

 Vandmiljø i Vejle Amt

Overvågning af

ENGELSHOLM SØ 1996

Næringssalte • Belastning • Biologi



VEJLE AMT
Teknik og Miljø



Overvågning af ENGELSHOLM SØ 1996

Næringssalte • Belastning • Biologi



Udgiver: Vejle Amt, Forvaltningen for Teknik og Miljø,
Damhaven 12, 7100 Vejle, Tlf. 75 835333

Udgivelsesår: 1997

Titel: Overvågning af Engelsholm Sø 1996

Undertitel: Næringssalte, belastning, biologi

Forfatter: Poul Hald Møller

Emneord: Fosfor, kvælstof, belastning, fytoplankton,
zooplankton, fisk, søer, vandmiljøplan

Layout: Birgit Brogaard

Forsidelayout: Bureau 2, Bjarne Bågø

© Copyright: Vejle Amt, 1997. Gengivelse kun tilladt med tydelig
kildeangivelse

Sideantal: 73

Oplag: 125

Tryk: Betjentstuen, Vejle Amt

Vedrørende kortmateriale:

Grundmaterialet tilhører Kort- og Matrikelstyrelsen.

Supplerende information er udarbejdet og påført af Vejle Amt. Kortene er udelukkende til tjenstlig brug for offentlige myndigheder, og må ikke gøres til genstand for forhandling eller distribuering til anden side uden særlig tilladelse fra Kort- og Matrikelstyrelsen.

Udgivet af Vejle Amt med tilladelse fra Kort- og Matrikelstyrelsen.

© Copyright: Kort- og Matrikelstyrelsen (1992/KD 86.1041)

ISBN: 87-7750-319-8

Indholdsfortegnelse

	Side
0. Indledning	3
1. Sammenfatning	5
2. Beskrivelse af søen	7
3. Vandtilførsel og vandbalance	9
4. Stoftransport og massebalance	11
5. Sø vandet	19
5.1 Ilt og temperatur	19
5.2 Vandkemi	19
6. Søsediment	23
7. Biologiske forhold	25
7.1 Planteplankton	25
7.2 Dyreplankton	28
7.3 Fiskebestanden	30
8. Målsætning og fremtidig tilstand	41
9. Referenceliste	47
10. Bilag	49

0. Indledning

I Vejle Amt indgår fire søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram for ferske vande i Danmark. Denne rapport beskæftiger sig med resultater fra Engelsholm Sø i perioden 1989-96.

Rapporten omhandler fysiske, kemiske og biologiske undersøgelser, hvor hovedvægten er lagt på at belyse udvikling i miljøtilstand og belastning af Engelsholm Sø. Rapporteringen er tilrettelagt efter retningslinjerne i paradigmet (Miljøstyrelsen 1997), hvor ferskvand i år er hovedtema. Der er givet en vurdering af effekter af miljøforbedrende tiltag. Søens miljøtilstand i forhold til målsætningen i Regionplanen og den fremtidige miljøtilstand ved forskellige belastningsscenarier er belyst.

I 1996 er der ud over normalprogrammet gennemført en undersøgelse af fiskebestanden som opfølgning på den forudgående restaurering ved opfiskning af skaller og brasener.

Samtlige data er indberettet til Danmarks Miljøundersøgelser, hvor de vil indgå i den nationale rapportering af miljøtilstanden i danske søer.

1. Sammenfatning

Den langvarige tørke i 1996 har ført til en meget beskeden overfladeafstrømning til Engelsholm Sø i 1996, men på grund af en betydelig vandtilførsel fra grundvandet er den samlede vandtilførsel ikke faldet tilsvarende.

På grund af den lave overfladeafstrømning i 1996 er tilførslen af kvælstof og fosfor fra det åbne land de laveste, der er målt i overvågningsperioden. Spildevandsudledning fra ukloakerede ejendomme og bidrag fra dyrkede arealer tegner sig for 1/3 af fosfortilførslen til søen, ligeligt fordelt mellem de to kilder.

Efter opfiskningen af af skaller og brasener i perioden 1992-95 er forholdene i søbunden ændret så meget, at jern er blevet styrende for frigivelsen af fosfor fra sedimentet i størstedelen af 1996. Efter opfiskningen er tilbageholdelsen af kvælstof og fosfor i søen styrket betydeligt fra senvinter til sensommer.

Opfiskningen har ført til en positiv udvikling i søen. Således er sigtddybden tredoblet, klorofylkoncentrationen og mængden af suspenderet stof mere end halveret, og fosfor- og kvælstofkoncentrationen er halveret. Før opfiskningen var algerne vækst ofte begrænset af adgangen til næringssaltet fosfor. Nu har dyreplankton en meget større indflydelse på reguleringen af mængden af planteplankton, som er blevet mere end halveret.

Før opfiskningen var fiskebestanden totalt domineret af skaller og brasener. I 1996 er brasenerne næsten forsvundet, mens bestanden af skaller udgør næsten 50% af fiskebiomassen. Bestanden består hovedsageligt af en- til to årige skaller i god kondition. Aborrebestanden består af en stor mængde årssyngel og en del fisk af ældre årgange. Bestanden er i særdeles god kondition, og udgør i 1996 25% af den samlede fiskebiomasse mod blot ca. 2% før opfiskningen. Engelsholm Sø bevæger sig i retning mod den såkaldte aborresø, som også var målet med opfiskningen.

Engelsholm Sø skal ifølge Regionplanen sikres et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv, der kun er svagt påvirket af menneskelig aktivitet. Selv om sigtddybdekravet på 1,5 m er opfyldt i 1996, kan målsætningen ikke anses for at være opfyldt, da undervandsvegetation kun er sporadisk forekommende, og fiskebestanden stærkt reguleret.

Der er behov for at etablere forbedret spildevandsrensning på ca. 35 ejendomme i det åbne land, og det vil være hensigtsmæssigt at omlægge eller indstille landbrugsdriften på de nærmeste skrånende arealer ved søen og tilløbene. Lovens krav om dyrkningsfri bræmmer skal overholdes. Hvis de anviste begrænsninger i fosfortilførslen bliver gennemført, er prognosen for den fremtidige miljøtilstand i Engelsholm Sø særdeles god.

Nøgletal, Engelsholm Sø 1996		
Tilført vandmængde	Total	4,6 mill. m ³
	Grundvand	3,7 mill. m ³
	Vandets opholdstid i søen	0,26 år
Stoftransport	Fosfor, korregeret	0,326 tons
	Kvælstof	15 tons
Belastning	Landbrug, fosfor korregeret	0,049 tons
	Ukloak.ejendomme, fosfor	0,072 tons
Sigtdybde, sommergennemsnit	1996	2,1 m
	1995	1,8 m
Søvand, sommergennemsnit	Fosfor	0,079 mg/l
	Kvælstof	0,78 mg/l
	Planteplanktonbiomasse	10,5 mg/l
	Dyreplanktonbiomasse	0,88 mg/l
Fiskebestanden	Skallers andel af biomassen	48 %
	Aborrers andel af biomassen	25 %
Målsætning i Regionplan 93	Generel (B): ikke opfyldt	Ustabilt plante-/dyreliv
	Krav til sigtdybde	1,5 m
	Belastning	Ca. 325 kg fosfor pr. år

2. Beskrivelse af søen

Engelsholm Sø er en lavvandet sø, beliggende i et overvejende opdyrket område. På søkortet i fig. 2.1.1 er lokaliteterne for prøvetagning i og omkring søen angivet, og af fig. 2.1.2 fremgår, hvordan areal og volumen i søen hænger sammen med vanddybden.



Fig. 2.1.1 Kort over Engelsholm Sø med angivelse af prøvetagningsstationer. Sø (E1), vandløb (E2-10), dyreplankton (Z), sediment (Se) og kildevæld (En).

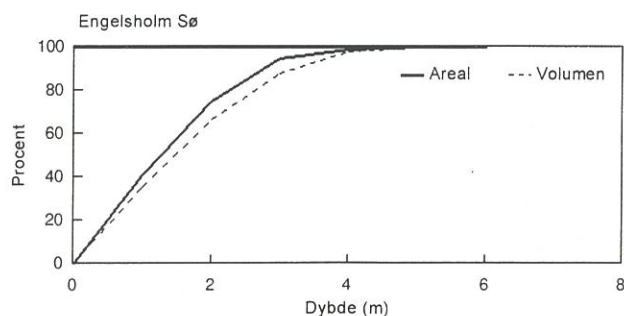


Fig. 2.1.2 Hypsograf: Relativ fordeling af søareal og søvolumen i forhold til vanddybden i søen.

Engelsholm Sø modtager spildevand fra et ikke opgjort antal af de ca. 45 ejendomme i oplandet. Søen ligger i et overvejende dyrket område. Der er ingen egentlige punktkilder i oplandet.

Engelsholm Sø har været plaget af en kraftig opblomstring af blågrønalger fra forår til efterår i en lang årrække, og den tidligere bestand af bundplanter er blevet skygget væk. I 1994 blev søvandet betydeligt klarere efter en massiv opfiskning af skaller og brasener, og i 1995 og 1996 fandtes enkelte spæde skud af vandpest og kruset vandaks på søbunden. DMU og amtet har udplantet bundplanter i små indhegninger.

Den del af vandtilførslen til søen, der kan relateres til overfladeafstrømning, sker via en række små tilløb. Søen modtager endvidere store mængder grundvand fra væld i og omkring søen. Fysiske data er angivet i tabel 2.1.1.

Søareal	438.750 m ²
Søvolumen	1.143.013 m ³
Gennemsnitlig vanddybde	2,60 m
Største vanddybde	6,10 m
Omkreds af søen	3.070 m
Areal af søopland	16,10 km ²

Tabel 2.1.1 Fysiske data for Engelsholm Sø.

Engelsholm Sø er B-målsat i Regionplan 93 (Vejle Amt 1994). Søen ønskes højst svagt påvirket af menneskelige aktiviteter, og der er ønske om et alsidigt dyre- og planteliv. Målet for den ønskede sigtddybde i sommerperioden er 1,5 m (Vejle Amt 1993). Målet for sigtddybden er hermed opfyldt i 1994, 1995, og 1996 efter opfiskningen af skaller og brasener, men den forbedrede miljøtilstand er langt fra stabiliseret.

Engelsholm Sø bliver især anvendt til lystfiskeri, og der finder badning sted i begrænset omfang.

3. Vandtilførsel og vandbalance

Vand- og stoftransport er beregnet på baggrund af målinger af vandføring og vandkemi i tilløbene E5, E6, E7 og E8, samt afløbet E2 (se fig. 3.1.1).

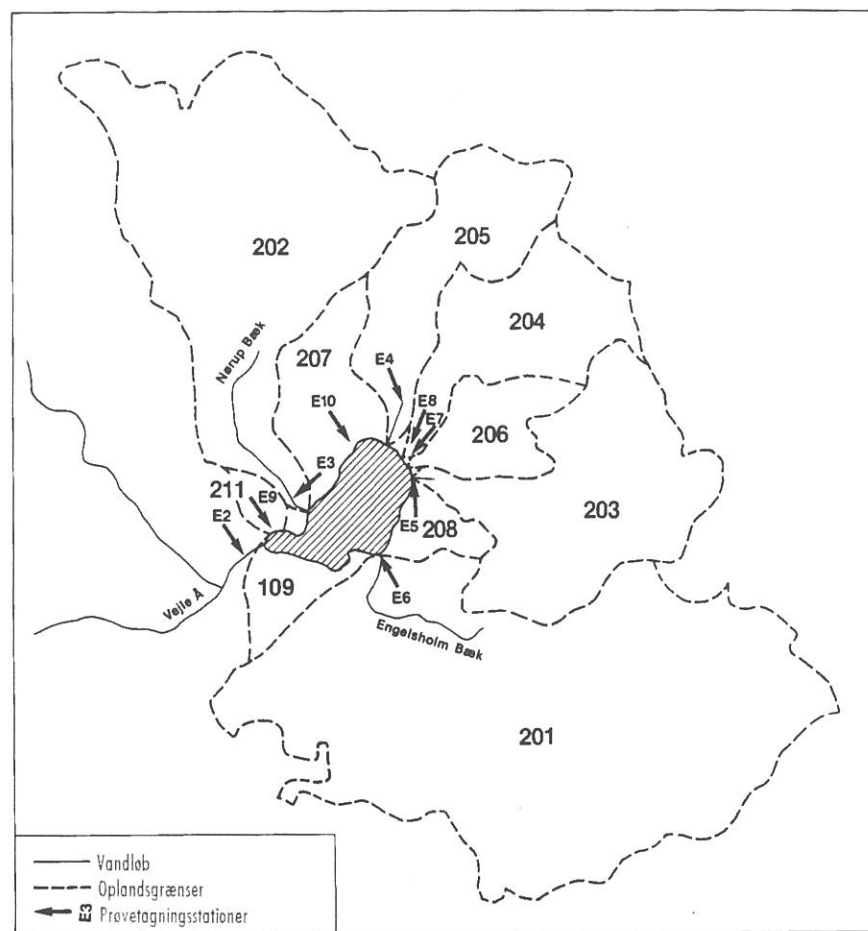


Fig. 3.1.1 Lokalisering af tilløbene i deloplandene til Engelsholm Sø.

Tilløbet E7 er grundvandsfødt, og både vandføring og stofkoncentration er uændret i 1996 i forhold til tidligere år. Tilløb E5, E6 og E8 får primært vandforsyningen fra overfladeafstrømning. I disse tilløb er koncentrationerne relativt uændrede i forhold til tidligere, men vandføringen er tydeligt påvirket af den tørre sommer og det tørre efterår.

Som det fremgår af fig. 3.1.2, er vandtilførslen fra grundvandsmagasinerne næsten lige så stor i 1996 som året før, mens vandtilførslen fra overfladeafstrømning er lavere fra årets begyndelse og frem til juli måned. Fra juli måned og til slutningen af året er overfladeafstrømningen meget lav begge år. Der er et særdeles beskedent nedbørsoverskud på 25 mm i 1996, sammenholdt med 236 mm i gennemsnit i perioden 1989-95 (bilag 10.3.1). Mens

overfladeafstrømningen som forventet er lav, er grundvandsmagasinerne blevet fyldt i løbet af det nedbørsrige 1994, og derfor er der en pæn vandtilstrømning i 1996 trods tørken. Grundvandstilførslen i 1996 udgør 81 % af den samlede vandtilførsel mod 62 % året før. Vandbalancen for Engelsholm Sø er vist i tabel 3.1.1.

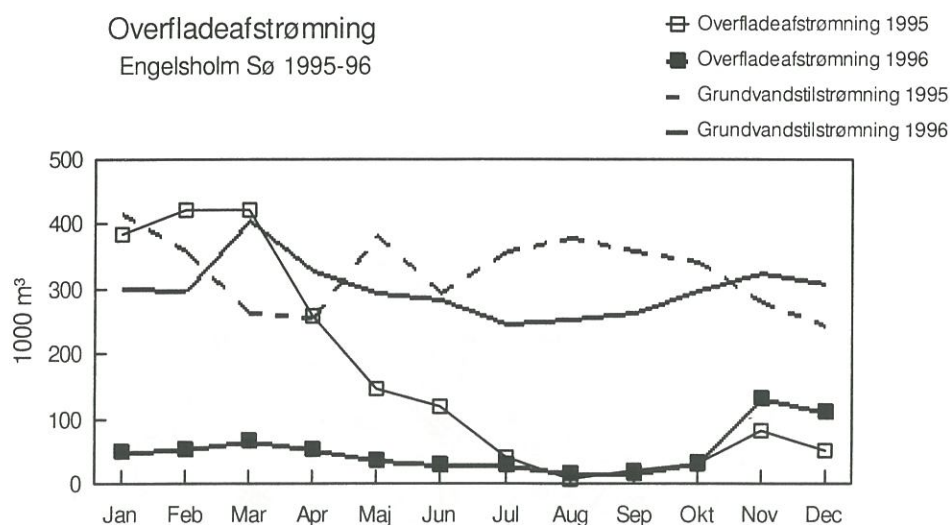


Fig. 3.1.2 Vandtilførsel, opdelt på overfladeafstrømning og grundvandstilførsel til Engelsholm Sø i 1995 og 1996.

Engelsholm Sø								
Vandbalance (1.000.000 m³ pr. år)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Overfladeafstrømning	1,04	0,81	0,91	1,07	1,31	2,72	2,05	0,63
Nedbør	0,32	0,47	0,35	0,42	0,42	0,51	0,34	0,25
Grundvand umålt	3,74	3,32	2,80	3,30	2,95	2,98	3,50	3,28
Grundvand målt	0,00	0,83	0,81	0,48	0,43	0,44	0,38	0,44
Grundvand ialt	3,74	4,15	3,61	3,78	3,38	3,42	3,88	3,72
Total vandtilførsel	5,11	5,44	4,87	5,27	5,12	6,65	6,27	4,60
Vandfraførsel	4,82	5,12	4,60	4,99	4,83	6,37	5,95	4,35
Fordampning	0,31	0,30	0,29	0,32	0,28	0,30	0,26	0,24
Total vandfraførsel	5,13	5,42	4,90	5,30	5,12	6,67	6,21	4,59
Vandets opholdstid, fraført mængde	0,24	0,22	0,24	0,23	0,23	0,18	0,19	0,26

Tabel 3.1.1 Vandbalance for Engelsholm Sø 1989-96.

4. Stoftransport og massebalance

Massebalancen for fosfor er vist i tabel 4.1.1 og for kvælstof i tabel 4.1.2. Tilførslen af fosfor og kvælstof er den laveste, der er målt i overvågningsperioden fra 1989-96. Det er de klimatiske forskelle imellem årene, der afgør udsvingene i stoftilførslerne.

Fosfor (tons pr. år)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
- a) Byspildevand	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
- b) Regnvandsbetinget	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
- c) Industri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
- d) Dambrug	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
- e) Spredt bebyggelse	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072
Udledt spildevand total	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072
Grundvand målt	0,000	0,050	0,031	0,022	0,028	0,026	0,018	0,017
Grundvand umålt	0,176	0,156	0,131	0,155	0,139	0,140	0,168	0,153
Grundvand i alt	0,176	0,206	0,162	0,177	0,167	0,166	0,186	0,170
Natur, overfl.afstr.	0,050	0,045	0,042	0,044	0,046	0,158	0,100	0,026
Dyrkningsbidrag	0,013	0,040	-0,002	-0,027	0,014	0,043	0,009	-0,020
Diffus tilførsel	0,239	0,291	0,201	0,194	0,227	0,367	0,295	0,176
Atmosfærisk deposition	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
Total tilførsel	0,320	0,372	0,282	0,275	0,308	0,447	0,376	0,257
Total fraførsel	0,392	0,511	0,393	0,551	0,434	0,406	0,340	0,223
Tilbageholdelse	-0,073	-0,139	-0,111	-0,276	-0,127	0,041	0,036	0,035
Tilbageholdelse i %	-22,7	-37,5	-39,2	-100,5	-41,1	9,3	9,5	13,5
Indløbskoncentration (mg P/l)	0,063	0,068	0,058	0,052	0,060	0,067	0,060	0,056
Naturlig baggrundskonc. (mg P/l)	0,048	0,055	0,046	0,041	0,035	0,058	0,049	0,048
Baggr.konc. 1989-93 og -95 fra (Larsen, Søren E. 1996); 1994 fra (Larsen, Søren E. 1995); 1996 fra (Windolf, J. 1997).								
Anvendte normtal pr. PE 1,0 kg fosfor/PE år								
Normtallene er for urensset spildevand								

Tabel 4.1.1 Tilførsel og massebalance for fosfor, Engelsholm Sø 1989-96.

Kvælstof (tons pr. år)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
- a) Byspikdevand	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
- b) Regnvandsbetinet	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
- c) Industri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
- d) Dambrug	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
- e) Spredt bebyggelse	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316
Total udlødt spikdevand	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316
Grundvand målt	0,000	3,647	3,655	2,954	2,846	2,841	2,656	2,799
Grundvand umålt	8,238	7,311	6,149	7,253	6,493	6,556	7,482	6,924
Grundvand ialt	8,238	10,958	9,804	10,207	9,339	9,397	10,138	9,722
Natur, overflafstr.	1,671	1,381	1,362	1,927	2,100	4,562	3,137	0,756
Dyrkningsbidrag	4,770	6,865	5,437	5,846	5,773	9,901	6,280	3,164
Diffus tilførsel	14,679	19,204	16,603	17,980	17,212	23,860	19,555	13,643
Atmosfærisk deposition	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878
Total tilførsel	15,873	20,398	17,797	19,174	18,406	25,054	20,749	14,836
Total fraførsel	11,924	13,251	11,084	15,081	14,173	13,364	9,891	6,692
Tilbageholdelse	3,949	7,147	6,713	4,093	4,233	11,690	10,858	8,144
Tilbageholdelse i %	25	35	38	21	23	47	52	55
Indløbskoncentr. (mgN/l)	3,093	3,763	3,634	3,616	3,597	3,756	3,339	3,235
Naturlig baggrundskonc. (mgN/l)	1,6	1,7	1,5	1,8	1,6	1,68	1,53	1,40
Overflafstr. (m3*1.000.000)	1,04	0,81	0,91	1,07	1,31	2,72	2,05	0,54
Baggr.konc. 1989-93 og -95 fra (Larsen, Søren E. 1996); 1994 fra (Larsen, Søren E. 1995); 1996 fra (Windolf, J. 1997)								
Anvendte normtal pr. PE 4,4 kg N/PE år								
Normtallene er for urensset spikdevand								

Tabel 4.1.2 Tilførsel og massebalance for kvælstof, Engelsholm Sø 1989-96.

I fig. 4.1.1a-b er den årlige tilførsel og fraførsel af kvælstof og fosfor vist. Forskellen mellem tilførsel og fraførsel udgør tilbageholdelsen. Af diagrammet fremgår det, at den relative tilbageholdelse af kvælstof er steget betydeligt i perioden 1994-96 sammenlignet med de forudgående år. Denne udvikling må tilskrives en øget tilgængelighed af nitrit og nitrat for de denitrificerende bakterier, fordi algemængden i søen er faldet efter opfiskning af skaller og brasener i 1992-93.

For fosfor ses også en øget tilbageholdelse, men her er tale om et helt ændret billede fra en nettofrigivelse til og med 1993 til en nettotilbageholdelse i årene efter. Tilbageholdelsen af jern ses at nærme sig en tredobling i samme periode (fig. 4.1.1 b), hvilket er med til at styrke sedimentets tilbageholdelsesevne. Den øgede tilbageholdelse af jern viser, at redoxforholdene i søbunden er ændrede efter opfiskningen. Det er nærliggende at pege på en mindre primærproduktion som årsag til dette.

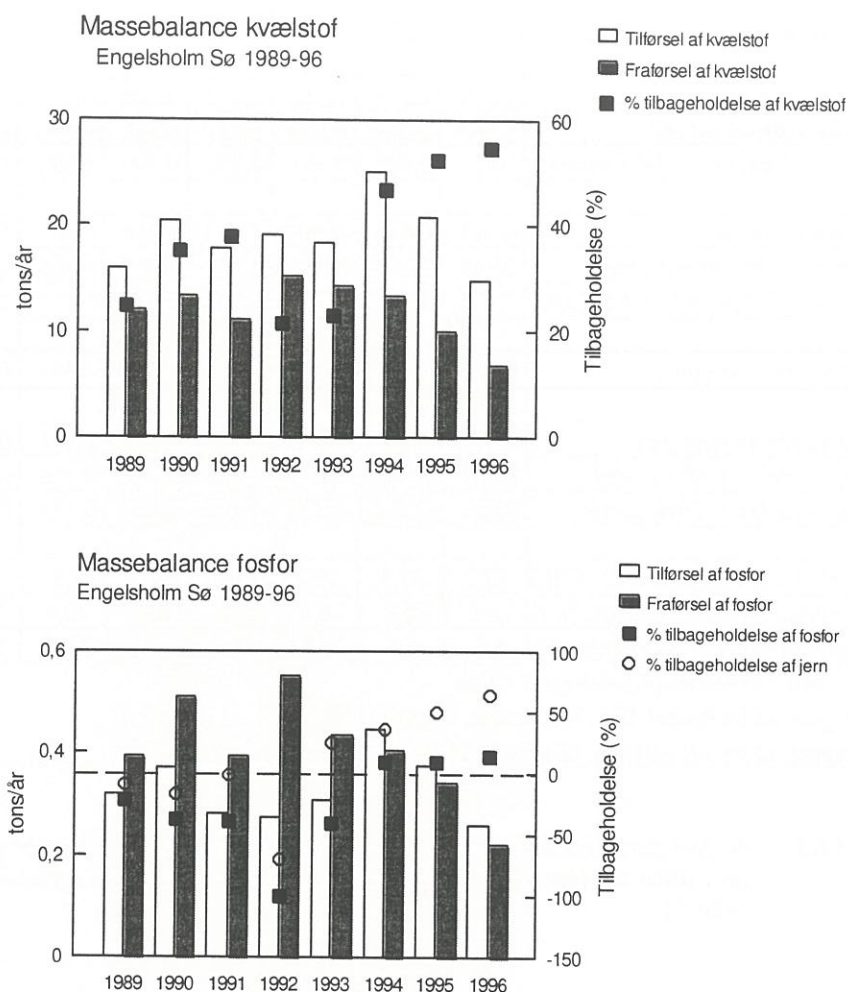


Fig. 4.1.1 a+b a: Tilført, fraført og tilbageholdt mængde kvælstof 1989-96.
b: Tilført, fraført og tilbageholdt mængde fosfor 1989-96. Endvidere er jern-tilbageholdelsen angivet.

