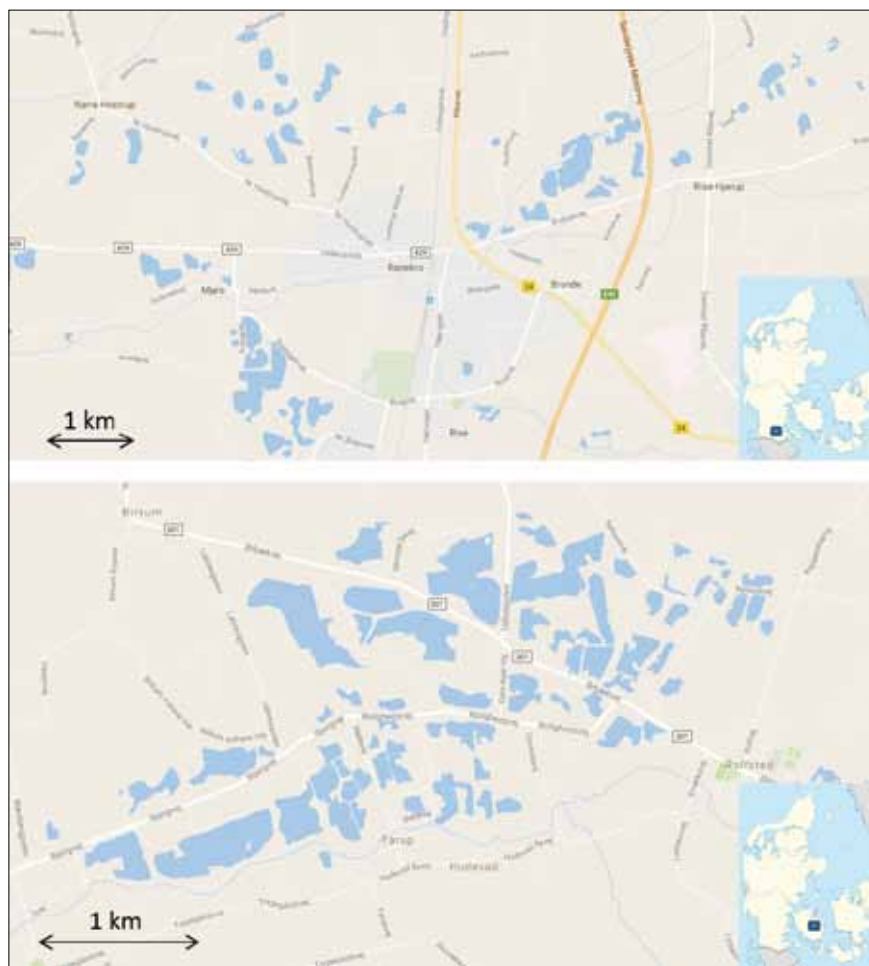
MARTIN SØNDERGAARD, TORBEN L. LAURIDSEN, LISELOTTE S. JOHANSSON & ERIK JEPPESEN

Indledning

I Danmark indvindes der årligt mellem 18 og 33 millioner m³ råstoffer. Det svarer til, at der på et 1*1 km² stort areal hvert år graves 18-33 m ned i dybden. Langt størstedelen er sand og grus, der anvendes i forbindelse med anlæg af bygninger, veje, m.m. I nogle områder udgør råstoffer en mangelvare, hvilket betyder øget tung transport på vejene og deraf følgende negative samfunds- og miljømæssige konsekvenser.

For at få fat i flere råstoffer kan der indvindes råstoffer nede under grundvandsspejlet, og det betyder, at der dannes nye søer. I nogle områder, som eksempelvis ved Rødekro i Sønderjylland og ved Davinde på Fyn, ligger der omkring 50 småsøer inden for et ret lille område, som er opstået i forbindelse med indvinding af sand og grus (Fig. 1). De fleste af disse råstofsøer er kun nogle få hektar store, men nogle er op til 15 hektar.

