

 Vandmiljø i Vejle Amt

Overvågning af

ENGELSHOLM SØ 1999

Næringssalte • Belastning • Biologi



VEJLE AMT
Teknik og Miljø



Overvågning af ENGELSHOLM SØ 1999

Næringssalte • Belastning • Biologi



Udgiver: Vejle Amt, Forvaltningen for Teknik og Miljø,
Damhaven 12, 7100 Vejle. Tlf. 75 83 53 33.

Udgivelsesår: 2000.

Titel: Overvågning af Engelsholm Sø, 1999.

Undertitel: Næringssalte, belastning, biologi.

Forfatter: Poul Hald Møller.

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

EDB: Torben Wiis.

Felt: Karin Overby.

Layout og redigering: Hanne Lauridsen.

Forsidelayout: Bureau 2, Bjarne Bågø.

© Copyright: Vejle Amt, 2000. Gengivelse kun tilladt med tydelig
kildeangivelse.

Sideantal: 86.

Oplag: 110.

Tryk: Post og Print, Vejle Amt.

Vedrørende kortmateriale:

Grundmaterialet tilhører Kort- og Matrikelstyrelsen.

Supplerende information er udarbejdet og påført af Vejle Amt. Kortene er udelukkende til tjenstligt 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: 87-7750-580-8.

Indholdsfortegnelse	Side
0. Indledning	5
1. Sammenfatning	7
2. Sø- og oplandsbeskrivelse	9
2.1 Søbeskrivelse.....	9
2.2 Oplandsbeskrivelse.....	11
3. Klimatiske forhold	13
3.1 Temperatur og solindstråling	14
3.2 Nedbør og fordampning	15
4. Vand- og næringsstofftilførsel	17
4.1 Vandtilførsel	17
4.2 Kilder til næringsstofftilførslen.....	18
4.3 Udvikling i næringsstofftilførslen	21
4.4 Muligheder for at nedbringe næringsstof- tilførslen.....	23
5. Vand- og stofbalance	25
5.1 Vandbalance	25
5.2 Stofbalance	26
6. Udviklingen i miljøtilstanden	29
6.0 Generelt	29
6.1 Kvælstof	31
6.2 Fosfor.....	31
6.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre	31
6.4 Sigtdybde og klorofyl	34
6.5 Plante- og dyreplankton.....	35
6.6 Fisk	42
6.7 Undervandsplanter.....	52
7. Sediment	53
8. Målsætning og fremtidig udvikling	55
8.1 Søtilstand og målsætning.....	55
8.2 Konklusion	59
9. Referenceliste	61
10. Bilag	63

0. Indledning

Overvågning af de tre søer Engelsholm Sø, Fårup Sø og Søgård Sø indgår som en del af Vejle Amts bidrag til det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003 (NOVA 2003). Formålet med overvågningen af søer er gennem systematisk indsamling af data at vurdere udviklingen i næringsstofftilførsel og miljøtilstand. Derudover at følge udviklingen med henblik på at øge vores viden om søers respons på ændringer i påvirkninger fra omgivelserne.

Denne rapport beskæftiger sig med resultater i søen i perioden 1989-99. Rapporten omhandler fysiske, kemiske og biologiske undersøgelser i søen med hovedvægten lagt på at belyse ændringer i miljøtilstanden i 1999. Rapporteringen er tilrettelagt efter retningslinjerne i Paradigma 2000 for normal-rapportering (Miljøstyrelsen 2000).

Muligheden for opfyldelse af målsætningen for Engelsholm Sø i Regionplan 1997-2009 for Vejle Amt er belyst.

I 1999 er der ud over normalprogrammet gennemført en undersøgelse af fiskebestanden i Engelsholm Sø som opfølgning på en 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

Tilførsel af næringsstoffer	De store mængder nedbør er årsag til en stor vandafstrømning til Engelsholm Sø i 1999. Tilførslerne af kvælstof og fosfor fra det åbne land bliver blandt de højeste, der er målt i den 10-årige overvågningsperiode. Der er sket en øget belastning med fosfor til søen, bl.a. som følge af forhøjede koncentrationer i et af de målte tilløb. 50% af den samlede fosfortilførsel kommer fra de dyrkede arealer, mens udledning kun tegner sig for 10%. Grundvand og natur tegner sig for de resterende 40%.
Miljøtilstand	Høj gydesucces og tilvækst hos skallebestanden og en varm højsommer har haft en negativ effekt på miljøtilstanden i løbet af sommeren. Selv om temperaturlagdeling af vandmasserne har ført til iltsvind, har frigivelsen af jernbundet fosfor fra søbunden været relativt behersket. Algernes vækst er i høj grad blevet reguleret af græsning fra dyreplanktonet udenfor sommerperioden, men prædation fra fiskene har banet vejen for et blågrøn-algemaksimum i højsommeren.
Fiskebestand	Udviklingen i fiskebestanden har været positiv efter opfiskningen, som amtet gennemførte i perioden 1992-1996. Men i 1999 er skallerne vundet frem, og aborrebestanden gået tilbage. Brasenbestanden er fortsat marginal, og den del af den interne belastning, som tidligere kunne tilskrives store braseners ophvirvling af bundmateriale, er ophørt.
Vandkemi	Vandkvaliteten ligger trods en forværring i 1999 fortsat på linje med situationen, efter at effekten af opfiskningen slog igennem i 1994. Sigtdybden er blevet bedre, klorofylmængden og mængden af suspenderet stof er blevet mindre, og fosfor- og kvælstofkoncentrationen er faldet. Tidligere var algernes vækst ofte begrænset af adgangen til næringssaltet fosfor, men efter opfiskningen er mængden af planteplankton i perioder stærkt reguleret af dyreplanktonet. I 1999 er der en periode, hvor prædations-trykket fra fisk minimerer bestanden af algespisende dyreplankton.
Målsætning	Engelsholm Sø skal ifølge regionplanen sikres et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv, der kun er svagt påvirket af menneskelig aktivitet. Selv om sigtdybdekravet på 1,5 m er opfyldt i 1999, er målsætningen ikke opfyldt. Bl.a. kan undervandsvegetationen ikke brede sig i søen, og det biologiske system er alt for letpåvirkeligt af klimasvingninger.
Belastning	Der er registreret 37 ejendomme i det åbne land, hvor der er behov for at etablere forbedret spildevandsrensning. Det vil være hensigtsmæssigt at omlægge eller indstille landbrugsdriften på de nærmeste skrånende arealer ved søen og dens tilløb, og 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, 1999		
Vandtilførsel	Total	4,3 mill m ³
	Grundvand	3,9 mill m ³
	Vandets opholdstid i søen	0,23 år
Stoftransport	Fosfor, korrigeret	0,638 tons
	Kvælstof	23,1 tons
Belastning, med fosfor	Landbrug	0,332 tons
	Spildevand	0,048 tons
Sigtdybde, sommergennemsnit	1999	2,02 m
	1998	2,49 m
Søvand, sommergennemsnit	Total fosfor	0,080 mg/l
	Total kvælstof	0,846 mg/l
	Planteplanktonbiomasse	8,40 mg/l
	Dyreplanktonbiomasse	0,934 mg/l
Fiskebestanden	Skallers andel af biomassen	64%
	Aborres andel af biomassen	29%
Målsætning i Regionplan 1997-2009	Skærpet A ₂	Ikke opfyldt: Ustabilt plante- og dyreliv
	Krav til sigtdybde: 1,5 m	Opfyldt
	Maks. acceptabel belastning	Ca. 370 kg forfor pr. år

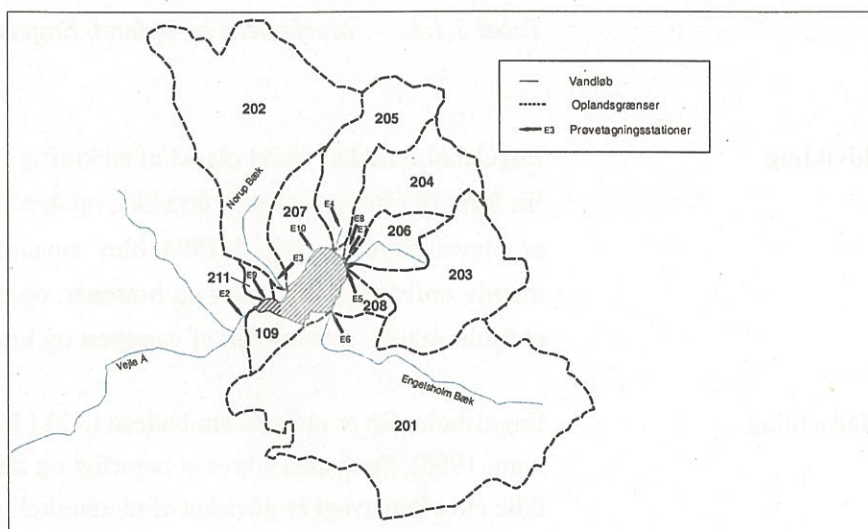
Tabel 1.1: Nøgletal for Engelsholm Sø, 1999.

2. Sø- og oplandsbeskrivelse

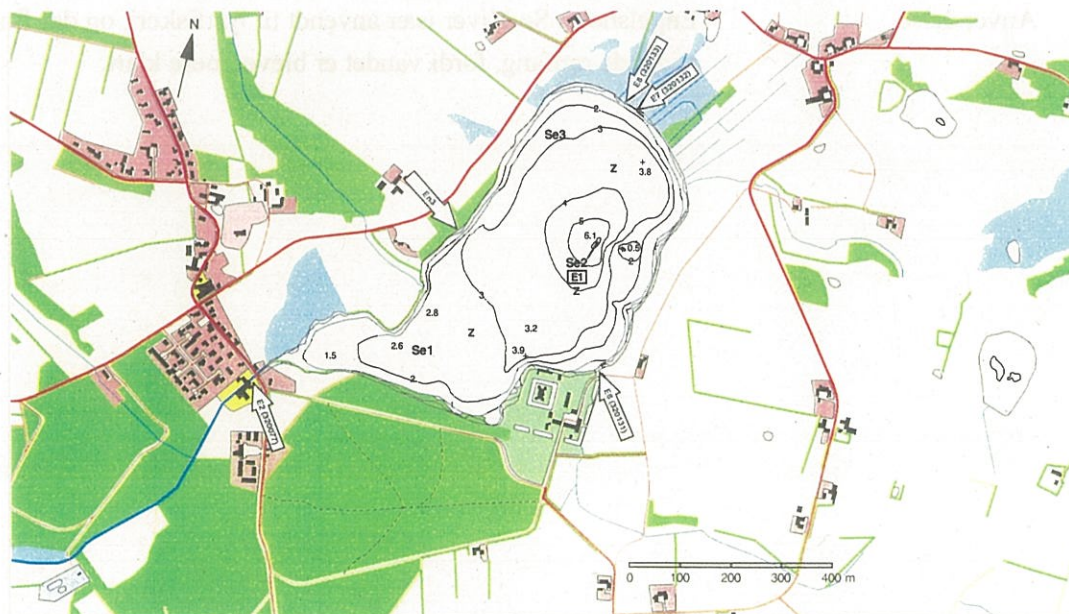
2.1 Søbeskrivelse

Fysiske forhold

Engelsholm Sø er en lavvandet sø, beliggende ca. 20 km fra Vejle i Egtved Kommune. Det topografiske opland til søen er vist i figur 2.1.1, og på søkortet i figur 2.1.2 er angivet dybdekurver og lokaliteter for prøvetagning i og omkring søen.



