



Silkeborg Kommune

Restaurering af Engetved Sø

FORUNDERSØGELSE AF MULIGHEDERNE FOR SØRESTAURERING I ENGETVED SØ



Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen



Silkeborg
Kommune

Silkeborg Kommune

Restaurering af Engetved Sø

FORUNDERSØGELSE AF MULIGHEDERNE FOR SØRESTAURERING I ENGETVED SØ

Rekvirent Silkeborg Kommune

Rådgiver Orbicon A/S
Jens Juuls Vej 16
8260 Viby J

Projektnummer 1321700302

Projektleder Henrik Skovgaard

Tekst Henrik Skovgaard

Kvalitetssikring Jonathan David Carl

Revisionsnr. 0.2

Godkendt af Anette Marqvardsen

Udgivet 08-01-2019

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDLEDNING	4
2. BESKRIVELSE AF ENGETVED SØ	5
3. MILJØTILSTAND	7
3.1. Temperatur og ilt.....	7
3.2. Vandkemiske forhold	9
3.3. Biologiske forhold.....	16
3.3.1 Fisk	16
3.3.2 Vegetation (makrofytter).....	21
4. VAND- OG NÆRINGSSTOFTILFØRSEL FRA OPLANDET	24
4.1. Vandområdeplan 2015-2021	24
5. VURDERING AF MÅLOPFYLDELSE NU OG PÅ SIGT	27
6. MULIGHEDER FOR SØRESTAURERING	28
6.1. Egnethed til sørestaurering ved opfiskning af fredfisk.....	28
6.2. Egnethed til sørestaurering ved kemisk fosforfældning.....	31
7. SKITSEPROJEKTERING AF SØRESTAURERING	33
7.1. Restaurering ved opfiskning af fredfisk	33
7.1.1 Omkostninger til restaurering ved opfiskning	35
8. MYNDIGHEDSBEHANDLING	36
9. TIDS- OG AKTIVITETSPLAN	38
10.REFERENCER	39

1. INDLEDNING

Som led i realiseringen af indsatsprogrammerne i statens Vandområdeplan for Jylland-Fyn 2015-2021 skal Silkeborg Kommune undersøge mulighederne for at gennemføre sørestaurering af Engetved Sø med henblik på at opfylde målsætningen om "god økologisk tilstand" i søen.

Statens tilskudsordning til forundersøgelser og realisering af sørestaurering er baseret på Bekendtgørelse nr. 784 af 24. juni 2016 og "Vejledning om tilskud til kommunale projekter til restaurering af søer under vandområdeplanerne 2015-2021". (SVANA, 2016).

Silkeborg Kommune og Orbicon har indgået en aftale om at udarbejde en forundersøgningsrapport, som opfylder kravene til sådanne i "Vejledning for gennemførelse af sørestaurering" (Søndergaard m.fl. 2015). Forundersøgelsen skal klarlægge, om Engetved Sø kan restaureres ved opfiskning af fredfisk (biomanipulation) eller evt. andre metoder. Undersøgelsen omfatter følgende elementer:

- Indhentning af basisoplysninger om søen og oplandet.
- Indhentning af vandkemiske og -fysiske data fra Danmarks Miljøportal (Stoq).
- Udviklingen af vandkemiske og -fysiske parametre over tid.
- Status for fiskebestand og undervandsvegetation.
- Vurdering af næringsstofbalancen for søen og prognose for dennes næringsstofmæssige ligevægtstilstand.
- Vurdering af målopfyldelse nu og på sigt.
- Vurdering af behov for sørestaurering og begrundet anbefaling af metode.
- Beregning af økonomiske omkostninger ved sørestaurering og vurdering af tidshorizonten for arbejdets gennemførelse.
- Oversigt over bindinger og nødvendige myndighedsgodkendelser.
- Forslag til opfølgende monitoring.

I forundersøgelsen indgår data fra Danmarks Miljøportal og Miljøstyrelsen.

2. BESKRIVELSE AF ENGETVED SØ

Engetved Sø ligger i Silkeborg Kommune syd for Them i kanten af Salten Ådal tæt på den geologisk karakteristiske Salten profil.

Søarealet er 5,1 ha, middeldybden er 1,1 meter og den maksimale dybde 2,1 meter. Søen er af typen kalkrig, ikke brunvand, fersk og lavvandet sø (søtype 9), der er den mest udbredte i Danmark.

Oplandet til søen består overvejende af dyrkede arealer og skov på sandjord. Søen tilføres næringsstoffer fra det åbne land og spredt bebyggelse via to mindre tilløb: Kongensholm Bæk, der løber til det vestlige bassin og et ganske lille tilløb, der løber til det østlige bassin. Afløbet fra søen sker fra det østlige bassin til Salten Å.

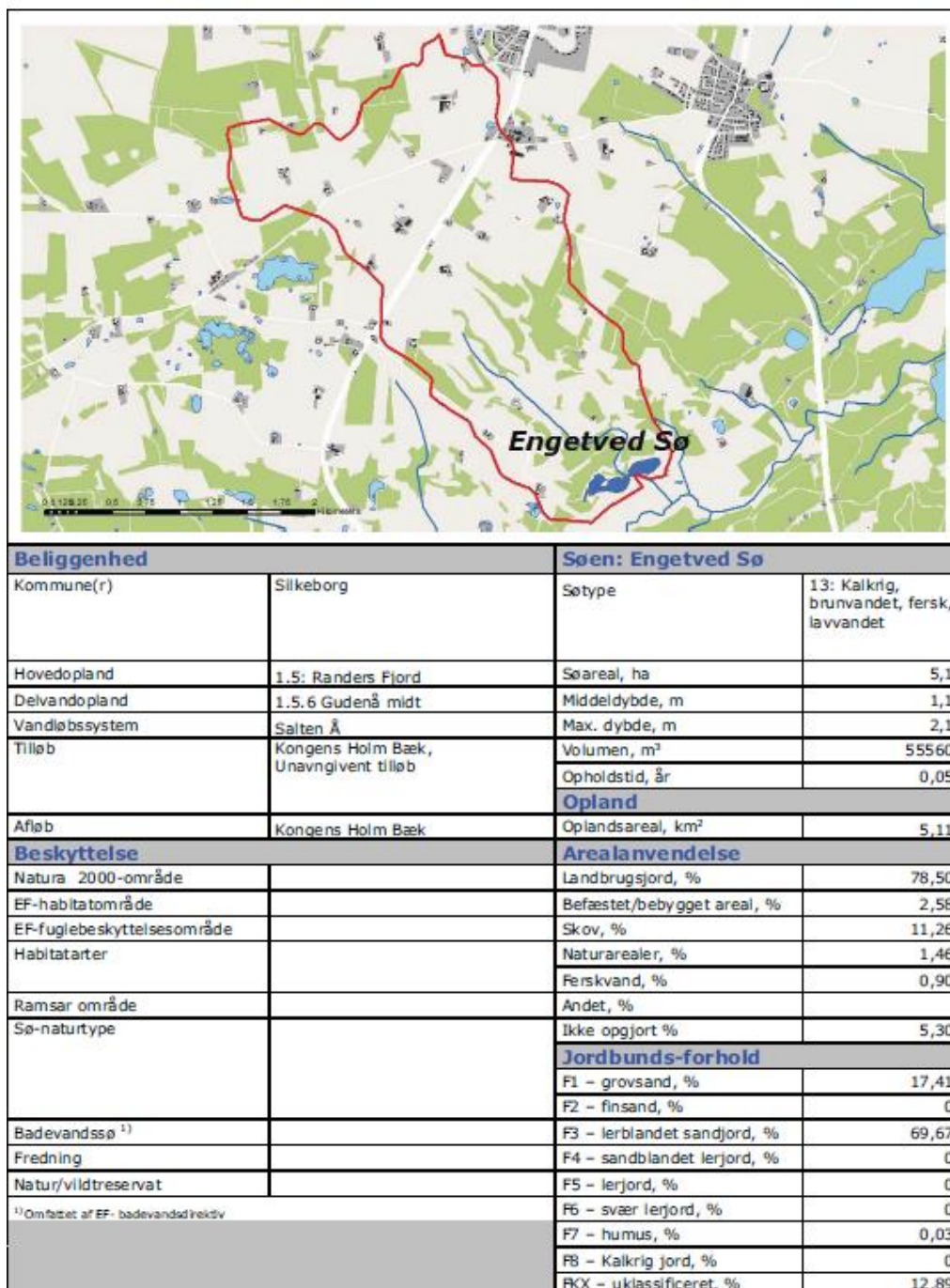
Miljøtilstanden i Engetved Sø har været god gennem mange år, men søen balancerer på grænsen af målopfyldelse og opfylder ifølge oplysninger i Vandområdeplan 2015-2021 for Jylland-Fyn (MiljøGIS) ikke målsætningen om "god økologisk tilstand". Søen har samlet set moderat økologisk tilstand, fordi fiskebestanden har en moderat tilstand.

Den seneste undersøgelse af Engetved Sø er foretaget i 2017 som led i det nationale overvågningsprogram NOVANA. Data fra denne undersøgelse og tidligere år indgår i nærværende rapport tillige med data om tilførsel af vand og fosfor fra oplandet.

Figur 2.1.1 Luftfoto med dybdekort fremgår af Figur 2.1 og de morfometriske data af Tabel 2.1.1

Tabel 2.1.1: Morfometriske data for Engetved Sø.

Søareal	5,1 ha
Maksimumdybde	2,1 m
Middeldybde	1,1 m
Volumen	55.560 m ³
Vandets gennemsnitlige opholdstid	0,10 år (Miljøstyrelsen, 2017)
Oplandsareal	5,11 km ²



Figur 2.1.1: Basisoplysninger om Engetved Sø (By- og Landskabsstyrelsen, 2010).

3. MILJØTILSTAND

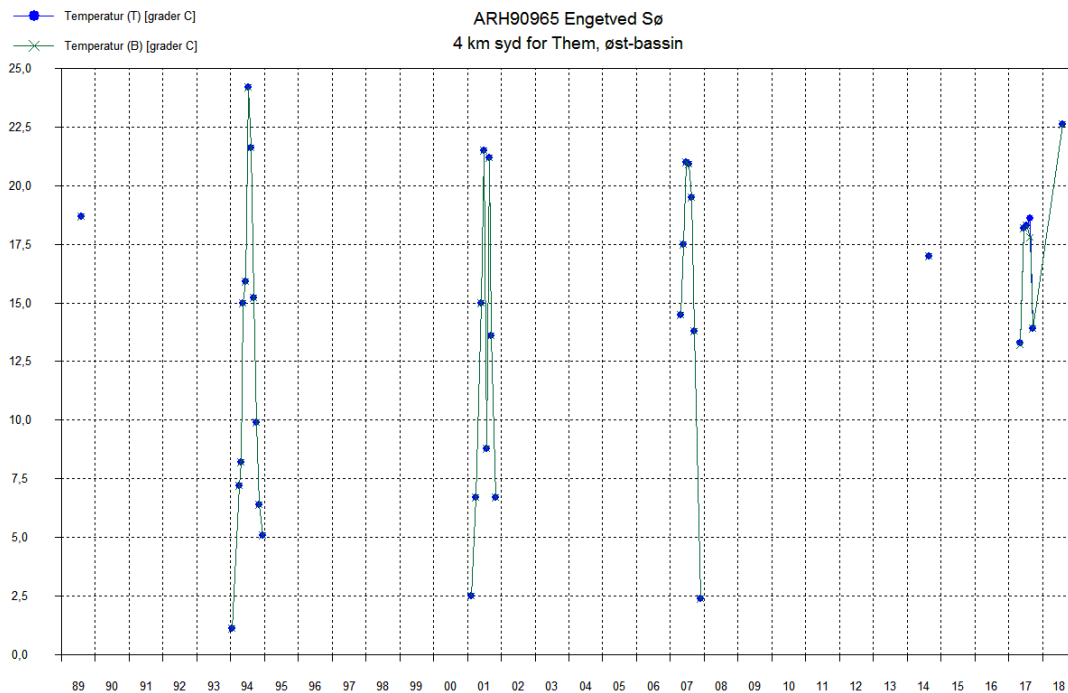
I dette kapitel beskrives status og udvikling i miljøtilstanden i Engetved Sø. Søen er blevet undersøgt siden 1970-erne, først af Aarhus Amt og siden 2007 af Miljøstyrelsen som led i den nationale overvågning af vandmiljøet (NOVANA). Der er fokuseret på de væsentligste vandkemiske parametre i tilstandsbeskrivelsen, men i rapporten inddrages også andre parametre i det omfang, de er relevante for vurderingen af søens egnethed til sørestaurering ved opfiskning (biomanipulation) eller evt. andre metoder.