Generelt ved vi ikke ret meget om råstof søernes tilstand, men de ofte næringsfattige jordbundsforhold giver forventning om næringsfattige søer, som kan være levested for et varieret plante- og dyreliv. Det er der også undersøgelser, som tyder på (se for eksempel /1/ og /2/). Næringsfattige søer er en ret sjælden naturtype i Danmark, som også kan have stor rekreativ værdi, eksempelvis som bade-



Figur 1. To områder ved henholdsvis Rødekro, Sønderjylland og Davinde, Fyn, hvor der er dannet mange råstofsøer inden for et lille område. Kort på baggrund af Google Maps.

søer. Dermed kan en sidegevinst ved at udnytte råstoffer under grundvandsspejlet være både øget biodiversitet og flere naturmæssige og rekreative værdifulde søer – dog eventuel

på bekostning af den tørre natur.

I 2016 gennemførte vi en screening af en række centrale vandkemiske og biologiske forhold i 35 danske råstofsøer, suppleret med

Figur 2. Flinte Sø ved Hedeland, Roskilde, der er dannet i forbindelse med råstofindvinding, er én af de undersøgte søer. Indvindingen sluttede for 12 år siden.

yderligere 18 søer, hvor kun klorofyl- og næringsstofindhold blev målt (fig. 2). Undersøgelsen skete i samarbejde med tre af de fem danske regioner (Region Midtjylland, Region Syddanmark og Region Hovedstaden).

Undersøgelsen blev gennemført som en screening, dvs. hver sø blev kun undersøgt én gang i løbet af sommeren og kun ét år. Det betyder, at vi ikke kan tage højde for sæsonmæssige og år-til-år variationer, der ses i alle søer, og at undersøgelsens resultater dermed kun kan forventes at angive niveauet for de undersøgte variable. I denne artikel viser vi et uddrag af undersøgelsens resultater. I 3/ og 4/ er der vist flere resultater (Fig. 2).

De undersøgte råstofsøer

De 35 søer omfattede 12 søer i Region Midtjylland, 13 søer i Region Syddanmark og 10 søer i Region Hovedstaden. Det var mellem et halvt og 26 år siden, at råstofindvindingen var ophørt i de undersøgte søer. Resultaterne fra råstofsøerne blev sammenlignet med andre ikke-råstofsøer (her kaldet naturlige søer) af samme størrelse som de undersøgte råstofsøer, dvs. mellem 0,2 og 13 hektar. For de naturlige søer blev der anvendt værdier indsamlet i perioden 2004-2015.