Figur 2.1.1: Topografisk opland, deloplande og vandløb til Engelsholm Sø.



Figur 2.1.2: Kort over Engelsholm Sø med angivelse af prøvetagningsstationer. Sø (E1), vandløb (E6-8), dyreplankton (Z), sediment (Se) og kildevæld (En3).

Oplandet til Engelsholm Sø er lille i forhold til søens størrelse. Overfladeafstrømningen til søen er derfor beskeden, men der strømmer en del grundvand til. Fysiske data for søen er angivet i tabel 2.1.1.

Areal	438.750 m ²
Volumen	1.143.013 m ³
Gennemsnitsdybde	2,60 m
Største dybde	6,10 m
Omkreds	3.070 m
Areal af opland	16,10 km ²

Tabel 2.1.1: Morfometri og opland, Engelsholm Sø.

Udvikling

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 efter 1994 har det været muligt at finde enkelte spæde skud af vandpest og kruset vandaks på søbunden.

Målsætning

Engelsholm Sø er målsat som badesø (A2) i Regionplan 1997-2009 (Vejle Amt, 1998). Søen skal sikres et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv, der ikke eller kun svagt er påvirket af menneskelige aktiviteter. Der er fastsat et krav til den gennemsnitlige sigtddybde i sommerperioden på mindst 1,5 m. Kravet til sigtddybden har været opfyldt siden 1994 efter opfiskningen af skaller og brasener, men tilstanden er ustabil, og målsætningen anses derfor ikke for opfyldt.

Anvendelse

Engelsholm Sø bliver især anvendt til lystfiskeri, og der finder badning sted i stigende omfang, fordi vandet er blevet mere klart.

2.2 Oplandsbeskrivelse

Beskrivelse af jordtype og andelen af dyrkede og udyrkede arealer i oplandet til Engelsholm Sø er angivet i bilag 2.2.1. Jordbundstypen varierer fra sandblandet ler over lerblandet sand til grovsand med ca. 1/3 af hver. 94% af oplandet er opdyrket.

I tabel 2.2.1 er angivet antallet af dyreenheder i oplandet, fordelt på kvæg, svin og øvrige dyrehold, samt størrelsesfordelingen af bedrifterne. Kvægandelen er ca. dobbelt så stor som andelen af svin og andre husdyrhold tilsammen. Dyretætheden på 0,90 dyreenheder/ha i oplandet til Engelsholm Sø er meget tæt på den gennemsnitlige dyretæthed på 0,91 DE/ha i Vejle Amt (Redegørelse for landbruget, Vejle Amt 1999).

Der er tale om overvejende små bedrifter i oplandet, idet blot 9 af de i alt 37 registrerede bedrifter er større end 50 dyreenheder. Den største bedrift er på 183 dyreenheder. Antallet af dyreenheder i hver af de 4 størrelsesklasser i tabel 2.2.1 er af samme størrelsesorden.

Husdyr i oplandet til Engelsholm Sø

	Dyreenheder	N-prod	P-prod.
	DE	kg	kg
Svin	283	23.358	6.437
Kvæg	743	74.259	11.765
andet	167	15.745	6.561
Total	1.193	113.363	24.763

Besætnings kategorier	Fordeling	
DE	Antal	DE, sum
< 50	28	249
50 - 100	5	344
100 - 150	2	255
> 150	2	345

Tabel 2.2.1: Antallet af dyreenheder i oplandet til Engelsholm Sø, den afledte produktion af kvælstof og fosfor, og størrelsesfordelingen af besætningerne.

3. Klimatiske forhold

Variationer i klimatiske forhold kan direkte eller indirekte influere på søernes miljøtilstand. Temperatur, solindstråling, nedbør, fordampning og vind er de væsentligste klimatiske faktorer af betydning for søer (og deres oplande). I dette afsnit beskrives kort de klimatiske forhold.

	Temperatur °C	Indstråling timer	Nedbør mm	*Fordampning mm
1999	8,4	1843	818	459
1989(94)-98	8	1613	792	571

*For fordampning er anvendt data fra St. Båstrup i 1999. For de øvrige år er anvendt værdier fra St. Bredsten/Vamdrup.

Tabel 3.1.1: Klimatiske data i 1999. Tilsvarende er angivet for temperatur og soltimer som samlet gennemsnit for perioden 1994-98, og nedbør og fordampning for 1989-98. Lufttemperatur er angivet som årligt gennemsnit, mens soltimer, nedbør og fordampning er angivet som samlet årlig mængde.

3.1 Temperatur og solindstråling

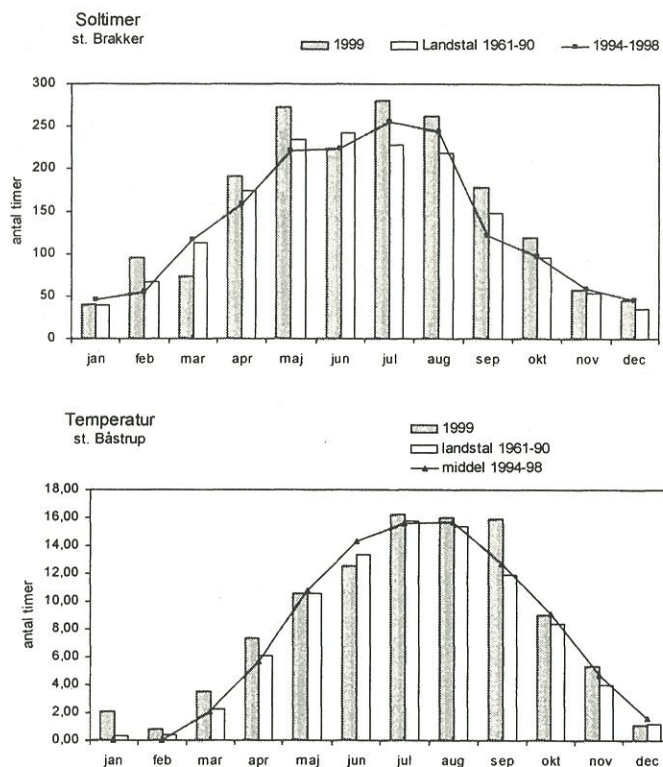
Lufttemperaturen og solindstrålingen har betydning for opvarmning af søvandet. Solindstrålingen har desuden betydning for plantevæksten. Indstråling angives i soltimer.

Lufttemperatur

Årsmiddeltemperaturen var 8,4° C i 1999, mod 7,8° C for perioden 1994-98. Bortset fra maj og juni var temperaturen fra januar til september over middel for månederne i de foregående år. Især januar og september havde usædvanligt høje temperaturer, henholdsvis 1,8° C og 3,5° C over middel for de foregående år. Fra oktober og resten af året var middeltemperaturerne typiske for månederne.

Indstråling

I 1999 skinnede solen i 1843 timer, hvilket er det højeste antal soltimer på et år i perioden 1992-99. Der er højere solindstråling end normalt i de fleste af månederne fra januar til og med september. Specielt var månedsmidlerne væsentligt højere i februar, april, maj, juli og september end månedsmidlerne for perioden 1994-98. I maj skinnede solen således 51 timer mere end gennemsnittet for den forudgående periode.



Figur 3.1.1: Indstråling og lufttemperatur i 1999 sammenlignet med perioden 1994-98 på pågældende station, samt landsdækkende værdier 1961-90.

3.2 Nedbør og fordampning

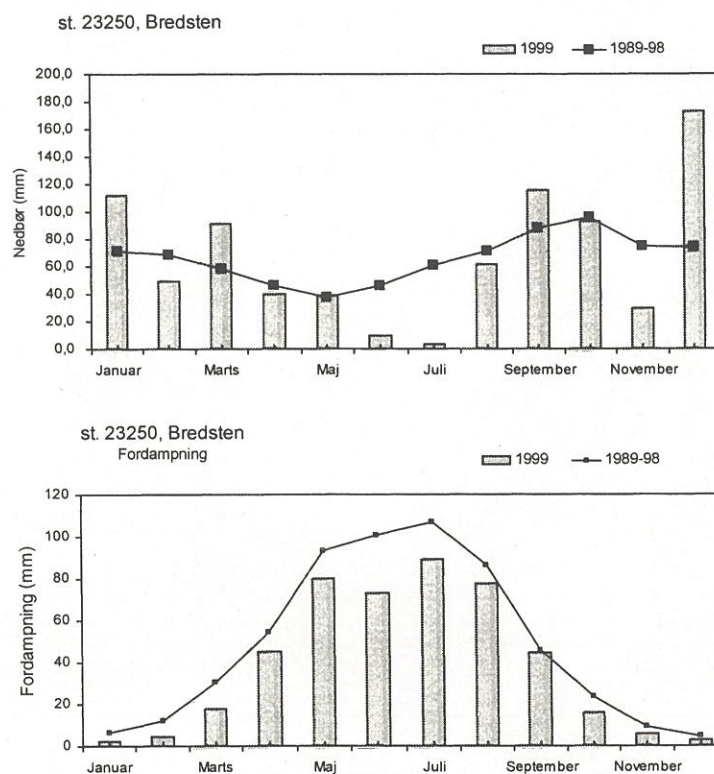
Nedbør

Årsnedbøren på målestation Bredsten var 818 mm, hvilket er lidt over gennemsnittet for 1989-98, hvor der faldt 792 mm.

En del af månederne afveg væsentligt fra gennemsnittet af de foregående år. Specielt var nedbøren i januar, marts, september og især december høj. December var med 173 mm således den næstvådeste måned, der er målt siden 1989. Derimod var juni og juli helt ekstremt tørre med henholdsvis 10 og 3 mm, hvilket er langt under gennemsnittet.

Fordampning

I 1998 var fordampningen 460 mm, hvilket er mindre end gennemsnittet for 1989-98 på 571 mm. Fordampningen var mindre i alle enkeltmåneder end gennemsnittene for de foregående år.



Figur 3.2.1: Nedbør og fordampning på målestation Bredsten, beliggende i omegnen af Engelsholm Sø. Værdier for 1999 og gennemsnit af perioden 1989-98.

4. Vand- og næringsstofftilførsel

4.1 Vandtilførsel

Målte tilløb

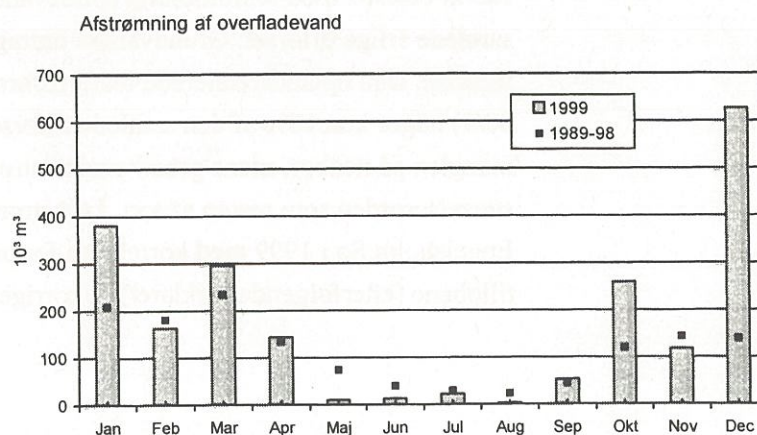
Der er målt vandføring i to tilløb til Engelsholm Sø. E6 (320131) afvander som det betydeligste af tilløbene ca. 1/3 af oplandet til søen, mens E8 (320133) i lighed med en række umålte småtilløb kun afvander et mindre delopland. Tilløbet E7 (320132) er grundvandsfødt og derfor noteret som "Grundvand, målt" i tabel 4.1.1.