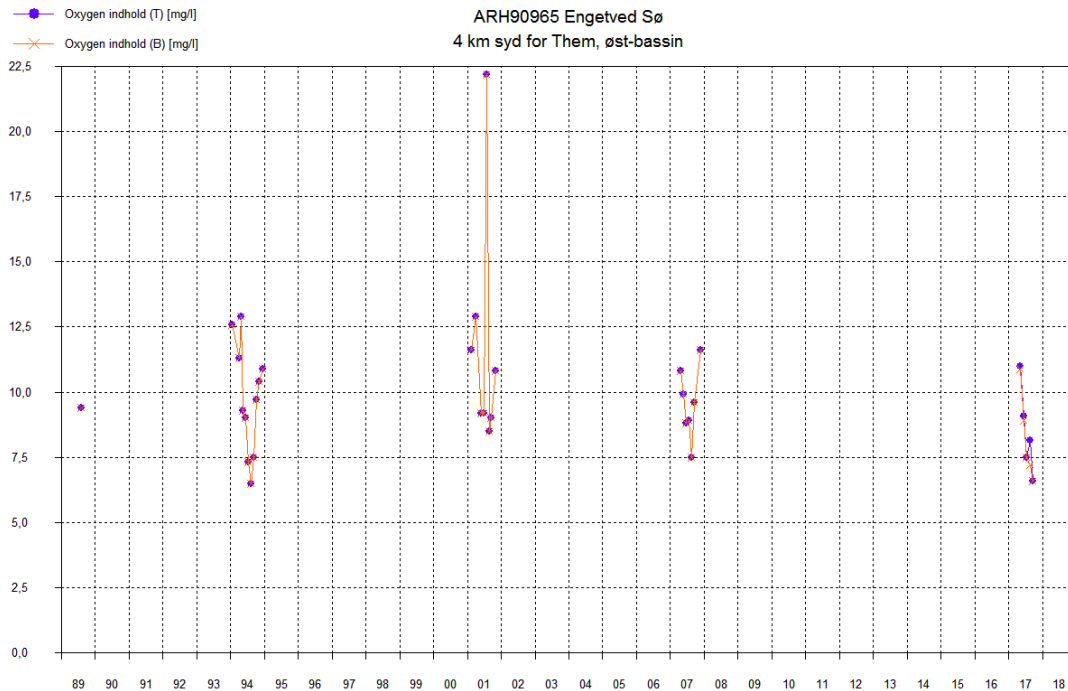
Foto: Engetved Sø.

3.1. Temperatur og ilt

Engetved Sø er en lavvandet og relativt vindeksponeret sø, hvorfor der aldrig opstår temperaturlagdeling af vandmasserne om sommeren, Figur 3.1.1. Der er normalt gode iltforhold i søen, Figur 3.1.2. I forbindelse med langvarigt isdække om vinteren kan der dog opstå iltfrie forhold under isen.



Figur 3.1.1: Temperatur i Engetved Sø i overflade- og bundvand i perioden 1994-2017.



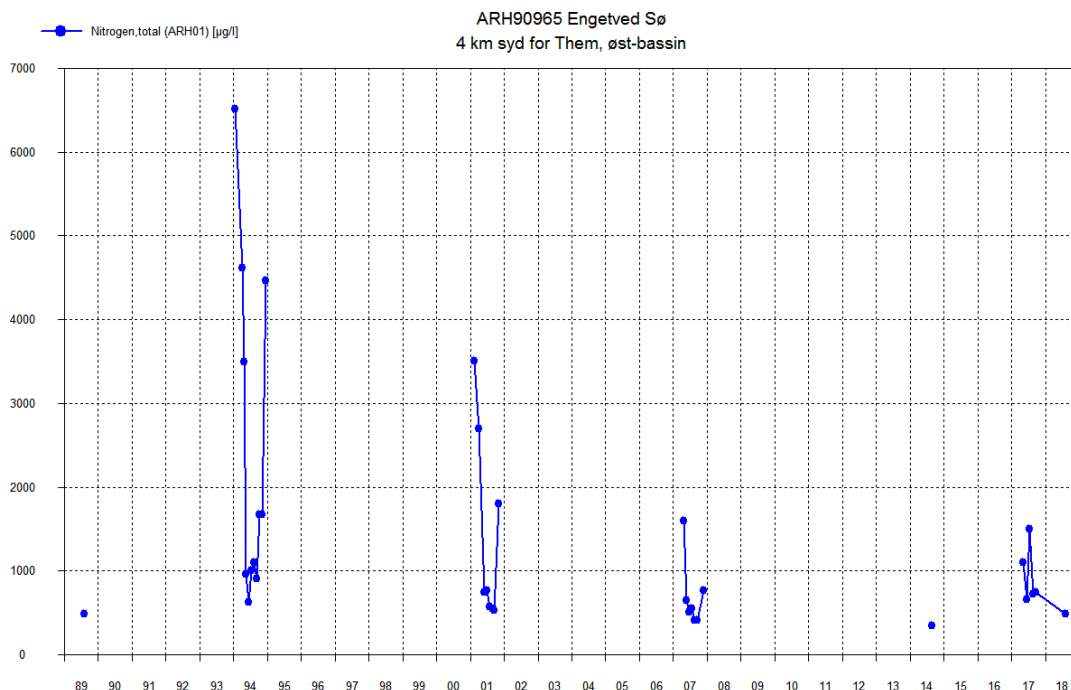
3.2. Vandkemiske forhold

I de senere år der i forbindelse med statens overvågningsprogram (NOVANA) udtaget 5-7 prøver i hvert måleår, typisk med én prøve i hver af de fem sommermåneder (maj-september) og én prøve i henholdsvis forår og efterår. Da Engetved Sø er lavvandet, er der kun udtaget prøver af overfladevandet. Prøverne udtages i østbassinet, der vurderes at repræsentere forholdene i hele søen. Data er hentet fra Danmarks Miljøportal, Stoq-databasen.

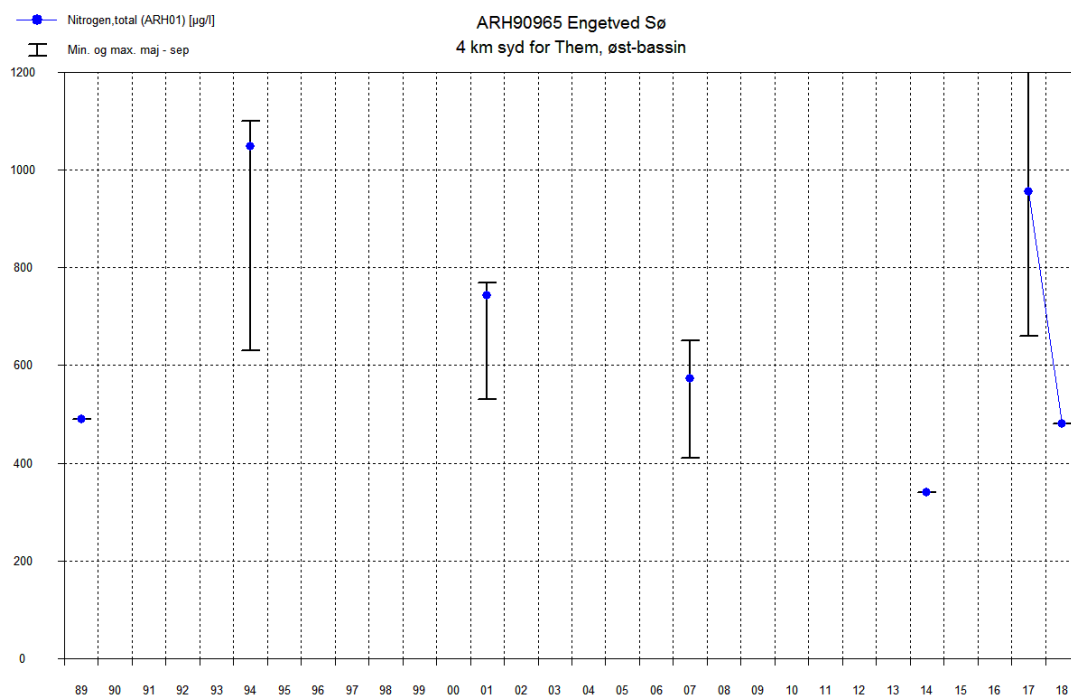
I dette afsnit gennemgås de vigtigste vandkemiske parametre fra undersøgelsesperioden 1994-2017.

Figur 3.2.1 viser kvælstofkoncentrationen (total-N, ammonium-N og nitrat+nitrit-N) i overfladevandet i de seneste årtier. Generelt er koncentrationen af kvælstof moderat i Engetved Sø og højere end det naturgivne niveau på ca. 0,5 mg N/l. Årsagen vurderes at være udvaskning af kvælstof fra landbrugsarealer i oplandet. Søen følger det typiske billede for danske søer med et fald i tilførslen af kvælstof som følge af vandmiljøplanerne.

Kvælstofkoncentration (total-N) har i de senere år været moderat i Engetved Sø med et sommergennemsnit på ca. 1,0 mg N/l i 2017 og koncentrationer af uorganisk kvælstof (ammonium + nitrat/nitrit) på 0,1-0,2 mg N/l om sommeren i 2014 og 2017. (Tabel 3.2.1 og Figur 3.2.2). Vægtforholdet mellem total-N og total-P (TN:TP) i Engetved Sø i sommeren 2017 var i gennemsnit 19 og dermed betydeligt over skæringsværdien 7 (Redfield ratio, dvs. det typiske forhold mellem kvælstof og fosfor i planktonalger). Redfield ratioen giver en indikation af, om planktonalger er mest vækstbegrænset af næringsstoffet kvælstof eller fosfor. Når ratioen er større end 7 er fosfor det begrænsende næringsstof og når den er mindre end 7, er kvælstof det begrænsende næringsstof. Med en ratio på 19 er planktonalger potentielt vækstbegrænset af fosfor som i de fleste danske søer.



Figur 3.2.1: Kvælstofkoncentrationen (total-N) i Engetved Sø i perioden 1994-2017.

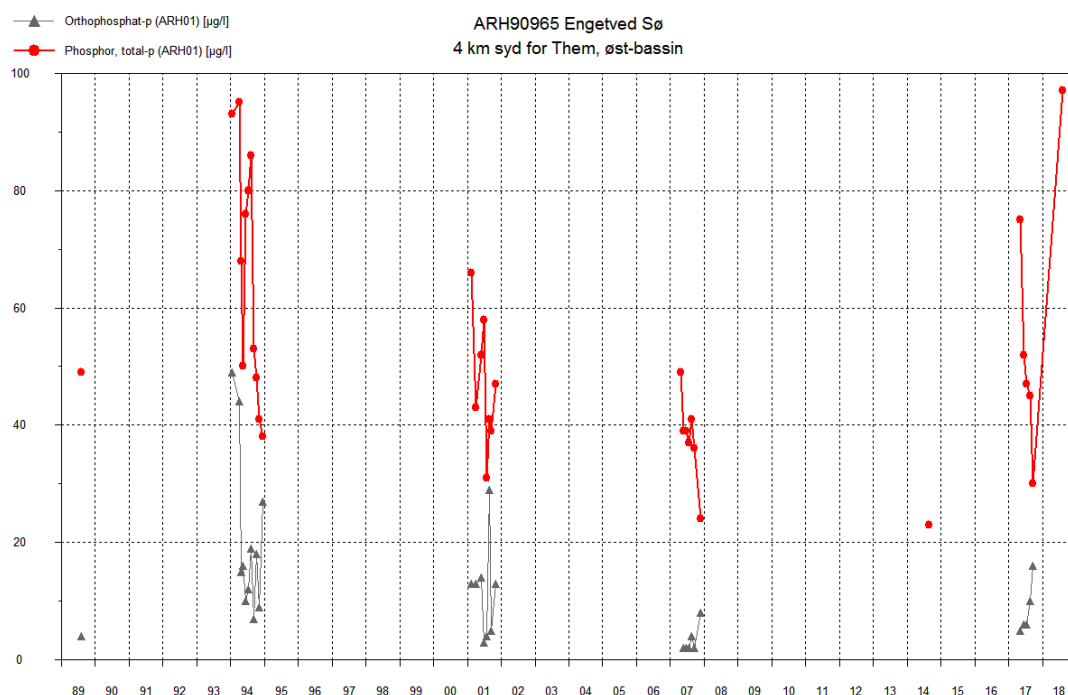


Figur 3.2.2: Kvælstofkoncentrationen (total-N) som sommergennemsnit i Engetved Sø i perioden 1994-2017.