I tabel 4.1.3 er massebalancen for fosfor opstillet, svarende til tabel 4.1.1, men dels med korrektion for underestimering af fosfortransporten i små vandløb, og dels med korrektion for underestimering ved hjælp af en empirisk sømodel. Forskellene i den relative fosfortilbageholdelse ved de tre forskellige beregningsmetoder er illustreret i fig. 4.1.2. Også efter korrektion er der tale om en øget tilbageholdelse efter 1993, men tilbageholdelsen ændres fra i størrelsesordenen 10% til i størrelsesordenen 25 %.

Da belastningen med fosfor til Engelsholm Sø har været uændret i en årrække, bortset fra afstrømningsbetingede variationer, er det rimeligt at forvente, at den reelle fosfortilbageholdelse er positiv, og en størrelsesorden på 25% er realistisk i relation til en opholdstid for vandet på 70-95 dage på årsbasis (DMU 1995).

Fosfor (tons/år)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1) Total tilførsel beregnet	0,320	0,372	0,282	0,275	0,308	0,447	0,376	0,257
2) Fosfortilførsel model	0,549	0,699	0,534	0,771	0,618	0,510	0,428	0,295
3) Total tilførsel incl. 39% korrekt.	0,413	0,485	0,361	0,350	0,396	0,590	0,491	0,326
Dyrkning beregnet	0,013	0,040	-0,002	-0,027	0,014	0,043	0,009	-0,020
Dyrkning model (overfl.afstr.)	0,242	0,368	0,250	0,469	0,325	0,106	0,116	0,018
Dyrkning v. 39%korrekt.(overfl.afstr.)	0,106	0,153	0,076	0,048	0,102	0,186	0,179	0,049
Total fraførsel beregnet	0,392	0,511	0,393	0,551	0,434	0,406	0,340	0,223
Tilbageholdelse beregnet	-0,073	-0,139	-0,111	-0,276	-0,127	0,041	0,036	0,035
Tilbageholdelse DMU-model	0,157	0,188	0,142	0,220	0,184	0,104	0,088	0,072
Tilbageholdelse v. 39% korrekt.	0,020	-0,026	-0,032	-0,200	-0,038	0,184	0,151	0,103
Tilbageholdelse beregnet, % af tilførsel	-22,7	-37,5	-39,2	-100,5	-41,1	9,3	9,5	13,5
Tilbageholdelse DMU-model, % af tilførsel	28,6	26,9	26,5	28,6	29,8	20,4	20,5	24,5
Tilbageholdelse v. 39% korrekt., % af tilførsel	5,0	-5,4	-8,9	-57,2	-9,6	31,2	30,7	31,7
1) Beregninger baseret på målinger i tilløb								
2) Beregnet ud fra model 12 i (Kristensen, P. et al. 1990)								
3) Beregnet ud fra 25%-fraktil (Kronvang, B. 1995)								

Tabel 4.1.3 Fosfortilførsel og fosforbalance beregnet efter målinger i tilløb, efter målinger i tilløb korrigeret for underestimering, og efter sømodel, Engelsholm Sø 1989-96.

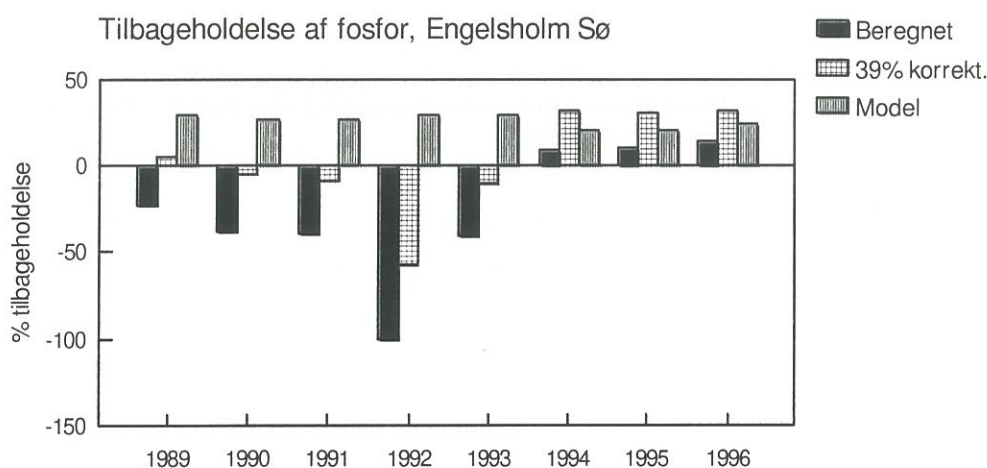


Fig. 4.1.2 Den relative tilbageholdelse af fosfor i Engelsholm Sø 1989-96 beregnet ved 1) målinger i søtilløbene, 2) målinger i søtilløbene korrigeret for underestimering af fosfor og 3) model 12 i (Christensen, P. et al., 1990).

Kildeopsplitningen i tabel 4.1.1 og tabel 4.1.2 viser, at manglen på nedbør i 1995 fører til den hidtil laveste diffuse tilførsel af kvælstof og fosfor. Mens grundvandsbidraget er relativt uændret, ses et lavt bidrag fra natur og dyrkning (fig. 4.1.3). I tabel 4.1.3 er fosforbidraget fra dyrkning anført efter korrektion for underestimering af den del af fosfortilførslen, der hidrører fra

overfladeafstrømning. Ved 39% korrektion er fordelingen mellem fosforkilderne ca. 2/3 naturbidrag og 1/3 bidrag fra dyrkning og spredt bebyggelse, ligeligt fordelt mellem disse (fig. 4.1.3 b).

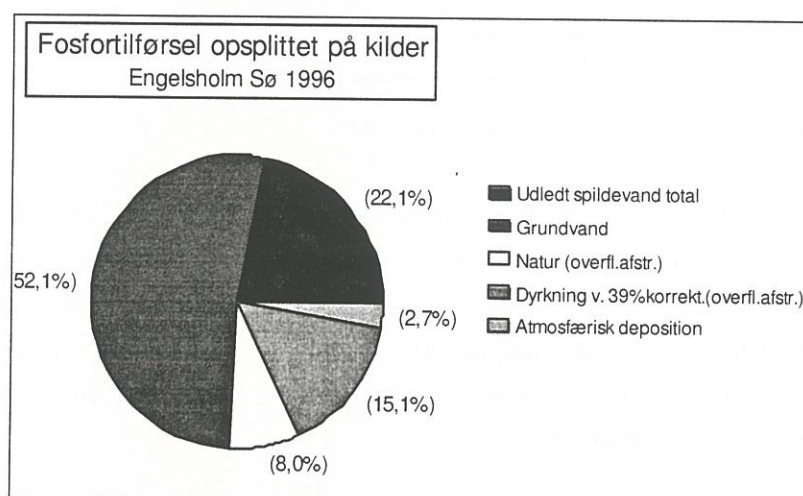
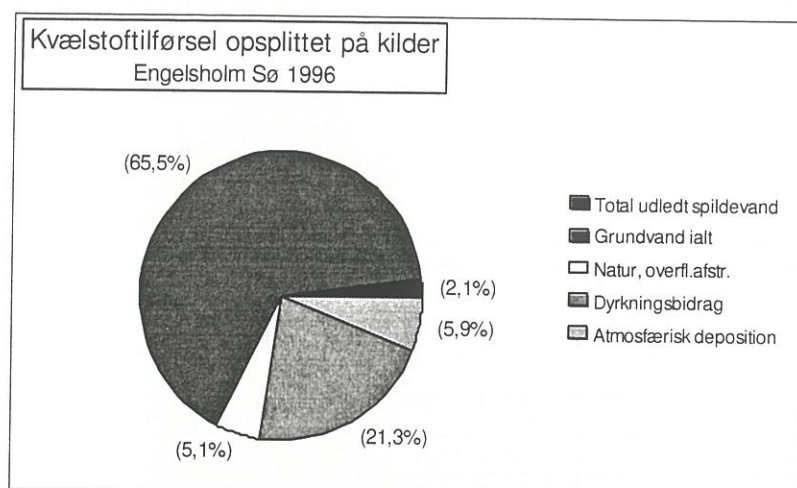


Fig. 4.1.3 a+b Relativ fordeling af tilførsel af a) kvælstof- og b) fosfor til Engelsholm Sø i 1996, opsplittet på kilder.

Egtved Kommune har i 1996 gennemført en detaljeret gennemgang af ukloakerede ejendommers spildevandsforhold i oplandet til Engelsholm Sø. Resultatet af undersøgelsen har vist, at udledningen af fosfor fra husspildevand er halvt så stort som hidtil antaget, fordi en stor del af spildevandet nedsiver. Det har endvidere vist sig, at en del af afstrømningen fra det topografiske opland siver "uden om" søen for at strømme ud i Vejle Å. Når tilstrømningen af grundvand samtidig udgør et relativt stort bidrag af vandtilstrømningen, bliver fosforbelastningen til Engelsholm Sø lav trods beliggenheden i et intensivt dyrket område.

Den øgede tilbageholdelse af jern i Engelsholm Sø (tabel 4.1.4) har styrket sedimentets evne til at tilbageholde fosfor. I perioden 1989-93 var jerntilbageholdelsen på gennemsnitligt -0,2 tons/år, og efter opfiskningen i 1994-96 på gennemsnitligt 1,1 tons/år, svarende til en øget nettotilbageholdelse på 1,3 tons/år. 1,3 tons jern/år svarer til 0,8 tons fosfor/år på molbasis ved forholdet 1:1 mellem jern og fosfor. I perioden 1994-96 blev søen tilført 0,4 tons fosfor/år.

Jern (tons pr. år)	1993	1994	1995	1996
Total tilførsel	1,699	2,363	2,449	1,947
Total fraførsel	1,382	1,431	1,210	0,765
Magasinering	-0,104	0,103	0,001	-0,078
Tilbageholdelse	0,421	0,829	1,239	1,260
Indløbskoncentr. (mg jern/l)	0,351	0,371	0,412	0,448
Tilbageholdelse i %	25	35	51	65

Tabel 4.1.4 Jernbalance, Engelsholm Sø 1993-96.

En sedimentanalyse fra 1990 gav et jern/fosforforhold på 9 i de øverste 2 cm af sedimentet. En analyse fra 1995 viste, at forholdet var ændret til 30 (Møller, P.H. 1996). De to analyser blev udført af hver sit laboratorium. Nogle af afvigelserne mellem de to analyser gav anledning til at overveje, om der overhovedet var basis for sammenligninger ud over størrelsesordener, herunder bl.a. jern/fosfor-forholdet.

Med udgangspunkt i sedimentanalysen fra (udgangen af) 1990 og den beregnede jern- og fosfortilbageholdelse i søen i den efterfølgende periode (1991-96), er tabel 4.1.5 konstrueret. Sedimentanalysen fra 1995 og beregningerne af udviklingen i jernindholdet i sedimentet fra 1991 til 1996 bekræfter hinanden i, at jern/fosforforholdet er steget markant efter opfiskningen i 1992-93. Det fremgår af tabellen, at forholdet er tæt på de magiske 15 (Jensen, H.S. et al., 1990), forudsat at den sedimenterede jern og fosfor findes i sedimentprofilen 0-5 cm. Hvis den sedimenterede jern og fosfor findes i sedimentprofilen 0-2 cm, er forholdet ændret fra 9 til 22. Der er nu et godt grundlag for at konkludere, at jern er blevet styrende for frigivelsen af fosfor fra søbunden som en følge af opfiskningen.

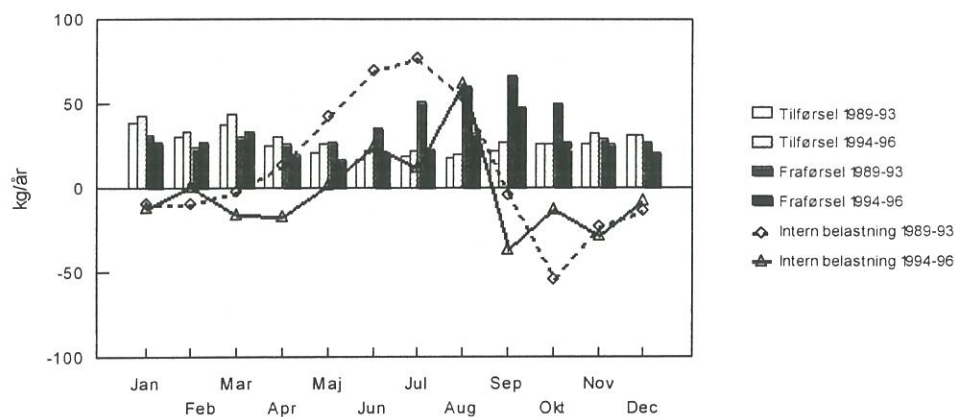
Engelsholm Sø						
Indhold af jern og fosfor i sedimentdybde 0-5 cm						
	Fosfor 1990	Jern 1990	Fosfor 1990+ tilbage- holdelse 1991-96	Jern 1990+ tilbage- holdelse 1991-96	Jern/ fosfor forhold 1990	Jern/ fosfor forhold 1996
	kg	kg	kg	kg	vægt/vægt	vægt/vægt
Station 1	2481	32278				
Station 2	3508	34617				
Gennemsnit	2994	33448	2593	35967	11	14
Indhold af jern og fosfor i sedimentdybde 0-2 cm						
	kg	kg	kg	kg		
Station 1	756	8275				
Station 2	1006	8161				
Gennemsnit	881	8218	480	10737	9	22

Tabel 4.1.5 Indhold af jern og fosfor i sedimentet i Engelsholm Sø i 1990 og 1996. Data fra 1990 stammer fra en sedimentundersøgelse, og data fra 1996 er beregnet ved at addere tilbageholdelsen af fosfor og jern i årene 1991-96 til data fra 1990.

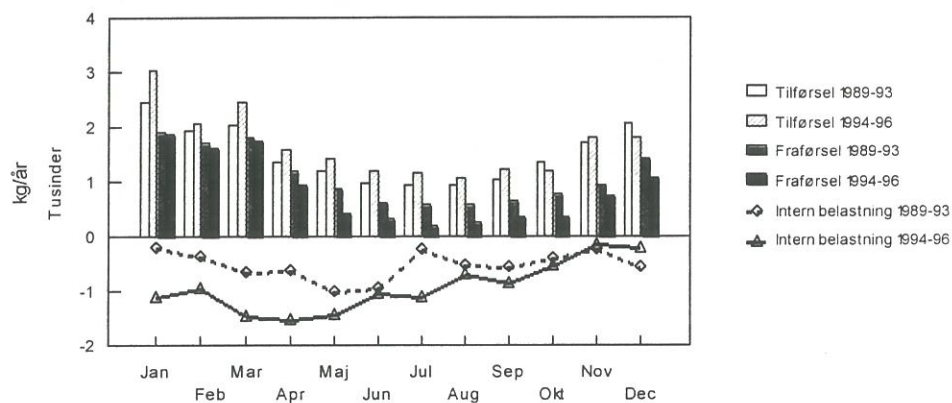
Som diskuteret ovenfor, er der sket et markant fald i de årlige fraførsler af kvælstof, fosfor og jern efter opfiskningen af skaller og brasener i søen. I fig. 4.1.4 er vist den månedlige tilbageholdelse (interne belastning), tilførsel og fraførsel af kvælstof, fosfor og jern. Værdierne er angivet som månedsgennemsnit for perioden før og efter opfiskningen. På kurverne over intern belastning bemærker man et markant fald i den interne belastning fra årets begyndelse og frem til august for kvælstof. For fosfor og jern er den interne belastning markant lavere i perioden marts til august.

Opfiskningen har ført til, at denitrifikation og tilbageholdelse af fosfor i sedimentet er styrket betydeligt fra senvinter til sensommer. I sensommeren bliver algevækst, fiskeyngel, temperatur og iltforbrugende processer styrende for processerne i søen, og massebalancen adskiller sig derfor ikke væsentligt fra situationen før opfiskningen.

Engelsholm Sø, massebalance fosfor
Værdierne er årsgennemsnit i de angivne perioder



Engelsholm Sø, massebalance kvælstof
Værdierne er årsgennemsnit i de angivne perioder



Engelsholm Sø, massebalance jern
Værdierne er årsgennemsnit i de angivne perioder

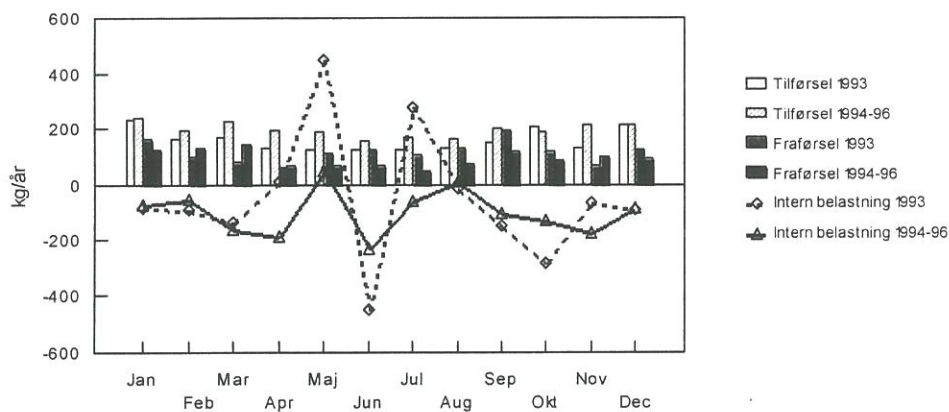


Fig. 4.1.4 Sæsonvariation i tilførsel, fraførsel og intern belastning af fosfor, kvælstof og jern før (1989-93) og efter opfiskning (1994-96) af skaller og brasener i Engelsholm Sø. Værdierne er månedsgennemsnit i den angivne årrække.

5. Søvandet

5.1 Ilt og temperatur

Første gang, der er målt temperatur og ilt i Engelsholm Sø i 1996 er den 14. marts, hvor søen var isdækket. Iltten er næsten brugt op ved bunden, men anaerobe forhold er der ikke tale om. I sensommeren er det laveste iltindhold målt til 0,2 mg/l i bundvandet, og der er målt forhøjede koncentrationer af kvælstof, jern og fosfor (bilag 10.5.3). Dannelsen af et udpræget temperatur/ilt springlag i Engelsholm Sø ses kun sjældent i sommerperioden og slet ikke i 1996. Ilt- og temperaturprofiler er angivet i bilag 5.5.1.

5.2 Vandkemi

Alle målte vandkemiske variabler i 1996 er af samme størrelsesorden som i 1994 og -95 (fig. 5.2.1, bilag 5.2.1 og bilag 5.2.2). Resultaterne af den opfiskning af skaller og brasener, som amtet har gennemført i perioden 1992-93 med suppleringsfiskeri i 1994-95, er således fastholdt. Udviklingen efter opfiskningen er positiv for de relevante vandkemiske variabler (sommergennemsnit):

- sigtddybden er tredoblet,
- klorofyl koncentrationen er mere end halveret,
- total-fosfor- og total-kvælstof koncentrationen er halveret, og
- suspenderet stof, glødetab og COD er mere end halveret.

Engelsholm Sø

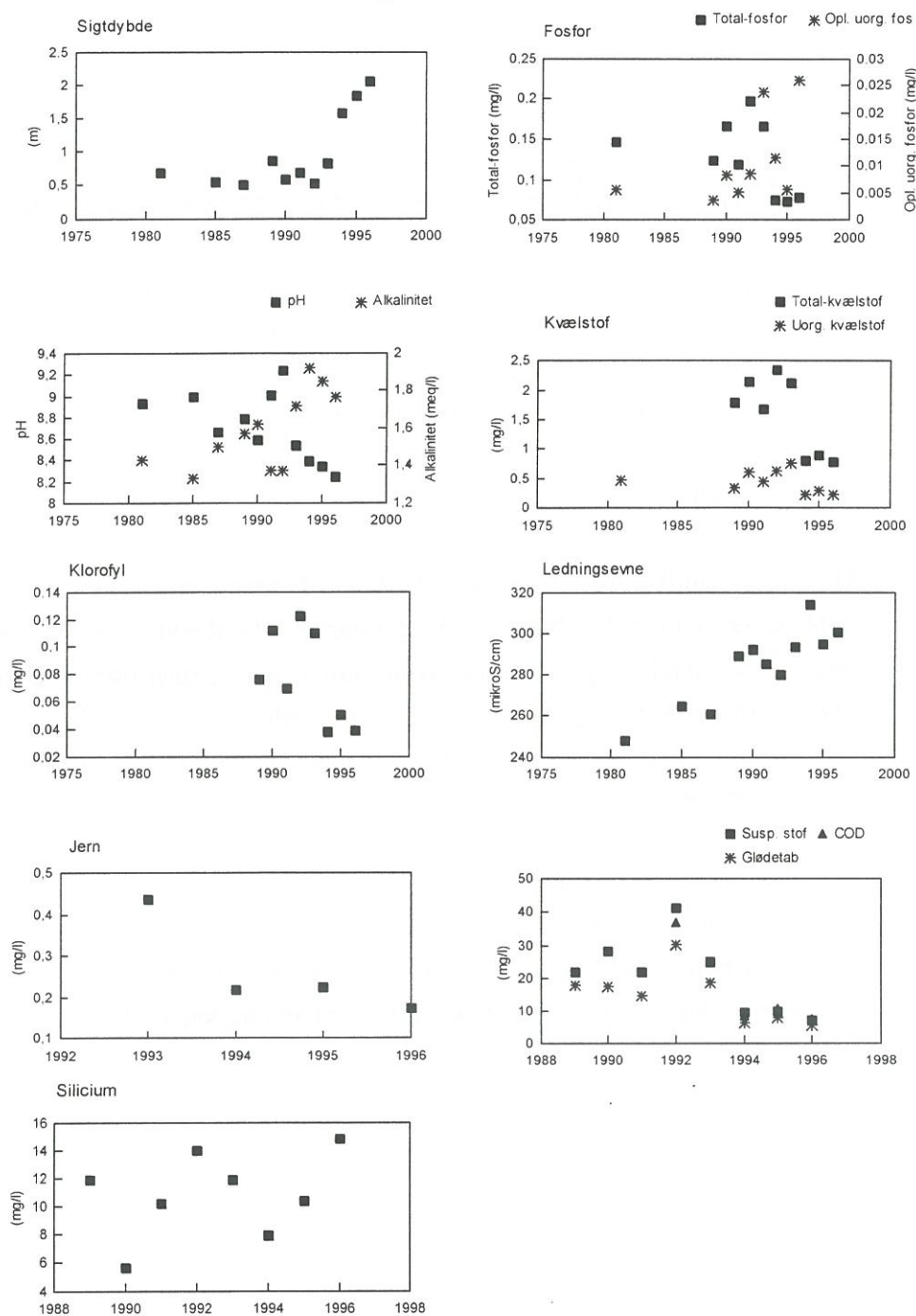


Fig. 5.2.1 Tidsvægtede gennemsnit af sigt dybde, fosfor, kvælstof, pH, alkalinitet, klorofyl, ledningsevne, jern, suspenderet stof, glødetab af suspenderet stof, COD og silicium i perioden 1/5 - 30/9 for hvert af de angivne år.

Før opfiskningen var algernes vækst i store dele af sommerperioden begrænset af adgangen til fosfor. Denne situation er markant anderledes efter opfiskningen, hvor koncentrationen af opløst uorganisk fosfor ofte ligger over, hvad man kan forvente, er begrænsende for algevækst (fig. 5.2.2).