Vandtilførsel 1999 (mill. m ³ /år)	sommer	År
Tilløb E6 (320131)	0,033	0,763
Tilløb E8 (320133)	0,018	0,153
Umålt opland	0,051	1,173
Overfladeafstrømning	0,101	2,089
Nedbør	0,0999	0,361
Grundvand, umålt	1,7077	3,495
Grundvand, målt	0,1851	0,442
Total vandtilførsel	2,094	6,386

Tabel 4.1.1: Årlig- og sommervandtilførsel til Engelsholm Sø, 1999.
Sommergennemsnit er for perioden 1/5-30/9.

Afstrømning

Der optræder usædvanligt store afstrømninger af overfladevand i årets første og sidste måneder, foranlediget af tilsvarende store nedbørshændelser, mens sommerafstrømningen er meget lille på grund af tørken (figur 4.1.1). Den årlige vandtilførsel er næsten lige så stor som året før, som også var meget vådt.



Figur 4.1.1: Den månedlige afstrømning af overfladevand til Engelsholm Sø i 1999 sammenlignet med perioden 1989-98.

4.2 Kilder til næringsstoffilførslen

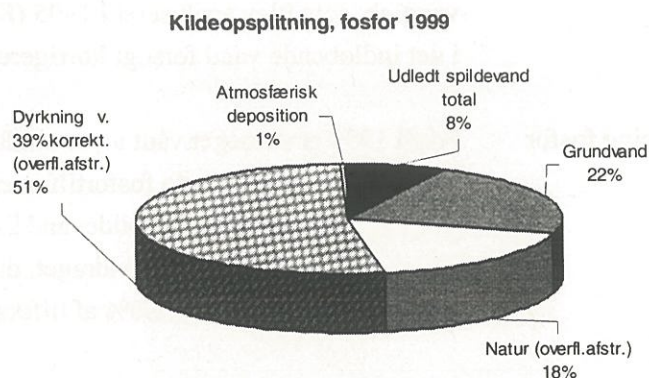
Tilførslen af fosfor, kvælstof og jern er vist samlet i tabel 4.2.1.

1999	Fosfor	Kvælstof	Jern
År	tons		
Tilløb E6 (320131)	0,0914	4,244	0,382
Tilløb E8 (320133)	0,0827	1,025	0,164
Umålt opland	0,1405	6,526	0,587
Total afstrømning	0,3146	11,795	1,133
Atm. deposition	0,0044	0,660	
Grundvand, umålt	0,1223	7,804	1,000
E7 (320132)grundvand, målt	0,0191	2,809	0,099
samlet tilførsel	0,4604	23,069	2,232
	Fosfor	Kvælstof	Jern
Sommer	tons		
Tilløb E6 (320131)	0,0071	0,149	0,024
tilløb E8 (320133)	0,0148	0,1136	0,037
Umålt opland	0,0109	0,2292	0,036
Total afstrømning	0,033	0,492	0,097
Atm. deposition	0,0018	0,274	
Grundvand, umålt	0,0598	3,813	0,488
E7 (320132)grundvand, målt	0,0068	1,138	0,042
samlet tilførsel	0,1012	5,7174	0,627

Tabel 4.2.1: Den totale tilførsel af fosfor, kvælstof og jern til Engelsholm Sø i 1999.

Fosfortilførsel i 1999

Tilførslen af fosfor til Engelsholm Sø, som total og opsplittet på kilder, er vist i figur 4.2.1. Lidt under halvdelen af den samlede fosfortilførsel til Engelsholm Sø er målt, mens resten strømmer til som umålt overfladeafstrømning eller med grundvandet (tabel 4.2.1). Et mindre tilløb E8, der er stærkt belastet med fosforholdigt spildevand, bidrager alene med 20% af den samlede årlige tilførsel. Grundvandet bidrager med 30% af den samlede tilførsel. Den oplandsrelaterede fosfortilførsel i de 5 sommermåneder (1/5-30/9) udgør kun 10% af den samlede tilførsel i 1999 som en direkte følge af manglen på nedbør, mens grundvandstilstrømningen er af samme størrelsesorden som resten af året. I alt strømmer der 0,638 t fosfor til Engelsholm Sø i 1999 med korrektion for underestimering af transporten i tilløbene (efterfølgende forklaret). Ukorrigeret er værdien 0,460 t.



Figur 4.2.1: Relativ fordeling af tilførsel af fosfor til Engelsholm Sø i 1999, opsplittet på kilder.

Der strømmer ca. 5 gange mere jern end fosfor til Engelsholm Sø på årsbasis (figur 5.2.3).

Kvælstoftilførsel i 1999

For kvælstof er ca. 1/3 af den samlede tilstrømmende mængde målt, mens resten strømmer til som umålt overfladeafstrømning eller med grundvandet (tabel 4.2.1). Grundvandsbidraget er stort og udgør lidt under halvdelen af den samlede årlige kvælstoftilførsel. I sommerperioden er næsten hele kvælstoftilførslen grundvandsbetinget som følge af sommertørken. I alt strømmer der 23 tons kvælstof til søen i 1999.

Spildevandskilder

Den eneste punktkilde i oplandet til Engelsholm Sø er et lille regnvandsbetinget udløb fra Nørup, der strømmer til søen via tilløbet E6. Amtet har registreret 112 ukloakerede ejendomme i oplandet til Engelsholm Sø i forbindelse med NOVA-rapporteringen af 1999-data. Af disse udleder 37 ejendomme urensset spildevand (septiktank eller lignende), én har samletank, og resten nedsiver.

Korrigeret fosfortilførsel

Det er vanskeligt at beregne den eksakte fosfortilførsel til Engelsholm Sø på baggrund af måleprogrammet, fordi målingerne i tilløbene kun repræsenterer godt 40% af det samlede topografiske oplandsareal, fordi tilløbene er små og dermed nemt underestimeres m.h.t. fosfortransport, og fordi der er en stor mængde indsigende grundvand, der ikke kan måles på.

De opstillede massebalancer og kildeopsplitninger på baggrund af ukorrigerede data har vist, at der er tale om et underestimat af fosfortilførslen. F.eks. har beregningerne vist nettofrigivelse af fosfor i situationer, hvor det er helt urealistisk, og situationer, hvor der optræder negative bidrag fra dyrkede arealer.

Ved at anvende 25% fraktilen på 39% underestimering for nogle mindre vandløb, som blev analyseret i 1995 (Kronvang, B. 1995), er underestimatet i det indløbende vand forsøgt korigeret (figur 4.2.1).

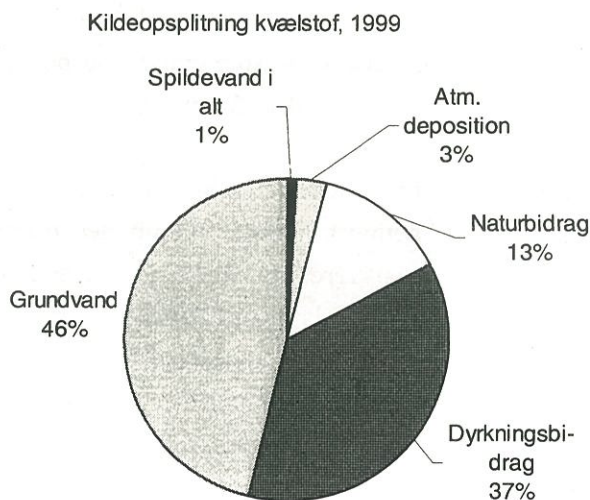
Kildeopsplitning fosfor

Fordi 1999 er et meget vådt år, er landbrugsbidraget ekstraordinært stort med godt 50% af den samlede fosfortilførsel. Grundvands- og naturbidraget udgør tilsammen 40% og spildevand kun små 10% af tilførslen. I et tørt år som 1997 var det landbrugsbidraget, der udgjorde små 10%, mens spildevand udgjorde små 30% af tilførslen.

Med en ganske høj dyrkningsintensitet i oplandet til søen er det forventeligt med et stort landbrugsbidrag, mens bidraget fra ukloakerede ejendomme er lavt, fordi spildevandet udledes til naturligt dræned jord, hvor det efterfølgende nedsiver, inden det når tilløbene til søen.

Kildeopsplitning kvælstof

Kvælstofbidraget fra de to største kilder er næsten ligeligt fordelt mellem bidrag fra dyrkede arealer og grundvand med ca. 40% til hver. Natur, spildevand og atmosfære tegner sig for de sidste godt 15%.

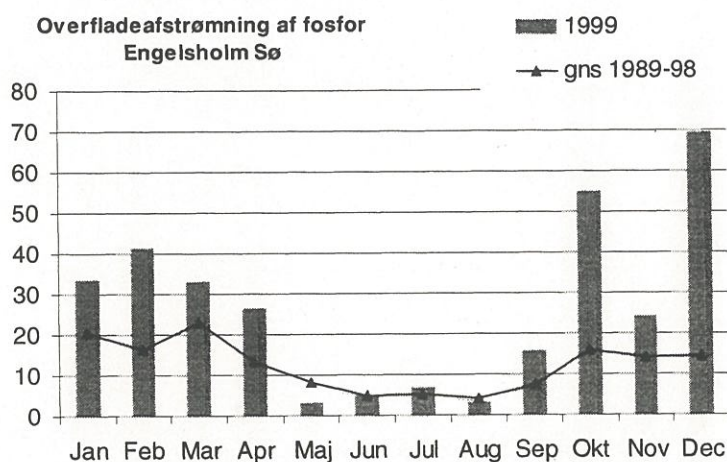


Figur 4.2.2: Relativ fordeling af tilførsel af kvælstof til Engelsholm Sø i 1999, opsplittet på kilder.

4.3 Udvikling i næringsstilførslen

Fosforafstrømning

Ser man isoleret på overfladeafstrømningen af fosfor til søen i 1999, er det den højest registrerede siden overvågningsprogrammets start i 1989, og den samlede tilførsel til søen er derfor også den hidtil højest registrerede. Det skyldes usædvanligt store tilførsler i årets første 4 og sidste 4 måneder (figur 4.3.1). Det kan bl.a. forklares med en meget stor vandføring i 4 af de 8 måneder (figur 4.1.1). Men generelt er der tale om forhøjede værdier i tilløbene, især tilløbet E8. Der er en øget fosforbelastning til søen i 1999, som ikke blot er relateret til klima. Det ses tydeligt af indløbskoncentrationen til søen på 0,072 mg/l, som er den hidtil højest registrerede (bilag 5.2.2). Det kræver en nøjere oplandsanalyse at få denne alarmerende udvikling yderligere belyst, da der ikke er sket ændringer i arealudnyttelsen i oplandet.