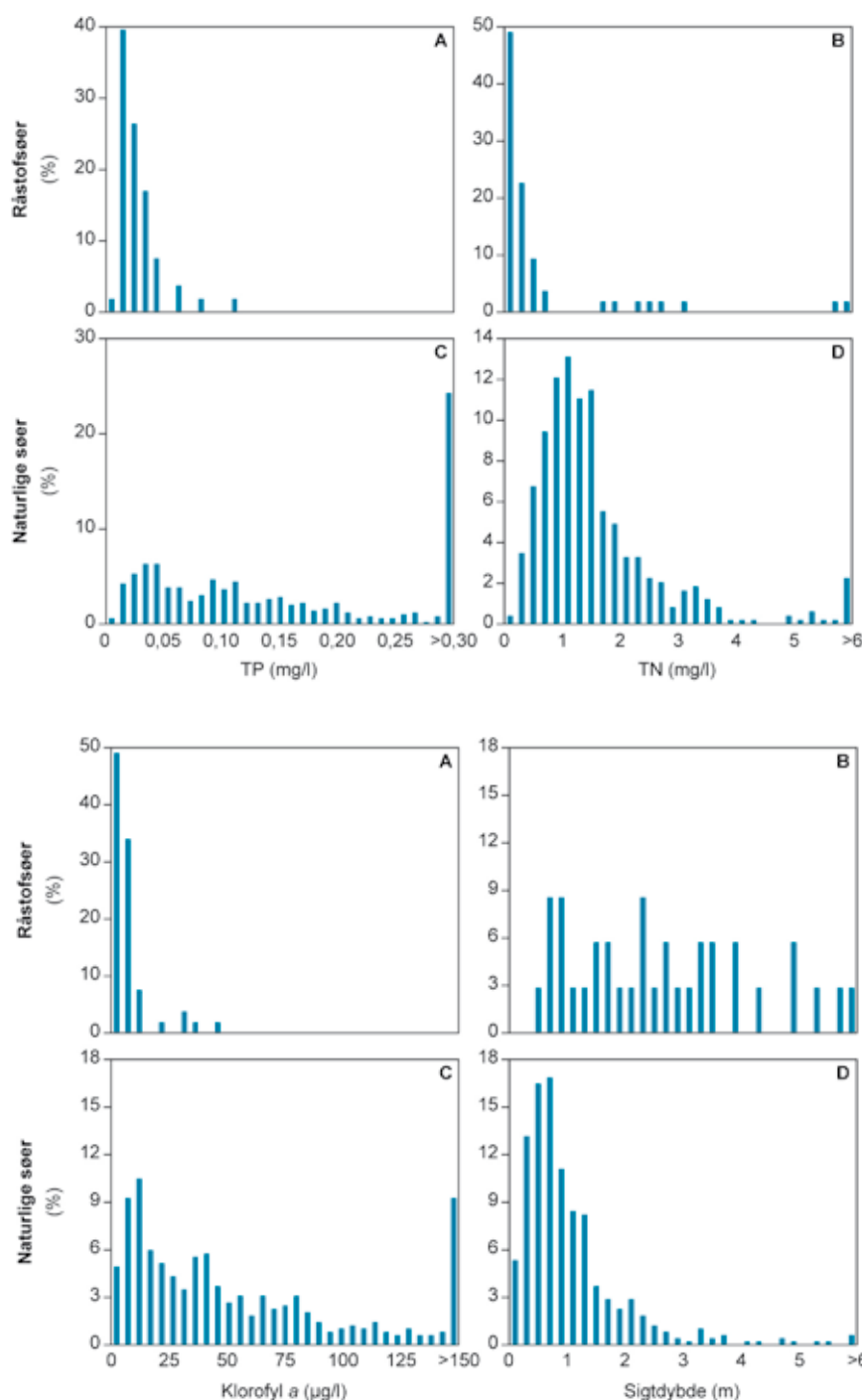
De undersøgte råstofsøer var generelt dybere end de naturlige søer, medianværdien for den maksimale vanddybde var 7,1 m i råstofsøerne mod 1,9 m i de naturlige søer (Tabel 1). Især de jyske råstofsøer var dybere. Det betyder, at mange af råstofsøerne vil være lagdelte om sommeren med et koldt og evt. iltfrit bundvand. Alkaliniteten var rimelig høj, og pH var omkring det neutrale eller let basisk – hvilket betyder, at de undersøgte råstofsøer ikke er forsurede. Farvetallet var lidt

(Øverst)

Figur 3. Frekvensfordelingen af totalfosfor (TP, venstre side) og totalkvælstof (TN, højre side) i henholdsvis råstofsøer (n=52) og naturlige søer (n=442). Hver søjle repræsenterer et koncentrationsinterval på henholdsvis 0,01 mg/l TP og 0,2 mg/l TN. Sidste søjle viser andelen af søer med TP og TN koncentrationer over henholdsvis 0,3 mg/l og 6,0 mg/l.

(Nederst)

Figur 4. Frekvensfordelingen af klorofyl a (venstre side) og sigtddybde (højre side) i henholdsvis råstofsøer (n=35-52) og naturlige søer (n=435-439). I fire råstofsøer var der sigt til bunden.



højere i de naturlige søer end i råstofsøerne som et udtryk for en større tilstrømning af opløste humusstoffer fra oplandet i de naturlige småsøer end i råstofsøerne.