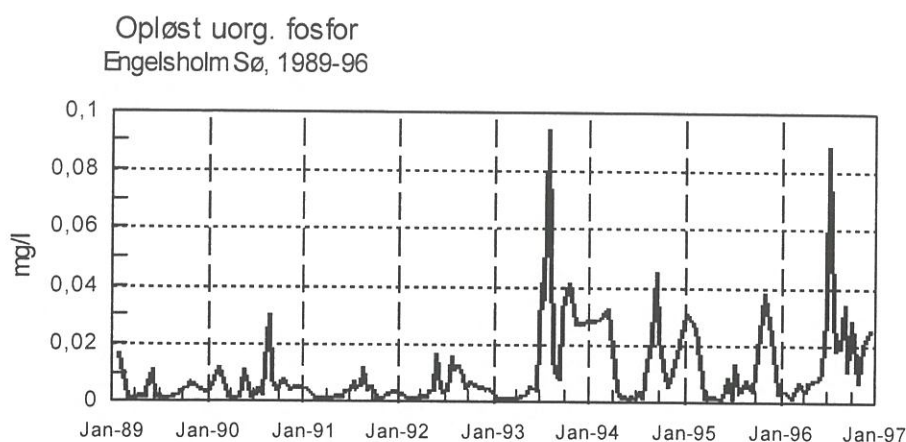


Fig. 5.2.2 Sæsonvariation i koncentration af opløst uorganisk fosfor i Engelsholm Sø, 1989-96.

Gennemsnitskoncentrationen af opløst uorganisk kvælstof er omvendt faldet i sommerperioden som følge af øget denitrifikation og mindre nitratudvaskning i de tørre somre (fig. 5.2.3). Bortset fra en enkelt måling i 1996 når kvælstof-koncentrationerne ikke ned på værdier, hvor ikke-kvælstoffikserende algers vækst er begrænset heraf. Grundvandstilstrømningen giver en kontinuerlig kvælstoftilførsel til Engelsholm Sø, selv efter længerevarende tørke.

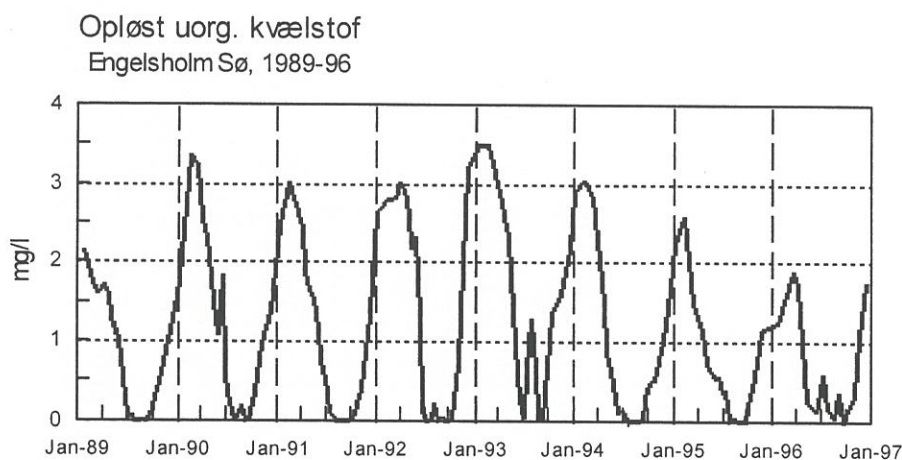


Fig. 5.2.3 Sæsonvariation i koncentration af opløst uorganisk kvælstof i Engelsholm Sø, 1989-96.

Sammenfattende må man konkludere, at algernes vækst i Engelsholm Sø ikke er begrænset af adgangen til kvælstof og fosfor.

6. Søsediment

Der er gennemført undersøgelser af sedimentet i 1990 og 1995 (tabel 6.1.1)

Resultaterne er inddraget i diskussionerne. For yderligere karakteristik af sedimentet henvises til (Møller, P.H., 1996).

Station og prøve- tagingsdybde	Tørstof %	Gløde- tab %	Total- fosfor mg/g TS	Total- kvælstof mg/g TS	Jern mg/g TS	Calcium mg/g TS	Jern / fosfor	Ads. fosfor mg/g TS	Ca-ads. fosfor mg/g TS	Jern-ads. fosfor mg/g TS	Org. fosfor mg/g TS	Opl. org. fosfor mg/g TS	Udveksl. fosfor mg/g TS
St. 1													
0-2 cm	5,5	29	1,6	17,4	47	23	29,4	0,01	0,038	0,36	0,26	0,932	1,30
2-5 cm	11,4	22	0,77	12	31	9,9	40,3	0,0035	0,021	0,12	0,19	0,4355	0,56
5-10 cm	14,2	24	0,62	11,4	28	6,6	45,2	0,0025	0,015	0,092	0,15	0,3605	0,46
10-20 cm	15	24	0,63	11,5	27	6,3	42,9	0,0027	0,013	0,11	0,16	0,3443	0,46
St. 2													
0-2 cm	4,6	32	1,7	18	36	14	21,2	0,017	0,0069	0,5	0,25	0,9261	1,44
2-5 cm	8,9	28	1,1	15,6	29	9,8	26,4	0,0079	0,009	0,22	0,23	0,6331	0,86
5-10 cm	11,8	23	0,72	10,1	32	6,3	44,4	0,0081	0,003	0,3	0,11	0,2989	0,61
10-20 cm	11,8	23	0,12	1,9	5,8	0,12	48,3	0,0007	0,0014	0,048	0,024	0,046	0,09
St. 3													
0-2 cm	6	20	1,6	18,9	64	13	40,0	0,011	0,02	0,025	0,24	1,304	1,34
2-5 cm	20,6	14	0,4	5,8	28	4,2	70,0	0,0022	0,007	0,11	0,066	0,2148	0,33
5-10 cm	14,4	27	0,76	12,2	3,8	7,4	5,0	0,0024	0,0087	0,32	0,12	0,3089	0,63
10-20 cm	13,3	22	0,49	12	30	5,6	61,2	0,0008	0,0079	0,22	0,094	0,1674	0,39

Tabel 6.1.1 Værdier af de målte sedimentvariabler på station Se1, Se2 og Se 3 i forskellige sedimentdybder, Engelsholm Sø 1995.

7. Biologiske forhold

7.1 Planteplankton

Som for de vandkemiske variabler har opfiskningen også haft betydning for mængden af alger i søvandet, der er mere end halveret på årsbasis. Mængden af dyreplankton er ikke ændret signifikant. Forholdet er vist på fig. 7.1.1 som den gennemsnitlige årlige koncentration af plankton i søvandet.

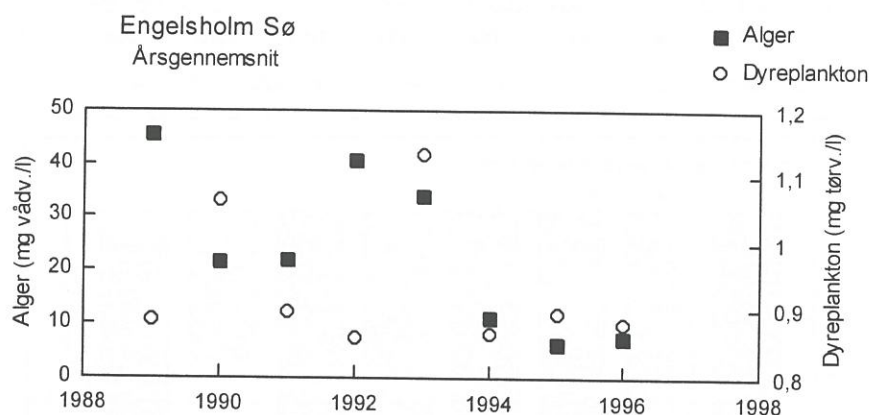


Fig. 7.1.1 Årgennemsnit i biomasse af planteplankton og dyreplankton i Engelsholm Sø, 1989-96.

Blågrønalgerne dominerer stadig algesamfundet om sommeren, men mængden af blågrønalger er faldet betydeligt efter opfiskningen, og andre algegrupper har vundet større indpas. Det drejer sig om især kiselalger, men også rekylalger og furealger (tabel 7.1.1, fig. 7.1.2 og bilag 7.1.1).

Tidsvægtede årsgennemsnit	Kisel- alger	Blågrøn- alger	Grøn- alger	Rekyl- alger	Fure- alger	Stilk- alger	Gul- alger	Ube- stemte	Total- biomasse
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1989	6,365	38,648	0,473	0,053				0,066	45,605
1990	5,728	15,510	0,110	0,093				0,187	21,627
1991	5,455	15,769	0,342	0,090				0,126	21,781
1992	4,207	35,819	0,400	0,126				0,101	40,653
1993	3,348	30,048	0,020	0,479				0,082	33,978
1994	3,472	7,115	0,047	0,221	0,054			0,068	10,978
1995	3,160	1,838	0,051	0,296	0,265		0,363	0,140	6,113
1996	3,589	2,917	0,009	0,464	0,031	0,298	0,021	0,138	7,465
Tidsvægtede årsgennemsnit									
1989	1,362	65,591	0,980	0,068				0,073	68,074
1990	4,123	32,438	0,261	0,062				0,355	37,240
1991	1,156	28,979	0,805	0,071				0,158	31,169
1992	0,214	71,487	0,950					0,106	72,757
1993	2,173	71,034	0,038	0,549				0,059	73,853
1994	4,862	15,923	0,093	0,382	0,130			0,078	21,468
1995	5,092	3,696	0,120	0,619	0,628		0,866	0,279	11,301
1996	2,203	6,923	0,008	0,371	0,071	0,634		0,267	10,475

Tabel 7.1.1 Tidsvægtede årlige gennemsnit og sommergennemsnit (1/5-30/9) af biomassen af de fundne algegrupper i Engelsholm Sø, 1989-96.

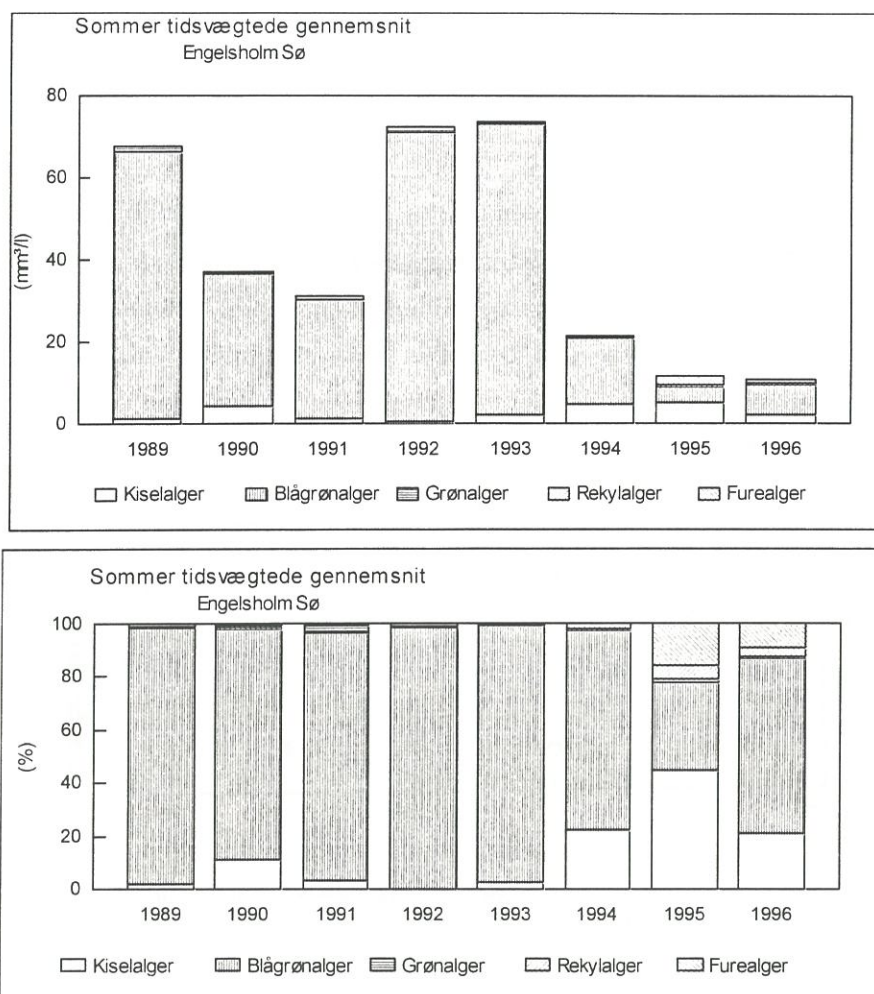
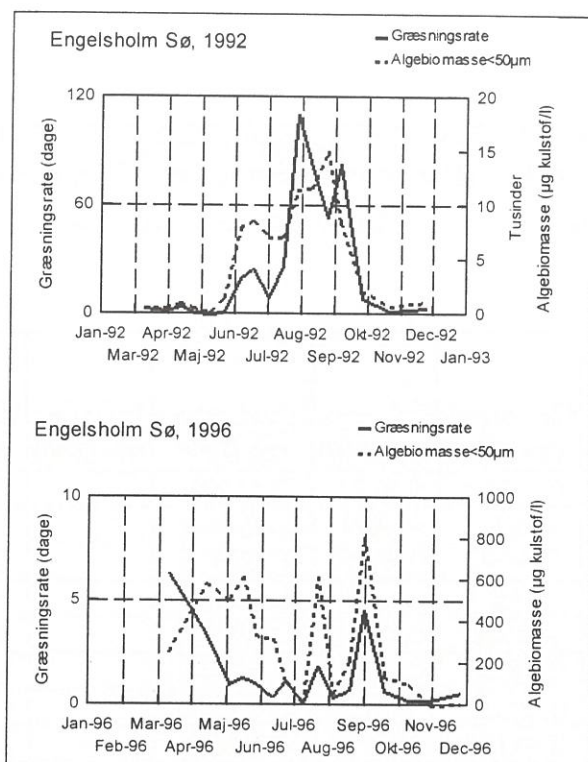


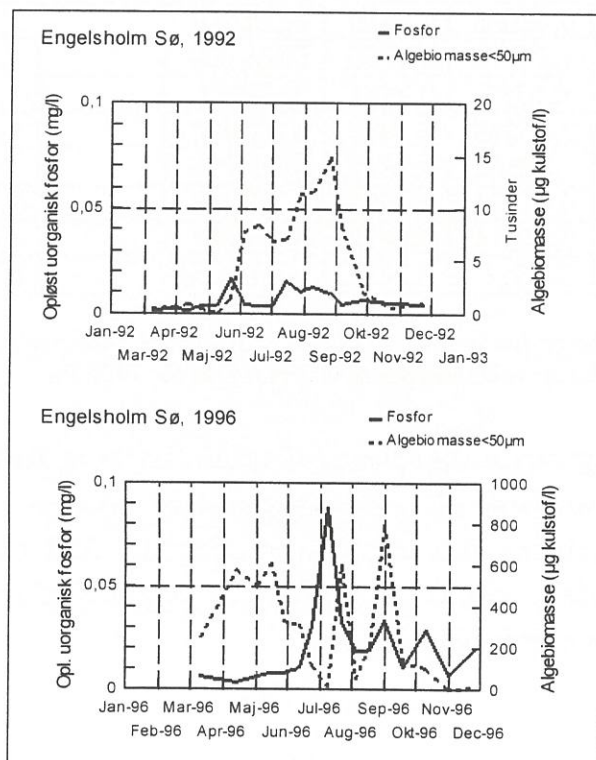
Fig. 7.1.2 De fundne algegrupperes relative andel af den totale algebiomasse, Engelsholm Sø 1989-96.

Dyreplanktonets græsningstryk på algerne er meget højt det meste af året. Selv om sommeren, hvor algebiomassen er højest, er græsningstrykket på algerne i størrelsesordenen 10 gange højere end før opfiskningen. Forholdet er eksemplificeret i fig. 7.1.3 a, hvor græsningstrykket og algebiomassen i 1992 (før) og i 1996 (efter) er vist. Bemærk forskellen i enhederne på akserne de to år!

Før opfiskningen var algevæksten i lange perioder begrænset af tilgængeligheden af fosfor. I 1996 er mængden af uorganisk fosfor i søvandet ofte så høj, at den ikke anses for at være begrænsende for algernes vækst (fig. 7.1.3 b). Efter opfiskningen har det biologiske system en meget større indflydelse på reguleringen af algemængden i søvandet.



a



b

Fig. 7.1.3 a+b a) Dyreplanktonets græsningsrate i forhold til den fødetilgængelige algebio-masse (alger mindre end 50 µm), Engelsholm Sø 1992 og 1996.
b) Algebio massen i forhold til koncentrationen af tilgængeligt fosfor, En-gelsholm Sø 1992 og 1996.

7.2 Dyreplankton

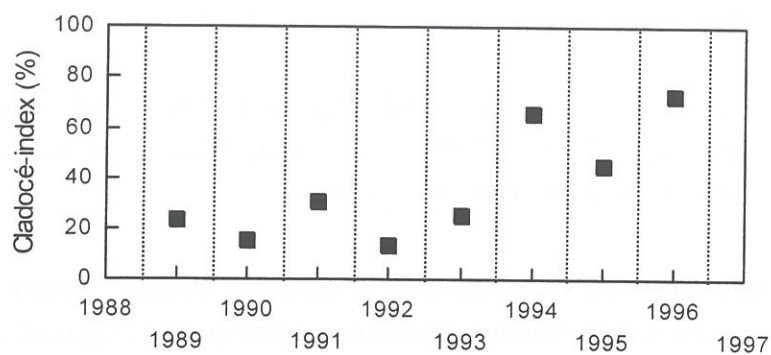
Mængden af dyreplankton i Engelsholm Sø er ikke steget, selv om prædationstrykket fra fisk er meget lavt efter opfiskningen (tabel 7.2.1). Fødegrundlaget er blevet mindre, og derfor er dyreplanktonet fødebegrænset hovedparten af året (fig. 7.1.3 a).

Tidsvægtede årsgen- nemsnit	Hjuldyr	Cladoceer	Cal. cop.	Cycl. cop.	Insekter	Total- biomasse
	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l
1989	0,047	0,45771	0,2631	0,11939		0,88725
1990	0,0151	0,82377	0,1617	0,064364		1,06494
1991	0,0254	0,3456	0,2673	0,259415		0,89779
1992	0,0112	0,58306	0,12	0,126493		0,85884
1993	0,0262	0,8142	0,2054	0,088123		1,13385
1994	0,0149	0,62252	0,1802	0,04698		0,86458
1995	0,0274	0,57836	0,1699	0,134744		0,89379
1996	0,0473	0,41164	0,2316	0,18903		0,87958
Tidsvægtede sommer- gennemsnit						
1989	0,0931	0,59896	0,3179	0,090318		1,10022
1990	0,0178	1,34776	0,1763	0,080409		1,62225
1991	0,0338	0,5771	0,3231	0,18677		1,12068
1992	0,0054	0,90093	0,1337	0,051096		1,13423
1993	0,0386	1,30442	0,1877	0,045725		1,5765
1994	0,02	0,67224	0,2016	0,053495		0,94737
1995	0,031	0,66914	0,2172	0,165672		1,07361
1996	0,0755	0,4611	0,2473	0,205168		0,98904

Tabel 7.2.1 Tidsvægtede årlige gennemsnit og sommergennemsnit (1/5-30/9) af biomassen af de fundne dyreplanktongrupper i Engelsholm Sø, 1989-96.

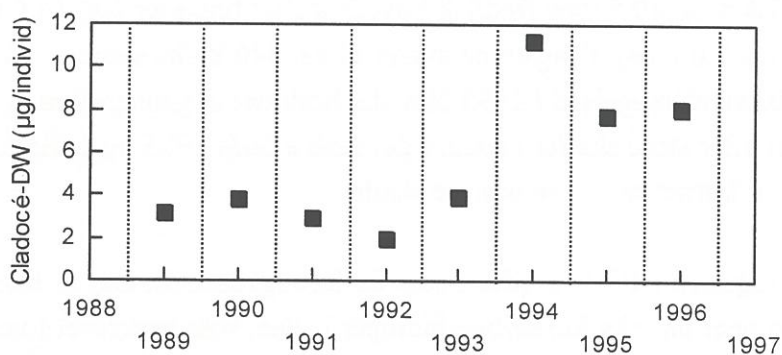
Den mest betydende slægt blandt algespiserne, *Daphnia*, udgør en større del af cladoceerne, efter at resultatet af opfiskningen er slået igennem i 1994 (fig. 7.2.1 a), og individstørrelsen er omtrent fordoblet (fig. 7.2.1 b). Den samlede mængde cladocéer i søen er næsten uændret på grund af fødebegrænsning som diskuteret ovenfor (fig. 7.2.1 c).

Cladocé-index, tidsvægtet sommergennemsnit
Engelsholm Sø, 1989 - 1996



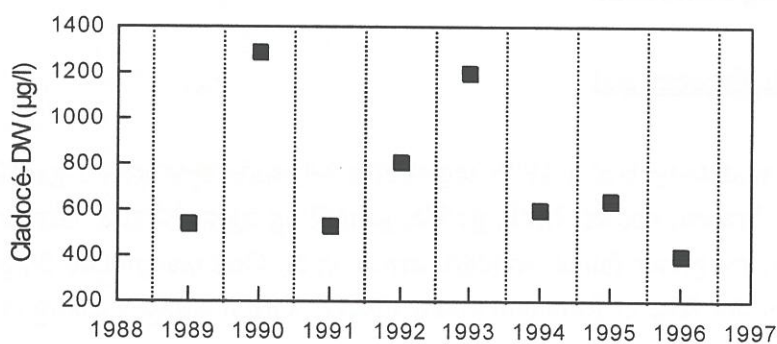
a

Cladocé-individørtørvægt, tidsvægtet sommergennemsnit
Engelsholm Sø, 1989 - 1996



b

Cladocé-tørvægt, tidsvægtet sommergennemsnit
Engelsholm Sø, 1989 - 1996



c

Fig. 7.2.1a+b+c a) Cladocé-indeks (antal dafnier i % i forhold til totale antal cladoceer).
b) Individørtørvægt af Cladoceer.
c) Tørvægt af cladocé-biomassen.

Alle data er tidsvægtede sommergennemsnit, Engelsholm Sø 1989-96.

7.3 Fiskebestanden

Introduktion

Fiskebestanden i Engelsholm Sø er undersøgt i september 1996. Bestanden er tidligere undersøgt i 1990 og 1992-95. I 1990 og 1995 er undersøgelserne sket i forbindelse med Overvågningsprogrammet.

Amtet startede i foråret 1992 opfiskning af uønskede fredfisk i søen i et forsøg på at forbedre miljøtilstanden. Opfiskningen er fortsat til og med foråret 1996. Undersøgelserne i 1992, 1993, 1994 og 1996 er sket for at vurdere effekten af opfiskningen.

I perioden fra foråret 1992 til forud for fiskeundersøgelsen i efteråret 1995 var der opfisket ca. 19,5 tons fredfisk hovedsageligt brasener (ca. 16,6 tons) og skaller (ca. 2,6 tons). Fangsterne svarer til ca. 440 kg/ha søareal. På baggrund af fiskeundersøgelsen i 1995 blev det besluttet at gennemføre et målrettet fiskeri efter store skaller i søen. I det sene efterår 1995 og tidlige forår 1996 blev der fjernet ca. 3,5 tons store skaller.

Fiskeundersøgelsen i 1996 er udført som de forudgående år. Der er benyttet 30 garnsætninger på seks forskellige biotoper i søen, som beskrevet i vejledningen for fiskeundersøgelser (Mortensen, E. et al., 1990). Dog er der ikke foretaget elektrobefiskninger i bredzonen.

Resultater og diskussion

Den samlede fiskebestand

Der er ved undersøgelsen i 1996 registreret følgende syv arter i garnfangsten: skalle, brasen, aborre, hork, gedde, grundling og rudskalle. Der er ved tidligere undersøgelser fanget sandart, ørred og ål. Den manglende fangst af ål skyldes, at der ikke er foretaget elektrofiskeri. Ørred antages stadig at være meget fåtalligt til stede.

De benyttede fiskegarns utilstrækkelighed til at fange især store sandarter (Müller, J.P. og Jensen, H.J. 1996) kan forklare, hvorfor de store sandarter ikke er fanget ved nærværende undersøgelse. At der ikke er fanget årsyngel af sandarter kan skyldes dårlige rekrutteringsforhold.

Mængden af fisk i Engelsholm Sø er i 1996, til trods for opfiskningen i perioden 1992-96, på i alt ca. 23 tons, stadig betydelig sammenlignet med andre danske søer. Antallet af arter i Engelsholm Sø er normalt for danske søer.