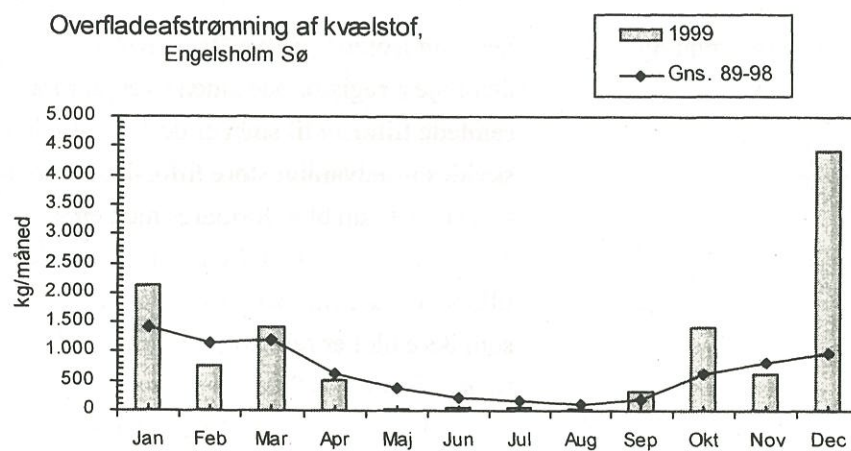


Figur 4.3.1: Den månedlige overfladeafstrømning af fosfor til Engelsholm Sø i 1999, sammenlignet med perioden 1989-98.

Kvælstofafstrømning

Kvælstoftilførslen til søen i 1999 er meget høj som følge af stor udvaskning fra naturarealer og især dyrkede arealer (figur 5.2.2). Når udvaskningen i 1999 ikke er lige så høj som i det tilsvarende meget våde år 1998, skyldes det fortynding af kvælstofindholdet i jorden. Den vandføringsvægtede indløbskoncentration i 1999 er således 3,61 mg/l mod 4,80 mg/l i 1998 (bilag 5.2.4).

Kvælstoftilførslen følger den månedlige vandafstrømning i 1999 med værdier over middel for overvågningsperioden 1989-98 i de regnrige måneder. Tilførslen toppe i december måned med 37% af den samlede tilførsel i 1999 (figur 4.3.2).



Figur 4.3.2: Den månedlige overfladeafstrømning af kvælstof til Engelsholm Sø i 1999, sammenlignet med perioden 1989-98.

4.4 Muligheder for at nedbringe næringsstofftilførslen

Interessen for at nedbringe næringssalttilførslen samler sig primært om fosfor, fordi fosfor sammen med det biologiske system regulerer forekomsten af alger. Kvælstof, som også er et nødvendigt næringsstof for algerne, er der oftest rigeligt af på grund af en både anselig og stabil tilførsel med grundvandet.

Som det fremgår af kildeopsplitningen (figur 4.2.1 og bilag 5.2.2), er der to hovedkilder til fosfortilførslen, der bør nedbringes. Det er den diffuse udledning fra ukloakerede ejendomme i det åbne land, og det er bidraget fra de dyrkede arealer.

Forbedret rensning af spildevandet forventes at blive realiseret i forbindelse med den igangværende revision af Egtved Kommunes spildevandsplan. Bidraget fra de dyrkede arealer vil først og fremmest kunne reduceres ved at udlægge lavbundslande og skrånende arealer mod vandløb og sø til brak eller lignende.

Endelig er der tale om betydeligt forhøjede fosforkoncentrationer i tilløbet E8. Værdierne peger på forurening fra en eller flere landbrugsvirksomheder i oplandet. En indsats her vil skønsmæssigt kunne nedbringe den samlede fosfortilførsel til søen med i størrelsesordenen 10%.

5. Vand- og stofbalance

5.1 Vandbalance

Som tidligere nævnt er der en meget stor vandtilførsel til søen i 1999, koncentreret om ydermånederne, mens sommertilførslen er meget lav. Derfor bliver vandets opholdstid i søen tilsvarende blandt de hurtigste på årsbasis og blandt de langsomste i sommerperioden.

Vandbalance (mill. m ³)		
1999	År	Sommer
Total vandtilførsel	6,386	2,094
Vandfraførsel	6,193	1,912
Fordampning	0,201	0,159
Total vandfraførsel	6,394	2,072
Magasinering	-0,088	0,21
Vandets opholdstid		
År	0,185	0,233
Dage	68	85

Tabel 5.1.1: Vandbalance i Engelsholm Sø, 1999.

5.2 Stofbalance

Stofbalancen for fosfor, kvælstof og jern er vist i figur 5.2.1, 5.2.2 og 5.2.3 og i bilag 5.2.1 og 5.2.2.

Fosforbalance

Som en følge af stor vandafstrømning bliver fosfortilførslen blandt de størst registrerede siden 1989. Tilbageholdelsen af fosfor er både absolut (0,121 t) og relativt (26%) meget høj ligesom året før. Sidstnævnte tyder på en meget stor tilbageholdelseskapacitet i betragtning af, at tilførslerne de to år er blandt de højeste i overvågningsperioden. Med udgangspunkt i de for underestimering korrigerede værdier er tilbageholdelseskapaciteten endnu mere udtalt. Tilbageholdelsen er betydeligt højere, efter at resultaterne af opfiskningen af skaller og brasener slog igennem i 1994.

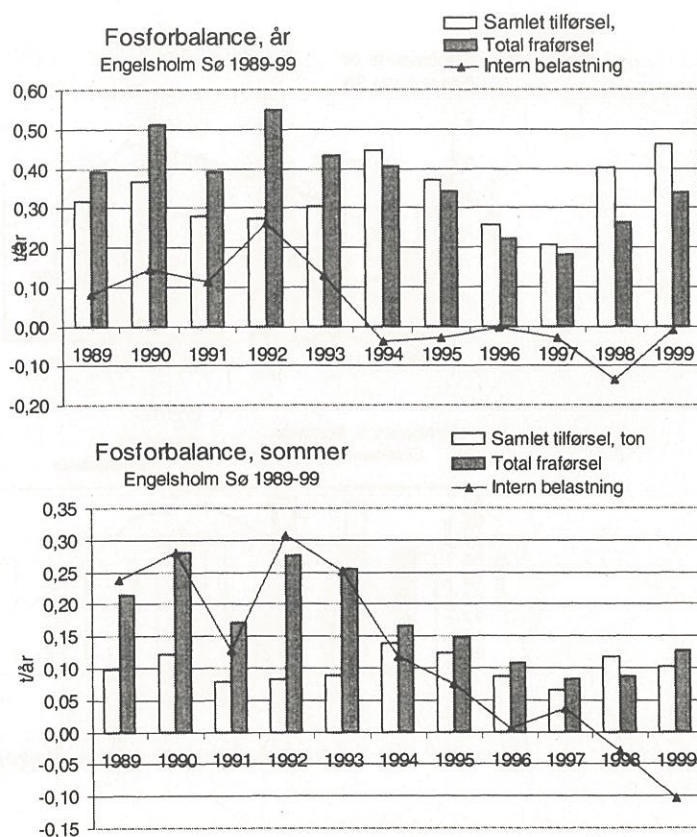
Som et resultat af en effektiv tilbageholdelse af fosfor i søbunden er indløbskoncentrationen af fosfor (0,072 mg/l) noget højere end udløbskoncentrationen (0,053 mg/l) på årsbasis. I sommerperioden er der dog tale om en nettofrigivelse af fosfor fra søbunden svarende til 26% af den tilførte mængde.

Jernbalance

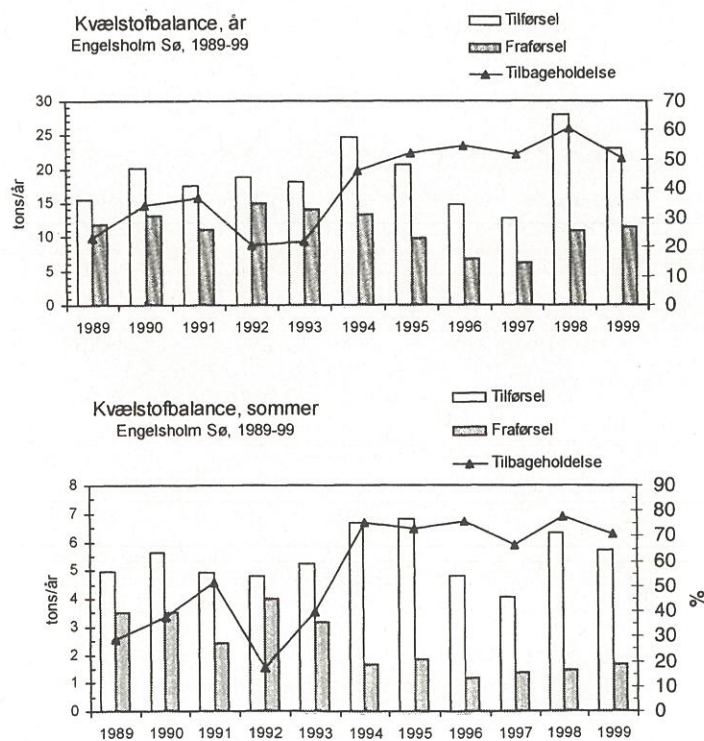
Den relative jerntilbageholdelse er lavere i 1999 end 1998, men i absolutte tal er der tale om næsten samme mængde.

Kvælstofbalance

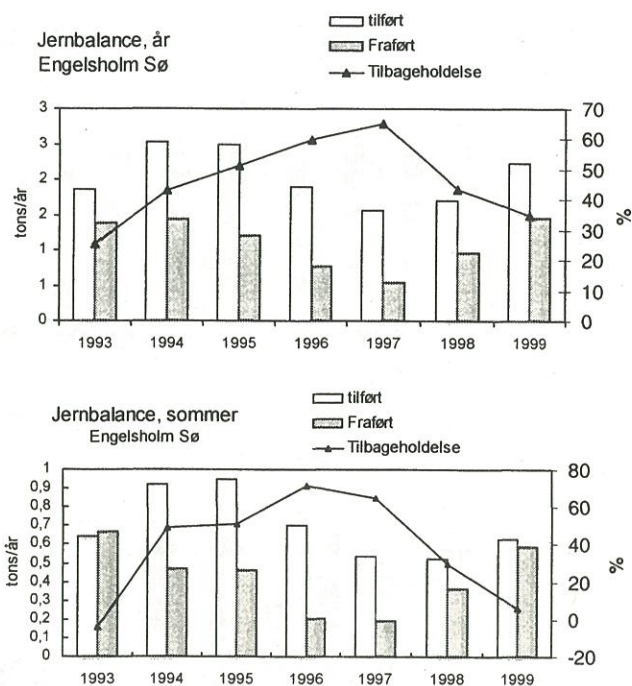
Som for fosfor er der for kvælstof en betydeligt højere tilbageholdelse efter opfiskningen. I 1999 er tilbageholdelsen på godt 50% mod godt 60% i 1998.



Figur 5.2.1: Massebalance for fosfor, Engelsholm Sø 1989-99.



Figur 5.2.2: Massebalance for kvælstof, Engelsholm Sø 1989-99.