Vandkemiske forhold

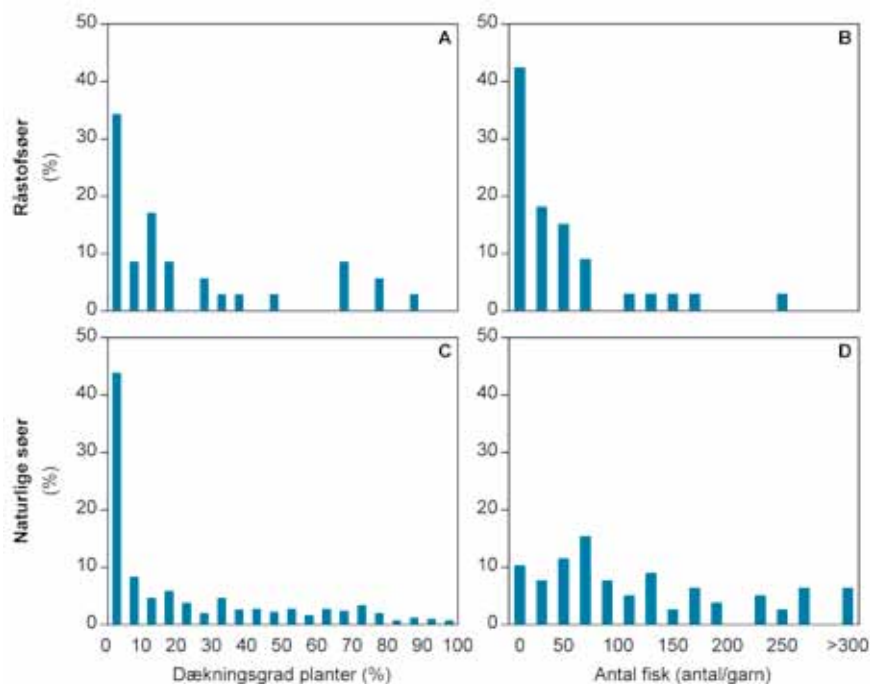
Råstofsøerne var generelt væsentligt mere næringsfattige end de naturlige søer (Tabel 1, Fig. 3). Dette gjaldt både for indhold af fosfor og indhold af kvælstof. Eksempelvis var medianværdien for totalfosforkoncentrationen 0,023 mg/l i råstofsøerne mod 0,115 mg/l i de naturlige søer. I overensstemmelse hermed var indholdet af klorofyl *a* også væsentligt lavere og sigtdybden større i råstofsøerne end i de naturlige søer (Fig. 4). Medianværdien for klorofylindhold var her på 5 µg/l i råstofsøerne og 36 µg/l i de naturlige søer. Hvis der alene blev anvendt indhold af klorofyl *a* til at vurdere den økologiske kvalitet, som anvendt i de danske vandområdeplaner, ville 33 af de 35 undersøgte råstofsøer opfylde kravet om mindst god økologisk tilstand.

En af årsagerne til, at råstofsøerne er mere næringsfattige og har lavere klorofylindhold end de naturlige søer, er, at de generelt er dybere, men det er ikke hele forklaringen. En anden er, at de i udstrakt grad er grundvandsfødte. Selvom vi ingen informationer har om grundvandsudvekslingen og grundvandet næringsstofindhold i de undersøgte søer, er næringsstofindholdet i grundvand ofte lavt og formentlig generelt væsentligt lavere end i det overfladevand, som naturlige søer modtager fra punktkilder og/eller via afstrømning fra ofte landbrugsprægede oplande.

Biologiske forhold

I de lavvandede og oftest klarvandede råstofsøer var der generelt en meget stor udbredelse af undervandsplanter, og i mange af disse søer var bunden næsten totalt dækket af planter. I alt blev der registreret 37 forskellige arter (taxa) i de 35 råstofsøer, og ingen var helt uden planter. I de mange dybe råstofsøer var udbredelsen dog begrænset til de lavvandede områder, og den samlede dækningsgrad for søen som helhed nåede derfor ikke særlig højt op. På trods af de klarvandede forhold var andelen af søer med stor dækningsgrad derfor kun en smule højere end i de naturlige søer (Fig. 5). Hvis man fremover ved udformningen af råstofsøerne efterlod større arealer med forholdsvis lavt vand (for eksempel under 3 m), ville det give undervandsplanterne mulighed for at brede sig til væsentligt større områder. Dette kunne være til gavn for søens biologiske tilstand og formentlig også for den samlede biodiversitet.

Der blev også gennemført simple fiskeun-



Figur 5. Undervandsplanternes dækningsgrad (venstre side, dækningsgrad i % af hele søen) og fiskemængde (højre side, antal fisk per biologisk oversigtsgarn) i henholdsvis råstofsøer (n=33-35) og naturlige søer (n=78-494).

dersøgelser i råstofsøerne. Eftersom mange af råstofsøerne ligger isoleret fra andre vandområder, kunne man forvente, at mange af dem ville være uden fisk, men det var ikke tilfældet. Kun i 5 af de 33 råstofsøer, hvori der blev gennemført fiskeundersøgelser, blev der ikke registreret fisk. De mest almindelige fiskearter var skalle, aborre og rudskalle, men i en del søer blev der fundet arter, som ikke er hjemmehørende i Danmark såsom regnbueørred og karpe. I mange af råstofsøerne finder udsætninger formentlig sted. Mængden af fisk var generelt lav sammenlignet med naturlige danske søer (Fig. 5). Det afspejler primært de mere næringsfattige forhold i råstofsøerne,