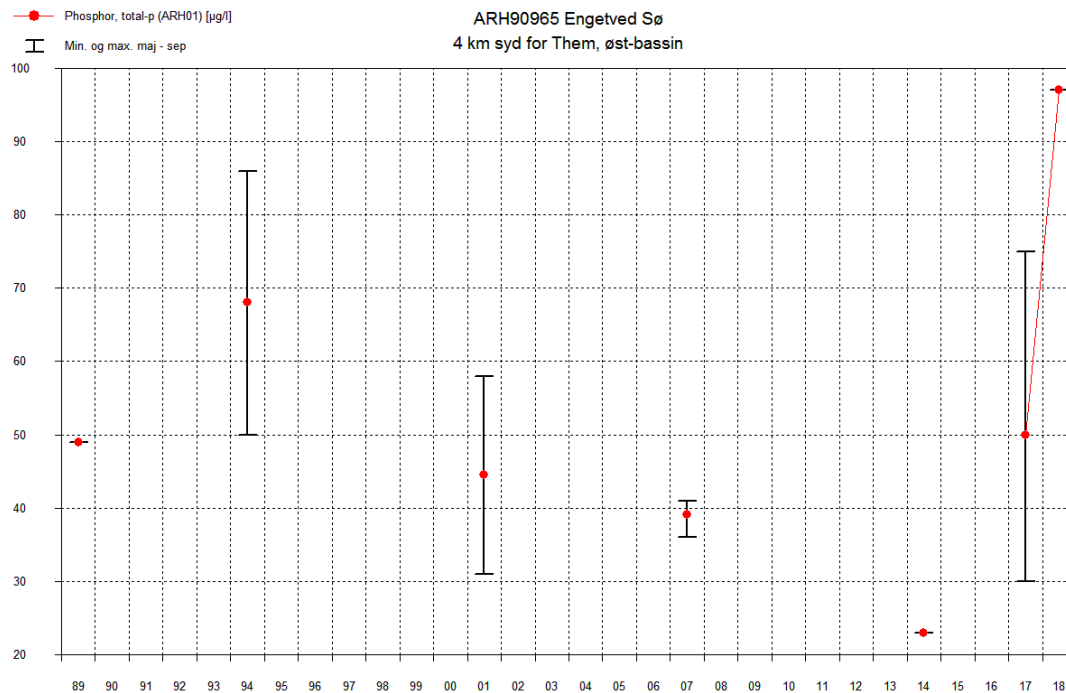
Figur 3.2.3 viser koncentrationen af fosfor (total-P og ortho-P) i overfladevandet i de seneste årtier. Målingerne er hovedsagelig fra sommerperioden, og har i 2017 ligget i

intervallet 30-100 µg P/l. I perioden 1994 til 2017 har der ikke været registreret fosforkoncentrationer i Engetved Sø højere end 100 µg P/l. Det vidner om en sø, der aldrig har været stærkt belastet af spildevand og andre forureningskilder som mange andre danske søer.

Sommergennemsnittet for fosfor (total-P) var 39 µg P/l i 2007 og 50 µg P/l i 2017, Tabel 3.2.1 og Figur 3.2.4. Det er lavere end de 53 µg P/l som sommergennemsnit, der ifølge Vandområdeplan 2015-2021 er en forudsætning for at opnå "god økologisk tilstand" i søen (Miljøstyrelsen, 2017).



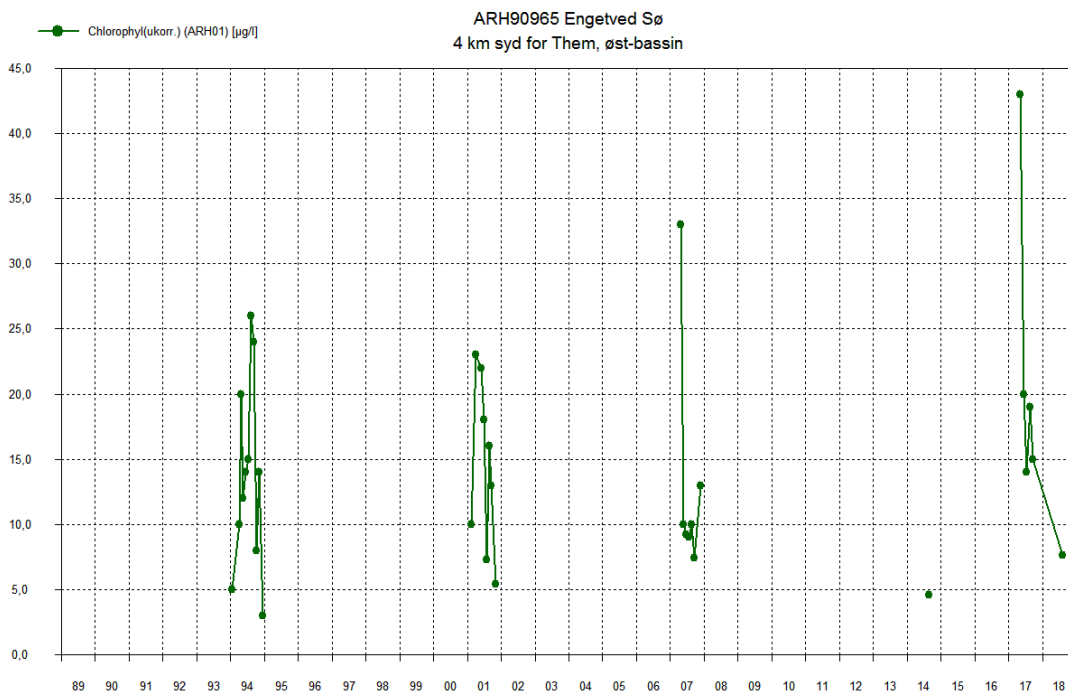
Figur 3.2.3: Fosforkoncentrationen (total-P og ortho-P) i Engetved Sø i perioden 1994-2017.



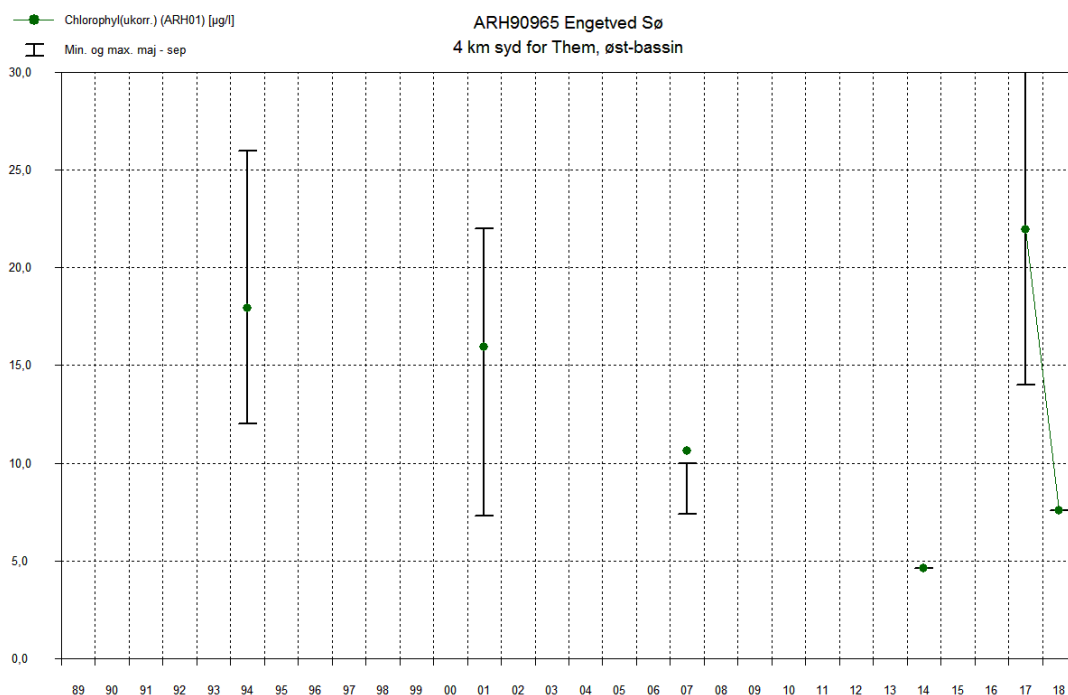
Figur 3.2.4: Fosforkoncentrationen (total-P) i overfladevandet som sommergennemsnit i Engetved Sø i perioden 1994-2017.

Figur 3.2.5 viser koncentrationen af klorofyl-a i overfladevandet i perioden 1994-2017. Målingerne er hovedsagelig fra sommerperioden, og der ses en variation henover året fra ca. 15 µg/l til ca. 45 µg/l. Søens klorofylindhold varierer fra år til år, og der er ingen signifikant udvikling i overvågningsperioden, men dog en tendens til lidt højere klorofylindhold i 2017 end i 2007, hvilket også afspejles i sommergennemsnittet.

Sommergennemsnittet for klorofyl på 22 µg/l i 2017, der fremgår af Figur 3.2.6 og Tabel 3.2.1. I 2017 overholder søen lige akkurat den målsatte værdi i Vandområdeplan 2015-2021 på ca. 25 µg/l for "god økologisk" tilstand i lavvandede søer.



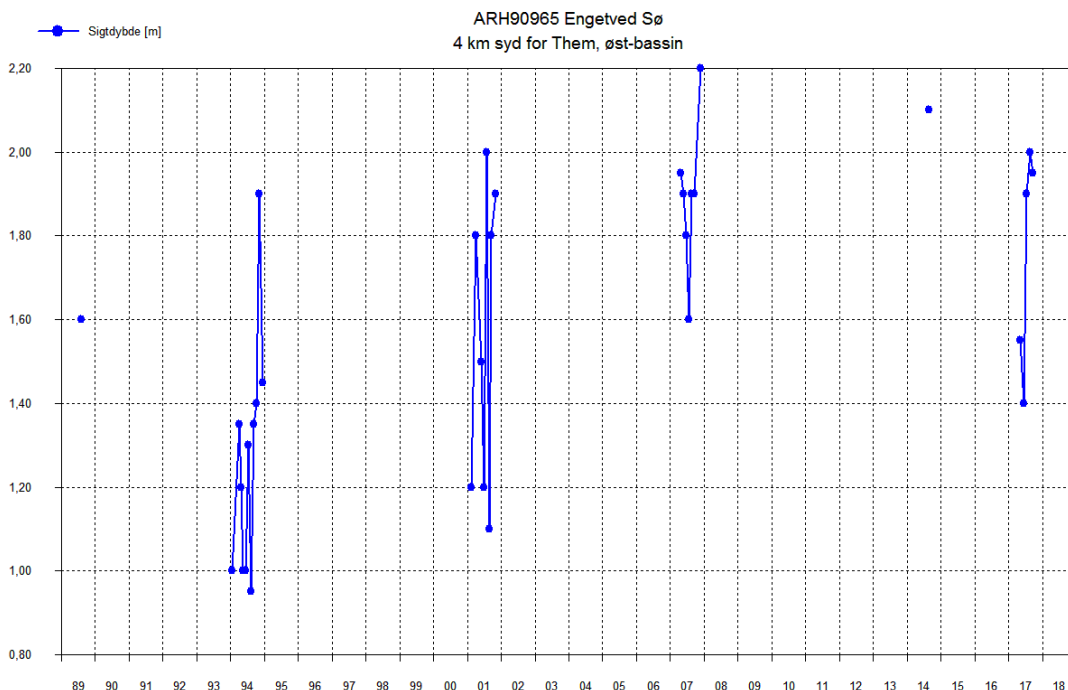
Figur 3.2.5: Klorofylkoncentrationen i Engetved Sø i perioden 1994-2017.



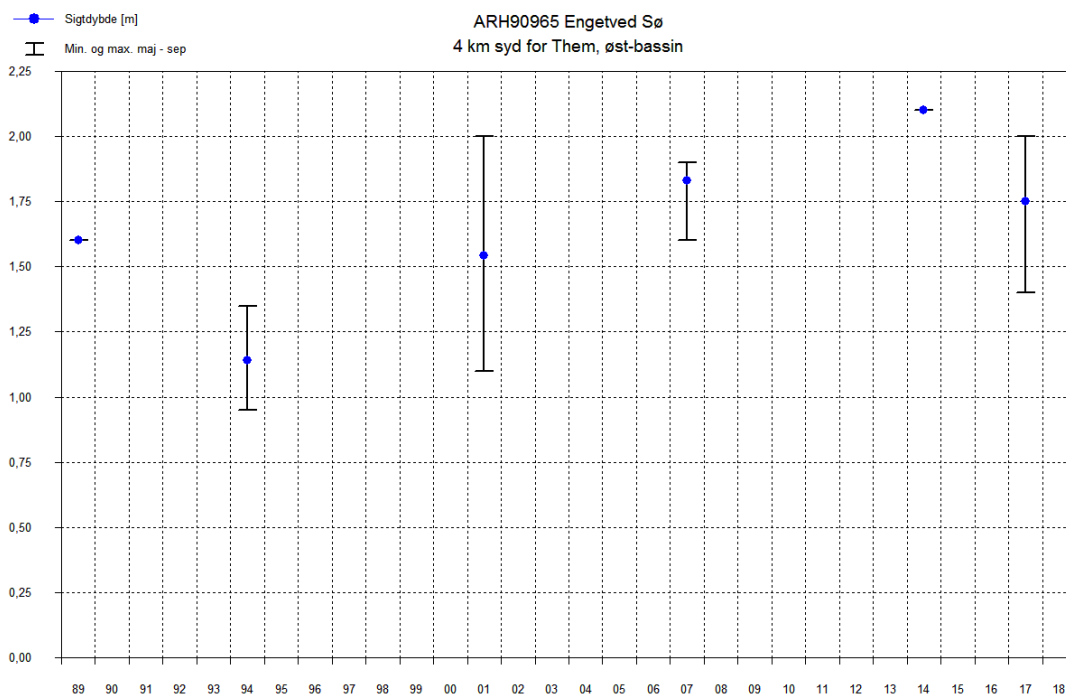
Figur 3.2.6: Klorofylkoncentrationen som sommergennemsnit i Engetved Sø i perioden 1994-2017.