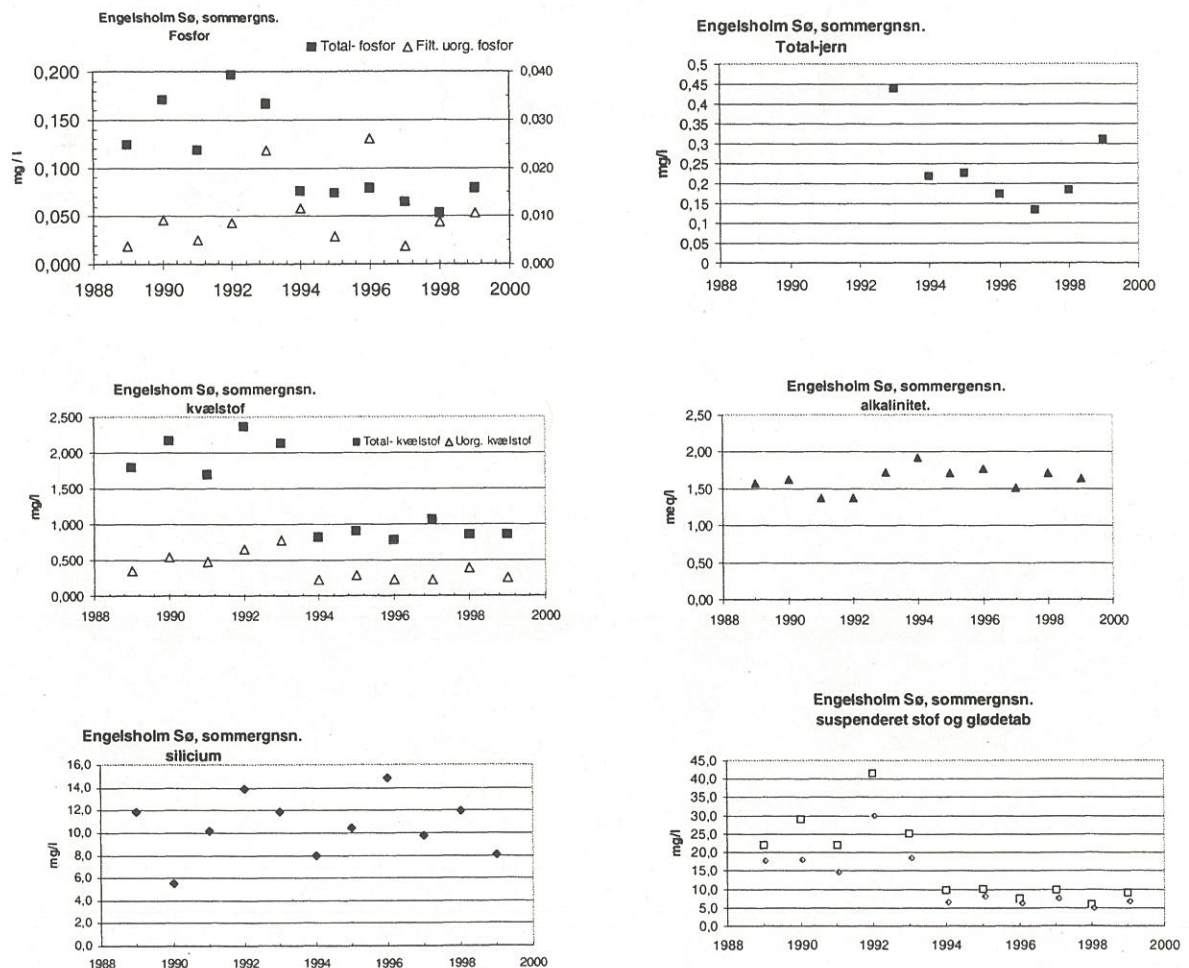


Figur 5.2.3: Massebalance for jern, Engelsholm Sø 1989-99.

6. Udvikling i miljøtilstanden

6.0 Generelt

Med mindre andet er nævnt, tager gennemgangen af udvikling i miljøtilstanden i Engelsholm Sø udgangspunkt i sommergennemsnit (1/5-30/9). For total- og uorganisk kvælstof, total-fosfor, suspenderet stof, klorofyl og pH falder både gennemsnitlige års- og sommerværdier i to blokke. Den ene blok ligger i perioden fra 1994 til 1999, og den anden blok ligger før 1994. Det er tydeligt at se på punktsværmene i figur 6.0.1. Der er således nøje sammenfald mellem udviklingen i miljøtilstanden før opfiskningen af skaller og brasener og efter opfiskningen fra 1994 og frem. Tabel over års- og sommergennemsnit findes i bilag 6.3.0, og værdier for de undersøgte vandkemiske variabler i 1999 er angivet i tabel 6.0.1.



Figur 6.0.1: Sommergennemsnit af fosfor, kvælstof, pH, alkalinitet, jern, suspenderet stof, glødetab af suspenderet stof og silicium for Engelsholm Sø.

Dato	Sigtd. m	Klorofyl mg/l	Total fosfor mg/l	Filt. uorg. fosfor mg/l	Total kvæl-stof mg/l	Uorg. kvæl-stof mg/l	Amm. kvæl-stof mg/l	Nitrit, nitrat kvælstof mg/l	Sili- cium mg/l	Tot. jern mg/l	pH	Alkal. meq/l	Ledn.- evne µS/cm	Susp. stof mg/l	Gløde- tab mg/l	COD mg/l	Vand- dybde cm
12-01-1999			0,042	0,03	2,5	2,32	0,22	2,1	14,7	0,19	7,5	1,4		5	5	5	20
16-02-1999			0,049	0,03	3	2,54	0,14	2,4	13	0,22	7,61	1,3		5	5	5	20
16-03-1999	2,15	0,028	0,038	0,004	2,4	2,009	0,009	2	11,8	0,19	7,53	1,2	199	5	5	5	222
07-04-1999	3,3	0,006	0,023	0,003	1,7	1,332	0,032	1,3	8	0,12	7,66	1,3	205	5	5	5	283
27-04-1999	2,25	0,016	0,037	0,003	1,4	1,016	0,016	1	4,1	0,18	8,58	1,4	211	5,4	5	5	232
10-05-1999	4,7	0,004	0,027	0,007	1,4	0,732	0,042	0,69	3,5	0,16	8,2	1,4	220	5	5	5	240
25-05-1999	3,4	0,01	0,028	0,007	0,85	0,364	0,044	0,32	6,4	1	8,37	1,5	221	5	5	5	263
08-06-1999	2,3	0,009	0,061	0,003	0,68	0,35	0,11	0,24	11,3	0,2	7,59	1,7	226	5	5	5	237
21-06-1999	1,9	0,024	0,06	0,004	0,79	0,28	0,17	0,11	13,9	0,21	7,7	1,7	228	5,4	5	5	197
07-07-1999	1,2	0,05	0,057	0,001	0,74	0,098	0,016	0,082	10,6	0,14	8,37	1,7	312	10	6,2	7	127
21-07-1999	1	0,083	0,093	0,014	0,84	0,084	0,042	0,042	9	0,21	9,18	1,9	302	12	8,4	9,5	107
03-08-1999	1	0,06	0,11	0,004	0,75	0,066	0,037	0,029	6,3	0,34	9,3	1,5	286	14	10	10	67
17-08-1999	0,85	0,09	0,12	0,001	0,81	0,063	0,021	0,042	4,4	0,26	9,5	1,6	288	19	12	13	92
31-08-1999	1,25	0,05	0,12	0,008	0,72	0,032	0,016	0,016	2,6	0,38	8,96	1,7	294	11	7,4	8	132
15-09-1999	1,75	0,035	0,12	0,032	0,71	0,048	0,023	0,025	9,7	0,25	8,21	1,7	305	5,8	5	6	182
28-09-1999	3,3	0,009	0,096	0,054	0,92	0,5	0,22	0,28	14,1	0,24	7,14	1,7	306	5	5	5	283
12-10-1999	2,75	0,006	0,11	0,049	1,3	0,91	0,29	0,62	15,8	0,32	7,59	1,7	298	5	5	5	265
02-11-1999	2,1	0,021	0,05	0,013	1,1	0,737	0,027	0,71	34,6	0,16	7,66	1,6	312	5	5	5	217
14-12-1999	2,15	0,024	0,046	0,015	2	1,745	0,045	1,7	14,5	0,15	7,41	2,3	315	5	5	5	222

Tabel 6.0.1: Målte værdier af vandkemiske variabler i epilimnion i Engelsholm Sø i 1999.

6.1 Kvælstof

Koncentrationen af total-kvælstof og opløst uorganisk kvælstof er omtrent halveret fra 1994 og frem (figur 6.0.1). Det skyldes en øget tilbageholdelse af det tilførte kvælstof på grund af en forstærket denitrifikation.

Kvælstofkoncentrationen bliver dog ikke så lav, at det kan begrænse algevæksten (tabel 6.0.1). Der er en stabil tilførsel af kvælstof med grundvandet, også i sommerens tørkeperiode. Koncentrationen ligger på niveau med de seneste års gennemsnitsværdier.

6.2 Fosfor

Koncentrationen af total-fosfor er som kvælstof omtrent halveret siden 1994 (figur 6.0.1). Der er en forbedret tilbageholdelseskapaletet i søbunden, som ikke bliver ophvirvlet under brasenernes fødesøgning, som tilfældet var før opfiskningen. Det fører til stabilisering af sedimentoverfladen og mindre udveksling af fosfor med søvandet, forstærket af bedre lysforhold over dele af søbunden som følge af en forbedret sigtddybde.

I 1999 er der sket en stigning i koncentrationen af total-fosfor og opløst uorganisk fosfor i forhold til de seneste år. Det skyldes markant forhøjede værdier i sensommeren som følge af den interne belastning, som der er redegjort for i afsnit 5.2.