Antal < 10 cm	1990	1992	1993	1994	1995	1996
Skalle	117,6	26,3	2,2	32,2	62,2	12,5
Brasen	20,6	38,3	5,7	25,4	1,6	0,1
Aborre	5,9	10,3	21,7	27,2	44	70
Hork	4,9	17,3	97,1	120,3	63,2	25,8
Gedde	0	-	-	0	0	0
Ål	0	0	-	0	0	0
Grundling	0,6	1,6	2	2,3	0,1	0
Ørred	0	-	-	-	-	-
Sandart	0	0,1	0,7	1,8	0,1	-
Rudskalle						
I alt	149,6	93,9	129,4	209,2	171,3	108,4
Antal > 10 cm	1990	1992	1993	1994	1995	1996
Skalle	60,4	8	27,7	19,5	46,5	57,3
Brasen	5,7	2,1	4,8	4,6	0,7	0,1
Aborre	2,5	0,2	1,3	21,6	8,5	10,2
Hork	0,2	0,1	1,3	2,6	0,6	0,2
Gedde	0	-	-	0,2	0,1	0,3
Ål	<0,1	0	-	0	0	-
Grundling	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0
Ørred	<0,1	-	-	-	-	-
Sandart	0	0,2	0,1	1,2	0	-
Rudskalle						
I alt	69	10,6	35,3	49,7	56,4	68
Vægt > 10 cm	1990	1992	1993	1994	1995	1996
Skalle	7.399	800	1.124	2.699	7.563	4,51
Brasen	4.334	879	1.683	840	187	97
Aborre	526	12	77	1.397	970	2,09
Hork	5	1	25	42	9	4
Gedde	20	-	-	115	38	140
Ål	6	0	-	0	0	-
Grundling	1	1	3	1	0	-
Ørred	51	-	-	-	-	-
Sandart	117	339	139	12	0	-
Rudskalle	-	-	-	-	-	-
I alt	12.460	2.032	3.052	5.107	8.769	6,85
Vægt < 10 cm	1990	1992	1993	1994	1995	1996
Skalle	490	161	11	187	246	127
Brasen	34	138	42	86	3	0
Aborre	29	29	127	307	296	316
Hork	22	60	371	455	234	81
Gedde	0	-	-	0	0	0
Ål	0	0	-	0	0	-
Grundling	3	10	19	13	1	0
Ørred	0	-	-	-	-	-
Sandart	0	1	4	12	1	-
Rudskalle						
I alt	578	398	574	1.060	781	525

Tabel 7.3.1 Beregnede CPUE-værdier i antal og vægt for små og store fisk ved garnfiskeri i Engelsholm Sø i årene 1990, 1992, 1993, 1994, 1995 og 1996.

Af tabel 7.3.1 ses, at det samlede gennemsnitlige antal pr. garn (CPUE-antal) af små fisk (<10 cm) i 1996 er faldet i forhold til 1995. Antal af små fisk pr. garn er 108 stk. i 1996 mod 171 stk. i 1995. Ved opfiskningen i 1990 var antallet 150 stk. Det laveste antal, 94 stk., er fanget i 1992.

Den samlede gennemsnitlige vægt pr. garn (CPUE-vægt) af de små fisk er 525 gram i 1996 mod 781 gram i 1995. Vægten i 1996 er på niveau med 1990 og 1994. Den mindste vægt, 398 gram, er fanget i 1992.

Det samlede gennemsnitlige antal store fisk (>10 cm) pr. garn er 68 stk. i 1996. I 1995 blev der fanget 57 stk. Antallet i 1996 er identisk med antallet forud for opfiskningen, hvor der i 1990 blev fanget 69 stk. pr. garn. Det laveste antal, 11 stk., blev fanget i 1992.

Den samlede gennemsnitlige vægt pr. garn af store fisk er 6.845 gram i 1996 mod 8.769 i 1995. Forud for opfiskningen i 1990 var vægten af de store fisk 12.460 gram. Den samlede gennemsnitlige vægt pr. garn af store fisk er i 1996 halveret i forhold til 1990. Den laveste vægt, 2.032 gram, blev fanget i 1990.

Garnfangsterne er i 1996 karakteriseret ved en næsten total mangel på både små og store brasener, en overvejende dominans af store skaller, samt en stor del aborre. Til sammenligning var garnfangsterne i 1990 totalt domineret af skalle og brasener, og der var en meget lille rovfiskebestand.

Fisk mindre end 10 cm

Der er en markant tilbagegang i antallet af små skaller fra 62 stk. i 1995 til 13 stk. i 1996. Forud for opfiskningen var der i 1990 fanget 118 stk. Antallet af små aborrer ses at stige markant fra 44 stk. i 1995 til 70 stk. i 1996. Antallet var seks stk. i 1990.

Vægtmæssigt ses næsten en halvering i garnfangsterne af små skaller fra 246 gram i 1995 til 127 gram i 1996. I 1990 er der fanget 490 gram. De små aborrers gennemsnitlige vægt pr. garn på 296 gram er i 1996 næsten uændret i forhold til 1995. Til sammenligning var vægten 29 gram pr. garn i 1990 forud for opfiskningen.

Det gennemsnitlige antal pr. garn af små hørk er i 1996 markant mindre end året før. I 1995 blev der fanget 63 stk. mod 26 stk. i 1996. Forud for opfiskningen blev der i 1990 fanget fem stk.

Fisk større end 10 cm

For de store skallers vedkommende ses en antalmæssig stigning i garnfangsterne. Der er fanget 57 stk. i 1996 mod 47 stk. året før. Vægt pr. garn for de store skaller er 4.505 gram i 1996, og er således markant mindre end i 1990 og 1995, hvor der blev fanget ca. 7.500 gram.

For de store aborrer ses kun en meget lille stigning i antal fra 1995 til 1996. Vægtmæssigt derimod er der sket en markant stigning pr. garn fra 907 gram i 1995 til 2.092 gram i 1996. I 1990 er der fanget 526 gram pr. garn. Den mindste mængde, 12 gram, er fanget i 1992.

For de store gedder ses en vægtmæssig fremgang fra 1995 til 1996. Fra 38 gram pr. garn til 140 gram pr. garn. I 1990 er der fanget 20 gram pr. garn.

Fiskebestandens udvikling

I tabel nr. 7.3.2 ses den skønnede biomasse af de enkelte arter i tons og den relative sammensætning af biomassen i Engelsholm Sø i årene 1990 og 1992 til 1996. Data i tabel 7.3.2 er afbildet grafisk i bilag

De enkelte arters biomasse er beregnet ud fra erfaringstal for omregning fra CPUE-værdier til biomasser, fundet i otte danske søer inkl. Engelsholm Sø. Estimerne er forbundet med usikkerhed. Vurderingen af biomassen er især usikker, hvad angår gedder og sandarter i søen (Ref. Müller, J.P. og Jensen, H.J. 1996).

Skønnet biomasse Engelsholm Sø tons						
	1990	1992	1993	1994	1995	1996
Skalle	11,8	1,3	2,3	4,2	8,7	7,7
Brasen	17	7,4	7,2	3	0,9	0,2
Hork	0,1	0,1	1,2	1,7	0,8	0,4
Aborre	0,5	0,1	0,5	3,4	2,2	4,1
Sandart og gedde	1	1	1	1	1	1
Ål, grundling, ørred, rudskalle	2,8	1,7	2,4	3,1	3,6	2,7
Total	33,1	11,6	14,6	16,4	17,1	16,1
Fiskebiomassens procentuelle sammensætning i Engelsholm Sø %						
	1990	1992	1993	1994	1995	1996
Skalle	35,7	11,5	15,8	25,9	50,6	47,9
Brasen	51,2	63,4	49	18,4	5	1,1
Hork	0,2	1,2	8,5	10,1	4,6	2,8
Aborre	1,5	0,8	3,6	20,7	12,8	25,2
Sandart og gedde	3	8,6	6,8	6,1	5,8	6,2
Ål, grundling, ørred, rudskalle	8,4	14,5	16,2	18,9	21,1	16,9
Total	100	100	100	100	100	100

Tabel 7.3.2 Den skønnede fiskebiomasse af de respektive arter i tons og fiskebiomassens procentuelle sammensætning i Engelsholm Sø i 1990 og 1992 til 1996.

Fiskebestanden i danske søer kan erfaringsmæssigt inddeles i tre hovedtyper efter bestanden af rovfisk (Müller, J.P. og Jensen, H.J. 1996). Dette er illustreret i fig. 7.3.1.

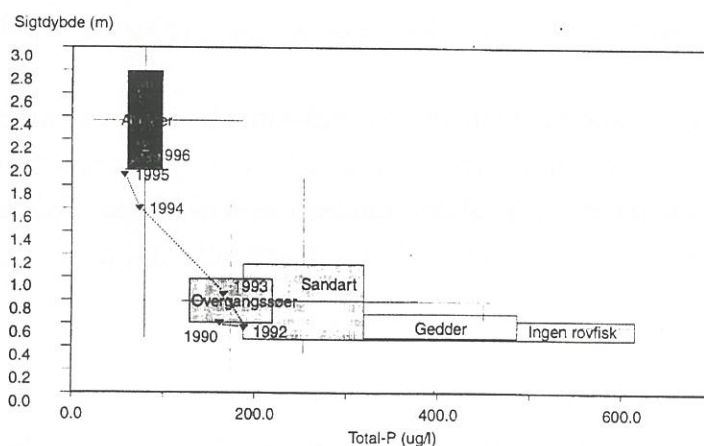


Fig. 7.3.1 Typisk forekomst af dominerende arter af rovfisk i relation til søens fosforkoncentration og vanddybde. Fosfor er angivet som sommergennemsnit for totalfosfor. Kasserne angiver 95% konfidensgrænser for gennemsnitsværdier, og stregerne angiver min. og maks. værdier for de forskellige søtyper. Udviklingen i fiskebestanden i Engelsholm Sø 1990 og 1992-96 er markeret.

I 1990 havde fiskebestanden i Engelsholm Sø karaktertræk tilfælles med fiskebestanden i søer uden en egentlig rovfiskebestand. Skaller og brasener var helt dominerende, og udgjorde tilsammen mere end 85% af den samlede fiskebiomasse, som blev skønnet til ca. 33 tons. Det svarer til ca. 750 kg/ha.

I perioden fra 1990 og frem til efteråret 1992 var bestanden af skaller kraftigt reduceret, hvilket formentligt kan forklares med den tiltagende bestand af store sandarter. Den opfiskede mængde på ca. 2 tons skaller (fra april 1992 til september samme år) kan ikke forklare faldet i den skønnede biomasse fra 11,8 tons til 1,3 tons. I samme periode i 1992 er der opfisket ca. 9 tons store brasener. Denne mængde er i god overensstemmelse med den skønnede nedgang i brasenbestandens biomasse fra 1990 på ca. 17 tons til 7,4 tons i september 1992. Engelsholm Sø har fra 1990 til 1992 antageligt udviklet sig fra en sø uden en egentlig rovfiskebestand til en sandartsø.

I 1993 kunne Engelsholm Sø betegnes som en overgangssø. Den opfiskede mængde af skaller (0,4 tons) og brasener (1,4 tons) var tilsyneladende kun lige nok til at kompensere for bestandenes tilvækst. Der sås en markant forøgelse af hork- og aborrebestanden. De to arter kom tilsammen til at udgøre mere end 10 % af den samlede fiskebiomasse.

I foråret 1994 blev fiskeriet efter brasener på gydning intensiveret. Der blev således fanget mere end 5 tons. Brasenbestandens skønnede biomasse blev på baggrund af fiskeundersøgelsen i efteråret 1994 beregnet til ca. 3 tons på trods af en meget høj vækstrate. De gode vækstforhold i søen bevirkede, at bestanden af skaller steg. Arten var modsat brasen ikke blevet effektivt befisket. Skallebestanden var nu blevet den vægtmæssigt dominerende fiskeart.

Gode rekruteringsforhold og en meget høj vækstrate havde i samme periode bevirket, at aborrens biomasse var steget fra 0,5 ton til 3,4 tons. Biomassen af aborrer udgjorde da ca. 21 % af den samlede fiskebiomasse. Fiskebestanden i Engelsholm Sø begyndte at have karaktertræk tilfældes med en aborresø.

Et intensivt fiskeri i brasens gydeperiode i foråret 1995 indikerede, at bestanden af brasen var blevet meget lille. Forsøgsfiskeriet samme efterår bekræftede dette. Brasenbestanden blev skønnet til ca. 1 ton.

Skallebestanden havde derimod øget sin biomasse fra 4 tons til ca. 9 tons. Biomassen er til trods for fire års fiskeri stadig på samme niveau, som før opfiskningen startede. Den ekstremt gode vækst hos skallebestanden kan delvis forklares med gode vækstforhold. Meget tyder dog på, at prædationen fra de store sandarter var faldet dramatisk. Dette kan forklares med, at sandarterne sandsynligvis havde været fødebegrænsede i 1992 og 1993, hvor bestanden af skaller var lille. Sandartens fødesucces var antagelig lille i 1994, på grund af mere udtalte klarvandsperioder i søen end tidligere.

Udviklingen i aborrebestanden i 1995 tyder på en meget høj dødelighed. Den skønnede biomasse faldt fra 3,4 tons i 1994 til 2,2 tons i 1995 på trods af vedblivende gode vækstforhold. Bestanden af hork gik ligeledes tilbage fra 1994 til 1995. Fra 1,7 tons til 0,8 tons. Faldet skyldes sandsynligvis en øget fødekonkurrence fra den hastigt voksende bestand af skalle.

I 1996 har fiskebestanden i Engelsholm Sø bevæget sig endnu mere mod en aborresø. Skalle er stadig den dominerende fiskeart i søen, og udgør næsten 50 % af den samlede fiskebiomasse. Skallens biomasse er skønnet til 7,7 tons, hvilket er på niveau med 1995. Dette til trods for, at der i det sene efterår 1995 og tidlige forår 1996 er opfisket mere end 3,5 tons store skaller. Biomassen af brasen er stadig lille, og udgør formentligt kun ca. 200 kg. Biomassen af hork er halveret i forhold til 1995, og udgør kun ca. 400 kg.

Aborrebestanden har fordoblet sin biomasse fra 2,2 tons i 1995 til 4,1 tons i 1996. Overlevelsen er ændret. Den meget høje dødelighed, som blev konstateret i 1995, og som ikke umiddelbart kunne forklares, er reduceret. Aborrebestanden udgør nu 25 % af den samlede fiskebiomasse i søen, og sandsynligvis mere end 50 % af den samlede rovfiskebestand.

De enkelte arter

Skallebestanden var i kraftig udvikling i 1994 og 1995. I 1995 udgjorde den 50% af den samlede fiskebiomasse. Bestanden bestod i 1995 af årsyngel og etårige, samt en stor pulje af tre til femårige. Antalmæssigt dominere årsyngel og etårige. Vægtmæssigt var bestanden domineret af skaller i størrelsen 20-27 cm (årgang 1991 og 1992). Bestanden var meget lig den, der blev registreret i 1990 før opfiskningens start.

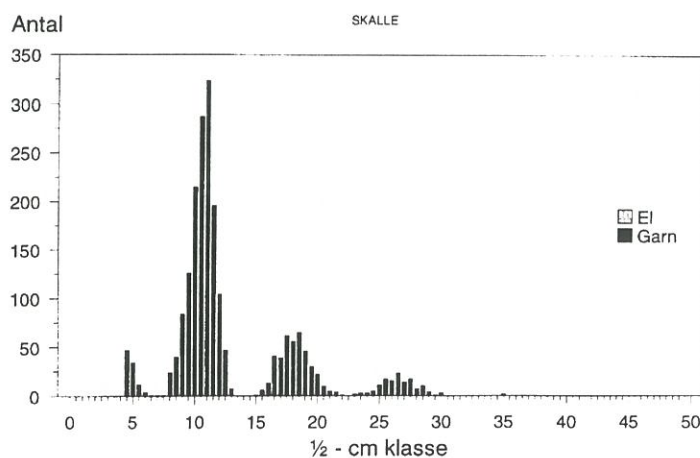


Fig. 7.3.2 Længdehyppighed af skaller i Engelsholm Sø, fanget september 1996.

Skallebestanden består i 1996 af en meget lille mængde årsyngel, samt en meget stor mængde et- og to årige skaller (fig. 7.3.2). Mængden af ældre skaller er reduceret meget i forhold til 1995 på grund af det intensive fiskeri. Den forholdsvis lille fangst af årsyngel skyldes formentlig dårlig rekruttering, samt en meget lille tilvækst. Hvis ikke årsynglen på undersøgelsestidspunktet har opnået en længde på 4,5 cm eller derover fanges de ikke med de benyttede garnredskaber.

Konditionen i 1996 på undersøgelsestidspunktet er for de fleste skallers vedkommende bedre end gennemsnittet på samme årstid i 116 danske søer. Vækstforholdene er blevet væsentligt forbedret efter opfiskningens start. Bestanden består i dag af forholdsvis unge skaller med en meget hurtig tilvækst. Opfiskningen af de 3,5 tons store skaller (1995/96) har, som det fremgår af tabel 7.3.2, næsten ikke ændret bestandens biomasse. Opfiskningen er blevet modsvaret af en tilvækst fra de yngre årgange.

Aborrebestandens størrelsesfordeling består nu af en meget stor mængde årsyngel, samt en del etårige, toårige, treårige og ældre fisk. Aborrebestanden bærer stadig præg af ekstremt gode vækst- og rekrutteringsforhold (fig. 7.3.3). Fiskene har på grund af de gunstige vækstforhold opnået imponerende størrelser i forhold til deres alder.

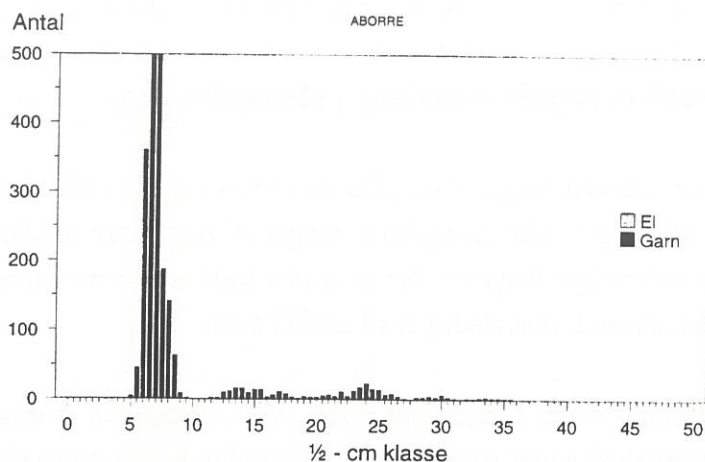


Fig. 7.3.3 Længdehyppighed af aborrer i Engelsholm Sø, fanget september 1996.

Tæthedsmæssigt (CPUE-antal) er garnfangsterne markant større end forud for opfiskningen. Antal og vægt af både små og store fisk er nu de højst registrerede i søen (tabel 7.3.1).

Den store dødelighed, der blev observeret fra 1994 til 1995, er stoppet. Konditionen på undersøgelsestidspunktet viser i lighed med 1995, at aborre op til ca. 20 cm gennemgående har en normal kondition, mens konditionen hos de større aborrer er markant bedre end middulkonditionen i 113 andre danske søer på samme årstid.

Brasenbestanden er næsten reduceret til nul. Fangsten i 1996 af både små og store brasener er placeret blandt de laveste registrerede i danske søer. Der er således kun fanget tre stk. yngel omkring 4 cm, samt to ældre brasener på henholdsvis 29 cm og 43 cm. Bestanden bestod forud for opfiskningen i 1990 af en stor mængde yngel og unge brasener, samt en stor pulje af brasener med en længde på mellem 33 og 47 cm.

Horkens størrelsesfordeling i fangsten viser, som det ofte er tilfældet, to tydelige toppe, antageligt bestående af etårige hork omkring 6 cm og toårige og ældre omkring 8 - 11 cm. Størrelsesfordelingen er som i 1990 og 1995. Tætheden (CPUE-antal) af de små hork er mere end halveret fra 63 stk. i 1995 til 26 stk. i 1996. Dog er tætheden i 1996 fortsat langt større end forud for opfiskningen, hvor der i 1990 kun blev fanget fem stk.

Af **rudskalle** er der kun fanget en enkelt på 22 cm.

Grundlingbestanden er lille sammenlignet med 1990. Der er kun fanget to stk. på otte cm. I 1990 blev der fanget 123 stk. Søens tiltagende rovfiskebestand kan have haft en negativ indflydelse på bestanden.

Sandart. Der er hverken fanget små eller store individer i 1996. I 1995 er der fanget fem stk. yngel. Den manglende fangst af især store sandarter står i kontrast til de betydelige fangster, der er gjort i forbindelse med opfiskningen. Det antages, at sandarten stadig er til stede i søen.

Geddebestanden har været i fremgang siden 1990. Bestanden er dog stadig lille sammenlignet med andre danske søer. Bestanden består overvejende af unge individer. Disse er rekrutteret efter opfiskningens start. Garnfangsten er øget fra et stk. i 1990 til otte stk. i 1996. I 1995 er der fanget tre stk. pr. garn. Konditionen for halvdelen af de fangne gedder er bedre end for gennemsnittet af 80 danske søer på samme årstid.

8. Målsætning og fremtidig tilstand

Engelsholm Sø har en generel målsætning i den gældende Regionplan (Vejle Amt 1993), og skal således sikres et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv, der kun er svagt påvirket af menneskelig aktivitet. Disse krav er ikke opfyldt. Den naturligt forekommende vegetation består kun af rørskov og flydebladsplanter, og fiskebestanden er stærkt reguleret. Ifølge forslag til Regionplan 1997 vil søen blive målsat som badesø med et krav til den gennemsnitlige sommersigtdybde på 1,5 meter. Sigtdybdekravet er indfriet i 1996 som følge af opfiskningen.

Den forbedrede vandkvalitet i Engelsholm Sø er ikke stabiliseret på grund af udeblivelsen af undervandsvegetation (Jørgensen, T. et al 1997) og for høj belastning med næringsstoffet fosfor. Miljøtilstanden vil falde tilbage til niveauet før indgrebet i fiskebestanden, sådan som det er set ved andre opfiskninger i Europa, hvor der ikke er fulgt op med tilstrækkelig reduktion i fosfortilførslen.

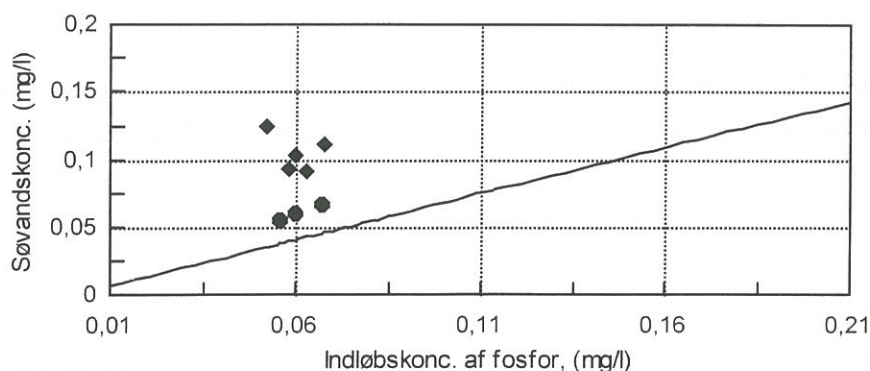
Der er behov for at etablere forbedret fosforrensning af spildevand på ukloakerede ejendomme i det åbne land, og det vil være hensigtsmæssigt at omlægge eller indstille landbrugsdriften på de nærmeste, skrånende arealer mod søen og vandløb i oplandet. Da det har vist sig, at en stor del af afstrømningen fra oplandet nedsiver, og derfor ikke belaster søen med fosfor, er det en overskuelig opgave.

Modelværktøjer har tidligere været taget i brug i forbindelse med vurdering af mulighederne for at opnå en bedre sigtdybde ved en given reduktion af sigtdybden (se f.eks. Vejle Amt 1992 og 1993). I fig. 8.1.1 er vist en empirisk sammenhæng mellem tilførslen af fosfor og søvandskoncentrationen (model efter Vollenweider 1976). Før opfiskningen er sammenhængen dårligt beskrevet med modellen, men efter opfiskningen rammer modellen bedre, især når der korrigeres for underestimering af fosfortilførslen.

Billedligt talt bliver Vollenweider-relationen "snydt" af den effekt, som det biologiske system (fisk og blågrønalger) har på den interne belastning før 1994. Efter indgrebet i fiskebestanden er den interne belastning med fosfor dæmpet, og Vollenweider-modellen beskriver nu relationen mellem fosfortilførsel og søvandskoncentration bedre.

Belastning-søvandsrelation
Vollenw eider 1976, Engelsholm Sø

— Modelberegnet ● Målt 1994-96
◆ Målt 1989-93



Belastning-søvandsrelation
Vollenw eider 1976, Engelsholm Sø

— Modelberegnet ● Målt 1994-96
◆ Målt 1989-93

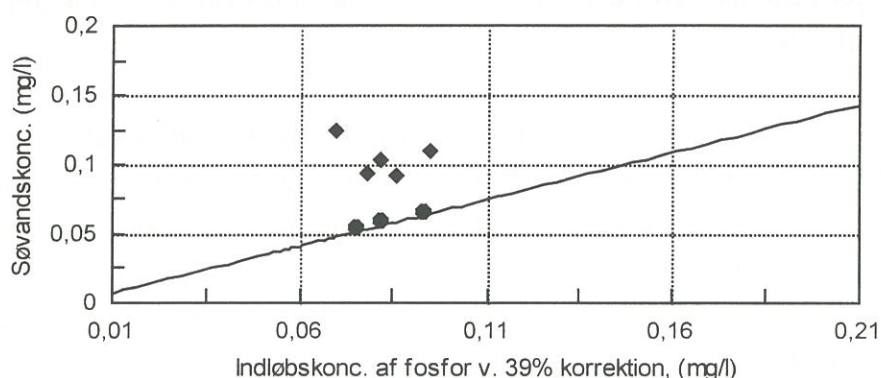


Fig. 8.1.1 Relation mellem indløbskoncentration af fosfor (P_i) og koncentration af fosfor i søvandet ($P_{sø}$) efter model $[P]_{sø} = [P]_i / (1 + \sqrt{tw})$ i (Jensen, J.P. 1997, upubl.). tw er vandets opholdstid i år. Samhørende målte værdier er i perioden 1989-93 og 1994-96 er også afbildet. I den nederste figur er indløbskoncentrationerne af fosfor korrigeret med +39% for underestimering af overfladeafstrømning. Alle værdier er årsgennemsnit.