Figur 3.2.7 viser sigtddybden (mål for vandets klarhed målt med en hvid såkaldt sec-chiskive) i overfladevandet i de seneste år. Målingerne er hovedsagelig fra sommerpe-

rioden og ligger i intervallet 1,0-2,0 meter med enkelte målinger svarende til søens totaldybde på ca. 2,1 meter. Sigtdybden steg i perioden 1994-2007 og ser nu ud til at ligge på et niveau omkring 1,75 meter. Det betyder, at der er tilstrækkeligt lys ved søbunden til vækst af undervandsplanter i stort set hele søen.



Figur 3.2.7: Sigtdybden i Engetved Sø i perioden 1994-2017.



Figur 3.2.8: Sigtdybden i Engetved Sø som sommergennemsnit i perioden 1994-2017.

Det fremgår af Tabel 3.2.1, at Engetved Sø har et farvetal på 40-60 mg Pt/l. Dermed er søen tæt på være en egentlig brunvandet sø, idet grænseværdien er 60 mg Pt/l. Søen fremstår da også med en let brunlig farve på grund af humusstoffer i vandet.

	1994	2001	2007	2017
Antal prøver sommer (år)	5 (11)	5 (8)	5 (7)	5 (6)
Suspenderet stof, mg/l	5,61	4,31	3,51	5,28
Farvetal mg Pt/l	59	39	39	49
Ammonium, µg N/l	27	26	21	
Nitrat+nitrit, µg N/l	211	119	14	89
Total-N, µg N/l	1049	744	573	957
Ortho-P, µg P/l	13	11	2	8
Total-P, µg P/l	68	45	39	50
Klorofyl µg/l	18	16	11	22
Sigtdybde, meter	1,14	1,54	1,83	1,75

Tabel 3.2.1: Sommergennemsnit af vigtige vandkemiske parametre i Engetved Sø i perioden 1994-2017.

3.3. Biologiske forhold

I dette afsnit gennemgås resultaterne af undersøgelser af biologiske forhold i Engetved Sø med fokus på søens fiskebestand og vegetation.

3.3.1 Fisk

Som led i det nationale overvågningsprogram NOVANA blev der gennemført fiskeundersøgelser i Engetved Sø i 2007 og senest i 2017 med henblik på en vurdering af fiskebestandens artssammensætning, størrelsesfordeling og biomasse og dermed økologiske tilstand. Retningslinjer i den nyeste udgave af Nationalt Center for Miljø og Energi's (DCE) tekniske anvisning for fiskeundersøgelser i søer (TA-S05) blev fulgt. Feltarbejdet blev udført i perioden august/september, og der blev i begge undersøgelser sat 6 biologiske oversigtsgarn og anvendt elektrofiskeri.

I 2007 og 2017 blev der registreret de samme 7 arter; aborre, gedde, skalle, brasen, rudskalle, hork og suder. I 2017 blev der dog også fanget 3 brasenskaller. Ål blev kun observeret under elektrofiskeri.

I 2007 blev der i alt fanget 456 fisk (65 fisk pr. garn) med samlet vægt på 31,9 kg, Tabel 3.3.1. Gennemsnitsfangsten pr. garn i fiskeundersøgelse i 2007 var således 5,3 kg fisk.

2007

Art	Antal pr. art			Vægt (gr) pr. art		
	<10 cm	>10 cm	Total	<10 cm	>10 cm	Total
Aborre	115	47	162	940	1650	2580
Gedde	0	2	2	0	1660	1660
Skalle	60	151	211	670	9470	10130
Rudskalle	10	33	43	100	1690	1790
Brasen	0	13	13	0	3880	3880
Hork	6	10	16	40	170	210
Suder	2	7	9	10	11700	11710
Sum	193	263	456	1760	30220	31960

Tabel 3.3.1: Fangst af fiskearter ved undersøgelsen i 2007 fordelt på antal og vægt henholdsvis < og > 10 cm's længde.

I 2017 blev der i alt fanget 593 fisk (85 fisk pr. garn) med en samlet vægt på 23,3 kg. Gennemsnitsfangsten pr. garn i fiskeundersøgelse i 2017 var 3,3 kg fisk, Tabel 3.3.2.

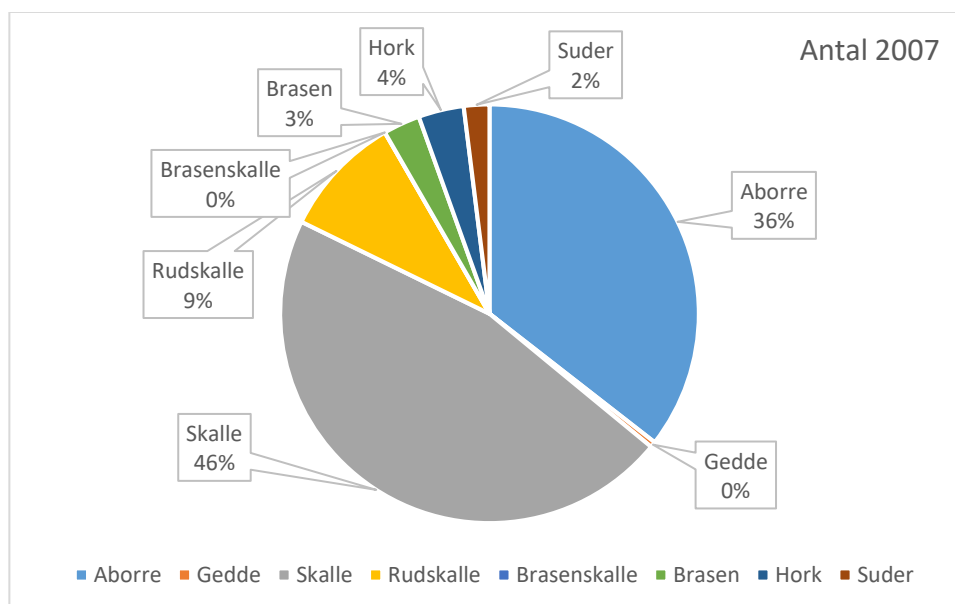
2017

Art	Antal pr. art			Vægt (gr) pr. art		
	<10 cm	>10 cm	Total	<10 cm	>10 cm	Total
Aborre	117	23	140	1048	1057	2105
Gedde	0	1	1	0	2567	2567
Skalle	170	226	396	1176	9618	10794
Rudskalle	7	12	19	44	777	821
Brasenskalle	0	3	3	0	485	485
Brasen	10	15	25	24	4364	4388
Hork	7	1	8	35	16	51
Suder	0	1	1	0	2113	2113
Sum	311	282	593	2327	20997	23324

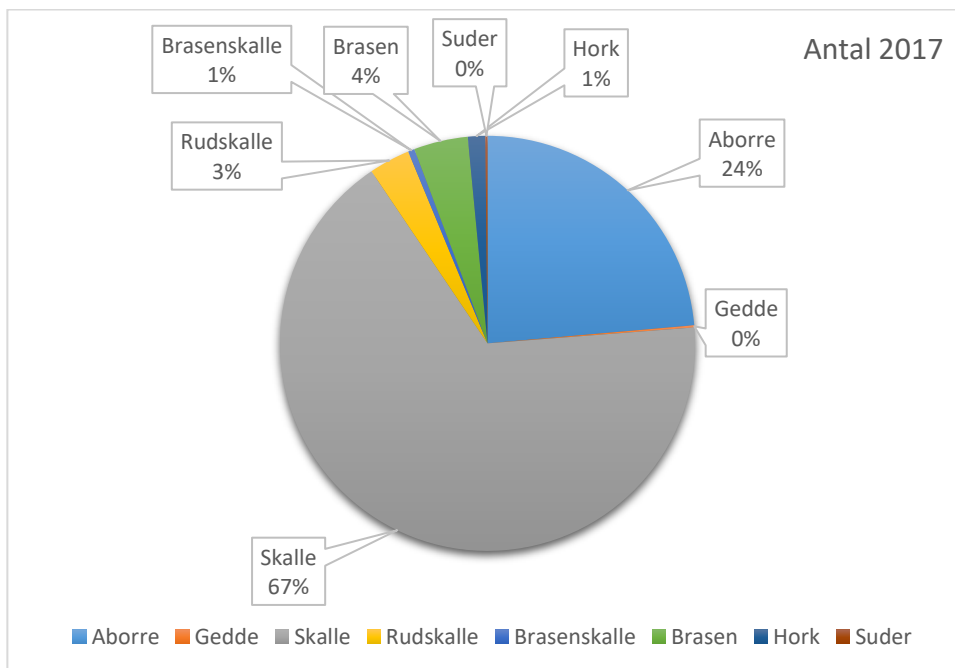
Tabel 3.3.2: Fangst af fiskearter ved undersøgelsen i 2007 fordelt på antal og vægt henholdsvis < og > 10 cm's længde.

Antalsmæssigt er Engetved Sø domineret af små (<10 cm) og store (>10 cm) skaller, små (<10 cm) aborre samt rudskalle, Figur 3.3.1. Skaller udgjorde 46 % af fangsten i 2007 og 67% af fangsten i 2017, hvorimod aborre udgjorde 36 % af fangsten i 2007 og 24 % af fangsten i 2017. Antalsmæssigt udgjorde rudskalle 19 % og 13 % af fangsten i henholdsvis 2007 og 2017, Figur 3.3.1 og 3.3.2.

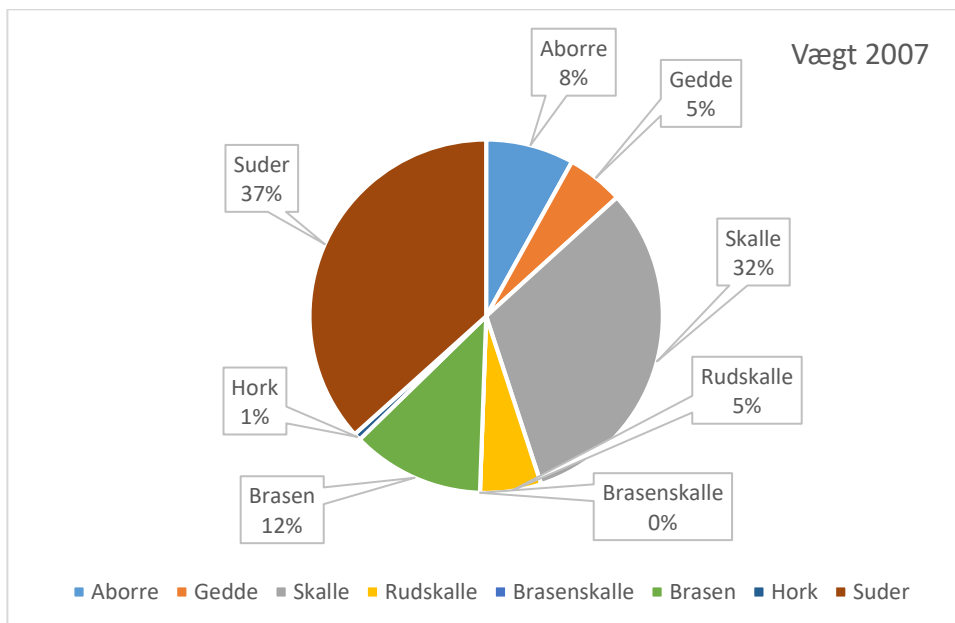
Vægtmæssigt er Engetved Sø domineret af fredfiskene skalle, suder, rudskalle og brasen, som tilsammen udgjorde 86 % af fangsten i 2007 og 80 % af fangsten i 2017. Vægtmæssigt udgjorde gedde og store (>10 cm) aborrer kun 13 % og 20 % af fangsten i henholdsvis 2007 og 2017, Figur 3.3.3 og 3.3.4.