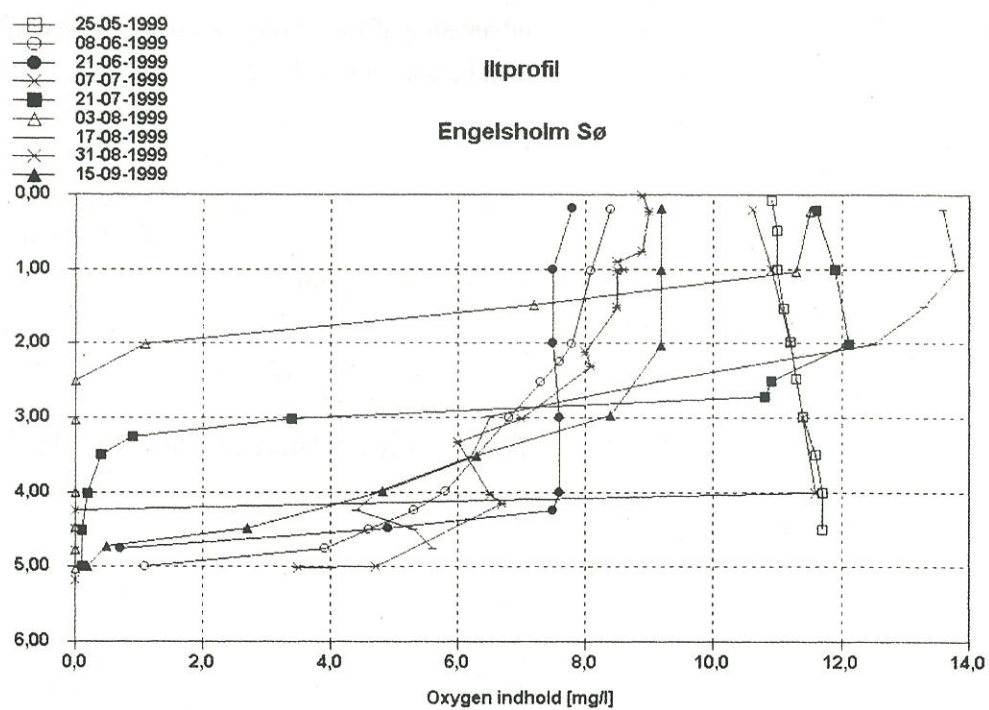
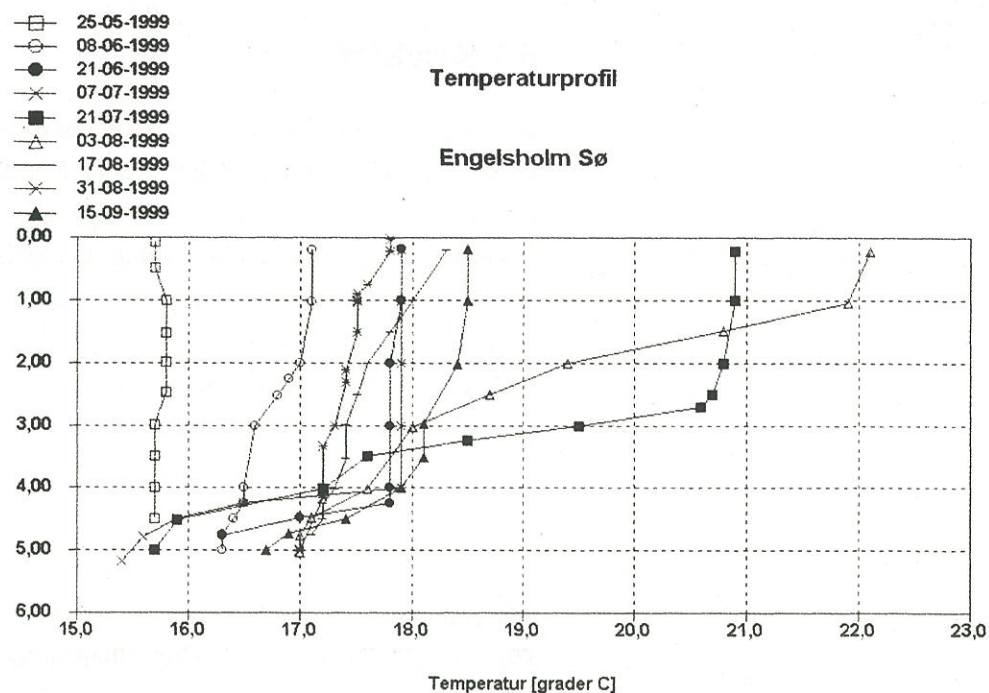
6.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

Sommergennemsnit

Sommergennemsnit af pH, alkalinitet, silicium og suspenderet stof i 1999 ligger på niveau med værdierne siden 1994, hvor effekten af opfiskningen slog igennem på miljøtilstanden. Stigningen i jern skyldes forhøjede værdier i sommerperioden. pH er lidt højere end i 1998 på grund af det veludviklede blågrøinalgemaksimum i juli-august med værdier på indtil 9,5 i perioden.

Temperatur og ilt

I modsætning til 1999 optræder der normalt ikke længerevarende perioder med temperaturspringlag og iltsvind i vandmasserne i Engelsholm Sø. Temperaturlagdeling optræder i 1999 fra slutningen af juni og udvikler sig yderligere frem til begyndelsen af august. Temperaturlagdelingen ledsages af faldende iltkoncentrationer i bundvandet (figur 6.3.1). I starten af juli er ilten opbrugt i 4 meters vanddybde, og i starten af august helt op til 2,5 meters vanddybde. Ved prøvetagningen den 17. august er temperaturspringlaget og iltsvindet blevet brudt på grund af omrøring af vandmasserne.



Figur 6.3.1: Vertikalprofiler for temperatur og ilt i Engelsholm Sø på prøvetagningsdatoer i 1999 med temperaturspringlag og/eller dalende iltkoncentrationer i bundvandet.

Iltsvind

Iltsvindssituationen fører til nitratreduktion i bundvandet (tabel 6.3.1), hvorfor nitratindeholdet falder, og ammoniumindholdet stiger. Iltsvindet når ikke at føre til ukontrolleret frigivelse af jernbundet fosfor. Det kan ses af koncentrationerne af total-fosfor, opløst uorganisk fosfor og total-jern, som først viser lettere forhøjede værdier i begyndelsen af august. Årsagen kan være, at der sker en oxidation fra nitrat, som aldrig når helt i bund.

Dato	Dybde cm	Ammonium-N mg/l	Nitrit+nitrat-N mg/l	Total-kvælstof mg/l	Opl. Uorg. Fosfor mg/l	Total-fosfor mg/l	Total-jern mg/l
07-07-1999	127	0,016	0,082	0,74	0,001	0,057	0,14
07-07-1999	450	0,068	0,082	0,8	0,001	0,056	0,15
21-07-1999	107	0,042	0,042	0,84	0,014	0,093	0,21
21-07-1999	400	0,26	0,02	0,89	0,004	0,098	0,22
03-08-1999	67	0,037	0,029	0,75	0,004	0,11	0,34
03-08-1999	175	0,034	0,026	0,87	0,004	0,1	0,32
03-08-1999	400	0,087	0,076	1,1	0,019	0,15	0,5
15-09-1999	182	0,023	0,025	0,71	0,032	0,12	0,25
15-09-1999	475	0,084	0,051	0,71	0,039	0,13	0,28

Tabel 6.3.1: Koncentration af kvælstof- og fosfor-fraktioner samt jern i epilimnion og hypolimnion i Engelsholm Sø på prøvetagningsdatoer i 1999 med temperaturspringlag og/eller lave iltkoncentrationer i bundvandet.

6.4 Sigtdybde og klorofyl

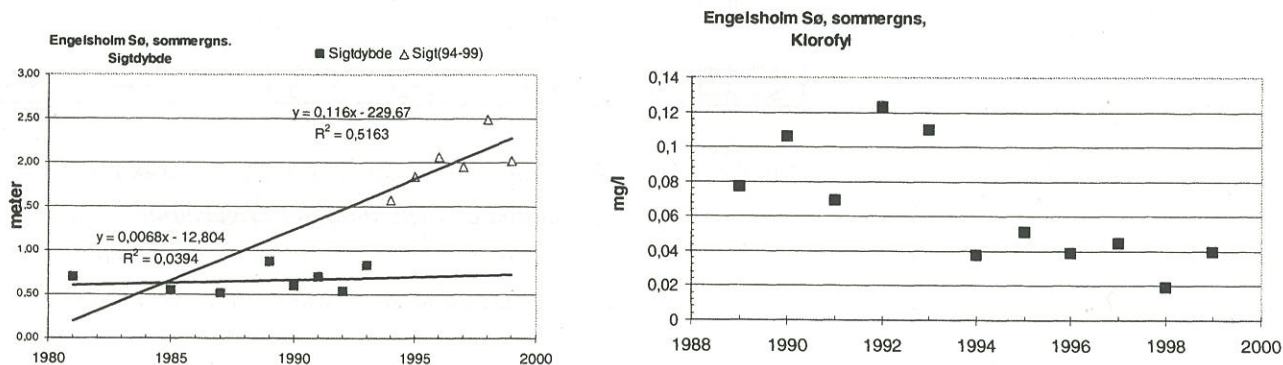
Som for flere af de øvrige variabler falder værdierne af sigtdybde og klorofyl i én blok før opfiskningen og én blok efter (figur 6.4.1).

Sigtdybde

Sigtdybden er markant forbedret efter opfiskningen. Den er noget lavere i 1999 end i 1998. Det skyldes meget lave værdier i juli og august, hvor algemængden er betydeligt større end resten af sæsonen.

Klorofyl

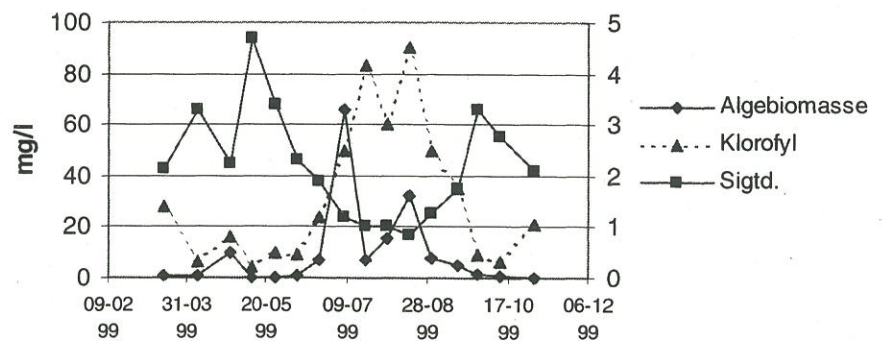
Klorofyl-koncentrationen er derfor også markant højere i dele af sommerperioden, selv om sommergennemsnittet er på niveau med de seneste års værdier efter opfiskningen.



Figur 6.4.1: Tidsserie for sommergennemsnit af sigtdybde og klorofyl i Engelsholm Sø.

Der er god sammenhæng mellem udviklingen i sigtdybde, klorofyl og algemasse (figur 6.4.2).

Algebimasse, sigtdybde og klorofyl, Engelsholm Sø 1999



Figur 6.4.2: Samhørende værdier af sigtdybde, klorofyl og algemasse i Engelsholm Sø i 1999.

6.5 Plante- og dyreplankton

Planteplankton

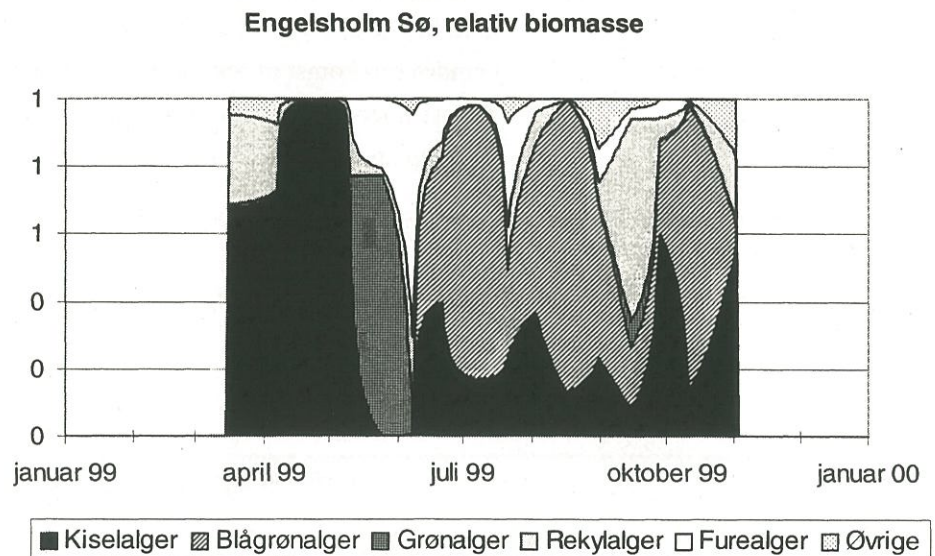
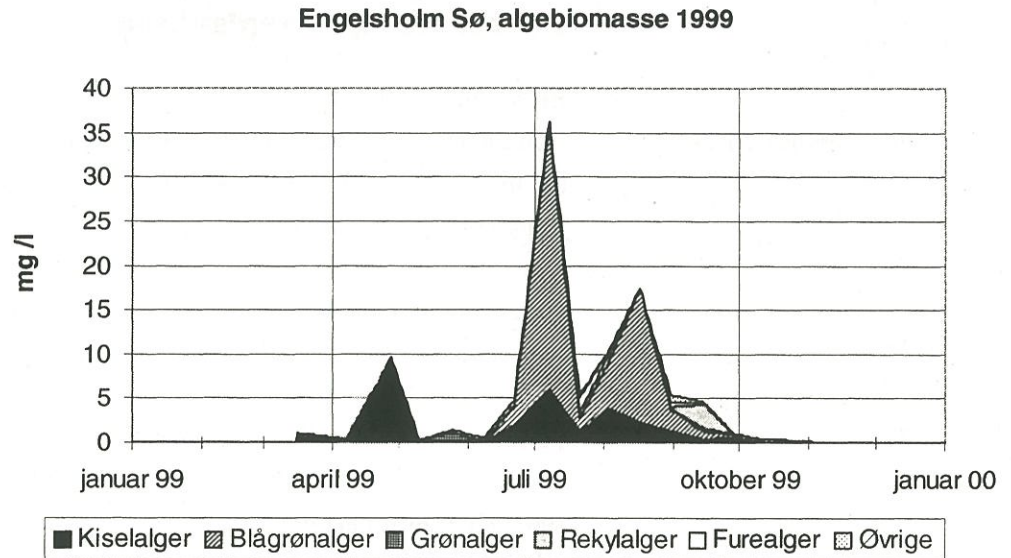
Algebiomasse i 1999