I fig. 8.1.2 er vist en empirisk sammenhæng mellem søvandskoncentration af fosfor og sigtddybe for Engelsholm Sø (model 1 og 2 i Jensen, J.P. 1997). Før opfiskningen, hvor miljøtilstanden er dårligere, end Vollenweider-modellen forudsiger på grund af intern belastning, er sammenhængen bedst beskrevet med model 2. Efter opfiskningen, hvor miljøtilstanden er unaturligt god, er data bedst beskrevet med model 1.

Sigtddybdemodellerne forudsiger, at målet for sommersigtddybden på 1,5 m vil kunne nås ved en søvandsskoncentration af fosfor på 0,029 mg/l (model

2) eller 0,077 mg/l (model 1). Som konklusion på ovenstående diskussion af de to modellers anvendelighed på Engelsholm Sø vil sandheden ligge midt imellem, og ved vurdering af den acceptable belastning er en middelkoncentration i søvandet på 0,053 mg fosfor/l derfor anvendt.

Efter Vollenweidermodellen svarer denne koncentration til en indløbskoncentration på 0,078 mg fosfor/l. Dette svarer til en belastning med fosfor på 398 kg/år til søen ved en gennemsnitlig vandføring på 5,1 mill. m³/år i perioden 1989-96.

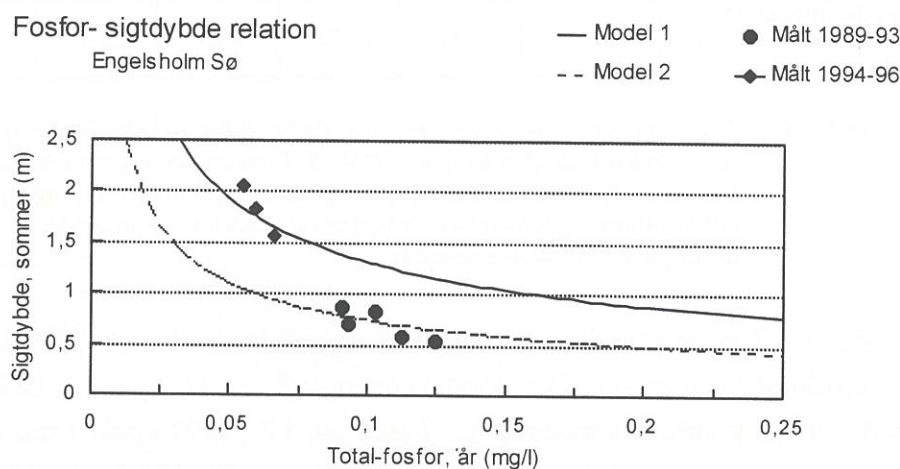


Fig. 8.1.2 Relation mellem koncentration af fosfor i søvandet ($P_{sø}$, årsgennemsnit) og sigt dybden (sigt, sommergennemsnit) efter model 1 " $sigt = 0,36 * [P]_{sø}^{-0,56}$ " og model 2 " $sigt = 0,26 * [P]_{sø}^{-0,57} * Z^{-0,27}$ ". Z er søens middeldybde i meter. Til sammenligning er vist målte værdier i perioden 1989-93 og 1994-96.

I tabel 8.1.1 er behovet for reduktion i den aktuelle belastning vist. Uden korrektion for underestimering af fosfortilførslen til søen skulle der ifølge tallene ikke være behov for at reducere belastningen. Jf. diskussionen ovenfor bliver fosforbelastningen undervurderet med det hidtidige måleprogram. Når der tages højde for dette, er der behov for at reducere fosforbelastningen med 28-153 kg fosfor/år.

Amtets målinger af sigt dybder på 0,5-0,8 m og koncentrationer på 0,12-0,2 mg fosfor/l i gennemsnit om sommeren i perioden 1981-93 underbygger, at belastningen er for høj. Efter den omfattende opfiskning af skaller og brase-ner er der målt sigt dybder på 1,6-2,1 m og total-fosfor koncentrationer på 0,07- 0,08 mg/l i perioden 1994-96.

Den forbedrede miljøtilstand i Engelsholm Sø kan stabiliseres ved at bringe udledning fra enkeltejendomme i oplandet til ophør. I Give Kommune ligger 5 ejendomme og i Egtved Kommune 32 ejendomme, der ikke nedsiver.

Hvis lovens krav om dyrkningsfri 2 meter bræmmer langs vandløbene i tilgift bliver overholdt, og med en ekstensiveret arealudnyttelse på de mest oplagte sø- og vandløbsnære arealer, er der en god prognose for den fremtidige miljøtilstand i Engelsholm Sø.

Fosfor (tons/år)	Gennemsnit 1989-96	Behov for reduktion	Bidrag fra spredt bebyggelse	Bidrag fra dyrkede arealer	Bidrag fra grundvand	Bidrag fra atmosfæren
Total tilførsel beregnet	0,257	-0,141	0,072	0,009	0,176	0,009
Total tilførsel incl. 39% korrektion for overfladeafstrømning	0,426	0,028	0,072	0,112	0,176	0,009
Fosfortilførsel efter sømodel (Christensen, P. et al.1990)	0,551	0,153	0,072	0,237	0,176	0,009

Tabel 8.1.1 Den gennemsnitlige årlige tilførsel af fosfor til Engelsholm Sø, beregnet som middelværdi af tilførslen i 1989-96. Tilførslen er angivet uden og med korrektion for underestimering af overfladeafstrømningen. Bidraget fra de enkelte kilder og behovet for reduktion i tilførslen for at fastholde en sigtdybde på 1,5 m i søen er angivet.

I tabel 8.1.2 er de aktuelle og forventede sigtdybder i relation til forskellige belastningsscenarier vist. Den forventede sigtdybde ved ligevægt beskrives bedst ved at kombinere model 1 og -2 (Jensen, J.P., 1997 upubl.) ved moderate belastningsreduktioner på i størrelsesordenen 50- 100 kg/år. Model 2 beskriver ændringer i sigtdybden i det nuværende belastningsinterval bedst, men ved større belastningsreduktioner (100-200 kg) ændrer søen så meget karakter, at model 1 giver en bedre beskrivelse af udviklingen.

I tabellen er i den øverste af rækkerne angivet en sigtdybde, som er middeltallet af de to sigtdybder, der kan beregnes med modellerne ved en given belastning. En realistisk prognose for sigtdybden er givet i rækken nedenunder, hvor der er taget hensyn til allerede målte relationer mellem fosfor og sigtdybde (se også fig. 8.1.2 og den ledsagende tekst).

Uden en reduktion i belastningen med fosfor vil forudsætningerne for at fastholde sommersigtdybden på 1,5 m, som angivet i Forslag til Regionplan 1997, ikke være til stede. Hvis spildevandsudledning fra ukloakerede ejendomme bringes til ophør, vil forudsætningerne være til stede, og der vil kunne opnås en sigtdybde på ca. 1,6 m. Hvis dyrkningsbidraget fjernes, vil der kunne opnås en sigtdybde på ca. 1,9 m. Hvis bidrag fra både spildevand og dyrkning fjernes, kan man forvente en sigtdybde på ca. 2,5 meter.

Indgreb	Ingen reduktion	Ingen spildevands- udledning	Ingen dyrknings- bidrag	Ingen spildevand og dyrkning
Reduktion i tilførsel (kg/år)	0	70	110	180
Tilførsel ialt (kg/år)	430	360	320	250
Forventet sommersigtdybde efter model (m)	1,4	1,6	1,7	1,9
Forventet sommersigtdybde efter model og søtilsyn (m)	0,7	1,6	1,9	2,5

Tabel 8.1.2 Forventet sommersigtdybde (gennemsnit 1/5-30/9) ved forskellige belastningsscenarier. I 4. række er angivet middelværdi ved anvendelse af model 1 og-2 (Jensen, J.P. 1997, unpubl.), og i 5. række er angivet værdi modificeret efter kendte sammenhænge mellem koncentrationen af fosfor og sigtdybden i Engelsholm Sø.

Tiltagene efter Vandmiljøplanen har ikke haft effekt på fosforbelastningen til Engelsholm Sø. Amtets indgreb i fiskebestanden har skabt klart vand i søen for en tid, men der er behov for tiltag, der kan begrænse tilførslen af fosfor fra belastningskilderne i det åbne land, for at amtets målsætning for søen kan blive opfyldt med hensyn til forekomsten af planter, fisk og smådyr. I den gældende regionplan udtrykker amtsrådet, at problemer med udledning af spildevand fra mindre, private anlæg bør være løst inden år 2002.

9. Referenceliste

- Danmarks Miljøundersøgelser (1990)
Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb.
- Danmarks Miljøundersøgelser (1990)
Prøvetagning og analysemetoder i søer.
- Jensen, H.S. og Andersen, F.Ø. (1990)
Fosforbelastning i lavvandede eutrofe søer. Miljøstyrelsen.
- Jensen, J.P. et al. (1995)
Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Kristensen, P. et al. (1990)
Eutrofieringsmodeller for søer. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, C9.
- Lauridsen, T. og Møller, P.H. (1997)
Genetablering af undervandsvegetationen i Engelsholm Sø. Vand og Jord in press.
- Miljøstyrelsen, Havkontoret (1997)
Paradigma for dataoverførsel og rapportering i 1997 af Vandmiljøplanens overvågningsprogram.
- Mortensen, E. et al. (1990)
Fiskeundersøgelser i søer. Teknisk anvisning nr. 3. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Müller, J.P. og Jensen, H.J. (1991)
Fiskebestanden i Engelsholm Sø 1190. Vejle Amt.
- Müller, J.P. og Jensen, H.J. (1996)
Fiskebestanden i Engelsholm Sø 1995, Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1992)
Overvågning af søer 1991. Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1993)
Overvågning af søer 1992. Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1996)
Overvågning af søer 1995. Vejle Amt.
- Olrik, K. (1993)
Planteplanktonøkologi. Miljøprojekt nr. 243, Danmarks Miljøundersøgelser.

Vejle Amt, (1994)
Regionplan 1993

Vejle Amt, (1997)
Forslag til Regionplan 1997.

Windolf, J. (1997)
Notat om afstrømning fra naturoplande i 1996. Danmarks Miljøundersøgelser

10. Bilag

Bilag 10.0.1

Metodik anvendt til opgørelse af stoftransport i til- og afløb samt massebalance for Engelsholm Sø.

Stoftransport

Vejle Amt har i perioden 1989-1996 gennemført fysisk-kemiske undersøgelser i søens til- og afløb i overensstemmelse med Vandmiljøplanens overvågningsprogram og de retningslinjer, der er beskrevet i den af Danmarks Miljøundersøgelser udarbejdet tekniske anvisning om prøvetagning og analysemetoder i søer (1990).

På baggrund af Vejle Amts enkeltmålinger af vandføring i tilløb og en samtidig kontinuerlig registrering af vandstanden i afløb og hovedtilløb, har Hedeselskabet i overensstemmelse med standarder og procedurer anvist af Danmarks Miljøundersøgelser, beregnet døgnmiddel- vandføringen i vandløbene.

Næringsstoftransporten er herefter beregnet ved hjælp af et PC-program ved navn STOQ. Til selve beregningen er anvendt C- interpolationsmetoden som anvist af Kronvang og Bruhn (1990).

Vand- og massebalance

Vand- og massebalancen er beregnet ved hjælp af PC-programmet STOQ-sømodul.

Sømodulet opstiller vandbalancen ud fra følgende størrelser

$Q_{\text{nedbør}}$	(månedsværdier, mm)
$Q_{\text{fordampning}}$	(månedsværdier, mm)
$Q_{\text{direkte tilførsel}}$	(månedsværdier, l/s)
$Q_{\text{sum af målte tilløb}}$	(månedsværdier, l/s)
$Q_{\text{afløb}}$	(månedsværdier, l/s)
$Q_{\text{umålt tilløb}}$	(månedsværdier, l/s)
$Q_{\text{magasinerings}}$	(vandstandsvariationer, m)
$Q_{\text{grundvand ind-/udsving}}$	(månedsværdier, m ³)
A_{soareal}	

Vandbalancen er opgjort månedsvis som:

$$Q_{\text{grundvand ind-/udsvivning}} = -A_{\text{soareal}} \cdot (Q_{\text{nedbør}} - Q_{\text{fordampning}}) - Q_{\text{direkte tilførsel}} - Q_{\text{sum af målte tilløb}} + Q_{\text{afløb}} - Q_{\text{umålt tilløb}} + Q_{\text{magasinering}}$$

hvor

$Q_{\text{umålt tilløb}}$ = (umålt opland) beregnet ved en simpel arealkorrektion af det målte tilløb E5 og følgende ligning

$$Q_{\text{umålt tilløb}} = Q_i \cdot (v_i - 1), \text{ for } i = 1 \text{ til antal tilløb} \\ (v_i \text{ er vægte } < > 1.0)$$

$Q_{\text{magasinering}}$ = produktet af lineært interpoleret ændring i vandstand mellem månedsslut/månedstart og A_{soareal} .

Stofbalancen opstilles tilsvarende ud fra følgende størrelser

$S_{\text{atmosfærisk deposition}}$	(konstant, kg/ha/år)
$S_{\text{sum af målte tilførsler}}$	(månedsværdier, kg)
$S_{\text{afløb}}$	(månedsværdier, kg)
$S_{\text{punktkilder}}$	(månedsværdier, kg)
$S_{\text{øvrige kilder}}$	(månedsværdier, kg)
$S_{\text{umålt opland}}$	(månedsværdier, kg)
$S_{\text{grundvand}}$	(månedsværdier, kg)
$S_{\text{magasinering}}$	
(ændret stofindhold i søen)	(søkonc. , volumen, $\mu\text{g/l-m}^3$)
$S_{\text{intern belastning}}$	(månedsværdier, kg)
$C_{\text{søkoncentration}}$	($\mu\text{g/l}$)
$V_{\text{søvolumen}}$	(m^3)
$G_{+ \text{ konc. tilf. grundv.}}$	($\mu\text{g/l}$)
$G_{- \text{ konc. uds. grundv.}}$	($\mu\text{g/l}$)

Stofbalancen er opgjort månedsvis som:

$$(1) S_{\text{intern belastning}} = -S_{\text{atmosfærisk deposition}} \cdot A_{\text{soareal}} - S_{\text{sum af målte tilførsler}} + S_{\text{afløb}} - S_{\text{punktkilder}} - S_{\text{øvrige kilder}} - S_{\text{umålt opland}} - S_{\text{grundvand}} + S_{\text{magasinering}}$$

hvor

$S_{\text{umålt opland}}$ er beregnet ved en simpel arealkorrektion af det målte tilløb E5 og følgende ligning

$S_{\text{m\AA lt opland}} =$	sum af ($S_{\text{sum af m\AA lte tilf\AA rsler}} \cdot (v_i - 1)$), for $i = 1$ til antal till\AA b (med v\AA gte $< > 1.0$)
$S_{\text{grundvand}} =$	$G_{+ \text{ konc. tilf. grundv.}} \cdot Q_{\text{grundvand indsvining}} > 0$ (m\AA neder med tilstr\AA mning)
$S_{\text{grundvand}} =$	$G_{- \text{ konc. uds. grundv.}} \cdot Q_{\text{grundvand udsivning}} < 0$ (m\AA neder med udsivning)
$S_{\text{magasineri ng}} =$	$C_{n+1} \cdot V_{n+1} - C_n \cdot V_n$ (interpolerede v\AA rdier ved m\AA nedsskifter)

(s\AA volumnet er beregnet ud fra vandstande og s\AA areal)

$S_{\text{atmosf\AA risk deposition}}$ er beregnet ud fra $A_{\text{s\AA areal}}$ (1) og standardv\AA rdierne 20 kg N/ha/\AA r og 0,2 kg P/ha/\AA r anvist af Danmarks Milj\AA unders\AA gelser.

$G_{+ \text{ konc. tilf. grundv.}}$ og $G_{- \text{ konc. uds. grundv.}}$ er beregnet som middeldkoncentrationen af m\AA lte v\AA rdier i kilderne En2, En3, og En4 i perioden 1990 - 96.

Nedb\AA r og fordampning

Data vedr\AA rende nedb\AA r - og potentiel fordampning er rekvireret henholdsvis fra Danmarks Meteorologiske Institut og Landbrugsministeriet, Statens Planteavlsfors\AA g, Afdeling for arealanvendelse, som har estimeret v\AA rdierne fra en n\AA rliggende m\AA lestation i Bredstenområdet. V\AA rdierne er ikke korri- geret som beskrevet i Noter vedr\AA rende fordampning fra en s\AA , udarbejdet af Lars M. Svendsen 1995. En sammenligning af massebalancen med og uden de korrigerede nedb\AA rs- og fordampningsdata viser, at korrektionen er uden betydning for balancen i Engelsholm S\AA .

S\AA station

Kemistationen er placeret p\AA det dybeste sted i s\AA en (se kortet). Der er f\AA rt tilsyn med s\AA en 19 gange i l\AA bet af \AA ret. I perioden 1. maj til 30. september med 14 dages mellemrum, resten af \AA ret er der f\AA rt tilsyn en gang hver m\AA ned.

P\AA stationen m\AA les sigtddybe og ilt- og temperaturprofil. pH m\AA les i kemi- blandingspr\AA ven, og vejrforholdene noteres.

Der udtages to blandingspr\AA ve til kemi og en baljeprove til fyto- og zooplankton.

Sigtddybden m\AA les med secchiskive ($\varnothing$ 25 cm).

Ilt- og temperatur profilen måles ned gennem vandsøjlen med en kombineret måler. Blandingsprøven til kemianalyse udtages i 0,2 m - sigtdybde og dobbelt sigtdybde. Hvis den dobbelte sigtdybde er større end vanddybden, udtages prøven 50 cm over søbunden. Hypolimnionprøver udtages i midten af hypolimnion.

Der anvendes en hjerteklapvandhenter (2 l) til udtagning af vandprøverne. De indsamlede vandprøver opbevares på køl, indtil de afhentes til analyse-ring på AnalyCen i Fredericia.

På laboratoriet i Fredericia analyseres kemiprøven for COD (DMU 88), totalkvælstof (DS 221), ammonium-N (DS 224), nitrit+nitrat-N (DS 223), totalfosfor (DS 292), orthofosfat (DS 291), suspenderede stoffer (DS 207), glødetab (DS 207), siliciumdioxid (Koroleff) og jern (DS 219).

Den anden blandingsprøve undersøges på eget laboratorium for konduktivitet, alkalinitet, pH og klorofyl-a.

Planteplankton

Prøvetagning

Der tilstræbes at udtaget 19 fytoplanktonprøver fordelt over året. I 1996 mangler 3 prøver på grund af isdække. I perioden 1. april - 1. oktober er prøverne udtaget med 14 dages mellemrum, mens prøverne resten af året er udtaget 1 gang om måneden.

De kvantitative prøver er udtaget på samme stationen som søstationen. Prøven er en blandingsprøve, udtaget på samme dybder som vandkemiprøverne: 0,2 m, sigtdybden og 2· sigtdybden. De kvalitative prøver er udtaget ved lodret og vandret træk gennem søvandet med et 20 µm planktonet. Prøverne er fixeret med lugol.

Bearbejdning

For hver prøvetagningsdag er der udarbejdet en artsliste ud fra net- og vandprøverne. Den kvantitative oparbejdning af fytoplanktonprøverne er foretaget ved hjælp af omvendt mikroskopi. Der er anvendt sedimentationskamre med et volumen på 2,9, 5,10 og 25 ml.

De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Flagellater, der ikke kunne artsbestemmes i de lugolfixerede prøver. Celler der er for fåtallige til at blive optalt særskilt, samt celler, der ikke kunne identificeres, er samlet i passende størrelsesgrupper (0-5 μm , 6 - 10 μm).

Kolonidannende blågrønalger som *Microcystis* spp. er på grund af cellernes uregelmæssige placering i koloniernes gele svære at kvantificere. Volumen af disse er opgjort ved at tælle antal delkolonier af en passende størrelse. En korrektionsfaktor er skønnet.

Bearbejdningen af prøverne er i øvrigt foretaget som beskrevet i Olrik (1991). Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af planteplanktonprogrammet ALGESYS.

Zooplankton

Zooplanktonprøver er udtaget med samme frekvens som fytoplankton- og vandkemiprøverne: hver 14. dag i perioden 1. april - 1. oktober og én gang om måneden i de øvrige måneder. Det tilstræbes at udage 19 prøver om året. I 1996 mangler 3 prøver på grund af isdække.

Placeringen af hver af søens 3 zooplanktonprøvetagningsstationer fremgår af figur 2.1.1. Fra hver station er der udtaget delprøver med hjerteklapvandhenter i dybderne 0,5 m og 1 m.

Ud fra de puljede delprøver er der udtaget 2 prøver :

1. 4,5 l er i felten filtreret gennem et 90 μm filter. Filtratet er overført til flaske, og tilsat lugol.
2. 0,9 l er tilsat lugol, og er i laboratoriet overført til spidsglas til sedimentation.

I prøve 1 er cladoceer og copepoder talt under lup. Rotatorier er talt i den sedimenterede prøve i omvendt mikroskop. Alle opmålinger er foretaget i omvendt mikroskop. Generelt følger bearbejdningen af prøverne nøje de anvisninger, der er givet i "Zooplankton i søer - metoder og artsliste", Miljøministeriet 1992.

Prøverne er analyseret i amtets eget laboratorium. I forbindelse med en interkalibrering for zooplanktonbestemmelse er der en række forhold omkring artsbestemmelse og biomasseberegning, der er blevet ændret :

- Biomassebestemmelse af *Daphnia cucullata* blev tidligere udført ved opmåling af dyrets længde fra spidsen af hovedet til basis af haletornen. Dette længdemål blev indsat i en biomasseformel for *D. galeata* som angivet i Miljøprojekt nr. 205. Fra og med 1994 er der benyttet en ny opmåling og en ny formel. Dyrene opmåles nu fra øjet til basis af haletornen, og længdemålet indsættes i formlen :

$$\text{Tørvægt} = 46,6 \cdot \text{længde}^{2,29}$$

- Artsbestemmelsen af hjuldyret *Filinia terminalis* er revurderet efter interkalibreringen, og denne art placeres nu under *F. terminalis/longisetagruppen*.
- Bosminaarterne *B. coregoni* og *B. longirostris* bestemmes fra og med 1994 kun til slægt. Det er vurderet, at uddesikeringen af bagkroppen til artsbestemmelse er for tidskrævende i forhold til, at der i tidligere år primært er fundet *B. longirostris*.
- *Notholca squamula* er indtil 1994 fejlbestemt som *Brachionus urceolaris*. Begge arter er til stede i søen.
- Ingen hjuldyr er opmålt. D.v.s. alle biomasser er baseret på konstantværdier.

Tabeller og kurver

Bilag 10.0.2 Fortegnelse over de besøgte stationer med tilhørende koder ved Engelsholm Sø, 1996

Engelsholm Sø						
Søstation		Tilløb		Afløb		Kilder
Intern stations-fortegnelse	Reference nr. HU	Intern stations-fortegnelse	Reference nr. HU	Intern stations-fortegnelse	Reference nr. HU	Intern stations-fortegnelse
E1	320131 Skala 1	E5 E6 E7 E8	320130 320131 320132 320133	E2	320077	En2 En3 En4

Bilag 10.2.1 Oplandsdata for Engelsholm Sø, 1996. I tabellen opgives oplandsareal og antal kloakerede ejendomme i oplandet. Tilløb E3, E4, E9 og E10 er ikke målt.

Opland	Tilløb	Antal ejendomme	Oplandsareal km ²
202	E3	25	3,92
205	E4	8	1,45
203	E5	8	1,90
201	E6	41	6,07
204	E7, E8	6	0,82
211	E9	2	0,21
207	E10	5	0,69
206	-	7	0,51
208	-	1	0,21
209	-	2	0,32
I alt	-	115	16,1

Bilag 10.2.2 Jordbundstype på dyrkede arealer og arealudnyttelse i oplandet til Engelsholm Sø, 1996.