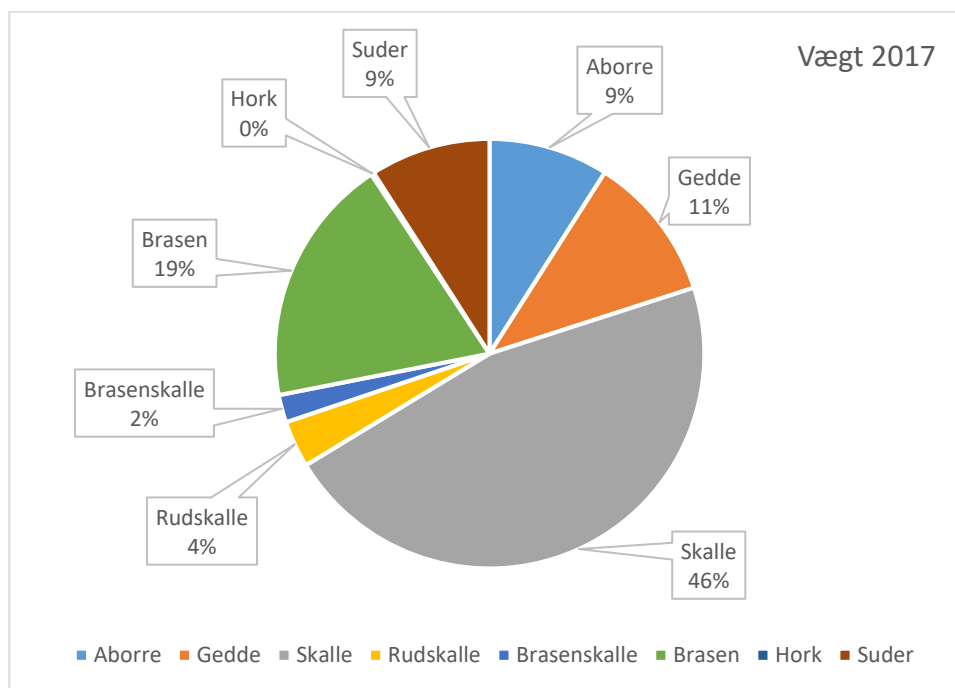
Figur 3.3.1: Fordelingen af fiskearter i Engetved Sø i 2007 (antal).



Figur 3.3.2: Fordelingen af fiskearter i Engetved Sø i 2017 (antal).

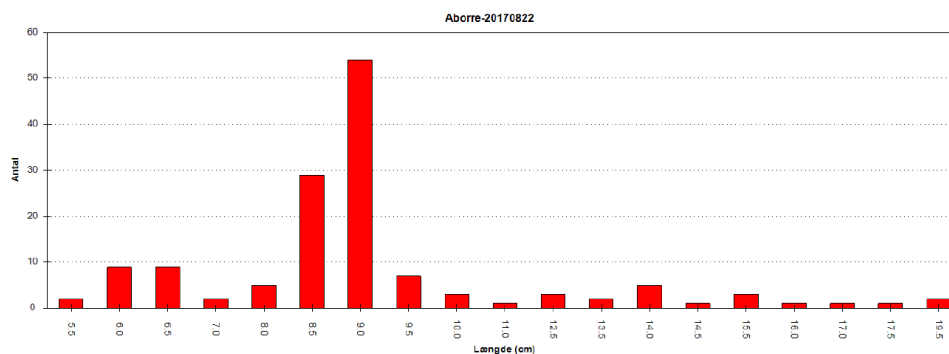


Figur 3.3.3: Fordelingen af fiskearter i Engetved Sø i 2007 (vægt).



Figur 3.3.4: Fordelingen af fiskearter i Engetved Sø i 2017 (vægt).

Generelt er den nuværende fiskebestand i Engetved Sø karakteriseret ved en jævn fordeling mellem småfisk og større fisk, men der er relativt få store rovfisk, hvilket er karakteristisk for næringsrige søer. De meget få aborrer i rovfiskestørrelsen ≥ 15 cm er karakteristisk for næringsrige søer, Figur 3.3.5.



Figur 3.3.5: Størrelsesfordelingen af aborrer i Engetved Sø i 2017.

I 2017 var der meget aborrengyel, men antallet af større aborrer (de ældre aldersgrupper) var lav. Selvom rekrutteringsgrundlaget for flere og større aborrer (rovaborre) er til stede, er der formentlig både en høj dødelighed de første år og en stor konkurrence om føden fra den store fredfiskebestand, som forsinker aborrernes vækst. Dermed kan de ende som et "tusindebrødre" samfund, hvor kun få aborrer opnår en størrelse, hvor de kan betragtes som rovfisk (>15 -20 cm).



Foto: Småabborrer på lavt vand. Foto: Rudolf Svensen.

En beregning af fiskeindeks for søer (<http://www.dmu.dk/Pub/SR59.pdf>) baseres på fire indikatorer:

- 1 - Totalfangst (antal) pr. garn
- 2 - Vægtandel af rovfisk over 10 cm
- 3 – Vægtandel af skalle og brasen
- 4 - Middel individbiomasse i den totale fangst (BPUE/NPUE).

Beregningen giver en såkaldt EQR værdi - Ecological Quality Ratio.

Beregninger 2017:

1. Totalfangst (antal) pr. garn: 85 (1 point).
2. Vægtandel af rovfisk > 10 cm: 20 % (0 point).
3. Vægtandel skalle og brasen: 65 % (1 point).
4. Middel individbiomasse i den totale fangst (BPUE/NPUE) i gram = 39 (1 point).

Beregningen baseret på data fra den seneste fiskeundersøgelse i 2017 giver en point-score på i alt 3 point ud af 12 mulige. Det svarer til EQR-værdi på 0,25 og dermed en "ringe økologisk tilstand" ifølge klassifikationssystemet i Vandområdeplan 2015-2021, jf. det justerede fiskeindex fra 2017 (Lauridsen & Johansson, 2017). Der er således ikke målopfyldelse for indikatoren "fisk" i Engetved Sø i 2018. Den samme beregning baseret på 2007 data giver 6 point svarende til "moderat økologisk tilstand". Der er således sket en forværring af fiskebestandens sammensætning fra 2007 til 2017, og oplysningerne i vandområdeplanen 2015-2021 om moderat økologisk tilstand i Engetved Sø er derfor heller ikke i overensstemmelse med de seneste overvågningsdata for fisk.

De foreliggende overvågningsdata giver ikke umiddelbart mulighed for entydigt at afgøre, hvad der er årsagen til en skævt sammensat fiskebestand. En af de mulige årsager kunne være et aktivt fiskeri efter store aborrer og gedder i Engetved Sø, som overstiger bæreevnen for bestanden af rovfisk i søen.

En kontakt med hovedlodsejeren ved Engetved Sø afkræfter denne mulighed. Lodsejeren oplyser, at for ca. 18-20 år siden forpagtede en svineproducent jorder i området, bl.a. arealerne tilhørende Engetvedvej 12. De forpagtede arealer modtog svinegylle. Sammenfaldende med perioden, hvor der blev spredt gylle, ændredes både sammensætningen af vegetation og fisk i søen: En fin bevoksning med vandplanter blev overtaget af tætte bestande af hornblad, flere åkander og mere rørskov. Forekomsten af store gedder og pænere aborrer faldt markant.

Lodsejeren oplyser, at der tidligere har forekommet mere fritidsfiskeri i søen end i dag, både på grund af ændret benyttelse af lodsejerne og en mindre attraktiv fiskebestand. Der har ikke fundet et intensivt fiskeri sted efter gedder og aborrer i nyere tid. Ruse- eller garnfiskeri finder ikke sted.

Der er mange skarv og oddere i området. Der er dog ikke lykkedes at finde oplysninger om omfanget af pres på rovfiskebestanden i søen som følge heraf, og der kan sagtens være andre årsagssammenhænge, som ikke er identificerbare ud fra de foreliggende overvågningsdata.

3.3.2 Vegetation (makrofyter)

I 2007 (d. 7. august) og 2017 (d. 2. august) blev der udført en undersøgelse af vegetationen (undervandsplanter og flydebladsplanter) i Engetved Sø efter retningslinjer i NOVANA programmet (ekstensiv 1 sø, TA-S04).

Udbredelsen af undervandsplanter (submers vegetation) i de to undersøgelsesår fremgår af Tabel 3.3.3. I begge år er der en relativt god udbredelse af undervandsplanter ud til de største dybder på 2,1 meter, hvilket stemmer godt overens med en sigtddybde på 1,75 meter. Imidlertid er der sket en reduktion i det plantedækkede arealer (RPA) og plantedækkede volumen (RPV) fra 2007 til 2017. Der er ikke nogen umiddelbar forklaring på denne ændring, men det understøtter vurderingen af, at søens miljøtilstand er noget ringere i 2017 end i 2007 baseret på udviklingen i vandkemiske parametre og fiskebestanden. Der kan dog også være tale om en naturlig år til år variation.

Tabel 3.3.3: Observerede plantearter i Engetved Sø samt deres relative plantedækkede areal (RPA) fra vegetationsundersøgelser udført i 2007 og 2017. Data fra STOQ, Danmarks Miljøportal.

Engetved Sø, submers vegetation.	2007	2017
Relativt plantedækket areal, % af søarealet (RPA)	51,6	28,5
Relativt plantefyldt volumen, % af søvolumen (RPV)	39,6	19,0
Dybdegrænse, meter	2,00	2,10
Antal arter af undervandsplanter og flydebladsplanter	13	14

Artssammensætningen og dækningsgrad og dybdegrænse af de enkelte arter fremgår af Tabel 3.3.4.

Tabel 3.3.4: Observerede plantearter i Engetved Sø samt deres dækningsgrad og relative plantedækkede areal (RPA) fra vegetationsundersøgelser udført i 2017. Data fra STOQ, Danmarks Miljøportal.

Art		Dybdegrænse, m	RPA (%)
Glanstrådslægten	Nitella sp.	1,40	1,83
Kredsbladet vandranunkel	Ranunculus circinatus	2,00	0,03
Hvid åkande	Nymphaea alba	1,00	0,05
Gul åkande	Nuphar lutea		
Gul åkande (submers)	Nuphar lutea	1,30	0,58
Tornfrøet hornblad	Ceratophyllum demersum	2,10	11,41
Vandnavle	Hydrocotyle vulgaris		
Slank blærerod	Utricularia australis	1,70	0,03
Frøbid	Hydrocharis morsus-ranae		
Vandpest	Elodea canadensis	0,80	0,13
Svømmende vandaks	Potamogeton natans		
Butbladet vandaks	Potamogeton obtusifolius	1,40	0,87
Liden andemad	Lemna minor		
Enkelt pindesvineknop, submers	Sparganium emersum		
Krebseklo	Statiotes aloides	0,80	

I 2007 og 2017 er der stort set registreret de samme arter, hvoraf 9 arter betegnes som egentlige undervandsplanter og 5 arter som flydebladsplanter. I 2017 blev der registreret krebsklo, men med meget få individer.

Den mest almindelige art er tornfrøet hornblad, der ligesom vandpest kan ligge mere eller mindre flydende i vandsøjlen og danne store sammenhængende bevoksninger.

Slank blærerod er på listen over arter af undervandsplanter, som primært findes i næringsfattige danske søer og betragtes som en rentvandsindikator. Det samme gælder en art som *Nitella flexilis*. Der er i begge undersøgelsesår registreret en art af *Nitella* slægten, men det vides ikke, om det er arten *Nitella flexilis*. I søer mindre end 10 ha giver 1 indikatorart 2 point. En dækningsgrad (RPA) på 15-30 % giver 7 point. (Søndergaard m.fl., 2013). I 2017 har Engetved Sø således en makrofytscore på mindst 9 point svarende til "god økologisk tilstand" for tilstandsparameteren. I 2007 var dækningsgraden (RPA) højere og makrofytscoren derfor 11 point svarende til "høj økologisk tilstand".



Foto: Rørskov ved Engetved Sø

4. VAND- OG NÆRINGSSTOFTILFØRSEL FRA OPLANDET

4.1. Vandområdeplan 2015-2021

I Vandområdeplan 2015-2021 har Miljøstyrelsen beregnet en gennemsnitlig årlig tilførsel af vand og fosfor til en række målsatte søer, herunder Engetved Sø. I beregningen er der anvendt en standardmetode med en opsplitting af bidragene fra punktkilder og det åbne land (status 2010-2014) samt en baseline tilførsel (2021). Baseline 2021 tilførslen er en fremskrivning under indregning af allerede vedtagne indsatser, herunder planlagte indsatser overfor f.eks. spildevandsrensning, der er indarbejdet i kommunens spildevandsplan. Opgørelsen er kun udarbejdet for næringsstoffet fosfor, som almindeligvis har størst betydning for miljøtilstanden i danske søer.

Det atmosfæriske bidrag af fosfor ved deposition på selve søoverfladen er ikke opgjort særskilt, men sættes normalt til 0,1 kg P/ha søoverflade årligt (Bjerring m.fl., 2015). Det svarer til ca. 0,5 kg P/år på hele søoverfladen i Engetved Sø.