Den totale algebiomasse i 1999 varierer mellem de laveste værdier på 0,2-0,3 mg/l i april/maj og november til de højeste værdier på 33-66 mg/l i juli/august (figur 6.5.1).

Antallet af de fundne planteplanktongrupper i Engelsholm Sø på prøvetagningsdatoerne i 1999 er vist i bilag 6.5.1.

Sæsonvariation

Planteplanktonet udvikler tre maksima i 1999 i henholdsvis april, juli og august (figur 6.5.1). Forårsmaksimaet i maj har totaldominans af kiselalger (99,9%), især *Asterionella formosa*. Efterfølgende optræder først en mindre udvikling af grønalger, især *Spirogyra* sp. og dernæst furealger og rekylalger. Fra midt i juni udvikles et blågrønalgesamfund med to maksima, som begge primært bestod af *Anabaena crassa*. Efter maksimaet ses en mindre forekomst af rekylalger ved *Cryptomonas* sp. Ved de lave biomasser i september-november dominerer først kiselalgen *Aulacoseira* spp., dernæst blågrønalgen *Aphanizomeon* sp. og til sidst centriske kiselalger.



Figur 6.5.1: Sæsonvariation i algebiomassen i Engelsholm Sø i 1999, fordelt på algegrupper.

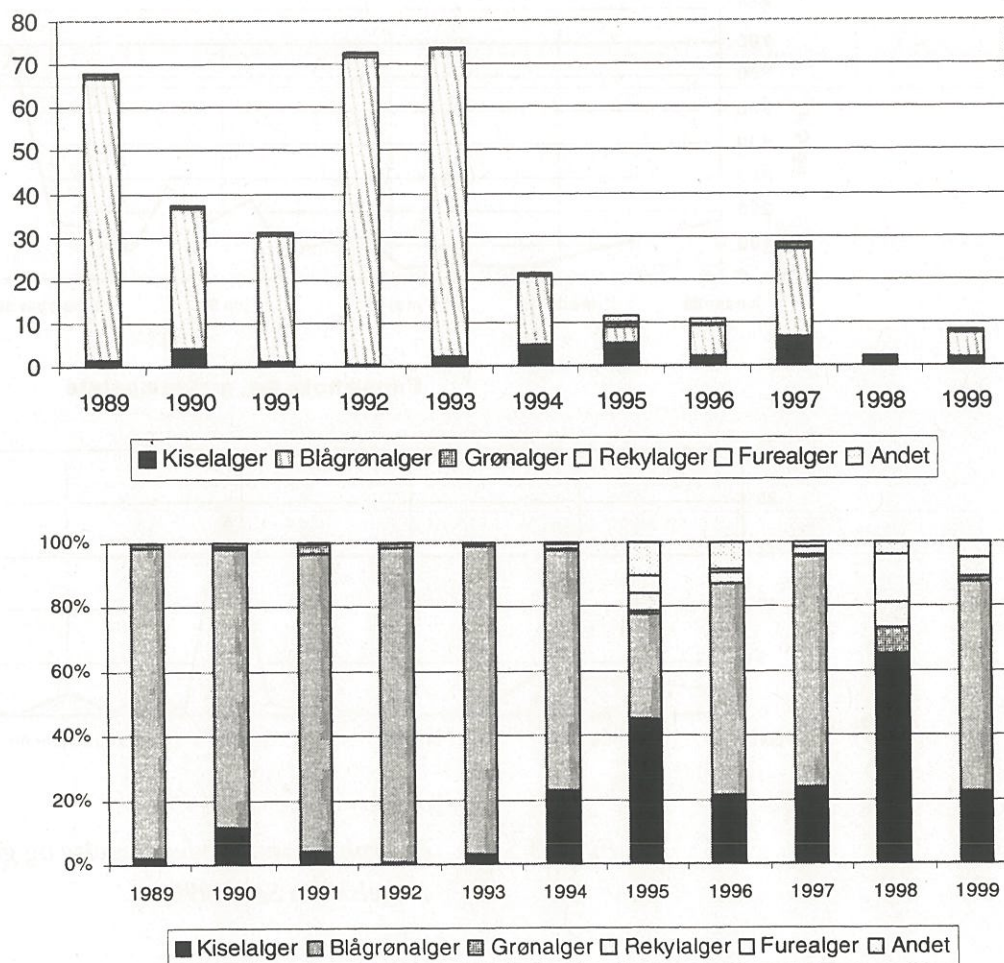
Udvikling 1989-99

Den gennemsnitlige algebiomasse i sommerperioden (1/5-30/9) i 1999 er 8,4 mg/l, hvilket er den næstlaveste biomasse, der er målt i overvågningsperioden fra 1989 til 1999 (figur 6.5.2). Biomassen er generelt lavere fra 1994-1999 efter opfiskningen af skaller og brasener end i den forudgående periode.

Blågrønalger

Blågrønalgerne udgør ligesom de øvrige år, dog 1998 undtaget, hovedparten af planteplanktonet. Blågrønalger udgør i 1999 64% af den samlede sommerbiomasse på linje med andele på 33-75% i 1994-97. I 1998 forekom blågrønalgerne helt atypisk i kvantitativt ubetydelige mængder. Før opfiskningen svingede blågrønalgerens andel mellem 87-96% af algebiomassen.

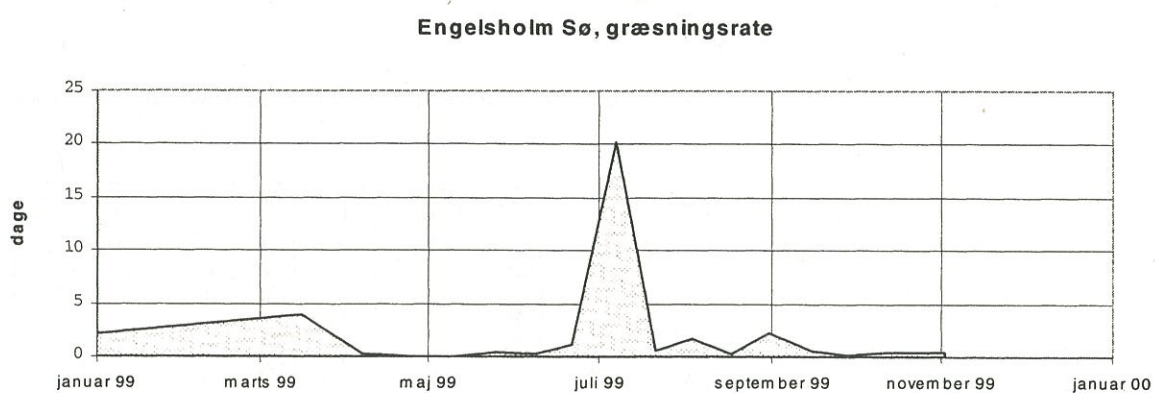
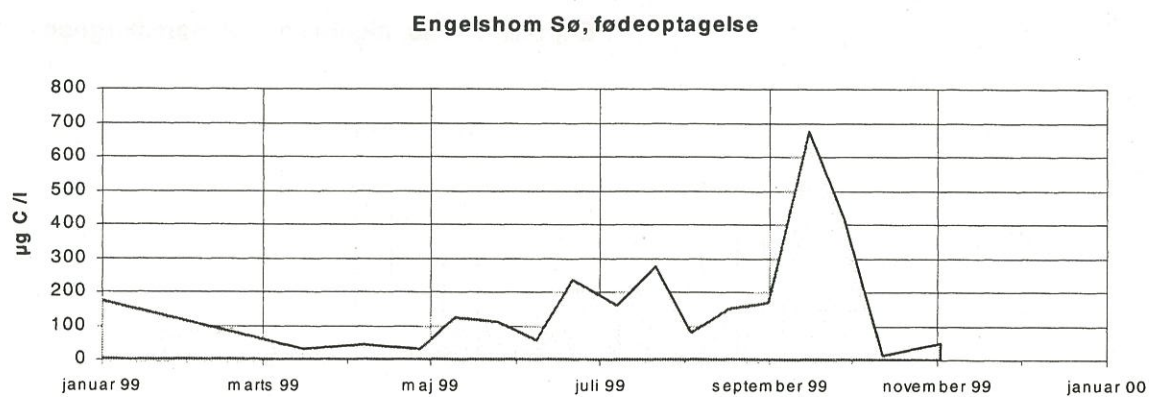
Engelsholm Sø, algebiomasse, sommergnsn.



Figur 6.5.2: Den gennemsnitlige algebiomasse i sommerperioden (1/5-30/9) i Engelsholm Sø 1989-99, fordelt på algegrupper.

Græsningstryk

I modsætning til året før er græsningsraten lav i en periode om sommeren med værdier på omkring 20 dage i juli. Resten af året er græsningsraten ganske lav til moderat med værdier fra under en dag til under 5 dage.