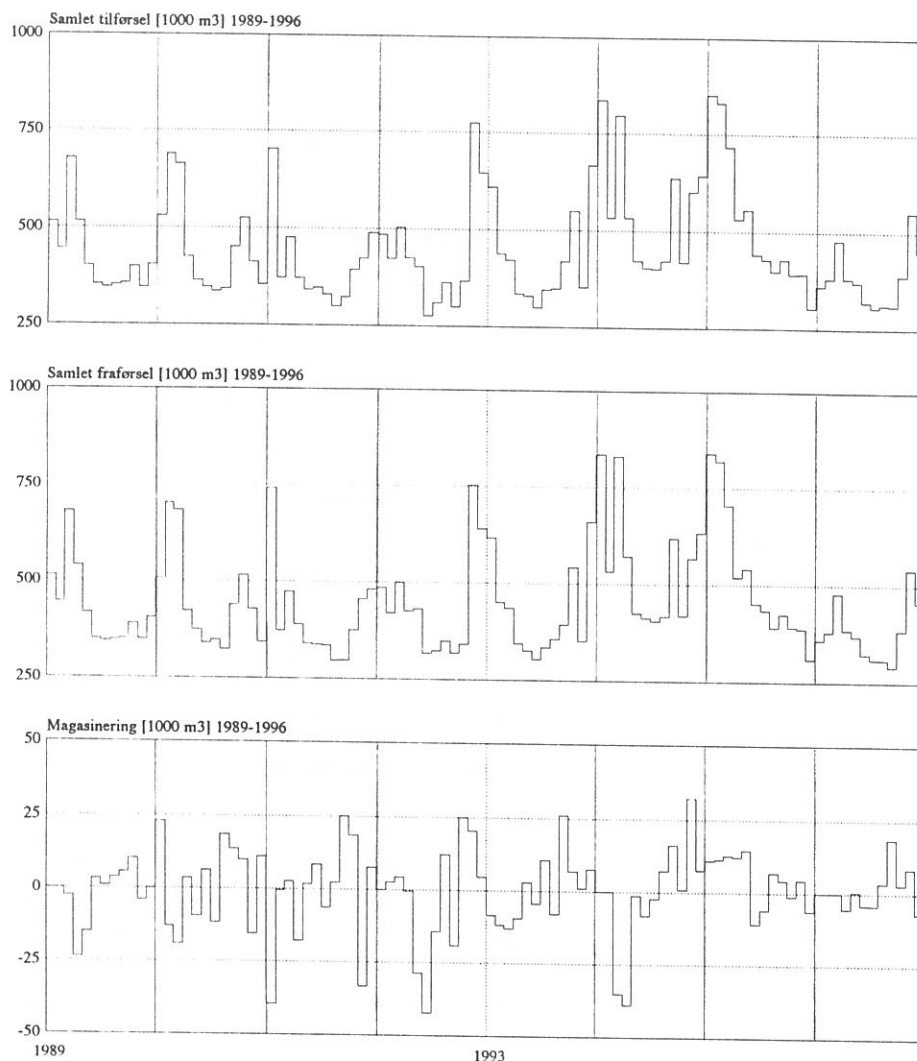
ADN-Kode	Jordbundstype	Areal (ha)	Areal (%)
FK 1	Grovsandet	445	29,5
FK 2	Finsandet	1	0,1
FK 3	Lerblandet sand	536	35,6
FK 4	Sandblandet ler	508	33,7
FK 5	Ler	0	0
FK 6	Svær ler	0	0
FK 7	Humus	17	1,1
FK 8	Speciel	0	0
Total		1.506	100

ADN-Kode	Arealtype	Areal (ha)	Areal (%)
Type 1-8	Dyrket	1.507	93,6
Type 10	Søer	3	0,2
Type 13	Skov	87	5,4
Type 15	Uopgjort/ dyrket/udyrket	13	0,8
Total		1.610	100,1

Bilag 10.3.1 Lokale nedbørs- og fordampningsdata for Engelsholm Sø, 1989-96.

Nedbør, Engelsholm Sø									Fordampning, Engelsholm Sø							
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Jan	31,7	106,4	95,6	53,9	112,0	123,2	112,0	6,8	6,4	5,2	7,8	7,0	7,0	6,3	7,0	4,0
Feb	67,5	126,8	34,5	52,0	38,0	77,2	113,0	41,9	12,7	13,4	12,4	11,6	12,0	9,4	14,0	11,0
Mar	94,6	52,0	43,5	72,7	25,0	99,9	68,0	9,1	28,8	33,3	26,8	26,6	31,0	29,3	29,0	26,0
Apr	44,1	40,3	53,8	71,3	14,0	32,6	34,0	5,1	52,1	63,6	52,0	44,0	60,0	53,3	56,0	63,0
Maj	19,5	12,4	16,9	36,5	24,0	31,6	62,0	61,7	106,5	102,2	88,5	112,5	98,0	84,3	89,0	69,0
Jun	31,3	60,9	75,1	0,2	20,0	85,2	62,0	16,8	116,6	81,0	77,2	132,8	108,0	98,9	93,0	93,0
Jul	57,5	52,9	38,8	44,5	99,0	12,1	63,0	52,4	104,7	104,9	114,8	107,5	84,0	131,3	117,0	96,0
Aug	40,9	84,2	28,6	149,0	91,0	119,4	28,0	65,6	74,8	90,8	83,3	71,2	73,0	83,6	111,0	95,0
Sep	42,5	174,0	55,9	44,3	129,0	145,8	113,0	47,8	53,1	42,3	55,4	49,1	34,0	38,7	43,0	52,0
Okt	111,2	102,3	60,7	79,7	105,0	65,5	33,0	83,9	24,5	24,5	25,3	25,0	19,0	25,1	25,0	23,0
Nov	28,9	51,5	106,8	154,6	42,0	82,7	67,0	132,9	11,8	10,4	9,2	8,5	5,0	10,2	10,0	8,0
Dec	68,6	66,4	76,0	61,5	134,0	134,7	20,0	42,8	5,3	4,9	4,9	4,0	4,0	5,1	4,0	2,0
I alt	638,3	930,1	686,2	820,2	833,0	1009,9	775,0	566,8	597,3	576,5	557,6	599,8	535,0	575,5	598,0	542,0
Nedbør-fordampning	41,0	353,6	128,6	220,4	298,0	434,4	177,0	24,8								
Nedbør (kubikm*1000)	280,1	408,1	301,1	359,9	365,5	443,1	340,1	248,7	262,1	253,0	244,7	263,2	234,8	252,5	262,4	237,8
Nedbør, Engelsholm Sø*1,16									Fordampning, Engelsholm Sø*1,2							
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Jan	36,8	123,4	110,9	62,5	129,9	142,9	129,9	7,9	7,7	6,2	9,4	8,4	8,4	7,6	8,4	4,8
Feb	78,3	147,1	40,0	60,3	44,1	89,6	131,1	48,6	15,2	16,1	14,9	13,9	14,4	11,3	16,8	13,2
Mar	109,7	60,3	50,5	84,3	29,0	115,9	78,9	10,6	34,6	40,0	32,2	31,9	37,2	35,2	34,8	31,2
Apr	51,2	46,7	62,4	82,7	16,2	37,8	39,4	5,9	62,5	76,3	62,4	52,8	72,0	64,0	67,2	75,6
Maj	22,6	14,4	19,6	42,3	27,8	36,7	71,9	71,6	127,8	122,6	106,2	135,0	117,6	101,2	106,8	82,8
Jun	36,3	70,6	87,1	0,2	23,2	98,8	71,9	19,5	139,9	97,2	92,6	159,4	129,6	118,7	111,6	111,6
Jul	66,7	61,4	45,0	51,6	114,8	14,0	73,1	60,8	125,6	125,9	137,8	129,0	100,8	157,6	140,4	115,2
Aug	47,4	97,7	33,2	172,8	105,6	138,5	32,5	76,1	89,8	109,0	100,0	85,4	87,6	100,3	133,2	114,0
Sep	49,3	201,8	64,8	51,4	149,6	169,1	131,1	55,4	63,7	50,8	66,5	58,9	40,8	46,4	51,6	62,4
Okt	129,0	118,7	70,4	92,5	121,8	76,0	38,3	97,3	29,4	29,4	30,4	30,0	22,8	30,1	30,0	27,6
Nov	33,5	59,7	123,9	179,3	48,7	95,9	77,7	154,2	14,2	12,5	11,0	10,2	6,0	12,2	12,0	9,6
Dec	79,6	77,0	88,2	71,3	155,4	156,3	23,2	49,6	6,4	5,9	5,9	4,8	4,8	6,1	4,8	2,4
I alt	740,4	1078,9	796,0	951,4	966,3	1171,5	899,0	657,5	716,8	691,8	669,1	719,8	642,0	690,6	717,6	650,4
Nedbør-fordampning	23,7	387,1	126,9	231,7	324,3	480,9	181,4	7,1								
Nedbør (kubikm*1000)	324,9	473,4	349,3	417,5	424,0	514,0	394,5	288,5	314,5	303,6	293,6	315,8	281,7	303,0	314,9	285,4

Bilag 10.3.2 Vandbalance Engelsholm Sø, 1996.



STOQ Samodul 4.5

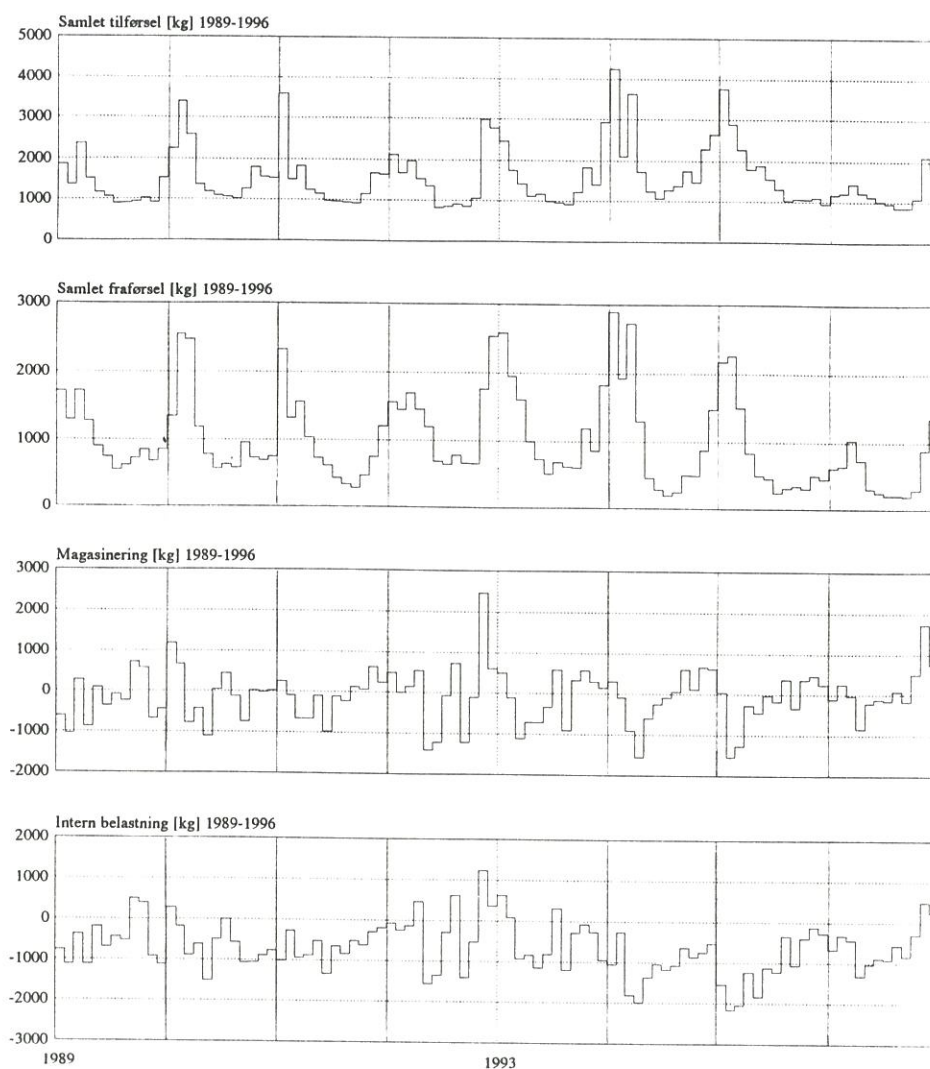
Afstrømningsområde: ENGELSHO Sø: ENGELSHOLM SØ År: 1996

VANDBALANCE

Enhed: 1000 m3

Station nr.	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
320130	6.4	5.8	5.4	5.2	5.4	5.2	5.4	3.2	3.1	5.4	7.0	5.6	22.2	62.9
320131	15.8	18.3	37.0	25.4	9.1	4.1	0.0	0.0	0.0	3.7	91.5	76.6	13.3	281.6
320132	45.3	41.6	41.2	37.6	37.5	31.9	31.1	25.4	24.9	32.1	48.2	39.9	150.8	436.7
320133	4.3	6.8	4.3	2.6	2.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.7	6.5	6.4	13.2	46.7
Målt tilførsel	71.8	72.4	87.9	70.8	54.6	43.8	39.1	31.3	30.6	43.9	153.2	128.6	199.5	828.0
Umålt tilførsel	24.9	22.3	20.8	20.1	20.8	20.1	20.8	12.5	12.0	20.8	27.1	21.8	86.1	243.8
Nedbør	3.0	18.4	4.0	2.2	27.1	7.4	23.0	28.8	21.0	36.8	58.3	18.8	107.2	248.7
Direkte tilførsel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grundvand	259.7	266.0	365.7	286.6	267.1	248.1	222.6	239.6	246.5	285.2	311.4	279.8	1223.9	3278.2
Samlet tilførsel	359.3	379.2	478.3	379.6	369.6	319.3	305.5	312.2	310.1	386.7	550.0	449.0	1616.6	4598.6
Fordampning	1.8	4.8	11.4	27.6	30.3	40.8	42.1	41.7	22.8	10.1	3.5	1.1	177.7	238.0
Frafløb	357.6	374.3	466.8	357.4	338.8	282.5	267.6	267.0	268.8	373.6	538.1	454.8	1424.7	4347.5
Samlet afløb	359.3	379.2	478.3	385.1	369.1	323.3	309.7	308.7	291.6	383.7	541.6	455.8	1602.4	4585.4
Magasinering	0.0	0.0	0.0	-5.4	0.5	-4.0	-4.2	3.4	18.5	2.9	8.4	-6.9	14.2	13.2

Bilag 10.4.1 Kvælstofbalance for Engelsholm Sø, 1996.



STOQ Semodul 4.5

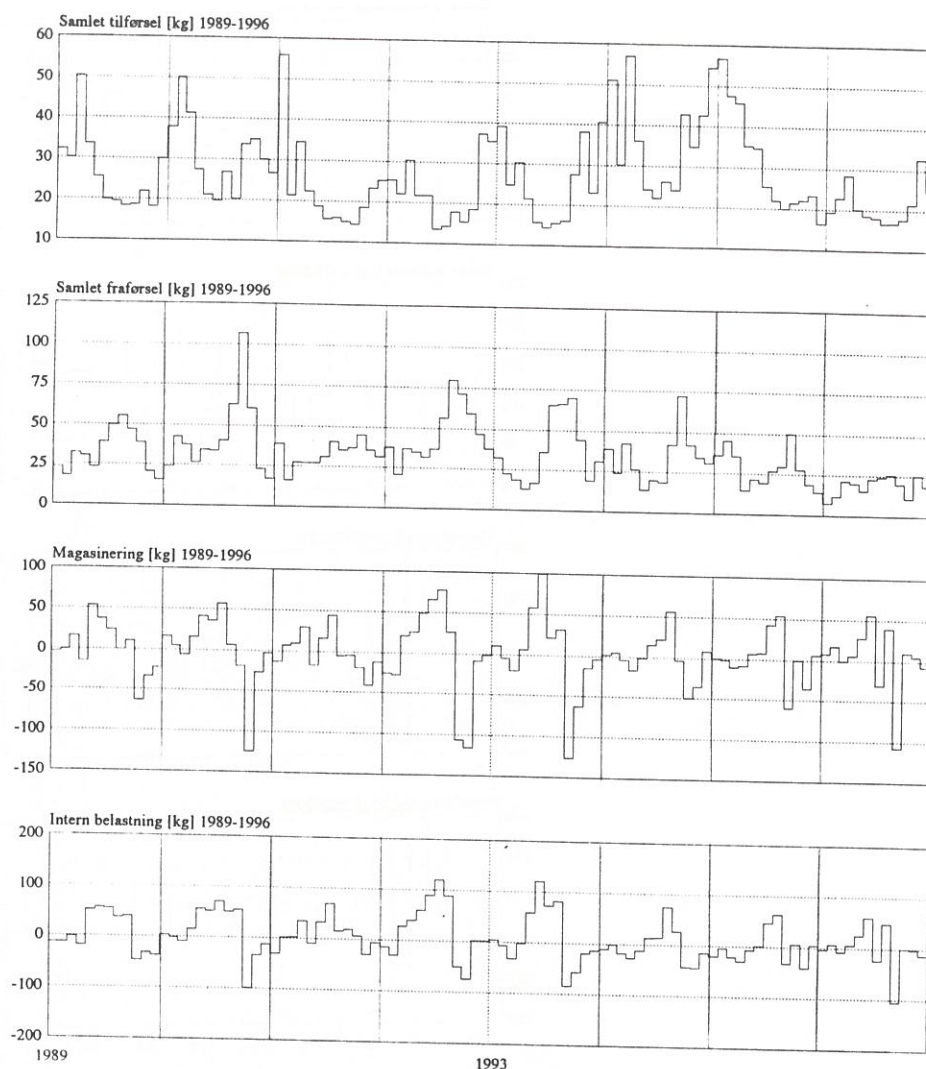
Afstrømningsområde: ENGELSHO Sø: ENGELSHOLM SØ År: 1996

STOFBALANCE

Enhed: kg

Station nr.	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
320130	33.4	42.4	26.1	39.0	39.6	38.1	39.3	18.4	18.2	32.4	51.5	30.2	153.6	408.5
320131	63.9	78.1	181.3	92.9	28.1	12.6	0.0	0.0	0.0	11.7	733.5	720.0	40.6	1922.0
320132	283.8	250.8	252.1	237.0	243.4	197.8	204.0	162.1	156.5	206.5	342.8	262.0	963.8	2798.9
320133	31.7	45.8	29.2	17.9	18.2	18.9	24.1	19.5	13.9	19.7	45.5	49.5	94.6	334.0
Målt tilførsel	412.8	417.1	488.6	386.8	329.3	267.4	267.4	200.1	188.6	270.3	1173.3	1061.7	1252.7	5463.4
Umålt tilførsel	128.3	163.1	100.2	150.1	152.4	146.5	151.2	71.0	70.1	124.7	198.1	116.1	591.1	1571.8
Atm. deposition	74.3	69.5	74.3	71.9	74.3	71.9	74.3	74.3	71.9	74.3	71.9	74.3	366.8	877.5
Punktkilder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Andre kilder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grundvand	548.4	561.9	772.3	605.2	564.2	523.9	470.2	506.0	520.6	602.3	657.6	591.0	2584.9	6923.5
Samlet tilførsel	1163.8	1211.7	1435.5	1214.1	1120.2	1009.7	963.1	851.4	851.2	1071.6	2100.9	1843.1	4795.5	14836.2
Fraførsel	614.3	640.7	1029.9	732.0	307.7	249.7	207.9	209.3	190.9	288.9	879.4	1341.7	1165.5	6692.4
Samlet fraførsel	614.3	640.7	1029.9	732.0	307.7	249.7	207.9	209.3	190.9	288.9	879.4	1341.7	1165.5	6692.4
Magasinering	-113.1	250.4	-33.9	-840.0	-223.8	-126.3	-158.4	77.5	-172.9	495.3	1724.1	746.7	-604.0	1625.6
Intern belastning	-662.7	-320.5	-439.4	-1322.0	-1036.3	-886.4	-913.5	-564.6	-833.3	-287.4	502.6	245.4	-4234.1	-6518.2
Retention														
	Opholdstider				Tilført	Fraført	Konc. (mg/l)				Tilført	Fraført		
54.89 t	Året				1.0447	0.2601	Året				3.2262	1.4595		
18.56 g/m ² søoverfl./år	1/5 - 30/9				2.1750	0.3283	1/5 - 30/9				2.9664	0.7273		
8.14 ton/år	1/12 - 31/3				0.7964	0.2290								
	Max. måned				3.0813	0.3495								
	Min. måned				0.4051	0.1770								

Bilag 10.4.2 Fosforbalance for Engelsholm Sø, 1996.



STOQ Semodul 4.5

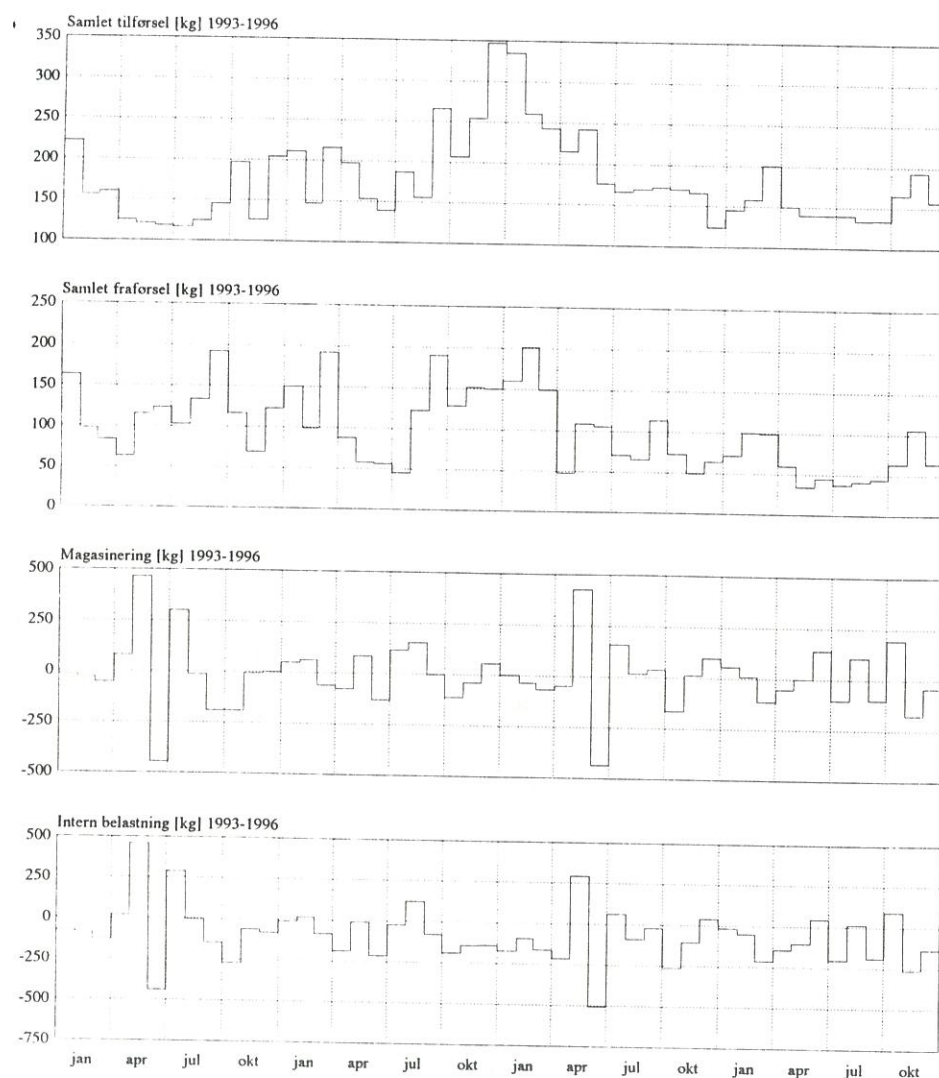
Afstrømningsområde: ENGELSHO Sø: ENGELSHOLM SØ År: 1996

STOFBALANCE

Enhed: kg

Station nr.	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
320130	0.4	0.5	0.7	0.4	0.3	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.5	0.3	2.8	6.5
320131	2.3	5.1	5.7	2.7	2.2	1.4	0.0	0.0	0.0	1.3	11.4	6.8	3.7	39.0
320132	1.4	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.4	1.2	1.5	1.6	2.2	1.6	6.3	17.2
320133	0.7	0.5	0.3	0.3	0.3	0.6	0.7	0.9	0.9	0.8	1.1	1.0	3.4	8.0
Målt tilførsel	4.8	7.6	8.0	4.5	4.1	3.6	2.8	2.7	3.0	4.5	15.3	9.7	16.2	70.7
Umålt tilførsel	1.7	2.1	2.6	1.5	1.3	2.2	2.7	2.2	2.5	2.9	2.1	1.3	10.9	25.0
Atm. deposition	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	3.7	8.8
Punktkilder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Andre kilder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grundvand	12.1	12.4	17.0	13.4	12.4	11.6	10.4	11.2	11.5	13.3	14.5	13.0	57.0	152.8
Samlet tilførsel	19.4	22.8	28.4	20.1	18.6	18.0	16.7	16.8	17.7	21.5	32.6	24.7	87.8	257.2
Fraførsel	7.4	11.8	21.3	19.8	15.3	22.7	24.0	25.4	19.8	11.0	25.4	18.6	107.3	222.6
Samlet fraførsel	7.4	11.8	21.3	19.8	15.3	22.7	24.0	25.4	19.8	11.0	25.4	18.6	107.3	222.6
Magasinering	8.5	17.6	-0.3	6.1	28.0	55.7	-30.6	39.4	-107.2	10.4	5.5	-6.6	-14.6	26.5
Intern belastning	-3.4	6.6	-7.4	5.8	24.8	60.4	-23.2	48.0	-105.1	-0.1	-1.7	-12.8	4.9	-8.1
Retention														
	Opholdstider				Tilført	Fraført	Konc. (mg/l)				Tilført	Fraført		
13.45 %	Året				1.0447	0.2601	Året				0.0559	0.0486		
0.08 g/m2 søoverfl./år	1/5 - 30/9				2.1750	0.3283	1/5 - 30/9				0.0543	0.0670		
0.03 ton/år	1/12 - 31/3				0.7964	0.2290								
	Max. måned				3.0813	0.3495								
	Min. måned				0.4051	0.1770								

Bilag 10.4.3 Jernbalance for Engelsholm Sø, 1996.