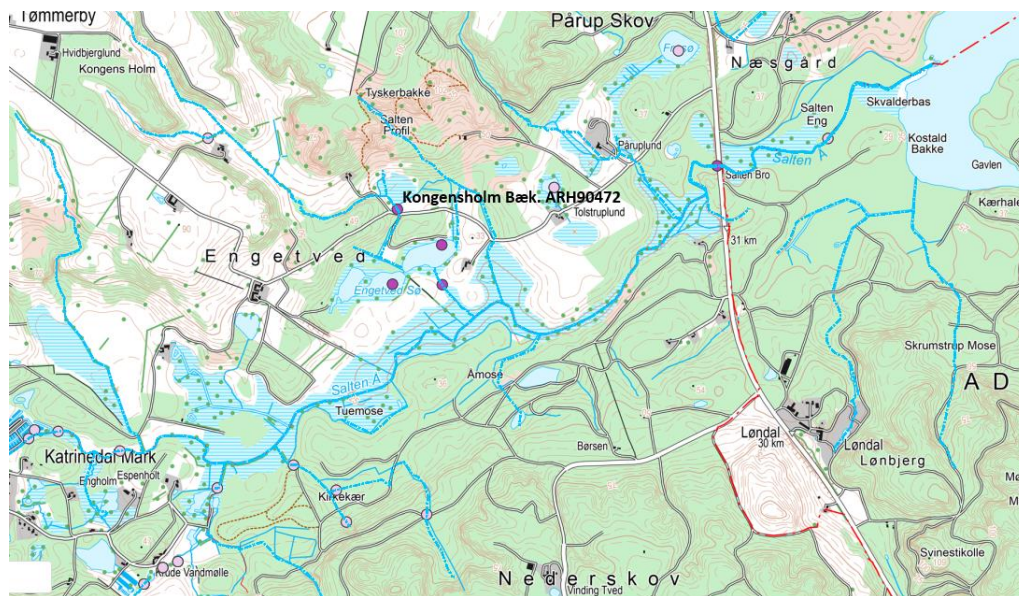
Ifølge Miljøstyrelsen er den gennemsnitlige årlige tilførsel af vand til Engetved Sø (overfladevand og grundvand) 537.600 m³/år. Tilførslen af fosfor til søen er på baggrund af vandtilførslen opgjort til 13,6 kg P/år (total-P) i baseline 2021, hvilket svarer til en vandføringsvægtet indløbskoncentration af total-P på 25 µg P/l (Miljøstyrelsen, 2017).

For perioden 2010-2014 er tilførslen af fosfor fra det åbne land (diffus tilførsel) opgjort til 27,4 kg P/år. Der er indregnet en reduktion på 14 kg P/år som baselineeffekt på grund af allerede gennemførte påbud om etablering af renseforanstaltninger inden 2021. Efter en normering af middelvandføringen baseret på vandføringsdata fra perioden 1990-2014 er statusbelastningen sat til 27,6 kg P/år og baselinebelastningen de føromtalte 13,6 kg P/år.

Miljøstyrelsen oplyser ikke, hvordan fordelingen af tilførsler af vand og fosfor er fordelt mellem grundvand og overfladevand.

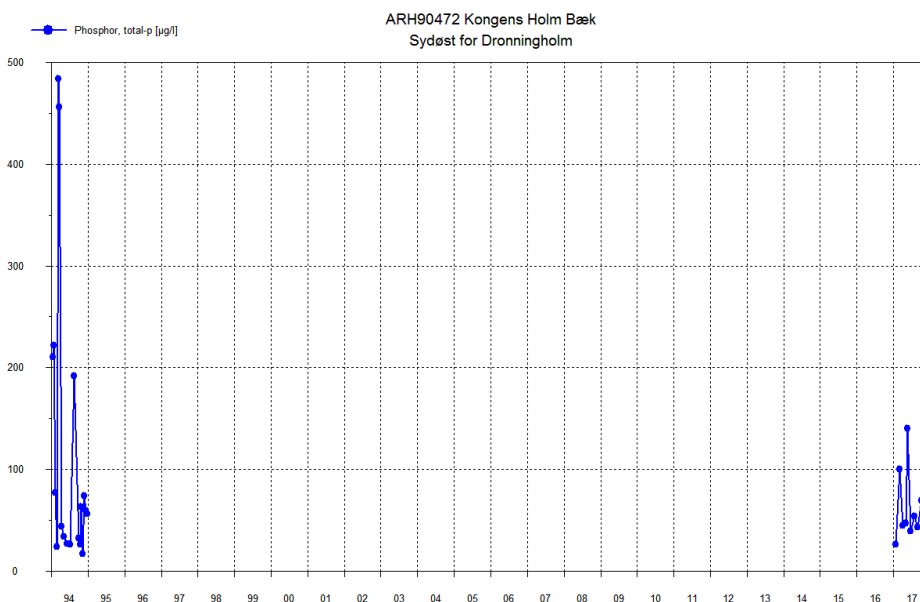
Med baselinebelastningen på 13,6 kg P/år kan der beregnes en fremtidig fosforkoncentration i søen (i ligevægt) på 22 µg P/l, hvilket er betydeligt lavere end skæringsværdien ved målopfyldelse på 53 µg P/l. Derfor er der ikke stillet krav om yderligere reduktion af tilførslen af fosfor til Engetved Sø.

Miljøstyrelsen har ikke foretaget direkte målinger af vandføringer og fosfortilførsel i til løb til Engetved Sø til opgørelsen i Tabel 4.1.1. Opgørelsen er baseret på data fra referencestationer og typeoplunde og er derfor behæftet med betydelig usikkerhed. I 2017 har Miljøstyrelsen foretaget målinger i Kongensholm Bæk (ARH90472). Placeringen fremgår af Figur 4.1.2.



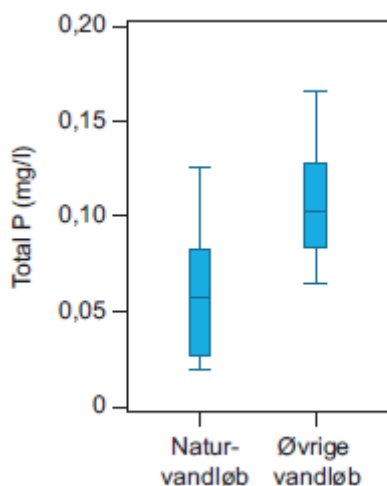
Figur 4.1.1. Placering af målestationer i og omkring Engetved Sø. Målestationen i det største tilløb til Engetved Sø (Kongensholm Bæk) er markeret på kortet.

Data fra Kongensholm Bæk viser, at der er sket en væsentlig reduktion i fosforkoncentrationen siden 1994, hvor vandløbet i perioder må have modtaget husspildevand. I 2017 er fosforkoncentrationen typisk under 100 µg P/l men i perioder over 100 µg P/l, Figur 4.1.2. Det kan skyldes, at der stadig er en vis påvirkning med spildevand fra spredt bebyggelse i tilfælde af, at de kommunale påbud om spildevandsrensning endnu ikke er fuldt implementeret.



Figur 4.1.2: Koncentration af fosfor (total-P) i Kongensholm Bæk i 1994 og 2017.

Årsgennemsnittet i 2017 for koncentrationen af fosfor (total-P) i Kongensholm Bæk var 59 µg P/l. Det skal dog nævnes, at der ikke er tale om en vandføringsvægtet fosfor-koncentration, fordi der ikke er beregnet stoftransport på målestationen. Niveaueet er dog tæt på Miljøstyrelsens beregning af statusbelastningen, der giver en gennemsnitlig vandføringsvægtet indløbskoncentration på 51 µg P/l. Det er derfor sandsynligt, at fosforbelastningen i 2017 er nærmere statusbelastningen end baselinebelastning i Vandområdeplanen 2015-2021, hvor den vandføringsvægtede indløbskoncentration er beregnet til 25 µg P/l. Det er tvivlsomt, om det er reelt muligt at komme ned på 25 µg P/l, da så lave koncentrationer kun ses i de næringsfattige naturvandløb, Figur 4.1.3. I oplandet til Engetved Sø er der et betydeligt landbrugsareal, hvorfra der vil ske et tab af næringsstoffer til Kongensholm Bæk. En fremtidig vandføringsvægtet indløbskoncentration uden bidrag fra spredt bebyggelse på 40-50 µg P/l vurderes mere realistisk end 25 µg P/l og vil også være tilstrækkeligt til at sikre en "god økologisk tilstand" i Engetved Sø, når søen er i kemisk og biologisk ligevægt.



Figur 4.1.3: Koncentrationen af total-fosfor i vandløb i 2015. Vandføringsvægtede årsmiddelværdier. Box-whisker diagrammet angiver 10, 25, 50, 75 og 90 percentiler. (Efter Thodsen m.fl., 2016).

5. VURDERING AF MÅLOPFYLDELSE NU OG PÅ SIGT

Engetved Sø er målsat med "god økologisk tilstand" i Vandområdeplan 2015-2021 for Jylland-Fyn (SVANA, 2016). Målsætning og tilstand for søen fremgår af Tabel 5.1.1. Miljømålet er ikke opfyldt i 2007 og 2017, fordi tilstandsklassen for fisk er dårligere end "god økologisk tilstand". Den samlede tilstand i 2017 er vurderet som "ringe økologisk tilstand" i Engetved Sø, idet tilstandsparameteren med den laveste værdi definerer den samlede tilstand ("one out all out" princippet).

Det fremgår af indsatsprogrammet, at Engetved Sø skal restaureres ved anvendelse af biomanipulation (opfiskning af fredfisk) eller fosforfældning (indgreb overfor den interne fosforfrigivelse fra søsedimentet) på baggrund af en nærmere analyse af søens egnethed til sørestaurering. Silkeborg Kommune oplyser, at indsatsen overfor spredt bebyggelse er afsluttet i oplandet, således at baseline 2021 også vil være opfyldt for denne parameter.

	Engetved Sø miljømål og indsats
Målsætning (miljømål)	God økologisk tilstand
Tilstand klorofyl (udtryk for mængden af planktonalger)	God økologisk tilstand
Tilstand fytoplankton (mængde og sammensætning af planktonalger)	God økologisk tilstand
Tilstand makrofytter (undervandsplanter)	God økologisk tilstand*
Tilstand fisk	Ringe økologisk tilstand* (moderat økologiske tilstand i Vandområdeplan 2015-2021)
Miljøfarlige stoffer	Ukendt tilstand
Samlet tilstand	Ringe økologisk tilstand
Målsætning opfyldt	Nej
Indsatsbehov fosfor	Ingen
Indsatsbehov restaurering	Sørestaurering

*2017-data

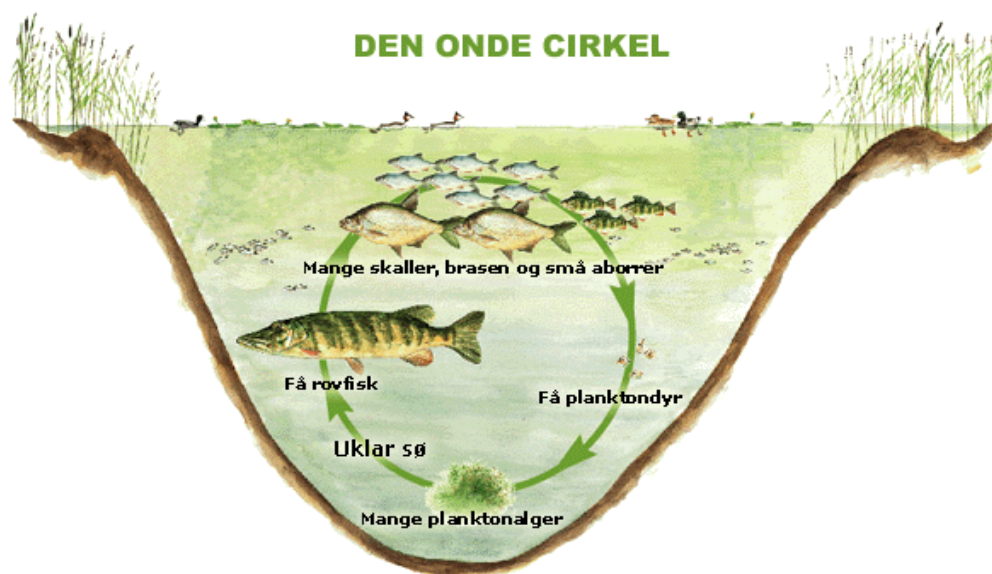
Tabel 5.1: Målsætning, tilstand og indsatsbehov i Engetved Sø. Kilde Miljøstyrelsen (MiljøGIS). Data fra 2017 undersøgelsen indgår i tilstandsvurderingen.

6. MULIGHEDER FOR SØRESTAURERING

Da Miljøstyrelsen ikke har taget endelig stilling til den mest hensigtsmæssige type sørestaurering i Engetved Sø, gennemgås i det følgende muligheder og begrænsninger i de to mulige metoder, biomanipulation ved opfiskning af fredfisk og kemisk fosforfældning i søsedimentet.