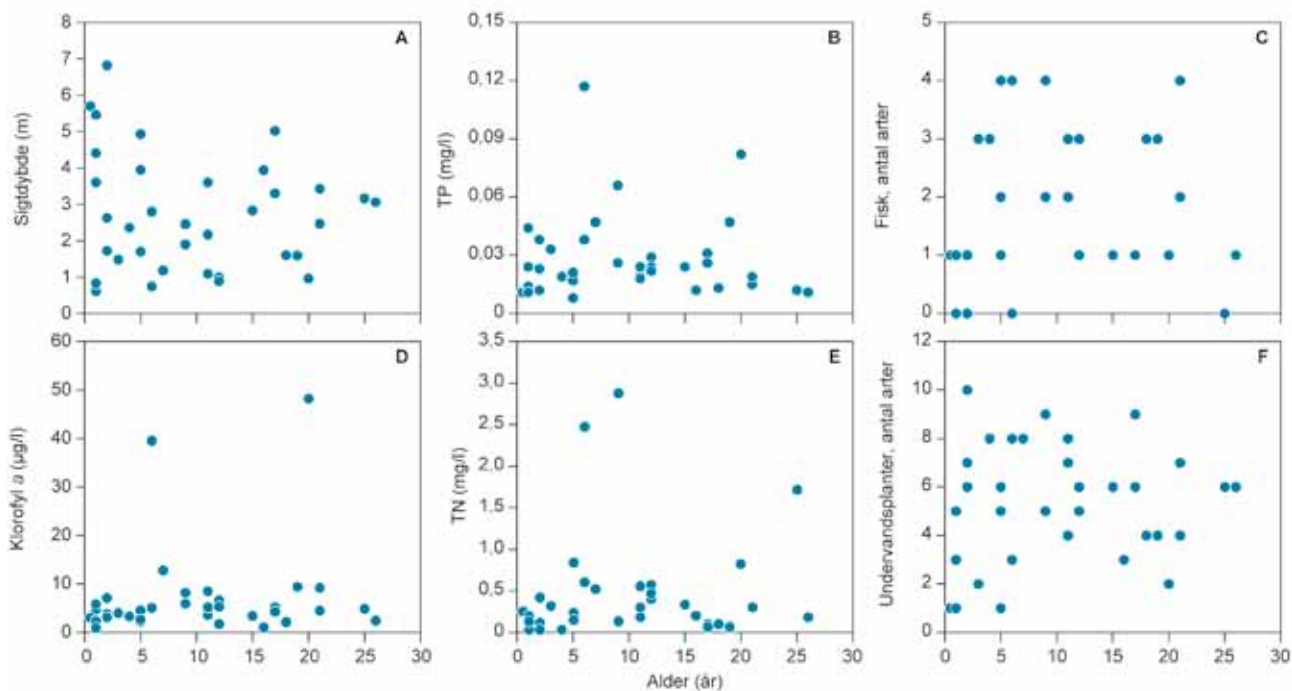
men kan også i nogle søer skyldes, at fiskebestanden endnu ikke har etableret sig fuldt ud, hverken hvad angår arts- eller størrelsessammensætning.

Alder og tilstand

Råstofsøernes alder så ikke ud til at have nogen stor indflydelse på de vandkemiske og biologiske forhold, der blev undersøgt (Fig. 6). Man kunne måske forvente, at råstofsøerne efterhånden blev mere næringsrige og fik et højere indhold af planteplankton, men det var der ikke noget, der tydede på blandt de undersøgte søer. Dog så det ud til, at de helt nye søer, som kun er få år gamle,

Tabel 1. Gennemsnits- og medianværdier for en række centrale variable i de undersøgte råstofsøer og naturlige søer. N angiver antallet af søer. Kolonnen længst til højre angiver, om der er signifikant forskel mellem værdierne i råstofsøerne og de naturlige søer (p-værdien viser sandsynligheden for, at værdierne er ens, hvor is angiver, at der ikke er signifikant forskel).