STOQ Semodul 4.5

Afstrømningsområde: ENGELSHO Sø: ENGELSHOLM SØ År: 1996

STOFBALANCE

Enhed: kg

Station nr.	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
320130	2.5	2.1	2.3	1.4	1.7	3.4	4.8	3.3	2.9	4.1	2.3	1.4	16.2	32.3
320131	8.7	18.5	15.9	7.2	4.0	2.2	0.0	0.0	0.0	5.9	30.5	12.8	6.3	105.8
320132	7.6	10.4	11.1	8.7	8.6	9.1	15.2	8.1	7.7	10.3	11.6	12.1	48.7	120.5
320133	2.2	1.7	1.1	0.8	1.0	2.2	2.8	3.5	3.4	3.1	2.9	1.7	12.8	26.3
Målt tilførsel	21.0	32.8	30.4	18.2	15.3	17.0	22.8	14.9	14.0	23.3	47.3	28.0	84.0	284.9
Umålt tilførsel	9.7	8.1	8.8	5.6	6.6	13.3	18.7	12.9	11.3	15.8	8.8	5.3	62.8	125.0
Atm. deposition	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Punktkilder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Andre kilder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grundvand	114.5	117.3	161.3	126.4	117.8	109.4	98.2	105.7	108.7	125.8	137.3	123.4	539.7	1445.7
Samlet tilførsel	145.3	158.2	200.4	150.1	139.8	139.7	139.7	133.5	134.0	164.9	193.4	156.7	686.5	1855.6
Fraledning	72.0	100.0	98.7	59.7	34.4	45.0	37.5	41.1	44.2	63.4	105.5	63.9	202.3	765.4
Samlet fraførsel	72.0	100.0	98.7	59.7	34.4	45.0	37.5	41.1	44.2	63.4	105.5	63.9	202.3	765.4
Magasinerings	56.6	8.1	-112.4	-52.3	0.6	138.9	-101.6	106.0	-99.1	193.6	-174.3	-41.5	44.8	-77.6
Intern belastning	-16.7	-50.2	-214.0	-142.8	-104.8	44.3	-203.8	13.7	-188.9	92.1	-262.3	-134.4	-439.5	-1167.8
Retention														
					Opholdstider	Tilført	Fraført					Konc. (mg/l)	Tilført	Fraført
58.75 %					Året	1.0447	0.2601					Året	0.4035	0.1669
2.48 g/m ² søoverfl./år					1/5 - 30/9	2.1750	0.3283					1/5 - 30/9	0.4247	0.1262
1.09 tcn/år					1/12 - 31/3	0.7964	0.2290							
					Max. måned	3.0813	0.3495							
					Min. måned	0.4051	0.1770							

Bilag 10.4.4 Gennemsnitskoncentrationer af kvælstof, fosfor og jern ud fra gennemsnitskoncentrationerne i kilderne EN2-4, samt tillobene E7 og E9, Engelsholm Sø, 1990-96.

Kilde	År	Tot-N mg/l	Tot-P mg/l	Tot-Fe
En2	1990	0,675	0,038	0,498
	1991	0,563	0,079	1,200
	1992	0,118	0,101	0,665
	1993	0,128	0,090	1,417
	1994	0,049	0,042	0,440
	1995	0,104	0,106	1,655
	1996	0,101	0,061	0,808
En3	1990	1,680	0,030	0,103
	1991	0,760	0,036	0,329
	1992	0,758	0,031	0,255
	1993	0,787	0,024	0,193
	1994	0,675	0,023	0,190
	1995	0,553	0,040	0,378
	1996	0,378	0,034	0,330
En4	1990	1,228	0,030	0,245
	1991	1,550	0,033	0,290
	1992	1,625	0,025	0,177
	1993	1,533	0,024	0,216
	1994	1,053	0,046	0,535
	1995	0,715	0,035	0,355
	1996	0,683	0,036	0,325
E7	1990	6,12	0,051	0,384
	1991	6,12	0,040	0,265
	1992	6,11	0,045	0,271
	1993	6,64	0,065	0,230
	1994	6,48	0,057	0,209
	1995	5,9	0,039	0,234
	1996	6,40	0,040	0,284
E9	1990	1,77	0,064	0,377
	1991	2,06	0,039	0,362
Middel	1990	2,29	0,043	0,321
	1991	2,21	0,045	0,489
	1992	2,15	0,051	0,642
	1993	2,27	0,051	0,514
	1994	2,06	0,042	0,649
	1995	1,83	0,055	0,656
	1996	1,89	0,043	0,437
Middel (periode)	1990-91	2,25	0,044	0,405
	1990-92	2,22	0,046	0,384
	1990-93	2,23	0,048	0,417
	1990-94	2,20	0,047	0,523
	1990-95	2,14	0,048	0,545
	1990-96	2,11	0,047	0,441

Bilag 10.5.1 Ilt- og temperaturprofiler på søstationen i Engelsholm Sø, 1996

8888001 : Engelsholm Sø (2-1)														
Dato	Dybde (m)	Temp. (°C)	Ilt (mg/l)	Ilt% (%)	Dato	Dybde (m)	Temp. (°C)	Ilt (mg/l)	Ilt% (%)	Dato	Dybde (m)	Temp. (°C)	Ilt (mg/l)	Ilt% (%)
14/03/96	0.50	4.00	17.2	136	02/07/96	0.20	14.80	10.1	100	12/09/96	0.20	14.50	10.6	104
	1.00	4.80	16.9	134		2.00	14.90	9.4	93		1.00	14.50	10.4	101
	2.00	5.00	19.2	158		3.00	15.00	8.7	86		2.00	14.50	10.4	102
	3.00	4.80	4.0	32		4.00	15.00	8.4	83		3.00	14.50	10.8	106
	3.50	4.80	2.0	16		5.00	15.00	8.3	82		4.00	14.50	11.0	108
	4.00	4.80	0.3	2							5.00	14.50	11.1	109
	4.75	4.80	0.1	1	18/07/96	0.20	16.10	8.5	90		5.50	14.50	11.1	109
						1.00	16.00	8.6	87					
18/04/96	0.20	11.00	14.8	134		2.00	15.90	8.4	85	01/10/96	0.10	11.90	10.1	94
	1.00	9.90	15.7	138		3.00	15.80	8.1	83		1.00	11.90	10.2	94
	2.00	9.50	16.2	141		4.00	15.70	7.9	79		2.00	11.90	10.5	96
	3.00	9.30	16.6	144		4.50	15.70	7.4	72		3.00	11.90	10.6	98
	4.00	9.10	16.9	146							4.00	11.90	10.8	99
	4.50	8.90	17.1	148	31/07/96	0.20	16.80	6.9	71		5.00	11.90	10.9	101
	5.00	8.50	17.0	144		1.00	17.10	6.6	68					
						2.00	17.10	6.5	68	24/10/96	0.20	9.40	10.1	88
09/05/96	0.20	12.00	13.1	123		4.00	17.10	6.5	67		1.00	9.30	10.3	90
	1.00	11.50	14.0	128		4.50	16.80	4.0	40		3.00	9.30	10.9	95
	2.00	11.40	14.4	132		5.00	16.30	2.2	21		5.00	9.30	11.2	98
	3.00	11.30	14.7	135										
	4.00	10.70	14.9	135	15/08/96	0.20	19.70	8.8	96	14/11/96	0.20	5.90	10.7	86
	4.50	10.60	14.8	135		1.00	19.50	8.9	97		1.00	5.90	11.0	89
						2.00	19.50	8.9	97		2.00	6.00	11.5	93
23/05/96	0.20	12.20	13.0	122		3.00	19.40	9.0	98		3.00	6.10	11.6	93
	1.00	12.20	13.7	127		4.00	18.60	2.8	28		4.00	6.20	11.7	95
	2.00	12.10	14.2	132		5.00	17.70	0.6	8		5.00	6.50	11.9	97
	3.00	12.10	15.3	142		5.30	17.00	0.2	2					
	4.00	12.00	14.7	136						12/12/96	0.20	1.80	12.2	89
					29/08/96	0.20	19.40	8.3	91		2.00	1.80	11.8	87
04/06/96	0.20	14.60	10.0	99		1.00	19.40	8.4	91		4.00	1.80	12.2	90
	1.00	14.70	10.2	101		2.00	19.40	8.5	92		5.50	1.90	12.5	92
	2.00	14.70	10.0	99		3.00	19.40	8.5	93					
	2.50	14.30	7.4	72		4.00	19.30	8.4	91					
	3.00	14.20	6.8	66		4.50	18.60	4.8	52					
	3.50	14.00	6.1	59		5.00	18.10	0.4	4					
	4.00	13.90	5.4	52										
20/06/96	0.20	13.90	9.6	93										
	1.00	14.10	9.1	88										
	2.00	14.10	8.8	85										
	3.00	14.20	8.6	84										
	4.00	14.20	8.5	83										
	5.00	14.20	8.4	83										

Bilag 10.5.2 Målte værdier af vandkemiske variabler, Engelsholm Sø 1996.

Dato	Sigttd.	pH	Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat-kvælstof	Silicium	Total jern	Alkal.	Lt	Susp. stof	Glødetab	COD
	m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l
18/01		7.7	0.012	0.016	0.004	1.80	1.23	0.03	1.20	11.0	0.190	1.65	311	5.0	5.0	5
15/02		7.5	0.024	0.031	0.002	1.60	1.51	0.01	1.50	11.0	0.290	1.71	337	6.0	5.0	5
14/03	1.75	7.8	0.042	0.046	0.007	2.20	1.90	0.10	1.80	8.6	0.210	1.53	304	6.4	5.0	5
02/04		7.8	0.034	0.051	0.004	2.50	1.71	0.01	1.70	8.1	0.180	2.98	304	7.6	5.0	14
18/04	1.00	8.8	0.052	0.032	0.007	1.60	1.02	0.02	1.00	4.4	0.089	1.66	293	5.6	5.0	6
09/05	1.20	9.0	0.054	0.052	0.008	0.88	0.25	0.03	0.22	6.2	0.110	1.72	288	5.0	5.0	10
23/05	1.20	9.2	0.058	0.028	0.008	0.82	0.21	0.08	0.13	9.2	0.110	1.58	272	7.5	8.0	8
04/06	1.25	8.4	0.031	0.083	0.011	1.00	0.13	0.03	0.10	10.0	0.100	1.48	271	5.0	5.0	7
20/06	1.55	8.2	0.022	0.110	0.031	0.80	0.23	0.20	0.03	9.1	0.520	1.65	286	7.6	5.0	5
02/07	5.40	7.7	0.005	0.120	0.089	0.85	0.61	0.38	0.23	12.0	0.200	1.72	297	5.0	5.0	5
18/07	3.60	7.8	0.014	0.059	0.032	0.64	0.16	0.10	0.07	14.0	0.092	1.76	306	5.0	5.0	7
31/07	2.10	7.7	0.037	0.095	0.019	0.71	0.15	0.06	0.09	19.0	0.140	1.87	314	5.0	5.0	18
15/08	1.75	8.1	0.042	0.054	0.019	0.67	0.06	0.01	0.06	23.0	0.089	1.87	321	7.0	6.0	5
29/08	1.50	8.1	0.061	0.140	0.034	0.80	0.36	0.25	0.11	26.0	0.250	2.01	324	8.5	5.0	6
12/09	1.05	8.5	0.073	0.080	0.011	0.68	0.01	0.00	0.01	20.0	0.160	1.92	306	13.0	7.4	6
01/10	2.35	8.0	0.019	0.031	0.029	0.61	0.17	0.05	0.12	14.0	0.140	1.89	322	11.0	5.0	6
24/10	3.20	7.9	0.015	0.032	0.007	0.76	0.35	0.08	0.27	6.7	0.370	1.93	318	5.0	5.0	5
14/11	5.00	7.3	0.004	0.053	0.021	1.50	1.08	0.20	0.88	10.0	0.210	1.75	320	5.0	5.0	5
12/12	5.00	7.9	0.002	0.039	0.026	3.20	1.79	0.19	1.60		0.120	1.53	316	5.0	5.0	5

Bilag 10.5.3 Værdier af vandkemiske variabler i hypolimnion på prøvetagningsdatoer med temperaturlagdeling i Engelsholm Sø 1996.

Hypolimnion							
1996	Total-fosfor	Opl. uorg-fosfor	Total-kvælstof	Opl.uorg. kvælstof	Amm.-kvælstof	Nitrit-nitrat-kvælstof	Jern
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
14/3	0,046	0,002	2,2	1,36	0,38	0,98	0,27
12/9	0,2	0,096	0,94	0,587	0,49	0,097	0,36

Bilag 10.5.4 Vandkemiske analyser i Engelsholm Sø. Tidsvægtede årsgennemsnit 1989-96- og sommergennemsnit 1981-96..

Årsgennemsnit	Sigttd.	pH	Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat-kvælstof	Silicium	Total jern	Alkal.	Lt	Susp. stof	Glødetab	COD
	m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	uS/cm	mg/l	mg/l	mg/l
1989	1.18	8.40	0.058	0.091	0.005	2.18	0.96	0.09	0.87	8.09		1.57	297	16.73	12.29	
1990	0.90	8.31	0.073	0.110	0.007	2.47	1.40	0.07	1.33	5.49		1.55	294	19.72	11.81	
1991	0.84	8.52	0.063	0.093	0.004	2.25	1.24	0.04	1.20	8.41		1.42	286	17.11	11.00	
1992	0.86	8.61	0.084	0.124	0.006	2.81	1.63	0.07	1.56	8.89		1.40	291	25.94	17.21	22.33
1993	1.51	8.16	0.058	0.103	0.019	2.82	1.82	0.30	1.52	8.39	0.30	1.62	298	14.51	10.76	14.00
1994	2.03	8.13	0.024	0.066	0.016	1.74	1.19	0.10	1.09	7.19	0.22	1.66	297	8.22	5.96	7.13
1995	2.60	8.11	0.030	0.059	0.013	1.47	0.95	0.07	0.88	9.43	0.19	1.65	290	8.07	6.24	7.61
1996	2.65	8.00	0.028	0.055	0.018	1.40	0.84	0.09	0.74	11.83	0.19	1.78	309	6.49	5.25	6.62
Sommergennemsnit																
1981	0.69	8.94		0.15	0.01		0.47	0.03	0.44	7.87		1.43	248.00	31.60	20.88	
1982																
1983																
1984																
1985	0.54	9.00										1.33	264.84			
1986																
1987	0.51	8.67										1.50	260.59			
1988																
1989	0.86	8.78	0.077	0.124	0.004	1.79	0.35	0.04	0.30	11.86		1.57	289	21.89	17.68	
1990	0.59	8.58	0.112	0.167	0.008	2.16	0.60	0.06	0.54	5.63		1.62	292	28.02	17.44	
1991	0.70	9.01	0.069	0.118	0.005	1.69	0.46	0.02	0.44	10.21		1.38	285	21.72	14.52	
1992	0.53	9.24	0.123	0.197	0.009	2.35	0.64	0.07	0.57	13.98		1.38	280	41.52	30.05	37.00
1993	0.82	8.53	0.110	0.167	0.024	2.12	0.77	0.26	0.51	11.89	0.44	1.72	293	25.11	18.49	24.61
1994	1.57	8.40	0.038	0.076	0.012	0.81	0.22	0.02	0.20	7.96	0.22	1.92	314	9.59	6.53	8.40
1995	1.83	8.34	0.050	0.074	0.006	0.89	0.29	0.04	0.25	10.37	0.23	1.85	295	9.99	7.94	10.60
1996	2.06	8.25	0.039	0.079	0.026	0.78	0.22	0.11	0.11	14.87	0.17	1.77	300	7.20	5.61	7.53

Bilag 10.7.1 Antal af de fundne fytoplanktonarter på prøvetagningsdatoerne i Engelsholm Sø, 1996. Fortsættes ...

Engelsholm sø - 1996																
FYTOPLANKTON ANTAL/ML	14/03	18/04	09/05	23/05	04/06	20/06	02/07	18/07	31/07	15/08	29/08	12/09	01/10	24/10	14/11	12/12
BLAGRØNALGER - Nostocophyceae																
Microcystis spp. 2-5 µm											*					
Løse blågrønne koloni, < 2 µm				*						66						
Gomphosphaeria lacustris (=Snowella)									*			*				
Gomphosphaeria naegelianii (=Woronichini)												*	*	*	*	
Microcystis aeruginosa				*	*	*	*	7	*	*	21	*	*	*	*	
Microcystis incerta						*		*								
Aphanotece minutissima								*								
Microcystis wesenbergii				*		*		*		*	*	*	*			
Microcystis pulvereus						*		6		*	*	*	*		*	
Microcystis holmströmii								*		*		*	*			
Anabaena sp.					*											
Anabaena circinalis												*				
Anabaena crassa				*		*	6	158	74	18	61	83	3	*	*	
Anabaena flos-aquae						*	*	7	*	*	*			*	*	
Anabaena lemmermannii															*	
Anabaena planctonica													*			
Aphanizomenon sp.						*	3	2338	1417	2127	1036	259		45	5	27
Aphanizomenon flos-aquae								*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aphanizomenon flexuosum								*	*	*	*	*	*	*	*	*
Oscillatoria limnetica (=Pseudoanabaena)						*	*									*
REKYLALGER - Cryptophyceae																
Chroomonas sp.	*															
Cryptomonas spp	625	3367	404	193	949	139	91	22	70	206	63		*	31	*	3
Katablepharis sp.																
Rhodomonas lacustris	3691	2357	3988	937	3495	*	*			*	*	*	109	*	236	7
FUREALGER - Dinophyceae																
Thekate furealger spp					178											*
Ceratium hirundinella			*	*	*	3	*	*		*	*	*	1			
Peridinium sp.	*	*		216	67	*	*	*		*	*	*				
GULALGER - Chrysophyceae																
Dinobryon		*														
Mallomonas akrokomos	1671	*														
Prymnesiophyceae																
chrysochromulina parva	*	*	*****	*****	7628	*										
KISELALGER - Diatomophyceae																
Centriske kiselalger 0-10 µm	3260	*	*								*	*		*		
Centriske kiselalger 10-20 µm			*													
Aulacoseira spp.		*	616	198	263	687	16		*	*			*	*	*	11
Melosira granulata var angus			99	*	151	1650	8		*	*	895	5023	1176	1309	*	*
Melosira varians			*	*	*	*							*	*	*	*
Stephanodiscus neostrea																*
Ubestemte pennate		*				*	*							*	*	*
Asterionella formosa	10590	46464	671	*	*	87	4	*	*	*	*	200	1250	*	*	
Fragilaria sp.				24	*	*										
Fragilaria construens			192	*			18		*					*		
Fragilaria crotonensis			*	*		55	4	297	193	205	106	366	2002	485	7	*
Fragilaria ulna, 0 - 50 µm						48										
Fragilaria ulna, 50 - 150 µm					237	165										
Fragilaria ulna, 150 - 250 µm					41	11										
Nitzschia sp.												*				*
Synedra sp.			*													

Bilag 10.7.1 Antal af de fundne fytoplanktonarter på prøvetagningsdatoerne i Engelsholm Sø, 1996. Fortsat.

	14/03	18/04	09/05	23/05	04/06	20/06	02/07	18/07	31/07	15/08	29/08	12/09	01/10	24/10	14/11	12/12
GRØNALGER - Chlorophyceae																
ubestemt grønlig koloni, små celler									*				*			
Carteria sp.																*
Chlamydomonas sp.				*				*			*					
Eudorina elegans								*								
Pandorina morum												*				
Actinastrum hantzschii						*							*	*	*	
Ankyra sp.																
cf. Ankyra ancora															158	501
Ankyra judayi							1088	*		209	173	*	*	117	158	*
cf. Ankyra lanceolata															*	*
Botryococcus braunii					*			*				*	*		*	
Coelastrum microporum							*	*		*	*	*	*	*	*	
Coelastrum astroideum							*									
Dictyosphaerium pulchellum				*	*	*	*	*		*						
Golenkinia radiata	*				*	*										
Monoraphidium contortum					*									*		
Monoraphidium minutum		*														
Oocystis sp.	*				*	*		*	*	*	*	*	*			
Pediastrum boryanum			*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pediastrum duplex			*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus sp.						*								*		
Scenedesmus acutus							*	*								
Scenedesmus opoliensis				*			*	*		*	*				*	*
Scenedesmus quadricauda			*			*	*			*	*					*
Scenedesmus obtusus	*															
Schroederia setigera		*														
Tetredon caudatum							*									
Sphaerocystis Schroeteri							*								67	*
Koliella longiseta	*															
Elakatothrix genevensis			*			*	63			*	*	*		*	*	*
Closterium sp.		*														
Closterium aciculare		*														
Closterium acutum var. variabile											*	*	*			
Closterium pronum												*				
Staurastrum sp.						*	*							*	*	*
Staurastrum chaetoceros											*	*	*			
Ubestemt grønlig koloni														132	28	*
UBESTEMTE ARTER MV.																
Volvox aureus											6721	4720	*			
Ubestemte arter 0-5 µm	2235	3616	*	*	*	1790	*	*	325	*	48	829	*	*	*	*
Ubestemte arter 5-10 µm	*				577											
Ubestemte arter > 10 µm	*			332												
Ubestemte flagellater (6-14 µm)		2775	2126	613	4408											
Ubestemte flagellater (< 6µm)														*		*

Bilag 10.7.2 Biomasse af de fundne fytoplanktonarter på prøvetagningsdatoerne Engelsholm Sø, 1996. Fortsættes....