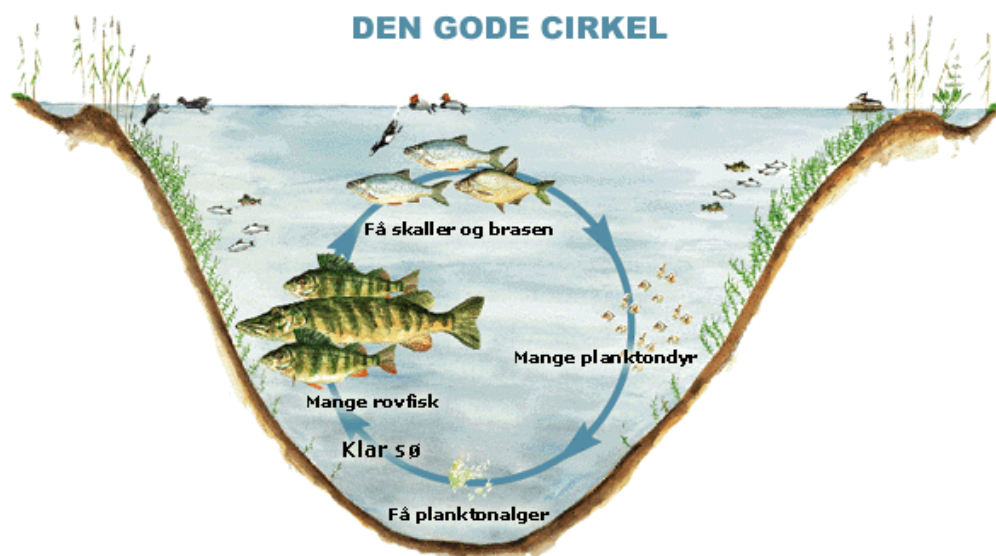
6.1. Egnethed til sørestaurering ved opfiskning af fredfisk

I en omfattende analyse af danske søer, hvor der er gennemført indgreb i fiskebestanden, konkluderes det, at der kan opnås positive effekter ved opfiskning af fredfisk (Liboriussen m.fl., 2007). Generelt anbefales det, at op til 80% af fredfiskenes biomasse fjernes inden for 1-2 år. Opfiskningsmængden øges, jo mere næringsrig søen er og for mange søer svarer det til opfiskning af 200-300 kg fredfisk per ha (Liboriussen m.fl., 2007). Formålet med opfiskningen er at fjerne skaller, brasen og andre fredfisk, der æder det dyreplankton, som ellers skulle nedgræsse planteplankton. Denne situation betegnes den "onde cirkel", Figur 6.1.1.



Figur 6.1.1: Den "onde cirkel" i en uklær sø. Skitse Henrik Skovgaard.

Ved en massiv opfiskning af fredfisk øges dyreplanktons græsning på planteplankton, søen bliver mere klar, og en væsentlig del af primærproduktionen flyttes til vækst af vandplanter og benthiske (bundlevende) alger. Det forbedrer iltforholdene ved sedimentoverfladen på lavt vand, og næringsstofindholdet falder betragteligt. Der bliver føde til opvækst af rovfisk som aborre, og mere klart vand er en fordel for rovfisk som gedder, der jager ved hjælp af synet. Den situation betegnes som den "gode cirkel", jf. Figur 6.1.2.



Figur 6.1.2: Den "gode cirkel" i en klarvandet sø. Skitse Henrik Skovgaard

En analyse af 27 danske søer, hvor der er foretaget en massiv opfiskning af fredfisk inden for få år viser, at sigtedybden bliver fordoblet efter en opfiskning, mængden af blågrønalger halveres, koncentrationen af klorofyl falder 40 % og koncentrationen af fosfor falder 25 % (Liboriussen m.fl., 2007), Tabel 6.1.1.

Effekten har været tidsbegrænset for de fleste af de undersøgte søer (typisk-5-10 år), fordi opfiskningen ikke har været tilstrækkelig omfattende og/eller tilførslen og fosforkoncentrationen i søen i udgangspunktet har været for høj til en stabil tilstand efter indgrebet. I søer med relativt lav fosforkoncentration er der dog eksempler på mere varige forbedringer efter opfiskningen. Det skal dog her nævnes, at erfaringer med restaurering ved indgreb i fiskebestanden hovedsageligt er fra lavvandede søer.

Tabel 6.1.1: Samlet fremstilling af opfiskningens effekt i 27 danske søer på fysisk/kemiske kvalitetselementer og biomassen af planteplankton (baseret på Liboriussen m.fl., 2007).

Parameter	Sigte- dybde	Suspen- deret stof	Klorofyl a	Total-P	Total-N	Algebio- masse	Biomasse af blågrønalger
Ændring efter opfiskning	+100%	-40%	-40%	-25%	-25%	-40%	-50%
Effekt, antal år	10-12 år	10-12 år	6-8 år	ca. 4 år	8-10 år	5-6 år	ca. 5 år

På baggrund af erfaringerne fra tidligere projekter har Søndergaard m.fl. (2015) i vejledningen til sørestaurering opstillet kriterier for at gennemføre en effektiv biomanipulation (opfiskning). Følgende forhold bør iagttages:

- 1) At næringsstofforsyningen til søen er reduceret eller begrænset, og at fosforindholdet i søen er forholdsvis lav.
- 2) At der er en dominans af fredfisk (typisk karpfisk skalle, brasen, rudskalle, suder mm). Opfiskning af fredfisk kan være relevant, hvis biomassen af fredfisk udgør ca. 60% eller mere af den samlede fiskebestand.
- 3) At der er en vurdering af, hvorvidt der er risiko for genindvandring af andre fredfisk fra vandløb og andre søer i det samme vandsystem.

I kriterier for biomanipulation vurderes det, at opfiskning af fredfisk er relevant, hvis der er dominans af fredfisk og den biomassebaserede fredfiskebestand er over ca. 60 % af den samlede fiskebestand. Fiskeundersøgelsen i 2017 viser, at Engetved Sø vægtmæssigt er domineret af fredfiskene skaller og brasen (inkl. brasenskalle), som tilsammen udgjorde 67 % af fangsten.

Det vurderes, at der kan skabes en fiskebestand i bedre balance i Engetved Sø ved at genskabe en top-down kontrol af fredfiskebestanden gennem fjernelse af fredfisk (primært skalle, brasen og suder) således, at rovfiskene (gedde og især rovaborre (≥ 15 cm)) får mulighed for at kontrollere den tilbageværende fredfiskebestand. Flere rovvaborrer og færre fredfisk giver bedre betingelser for dyreplanktonet, som dermed lettere kan holde mængden af planteplankton nede.

Opfiskning af større brasen og suder, som bl.a. er fødesøgende på bunden, vil også have en positiv effekt på aborrernes vækst, da de konkurrerer med små aborrer om føden i form af invertebrater (smådyr og orme) på søbunden. En stor bestand af brasen og suder i en sø kan således forårsage, at væksten hos mindre aborrer går i stå, før aborren når en størrelse, hvor den bliver en effektiv rovfisk. Denne type bestande af aborrer udviser dværgvækst, populært betegnet som "tusindebrødre". Størrelsessammensætningen af aborrer i Engetved Sø i 2017 viser tegn på et "tusindebrødre" samfund, da bestanden af aborrer udelukkende består af individer under 20 cm, og mere end 80% af bestanden har en længde under 10 cm.

Opfiskning af store brasen og suder vil desuden reducere den fysiske ophvirvling af sedimentet, som mange af årsagerne i forbindelse med fødesøgningen. Det giver mere klart vand, mindre frigivelse af fosfor og dermed forbedrede vilkår for benthiske alger og undervandsvegetation på søbunden.

Tilstedeværelse af gedde og bestanden af forholdsvis mange små og mellemstore aborrer (10-20 cm) i Engetved Sø viser, at søen har potentiale for dominans af rovfisk (gedder og flere større "rovaborrer") i forhold til fredfisk ved hjælp af en opfiskning af fredfiskene. En reduktion af især skallebestanden vil mindske prædationstrykket på

dyreplankton fra fisk og øge ratioen mellem biomassen af dyreplankton og planteplankton, som i sidste ende vil hjælpe med at reducere biomassen af planteplankton i søen, forbedre sigtddybden og dermed forholdene for undervandsvegetation.

Engetved Sø er en del af Gudenå systemet, men søen har et meget lille afløb til Salten Å og ingen direkte forbindelse til andre søer. Engetved Sø er således et forholdsvis isoleret vandområde, og sandsynligheden for genindvandring af fredfisk fra vandløb og andre søer i det samme vandsystem vil være minimal.

Det vurderes, at man med det nuværende fosforniveau kan opnå en forbedring af miljøtilstanden ved opfiskning. En opfiskning vil bidrage til, at fiskestanden kan opnå "god økologisk tilstand" og forbedre vandkvaliteten gennem top-down kontrol i fødekæden og mindre oprodning af bundmateriale fra brasen og suder.

6.2. Egnethed til sørestaurering ved kemisk fosforfældning

Ifølge vejledningen i sørestaurering fra 2015 (Søndergaard m.fl., 2015) bør restaurering ved kemisk fosforfældning i søer kun gennemføres, når en række kriterier er opfyldt, og forudsætningerne for fosforfældning skal derfor godtgøres og verificeres i forundersøgelsen. Kemisk fosforfældning kan foretages ved anvendelse af to fældningsmidler; aluminiumsalte eller det modificerede lerprodukt Phoslock. I det følgende gennemgås kriterierne for kemisk fældning, og efterfølgende gives der en vurdering af hvert punkt markeret med kursiv skrift

a) Søens P-dynamik er præget af intern P-belastning og søens P-pulje udvaskes ikke eller kun meget langsomt med det afstrømmende vand. Typisk sker der kun en ringe transport af P ud af søen om sommeren pga. ringe vandføring. Aluminiumbehandling af søer bør kun bruges til at immobilisere overskud af fosfor i søvandet og af den pulje af fosfor i sedimentet, som kan frigives til søvandet. Aluminium bør altså ikke bruges i søer for at skabe et fældningsbassin for fosfor tilført fra oplandet. *Engetved Sø opfylder ikke kriterium a, idet overvågningsdata viser lave/moderate fosforkoncentrationer og ikke tegn på intern P-belastning.*

b) Det skal være sandsynligt, at fosfor-niveauet efter behandlingen kan overholde de til målopfyldelse svarende fosfor-niveauer angivet i vandområdeplanen. *Engetved Sø vil formentlig fortsat kunne overholde de til målopfyldelse svarende fosfor-niveau for lavvandede søer (53 µg P/l som sommegennemsnit) uden kemisk fosforfældning.*

c) En sø kan også behandles, hvis behandlingen kan føre til målopfyldelse i nedstrøms beliggende søer, og så behøver kravet om målopfyldelse ikke nødvendigvis at være opfyldt i den behandlede sø. Der kan således forekomme en situation, hvor en behandling ikke medfører målopfyldelse i den behandlede sø; men hvor behandlingen betyder, at søen ophører med at afgive fosfor til en nedstrøms beliggende sø, som

der ved bliver i stand til at opfylde målsætningerne. *Den nærmeste målsatte sø umiddelbart nedstrøms er Salten Langsø. Påvirkningen med fosfor fra Engetved Sø af Salten Langsø er ikke væsentlig.*

Der er også andre krav til anvendelse af kemisk fosforfældning i søer, herunder alkalinitet, pH og søens dybde, men det vurderes ikke relevant at undersøge nærmere på grund af ovenstående konklusioner.

På baggrund af gennemgangen af kriterier for fosforfældning i søer er det vurderingen, at kriterierne for at anvende sørestaurering ved kemisk fosforfældning i Engetved Sø ikke er opfyldt. Det skyldes, at søen ikke har en væsentlig intern P-frigivelse og allerede nu overholder det til målopfyldelse svarende fosforniveau for lavvandede søer.

7. SKITSEPROJEKTERING AF SØRESTAURERING

I det følgende gives forslag til projektering af sørestaurering i Engetved Sø. Det bemærkes, at der ikke er tale om detailprojektering men projektskitser med tilhørende prisoverslag baseret på Miljøstyrelsens standardpriser (SVANA, 2016), der kan danne grundlag for Silkeborg Kommunes eventuelle udbud af opgaven.

Sørestaureringen i Engetved Sø retter sig mod opfiskning af fredfisk og ikke kemisk fosforfældning.

7.1. Restaurering ved opfiskning af fredfisk

Metoder der tidligere er brugt til opfiskning i danske søer med succes, og som vil kunne tages i brug i Engetved Sø er:

- **Voddragning** (vod med forholdsvis lille maskestørrelse) for at fange brasen, suder og skalle i alle størrelse.

I princippet kan voddragning foregå hele året, men i mange søer har de største fangster med vodtrækning været i kolde perioder med stille vejr, hvor både brasen og skalle samle sig i store stimer, typisk over de dybere del af søen. I nogle søer (især lavvandede søer) ses de største fangster i varme perioder med stille vejr. På grund af opdelingen af søen i flere bassiner og delvis tilgroning kan voddragning vise sig vanskeligt eller umuligt i visse områder, især i det vestlige bassin.

- **Ruser og gællenet** (rødspættegarn og sildegarn), primært til større fisk såsom større brasen, suder og skalle. Fordelagtig metode i søer/områder med vegetation langs bredden i gydeperioden.

Når opfiskning sker med garn og ruser, sker de største fangster ofte i gydeperioden om foråret, hvor karpfisk og specielt brasen bevæger sig ind i rørskovene på lavt vand, hvor de kan fanges med faststående redskaber.

- **Elfiskeri** med store elektroder i bredzonen/rørskovene og lavvandede områder, typisk når fisk stimer sammen i gydeperioden.
- **Pæleruser/bundgarn** for at fange brasen, suder og skalle løbende gennem en periode. Disse passive fiskeredskaber fungerer som store ruser til fangst af fredfisk, når de er mest aktive (f. eks. om foråret). Disse redskaber er ressourcekrævende, da de skal tømmes regelmæssigt.