Variabel	Naturlige søer (n=78-696)		Råstofsøer (n=33-53)		Forskellige (p-værdi)
	Middel	Median	Middel	Median	
Maksimumdybde (m)	2,9	1,9	7,5	7,1	<0,001
Farvetal (mg Pt/l)	71	45	36	29	<0,001
Alkalinitet (meq/l)	2,30	2,39	2,28	2,39	is
pH	7,8	8,1	8,3	8,4	<0,001
Totalfosfor (mg/l)	0,233	0,115	0,028	0,023	<0,001
Totalkvælstof (mg/l)	1,62	1,29	0,77	0,30	<0,001
Klorofyl a (µg/l)	61	36	8,4	5,1	<0,001
Sigtdybde (m)	1,12	0,87	2,72	2,47	<0,001



Figur 6. Nogle af de undersøgte variable set i forhold til de 35 råstofsøers alder.

stadigvæk havde en mangelfuld indvandring af både undervandsplanter og fisk, ligesom fiskebestanden i en del søer også viste sig kun at bestå af en enkelt eller meget få arter. Efter som nogle af de undersøgte råstofsøer var over 20 år gamle og gennemgående næringsfattige med lavt klorofylindhold og god sigtdybde, tyder dette på, at der kan opretholdes en god vandkvalitet i råstofsøerne også på noget længere sigt.

Konklusioner og perspektiver

Igennem de sidste årtier er der blevet dannet mange nye søer i Danmark, nogle i forbindelse med genskabelsen af søer /5/, andre i forbindelse med indvinding af råstoffer, som beskrevet i denne artikel. Råstofsøerne viste sig generelt at være næringsfattige, hvilket sikrer klarvandede forhold og et varieret plante- og dyreliv. Klarvandede forhold øger også den rekreative værdi, så som udgangspunkt giver dannelsen af flere råstofsøer ved udnyttelse af råstoffer under grundvandsspejlet positive sideeffekter for både samfund og natur.

Indvindingen af råstoffer under grundvandsspejlet er dog ikke nødvendigvis upro-

blematisk. Åbningen til grundvandet betyder øgede interaktioner mellem søvand og grundvand, og det giver risiko for, at grundvandskvaliteten kan påvirkes via forurenende stoffer tilført eller dannet i søvandet. Grundvandsinteraktioner har ikke været en del af vores undersøgelse, og selvom tidligere undersøgelser har vist, at grundvandskvaliteten ikke påvirkes negativt /6/, bør det vurderes i hvert enkelt tilfælde. Indvindingen af råstoffer kan også være i konflikt med andre naturinteresser, da det jo er et indgreb i naturen.

Selvom vores undersøgelser kun har omfattet en simpel screening af et udvalg af danske råstofsøer, peger resultaterne på, at såfremt råstofindvinding under grundvandsspejlet ikke har væsentlige negative sideeffekter, er der potentielt tale om en win-win situation, hvor der kan skabes værdifulde ferskvandsområder til gavn for både naturmæssige og rekreative interesser.

Referencer

- /1/ Sønderjyllands Amt. 1999. Miljøtilstanden i sønderjyske råstofsøer.
- /2/ Orbicon. 2016 (forfatter: P.N. Grøn). Bestanden af strandtudse i Kongensbro Grusgrav i 2016. Rapport til

Region Midtjylland.

- /3/ Søndergaard M. & Lauridsen T.L. 2017. Danske råstofsøer – vandkvalitet og biologisk tilstand. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 92 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 235 <http://dce2.au.dk/pub/SR235.pdf>
- /4/ Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Johansson, L.S., Jeppesen, E. 2017. Gravel pit lakes in Denmark: Chemical and biological state. *Science of the Total Environment* 612: 9-17.
- /5/ Sand-Jensen, K., Kragh, T., Borum, J., Båstrup-Spohr, L., Egemose, S., Jensen, H.S., Jeppesen, E., Reitzel, K. & Søndergaard, M. 2017. Nye danske søer - design af optimal miljøtilstand og biodiversitet. *Vand og Jord* 2: 65-69.
- /6/ Sulbrück, C., Ernst, L.G., Arildskov, N.P. & Holmboe, T. 2015. Konsekvenser for grundvandskvaliteten ved råstofindvinding under grundvandsspejlet. *Vand og Jord* 22: 52-55.

MARTIN SØNDERGAARD (e-mail: ms@bios.au.dk), TORBEN L. LAURIDSEN, LISELOTTE S. JOHANSSON, ERIK JEPPESEN er alle ansat ved Institut for Bioscience, Vejlsovej 25, 8600 Silkeborg, Aarhus Universitet.