Engelsholm Sø - 1996																
FYTOPLANKTON VOLUMEN (MM3/L) = BIOMASSE (MG VÅDVÆGT/L)																
	14/03	18/04	09/05	23/05	04/06	20/06	02/07	18/07	31/07	15/08	29/08	12/09	01/10	24/10	14/11	12/12
BLÅGRØNALGER - Nostocophyceae																
Microcystis spp. 2-5 µm				*						0	*					
Løse blågrønalge koloni, < 2 µm												*				
Gomphosphaeria lacustris (=Snowella)									*			*				
Gomphosphaeria naegeliana (=Woronichini)												*	*	*	*	
Microcystis aeruginosa				*	*	*	*	0,03	*	*	0,13	*	*	*	*	
Microcystis incerta						*										
Aphanotece minutissima						*		*								
Microcystis wesenbergii				*		*		*		*	*	*	*			
Microcystis pulvereæ						*		0,02		*	*	*	*		*	
Microcystis holstiana								*		*		*	*			
Anabaena sp.					*							*	*			
Anabaena circinalis												*				
Anabaena crassa				*		*	0,71	38,7	5,45	1,21	4,89	10,85	0,21	*	*	
Anabaena flos-aquæ						*	*	0,58	*	*	*			*	*	
Anabaena lemmermannii															*	
Anabaena planctonica													*			
Aphanizomenon sp.						*	0	3,33	1,28	3	1,43	0,25		0,03	0,02	0,15
Aphanizomenon flos-aquæ								*	*	*	*	*		*	*	*
Aphanizomenon flexuosum								*	*	*	*	*		*	*	*
Oscillatoria limnetica (=Pseudonabaeba)						*	*									
Artsgrp. totale biomasse	0	0	0	0	0	0	0,71	42,66	6,73	4,2	6,44	11,1	0,21	0,03	0,02	0,15
REKYLALGER - Cryptophyceae																
Chroomonas sp.	*															
Cryptomonas spp	0,65	4,64	0,62	0,18	1,07	0,17	0,18	0,06	0,11	0,49	0,1		*	0,05	*	0
Katablepharis sp.					*											
Rhodomonas lacustris	0,39	0,31	0,24	0,07	0,24	*	*			*	*	*	0,01	*	0,01	0
Artsgrp. totale biomasse	1	5	1	0	1	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0
FUREALGER - Dinophyceae																
Thekate furealger spp					0,24										*	
Ceratium hirundinella			*	*	*	0	*	*			*	*	0			
Peridinium sp.	*	*		0,42	0,09	*	*	*	*	*	*	*	*			
Artsgrp. totale biomasse	0	0	0	0,42	0,34	0,03	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0
GULALGER - Chrysophyceae																
Dinobryon		*														
Mallomonas akrokomos	0,32	*														
Artsgrp. totale biomasse	0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phymnesiophyceae																
chrysochromolina parva	*	*	2,97	4,17	0,2	*										
Artsgrp. totale biomasse	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KISELALGER - Diatomophyceae																
Centriske kiselalger 0-10 µm	0,81	*	*								*	*		*		
Centriske kiselalger 10-20 µm			*													
Aulacoseira spp.		*	1	0	0	1	0		*	*			*	*	*	0,06
Melosira granulata var angus			0,11	*	0,21	1,89	0,01		*	*	1,02	6,79	1,27	0,86	*	*
Melosira varians			*	*	*	*							*	*	*	*
Stephanodiscus neocastrea						*	*								*	*
Ubestemte pennate		*				*	*							*	*	*
Asterionella formosa	8,75	37,74	0,24	*	*	0,04	0	*	*	*	*	0,07	0,46	*	*	
Fragilaria sp.				0,17	*	*										
Fragilaria construens			0	*			0		*					*	*	
Fragilaria crotonensis			*	*	*	0,06	0	0,45	0,22	0,3	0,1	0,42	3,98	0,92	0,01	*
Fragilaria ulna, 0 - 50 µm						0,01										
Fragilaria ulna, 50 - 150 µm					0,48	0,22										
Fragilaria ulna, 150 - 250 µm					0,21	0,04										
Nitzschia sp.																*
Synedra sp.			*													
Artsgrp. totale biomasse	9,56	37,74	0,92	0,4	1,13	2,94	0,05	0,45	0,22	0,3	1,13	7,28	5,72	1,79	0,01	0,06

Bilag 10.7.2 Biomasse af de fundne fytoplanktonarter på prøvetagningsdatoerne Engelsholm Sø, 1996. Fortsat.

	14/03	18/04	09/05	23/05	04/06	20/06	02/07	18/07	31/07	15/08	29/08	12/09	01/10	24/10	14/11	12/12
GRØNALGER - Chlorophyceae																
ubestemt grønlig koloni, små celler									*				*			
Cartena sp.																*
Chlamydomonas sp.				*				*			*					
Eudonia elegans								*								
Pandorina morum												*				
Actinastrum hantzschii						*							*	*		
Ankrya sp.															0,02	0,03
cf. Ankrya ancora															0	*
Ankrya judayi							0,06	*		0,01	0	*	*	0,01	*	*
cf. Ankrya lanceolata															*	*
Botryococcus braunii					*			*				*	*		*	*
Coelastrum microporum							*	*		*	*	*	*	*	*	*
Coelastrum astroideum							*	*				*	*	*	*	*
Dictyosphaerium pulchellum				*	*	*	*	*		*						
Golenkinia radiata	*				*	*										
Monoraphidium contortum					*									*		
Monoraphidium minutum		*														
Oocystis sp.	*				*	*		*	*	*	*		*			
Pediastrum boryanum			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Pediastrum duplex			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus sp.					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus acutus						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus opoliensis				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus quadricauda			*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus obtusus	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Schroederia setigera		*														
Tetredon caudatum							*									
Sphaerocystis Schroeteri							*								0	*
Koliella longiseta	*															*
Elakatothrix genevensis			*		*		0,02			*	*	*	*	*	*	*
Closterium sp.		*														
Closterium aciculare		*														
Closterium acutum var. variabile											*	*	*	*	*	*
Closterium prorum											*	*	*	*	*	*
Staurastrum sp.						*	*							*	*	*
Staurastrum chaetoceros											*	*	*	*	*	*
Ubestemt grønlig koloni														0,02	0	*
Artsgrp. totale biomasse	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0,01	0	0	0	0,02	0,03	0,03
UBESTEMTE ARTER MV.																
Volvox aureus											0,69	0,47	*			
Ubestemte arter 0-5 µm	0,13	0,18	*	*	*	0,11	*	*	0,01	*	0	0,06	*	*	*	*
Ubestemte arter 5-10 µm	*				0,46											
Ubestemte arter > 10 µm	*				0,49											
Ubestemte flagellater (6-14)		0,19	0,13		0,06	0,34										
Ubestemte flagellater (< 6)																*
Artsgrp. totale biomasse	0,13	0,37	0,13	0,54	0,8	0,11	0	0	0,01	0	0,7	0,53	0	0	0	0
Datoens totale biomasse	11,04	43,05	4,87	5,79	3,77	3,25	1,01	43,16	7,07	5,01	8,37	18,92	5,96	1,89	0,07	0,24

Bilag 10.7.3 Antal af de fundne zooplanktonarter på prøvetagningsdatoerne i Engelsholm Sø, 1996.

Engelsholm Sø st. 1 - 1996 ZOOPLANKTON ANTAL/L		14/03	18/04	09/05	23/05	04/06	20/06	02/07	18/07	31/07	15/08	29/08	12/09	01/10	24/10	14/11	12/12
ROTATORIA																	
Rotatoria spp.		2				4	5			140		4	17	1			7
Brachionus calyciflorus			4	4	9												
Brachionus urceolaris		2															
Keratella cochlearis			53	626	2053	387	1620	8	28	17	27	67	169	162	111	29	10
Keratella quadrata		38	542	3476	2498	156	55	11	56	257	47	42	124	31	11	3	3
Notholca labis				4													
Trichocerca capucina											4	2	4		4	1	
Trichocerca pusilla									6	23							
Trichocerca similis												7	4		7		
Polyarthra spp.			160	449	613	9											
Synchaeta spp.		22	622	22	284		15		1202		11	4	13	7	2		3
Asplanchna priodonta			40	71	142				2	30	4				13	4	
Pompholyx sulcata				18	27	58	45			3	2	20	102	44	9	3	
Filinia terminalis/longiseta-gruppen		2	422	89									9		11	1	
Hiuldyr i alt		66	1856	4830	5697	614	1740	20	1294	470	95	146	442	245	168	41	23
CLADOCERA																	
Diaphanosoma brachyurum												0,2	0,6				
daphnia spp.	Hun med/uden alm.æg				3	4	93	31	126	33	48	49	15	32	86	50	22
daphnia spp.	Han													1	8		
Daphnia cucullata	Hun med/uden alm.æg																
Daphnia galeata	Hun med/uden alm.æg			0,7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Daphnia hyalina	Hun med/uden alm.æg			0,2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bosmina spp.					0,2	8		5		4						1	
Chydorus sphaericus						0,9		3		3	1	0,4	2	20	12	2	
Eurycerus lamellatus										*						*	
Leptodora kindtii					0,2	0,2		2	0,4	0,2		0,2					
Cladocera ialt		0	0	0,9	3,4	13,1	93	41	126,4	40,2	49	49,6	17,6	53	106	53	22
COPEPODA																	
Eudiaptomus spp.	Copepoditer-alle størr.	0,2	3	17	12	12	13	16		111	56	27	31	13	4	1	
Eudiaptomus spp.	Nauplier	7	7	23	27	12	64	4	87	40	33	27	7		1		1
Eudiaptomus graciloides	Hun med/uden alm.æg	2	0,2	6	4	16	9	10		1	1	2	2	9	43	22	9
Eudiaptomus graciloides	Han	6	0,4	8	10	12	16	13	7	3	1	0,9	1	9	48	22	10
Cyclops spp.	Han	17	1	2	0,9	34	18			4	19	*				*	
Cyclops spp.	Copepoditer-alle størr.	5	31	67	89	68	29		0,4	13	18	49	13		0,4		0,7
Cyclops spp.	Nauplier	11	49	177	80	41	231		59	38	78	116	13	4	3		0,7
Cyclops abyssorum	Hun med/uden alm.æg	22	0,2	0,2													
Cyclops strenuus	Hun med/uden alm.æg													0,2		*	
Mesocyclops/Thermocyclops spp.	Hun med/uden alm.æg			5	5	12	24		1	0,7	1	1	0,4				
Calanoide copepoder i alt		15,2	10,6	54	53	52	102	43	94	155	91	56,9	41	31	96	45	20
Cyclopoide copepodder i alt		55	81,2	251,2	174,9	155	302	0	60,4	55,7	116	166	26,4	4,2	3,4	0	1,4

Bilag 10.7.4 Biomasse af de fundne zooplanktonarter på prøvetagningsdatoerne, 1996.

Engelsholm Sø st. 1 - 1996 ZOOPLANKTON BIOMASSE (µg TØRVÆGT/L)																	
		14/03	18/04	09/05	23/05	04/06	20/06	02/07	18/07	31/07	15/08	29/08	12/09	01/10	24/10	14/11	12/12
ROTATORIA																	
Rotatoria spp.		0,1				0,2	0,25			7		0,2	0,85	0,05			0,35
Brachionus angularis			0,65	3,55	3,55			0,05									
Brachionus calyciflorus			1,16	1,16	2,61												
Brachionus urceolaris		0,3															
Keratella cochlearis			0,53	6,26	20,53	3,87	16,2	0,08	0,28	0,17	0,27	0,67	1,69	1,62	1,11	0,29	0,1
Keratella quadrata		1,9	27,1	173,8	124,9	7,8	2,75	0,55	2,8	12,85	2,35	2,1	6,2	1,55	0,55	0,15	0,15
Notholca labis				3,8													
Trichocerca capucina											2,8	1,4	2,8		2,8	0,7	
Trichocerca pusilla									0,06	0,23							
Trichocerca similis												4,2	2,4		4,2		
Polyarthra spp.			4,8	13,47	18,39	0,27											
Synchaeta spp.		2,2	62,2	2,2	28,4		1,5		120,2		1,1	0,4	1,3	0,7	0,2		0,3
Asplanchna priodonta			34,8	61,77	123,5				1,74	26,1	3,48				11,31	3,48	
Pompholyx sulcata				0,18	0,27	0,58	0,45			0,03	0,02	0,2	1,02	0,44	0,09	0,03	
Filinia terminalis/longiseta-gruppen		0,04	8,44	1,78									0,18		0,22	0,02	
Artsgrp. totale biomasse		4,54	139,7	268	322,2	12,72	21,15	0,68	125,1	46,38	10,02	9,17	16,44	4,36	20,48	4,67	0,9
CLADOCERA																	
Diaphanosoma brachyurum												0,84	2,52				
daphnia spp.	Hun med/uden alm. æg				24,57	86,12	1169	0	1634	442,5	568,8	374,4	187,2	388,5	885,8	961,5	352
daphnia spp.	Han													6,35	50,8		
Daphnia cucullata	Hun med/uden alm. æg																
Daphnia galeata	Hun med/uden alm. æg			4,68	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Daphnia hyalina	Hun med/uden alm. æg			2,6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bosmina spp.					0,22	7,52		13,3		5,48					*	1,12	
Chydorus sphaericus						0,75		4,92		3,36	0,83	0,33	2,78	25,6	12,84	2,92	
Eurycerus lamellatus										*							
Leptodora kindti					1,66	1,66		96,4	3,32	1,66		1,66					
Artsgrp. totale biomasse		0	0	7,28	26,45	96,05	1169	114,6	1638	453	569,6	377,2	192,5	420,4	949,4	965,5	352
COPEPODA																	
Eudiaptomus spp.	Copepoditer-alle størr.	1,02	6,51	38,25	42,72	52,92	33,8	36,96		161	155,7	108,3	173,9	62,79	13,6	4,27	
Eudiaptomus spp.	Nauplier	3,5	3,5	11,5	13,5	6	32	2	43,5	20	16,5	13,5	3,5		0,5		0,5
Eudiaptomus graciloides	Hun med/uden alm. æg	21,84	1,79	94,32	60,08	245,4	144,6	242		13,01	13,14	24,36	27,76	100,6	511,7	214,1	90,9
Eudiaptomus graciloides	Han	44,34	3,58	70,4	104,5	118,8	155,4	107,1	68,32	26,16	9,9	8,06	10,76	80,82	351,4	162,6	73,5
Cyclops spp.	Han	130,7	5,33	9,76	10,17	181,2	100,3			16,44	80,18	*			*		
Cyclops spp.	Copepoditer-alle størr.	39,1	83,39	369,2	188,7	315,5	66,7		4,52	62,92	66,6	127,4	54,6		4,52		7,91
Cyclops spp.	Nauplier	5,5	24,5	88,5	40	20,5	115,5		29,5	19	39	58	6,5	2	1,5		0,35
Cyclops abyssorum	Hun med/uden alm. æg	304	4,56	4,56													
Cyclops strenuus	Hun med/uden alm. æg															*	
Mesocyclops/Thermocyclops spp.	Hun med/uden alm. æg			14,2	20,9	35,28	87,84		1,7	1,19	2,78	2,75	0,68	4,56			
Artsgrp. totale biomasse		550,1	133,2	700,7	480,6	975,7	736,1	388,1	147,5	319,7	383,8	342,3	277,7	250,8	883,2	380,9	173,2
Datoens totale biomasse		554,6	272,9	975,9	829,2	1084	1926	503,4	1910	819,1	963,4	728,7	486,7	675,6	1853	1351	526,1

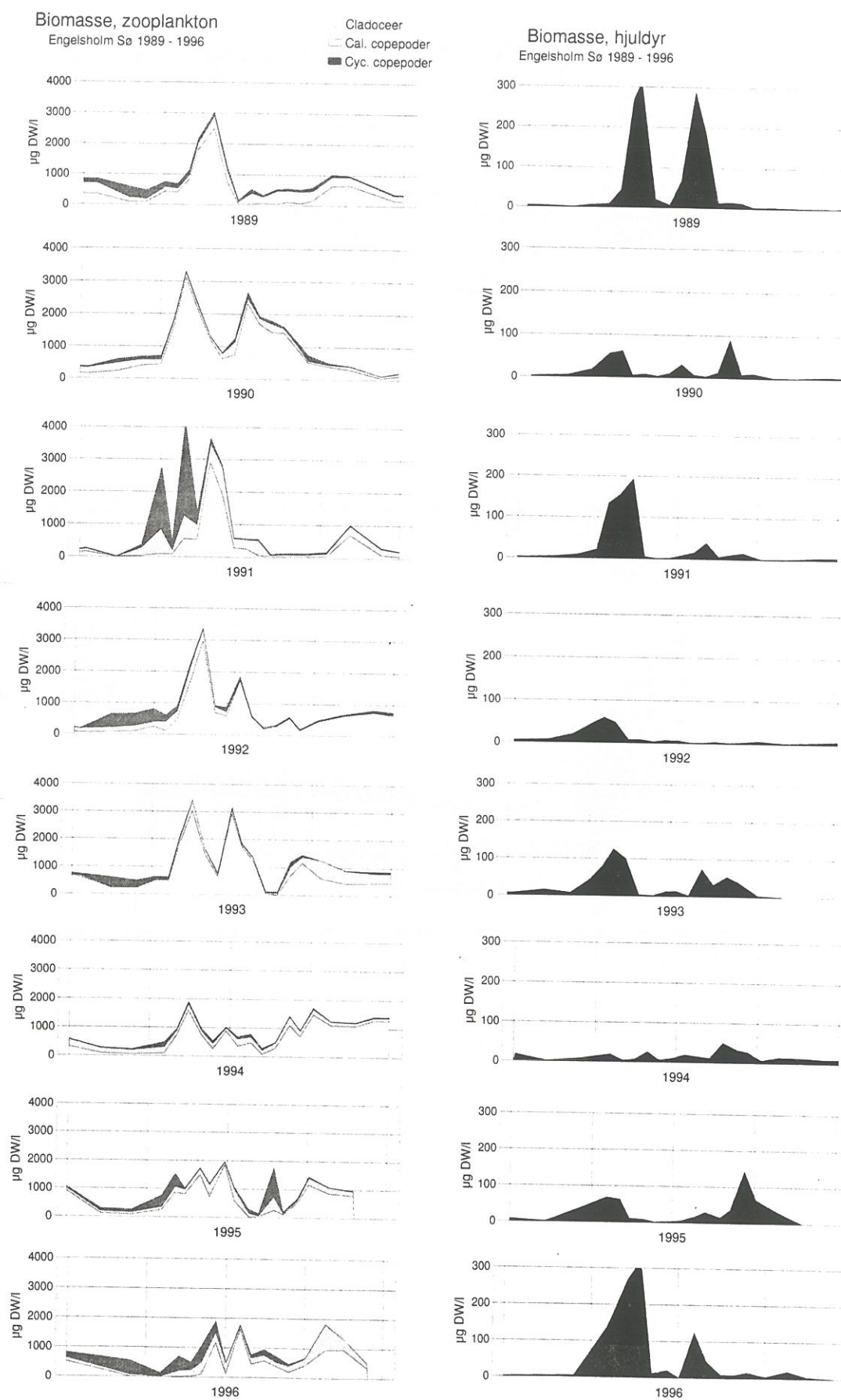
Bilag 10.7.5a Års- og sommergennemsnit af fytoplanktonbiomasse (vådvægt), Engelsholm Sø 1989-96.

Tidsvægtede årgennemsnit	Kisel- alger	Blågrøn- alger	Grøn- alger	Rekyl- alger	Fure- alger	Stilk- alger	Gul- alger	Ube- stemte	Total- biomasse
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1989	6,365	38,648	0,473	0,053				0,066	45,605
1990	5,728	15,510	0,110	0,093				0,187	21,627
1991	5,455	15,769	0,342	0,090				0,126	21,781
1992	4,207	35,819	0,400	0,126				0,101	40,653
1993	3,348	30,048	0,020	0,479				0,082	33,978
1994	3,472	7,115	0,047	0,221	0,054			0,068	10,978
1995	3,160	1,838	0,051	0,296	0,265		0,363	0,140	6,113
1996	3,589	2,917	0,009	0,464	0,031	0,298	0,021	0,138	7,465
Tidsvægtede sommer- gennemsnit	Kisel- alger	Blågrøn- alger	Grøn- alger	Rekyl- alger	Fure- alger	Stilk- alger	Gul- alger	Ube- stemte	Total- biomasse
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1989	1,362	65,591	0,980	0,068				0,073	68,074
1990	4,123	32,438	0,261	0,062				0,355	37,240
1991	1,156	28,979	0,805	0,071				0,158	31,169
1992	0,214	71,487	0,950					0,106	72,757
1993	2,173	71,034	0,038	0,549				0,059	73,853
1994	4,862	15,923	0,093	0,382	0,130			0,078	21,468
1995	5,092	3,696	0,120	0,619	0,628		0,866	0,279	11,301
1996	2,203	6,923	0,008	0,371	0,071	0,634		0,267	10,475

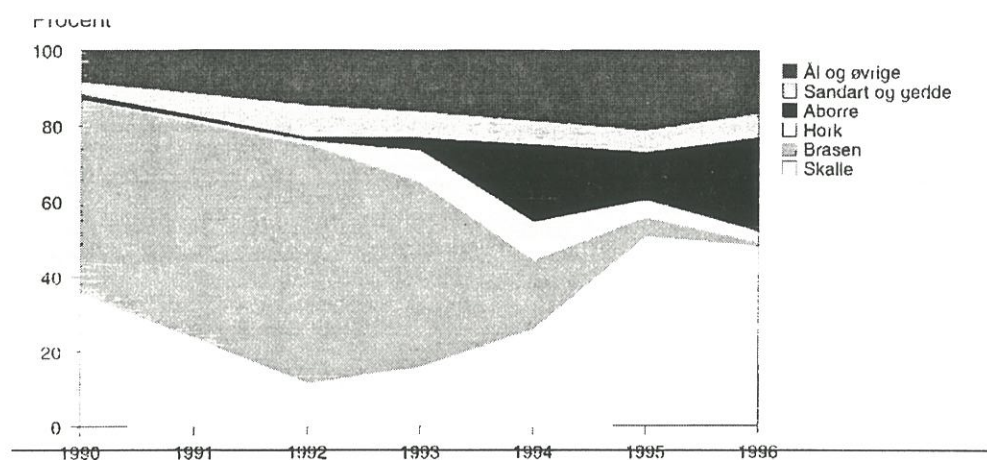
Bilag 10.7.5b Års- og sommergennemsnit af zooplanktonbiomasse (tørvægt), Engelsholm Sø 1989-96.

Tidsvægtede årgennemsnit	Hjuldyr	Cladoceer	Cal. copepoder	Cycl. copepoder	Total- biomasse
	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l
1989	0,047	0,458	0,263	0,119	0,887
1990	0,015	0,824	0,162	0,064	1,065
1991	0,025	0,346	0,267	0,259	0,898
1992	0,011	0,583	0,120	0,126	0,841
1993	0,026	0,814	0,205	0,088	1,134
1994	0,015	0,623	0,180	0,047	0,865
1995	0,027	0,578	0,170	0,135	0,910
1996	0,047	0,412	0,232	0,189	0,880
Tidsvægtede sommer- gennemsnit	Hjuldyr	Cladoceer	Cal. copepoder	Cycl. copepoder	Total- biomasse
	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l
1989	0,093	0,599	0,318	0,090	1,100
1990	0,018	1,348	0,176	0,080	1,622
1991	0,034	0,577	0,323	0,187	1,121
1992	0,005	0,901	0,134	0,051	1,091
1993	0,039	1,304	0,188	0,046	1,576
1994	0,020	0,672	0,202	0,053	0,947
1995	0,031	0,669	0,217	0,166	1,083
1996	0,075	0,461	0,247	0,205	0,989

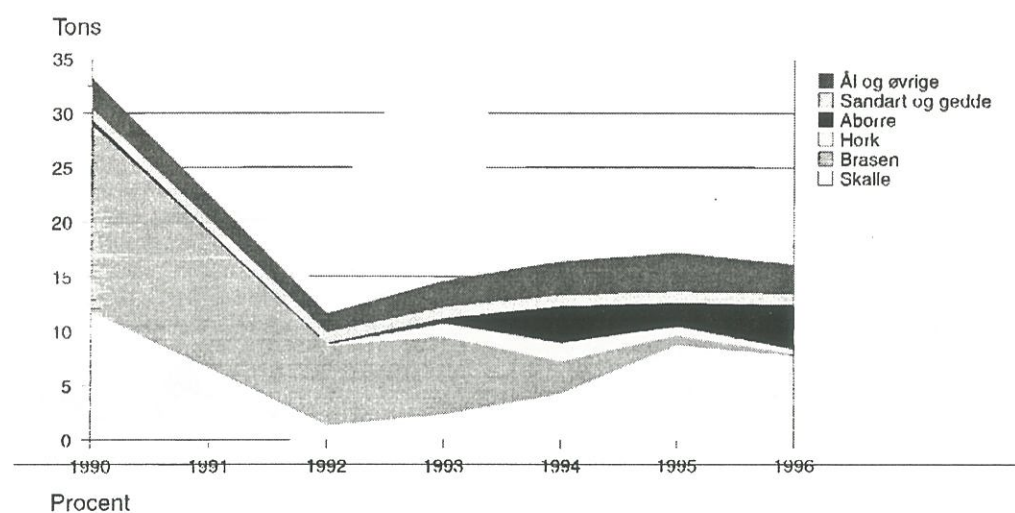
Bilag 10.7.6 *Biomasse af Cladoceer og Copepoder, samt hjuldyr (Rotiferer)*



Bilag 10.7.7a Den relative sammensætning af fiskebiomassen i Engelsholm Sø i 1990 og 1992 til 1996.



Bilag 10.7.7b Den skønnede fiskebiomasse af de respektive arter i tons i Engelsholm Sø i 1990 og 1992 til 1996.



Bilag 10.9.1 *Oversigt over tidligere udsendte rapporter.*

- Kristensen, Lisbeth D. og Dall, Egon (1989):
Overvågningssøerne Fårup Sø 1978-88 og Engelsholm Sø
1981-87. Vejle Amt.
- Müller, J.P. og Jensen, H.J. (1991)
Fiskebestanden i Engelsholm Sø 1990, Vejle Amt
- Müller, J.P. og Jensen, H.J. (1996):
Fiskebestanden i Engelsholm Sø 1995. Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1990):
Overvågning af søer 1989. Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1991):
Overvågning af søer 1990. Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1992):
Overvågning af søer 1991. Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1993):
Overvågning af søer 1992. Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1994):
Overvågning af søer 1993. Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1995):
Overvågning af søer 1994. Vejle Amt.
- Møller, P.H. et al. (1996):
Overvågning af søer 1995. Vejle Amt.