For at skåne den nuværende sparsomme undervandsvegetation, kan der anvendes stående redskaber (ruser, bundgarn/pæleruser, gællenet) i visse områder. Dog vil det også være effektivt med voddragning i søen efter skalle og især de store brasen.

Kombinationen af voddragning, pæleruser/bundgarn og gællenet vurderes at være den mest omkostningseffektive metode.

Tidsplan - sæsonen

Erfaringer fra tidligere opfiskninger kan bruges til at optimere indsatsen (Liboriussen m.fl., 2007, Del II, Eksempelsamling). En opfiskning bør gennemføres og tilendebringes inden for en periode på 1-2 år for at mindske risikoen for, at den tilbageværende fiskebestand kompenserer for den opfiskede mængde gennem naturlig reproduktion.

Et godt tidspunkt at påbegynde opfiskning i Engetved Sø er vinter og det tidlige forår. Her er voddragning det mest effektive redskab til at fange skaller og brasen på åbent vand, hvor fiskene ofte samler sig i større stimer.

Skaller og brasen samler sig i større mængder i og langs rørskoven i gydesæsonen i maj og juni, hvor stående redskaber (garn, kasteruser og pæleruser) kan være effektive og fjerne en del moderfisk, før de når at gyde.

Herefter kan man fortsætte med at fokusere indsatsen med de redskaber, som har vist sig at være mest effektive.

Tidsplan og indsatsen for opfiskningsopgaven tager udgangspunkt i et opfiskningsforløb over 2 år.

Hvis erfaringerne viser det er mere fordelagtigt at forøge indsatsen i bestemte perioder, hvor det går godt med opfiskning, kan indsatsen i de enkelte perioder justeres derefter.

Mulige lokaliteter i Engetved Sø, hvor det praktiske arbejde vil kunne gennemføres. Der er muligt at køre til og fra søen med udstyr og båd til den nordøstlige del af Engetved Sø fra Engetvedvej. Man bør også indgå aftaler med lodsejerne om brug af deres arealer samt afklare, om de selv kan anbefale opfiskningssteder og metoder.

Mængden af fredfisk som skal fjernes for at opnå et positiv effekt.

Generelt anbefales det, at op til 80 % af fredfiskenes biomasse fjernes, hvilket i næringsrige søer kan betyde, at 200 til 300 kg fisk pr. hektar skal opfiskes (Liboriussen m.fl., 2007).

Engetved Sø er ca. 5,1 ha. Der skal således opfiskes 1,0-1,5 ton fredfisk inden for maksimalt 2 år for teoretisk set at opnå en positiv effekt på søen.

Monitering efter opfiskning - fiskeundersøgelse

I følge vejledningen for gennemførelse af sørestaurering (opfiskning af fredfisk) skal fiskebestanden monitoreres mindst 1 gang efter at opfiskningen er afsluttet for at kunne

vurdere effektiviteten af opfiskningen. Den obligatoriske monitoring skal foretages året efter opfiskningen er afsluttet og under anvendelse af metoden i NOVANA programmet, jf. TA nr. 05, Fiskeundersøgelser i søer. Supplerende monitoring kan foretages efterfølgende år for at kunne vurdere den eventuelle genetablering af bestanden.

7.1.1 Omkostninger til restaurering ved opfiskning

I vejledningen om tilskud til kommunale projekter til sørestaurering (SVANA, 2016 er der angivet vejledende omkostninger til sørestaurering ved opfiskning (biomanipulation).

Økonomioverslaget er baseret på data fra et større antal danske projekter, hvor der er gennemført opfiskning.

For søer mindre end 10 ha som Engetved Sø er der angivet en vejledende pris for restaurering ved opfiskning på 21.000 kr. pr. ha søoverflade for 1 års behandling. Det svarer til 107.000 kr. (ekskl. moms) for et års opfiskning og 214.000 kr. for 2 års opfiskning med et søareal på 5,1 ha. Der påregnes 2 års opfiskning. Hertil kommer 1 års monitoring af vandkemi og en opfølgende fiskeundersøgelse, som er prissat til i alt 74.000 kr. ekskl. moms. Den samlede pris for opfiskning er ifølge de vejledende referenceværdier 288.000 kr. ekskl. moms.

Udover udgifter til selve opfiskningen skal der påregnes udgifter til rådgivning og Silkeborg Kommunes eget personale på skønsmæssigt 80.000 kr. ekskl. moms, hvilket giver et samlet prisoverslag på 368.000 kr. ekskl. moms. Det er højere end de vejledende referenceværdier, men lavere end maksimum for omkostningseffektivitet på 1,3 gange de vejledende referenceværdier. Orbicon vurderer, at opfiskning som beskrevet kan udføres for det nævnte beløb, men den endelige pris vil afhænge af resultatet af et udbud af opgaven.

8. MYNDIGHEDSBEHANDLING

Forud for gennemførelse af en sørestauration ved opfiskning skal kommunen opnå de fornødne tilladelser og dispensationer efter lovgivningen, det vil sige fiskeriloven og naturbeskyttelsesloven. Desuden skal adgangsforhold, fiske-interesser m.m. afklares med lodsejerne.

Det vurderes, at projektet opfylder de faglige kriterier for sørestauration og er nødvendigt for at opfylde statens miljømålsætning for søen inden 2027. Da sørestauration ved opfiskning i Engetved Sø samtidig vurderes at være omkostningseffektiv, er det Orbicons vurdering, at der bør kunne meddeles de nødvendige tilladelser fra myndighederne.

Opfiskning af fredfisk vil kræve følgende tilladelser fra myndighederne:

- Dispensation fra naturbeskyttelseslovens § 3, da opfiskningen vil medføre en ændring af tilstanden i søen. Silkeborg Kommune er selv myndighed.
- Ferskvandsfiskeriloven

Ifølge Danmarks Tekniske Universitet (DTU Aqua) gælder følgende regulering i forbindelse med biomanipulation ved opfiskning <http://www.fiskepleje.dk/Vandloeb/fiskeriregulering>:

Før en offentlig myndighed, privat person eller organisation eller lignende foretager et sådant indgreb i fiskebestanden i en sø, skal følgende give tilladelse og/eller høres:

- Alle grundejere (lodsejere), som fiskeriet direkte påvirker, dvs. hvis der skal udføres fiskeri på vedkommendes søpart.
- *Hvis fiskeretten er lejet ud, skal lodsejeren afklare det kontraktlige forhold til lejeren, medmindre andet aftales mellem myndighed og lodsejer.*

Som udgangspunkt skal der ikke søges om tilladelse til opfiskning efter ferskvandsfiskeriloven, medmindre:

- *3a. Der fiskes med særlige redskaber, der kræver dispensation, herunder: Nedgarn i april og maj måned, nedgarn med masker mindre end 60 mm (knude til knude) hele året, trawl spilet med skovle, store vod/bundgarn, der spænder over mere end 1/3 af søens bredde, elektricitet, eksploderende, giftige eller bedøvende stoffer, eller fiskeri ved tørlægning.*
- *3b. Der direkte fiskes efter fisk med mindstemål eller fredningstid. Normalt er der ingen hindring i fangst af ovennævnte fisk under fiskeri efter andre arter, når blot de fredede fisk straks genudsættes.*

- 3c. Der er planer om at fiske med ruser eller bundgarn uden stoprist (odder-rist).

En dispensation til fiskeri med ovennævnte redskaber kan indeholde bestemmelser om, hvornår og hvor der må fiskes, røgtning af redskaberne, hvem der skal forestå fiskeriet, hvilke arter der er det primære bytte, særlig skånsom behandling af enkelte andre arter samt oplysningspligt for resultatet om fiskeriet.

Kommunen bør altid høres eller tages med på råd. Kommunen er ansvarlig myndighed og arbejder med at opfylde målsætningerne for de forskellige søer. Kommunen kender til status og udvikling over en årrække i søerne, og ved, hvilke søer der er særlig følsomme over for påvirkninger, og hvilke områder i eller omkring den enkelte sø, der er særlig bevaringsværdige (evt. fredede), og som derfor ikke bør udsættes for slid fra fiskeredskaber og færdsel.

Det er Orbicons vurdering, at der skal søges tilladelse til opfiskning efter Ferskvandsfiskeriloven, da der skal anvendes redskaber og opfiskningstidspunkter, der falder ind under punkt 3a og muligvis ruser eller pælegarn uden stoprist for at effektivisere fangst af større brasen, jf. punkt 3c. Alle fisk ud over fredfisk genudsættes, og derfor er der ikke konflikter med punkt 3b.

9. TIDS- OG AKTIVITETSPLAN

Det er ikke muligt at angive en detaljeret tids- og aktivitetsplan på nuværende tidspunkt, men nedenstående tentative plan kan anvendes, Tabel 9.1.1.

Tabel 9.1.1: Forslag til tids- og aktivitetsplan for sørestaurering i Engetved Sø.

	Sørestaurering i Engetved Sø. Aktiviteter
År 1: Andet halvår (f.eks. 2019).	Ansøgning om tilladelse og myndighedsbehandling til opfiskning. Udbud og indgåelse af kontrakt om opfiskning.
År 2: Første halvår	Opfiskning starter.
År 2: Andet halvår	Opfiskning fortsætter.
År 3: Første halvår og sommer	Opfiskning fortsætter. Monitoring af vandkemi fra maj-september (ekstensiv 1 program) samt fiskeundersøgelse efter Teknisk anvisning. Evt. supplerende opfiskning i august til medio september. Evaluering/afrapportering af indsats og effekter.

10. REFERENCER

Afsar, A. & Groves S. 2009: Eco-toxicity Assessment of Phoslock. PWS report number: TR 022/09

Andersen F.Ø., Reitzel K., Dubke M. & Lotter S. 2010 Effects of Chironomids on sediment – water fluxes of nutrients in Phoslock treated sediments.

By- og Landskabsstyrelsen, Miljøstyrelsen, 2010: Test af det fosfat-bindende lerprodukt "Phoslock®" i laboratorieskala. Forfatter: Kasper Reitzel & Henning S. Jensen, Syddansk Universitet.

Danmarks Miljøundersøgelser (2000): Afstrømningsforhold i danske vandløb. Faglig rapport fra DMU nr. 340.

Flindt, M., Egemose, S., Reitzel K. & Andersen, F. Ø. 2010: Kemisk sørestaurering 2: Undersøgelse af aluminiums, Phoslocks og bentonits betydning for sedimenters fysiske egenskaber. Vand & Jord 17: 35-38

Flindt, M, C. Jørgensen & H.S. Jensen 2015: Den interne fosforbelastning i danske søer og indsvingningstiden efter reduktion af ekstern fosfortilførsel. Naturstyrelsen. http://naturstyrelsen.dk/media/168843/model_notat_-_intern-belastning-af-soeer-sdu_d-07102015.pdf

Hansen, K., 2012: Restaurering af Engetved Sø. Kim Hansen. Silkeborg Kommune. December 2012.

Lauridsen T.L., Johansson L. S. (2017). Justeret fiskeindeks til vurdering af økologisk tilstand i søer. Betydning for EU-interkalibreringen. Notat fra DCE. 19. juni 2017.

Liboriussen, L., Søndergaard, M. & Jeppesen, E. (red.) 2007: Sørestaurering i Danmark. Del I: Tværgående analyser. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 88 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 636.

SVANA, 2016: Sørestaurering. Vejledning om tilskud til kommunale projekter til restaurering af søer under vandområdeplanerne 2015-2021. Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.

Miljøstyrelsen, 2017: Belastningsopgørelse for Engetved Sø.

Søndergaard, M., Jensen, J.P., Liboriussen, L. & Nielsen, K. 2003: Danske søer – fosfortilførsel og opfyldelse af målsætninger. VMP III, Fase II. Danmarks Miljøundersøgelser 40 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 480. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Søndergaard, M. (2007): Næringsstoffdynamik i søer – med fokus på fosfor, sedimentet og restaurering af søer. Doktordisputats. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.

Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Kristensen, E.A, Baattrup-Pedersen, A., Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R. & Friberg, N. 2013. Biologiske indikatorer til vurdering af økologisk kvalitet i danske søer og vandløb. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 78 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 59 <http://www.dmu.dk/Pub/SR59.pdf>

Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Jensen, H., Egemose, S. & Reitzel, K. 2015. Vejledning for gennemførelse af sørestaurering. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 42 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 149 <http://dce2.au.dk/pub/SR149.pdf>

Søndergaard, M., Trolle, D., Larsen, S.E. & Bjerring, R. 2015. Sikkerhed på tilstandsvurderingen i danske søer. År-til-år variationer i biologiske kvalitetselementer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 40 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 137 <http://dce2.au.dk/pub/SR137.pdf>

Thodsen, H., Windolf, J., Rasmussen, J., Bøgestrand, J., Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Ovesen, N.B., Kjeldgaard, A. & Wiberg-Larsen, P. 2016. Vandløb 2015. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 68 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 206 <http://dce2.au.dk/pub/SR206.pdf>