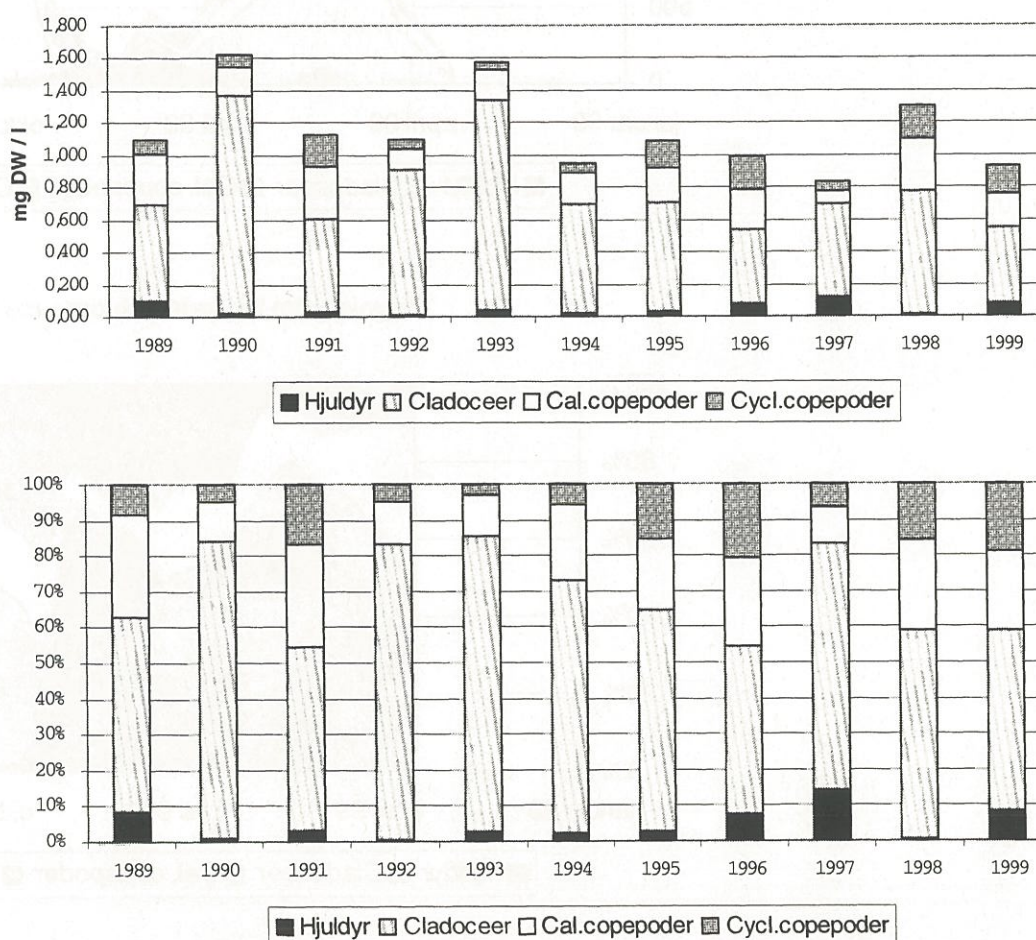


Figur 6.5.3: Dyreplanktonets fødeoptagelse og græsningsrate i Engelsholm Sø i 1999.

Dyreplankton

Biomasse, sammensætning Biomassen af dyreplanktonet i 1999 på 0,93 mg tørvægt/l er af samme størrelsesorden som hidtil fundet i søen (figur 6.5.4), og cladoceer er fortsat den kvantitativt mest betydende gruppe. Både den absolutte og relative forekomst af cladoceer er blandt de 3 laveste i overvågningsperioden. Den relative forekomst af hjuldyr er i 1999 blandt de 3 højeste i perioden.

Engelsholm Sø, Zooplanktonbiomasse, sommergnsn.

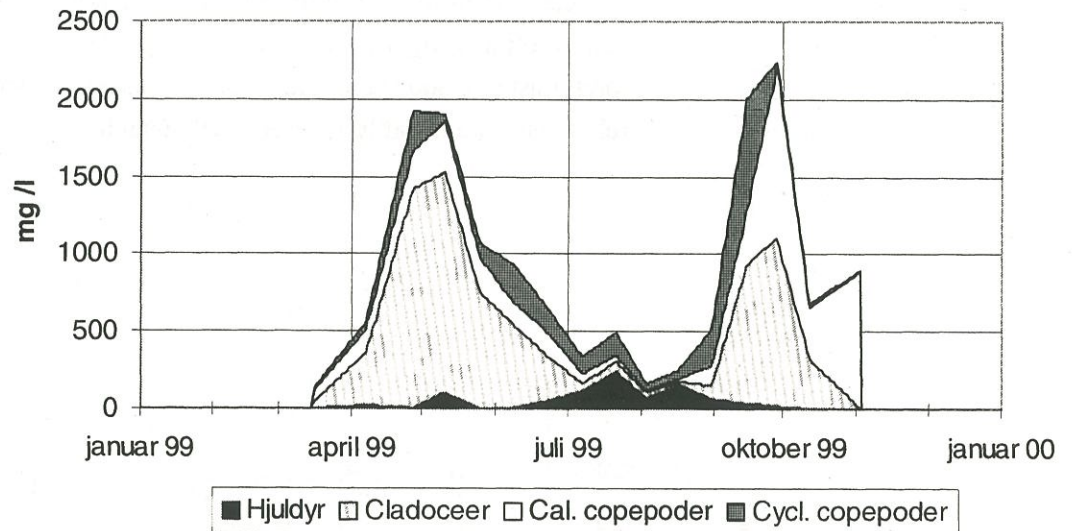


Figur 6.5.4: Tidsvægtede sommergennemsnit (1/5-30/9) af biomassen af de fundne dyreplanktongrupper i Engelsholm Sø, 1989-99.

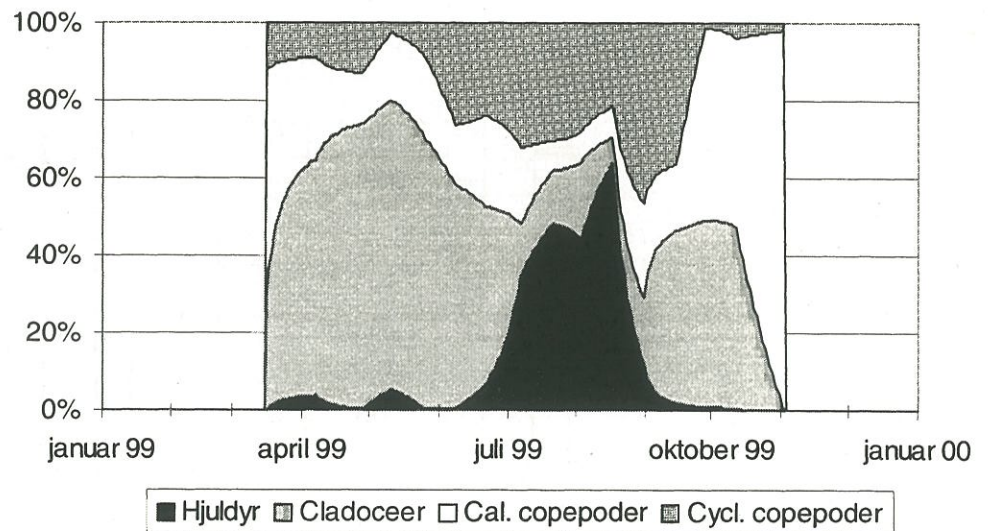
Sæsonvariation

Det er i forårs- og efterårsperioden, at den relative forekomst af cladoceer er stor sammen med pæne forekomster af calanoide copepoder, mens det er hjuldyr og cyclopoide copepoder, der dominerer dyreplanktonet i sommermånederne (figur 6.5.5). Det tyder på et stort prædationstryk fra fiskeyngel i sommermånederne.

Engelsholm Sø, Zooplanktonbiomasse 1999



Engelsholm Sø, relativ biomasse

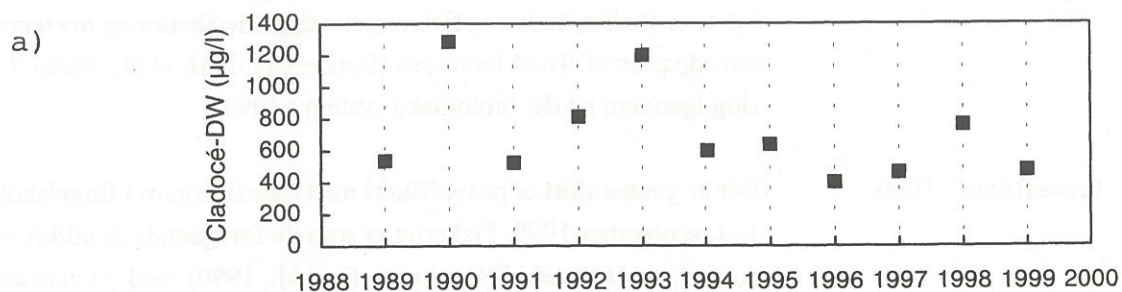


Figur 6.5.5: Sæsonvariation i dyreplankton-biomassen, fordelt på grupper i Engelsholm Sø i 1999.

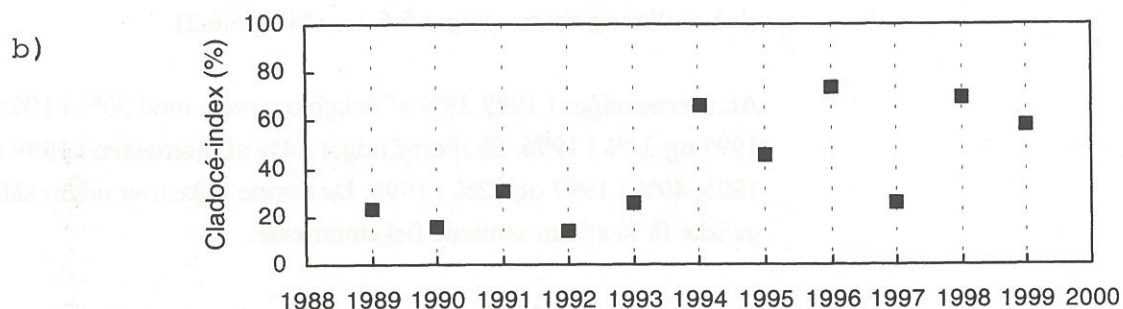
Cladocéer

Selv om den gennemsnitlige biomasse af cladocéer i sommerperioden er blandt de laveste siden 1989, er både cladocé-indekset og tørvægten pr. individ oppe på niveau med de øvrige år efter opfiskningen som udtryk for, at der stadig er en effekt af opfiskningen (figur 6.5.6).

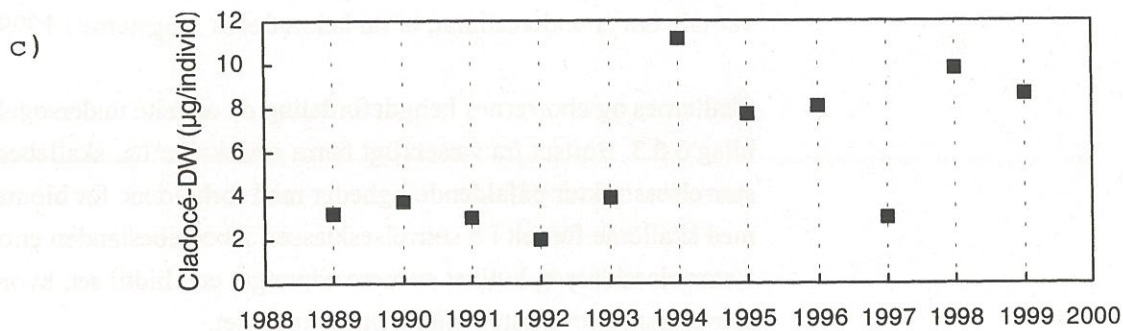
Cladocé-tørvægt, tidsvægtet sommergennemsnit
Engelsholm Sø, 1989-1999



Cladocé-index, tidsvægtet sommergennemsnit
Engelsholm Sø, 1989-1999



Cladocé-individ-tørvægt, tidsv. sommergennemsnit
Engelsholm Sø 1989-1999



Figur 6.5.6 a, b og c

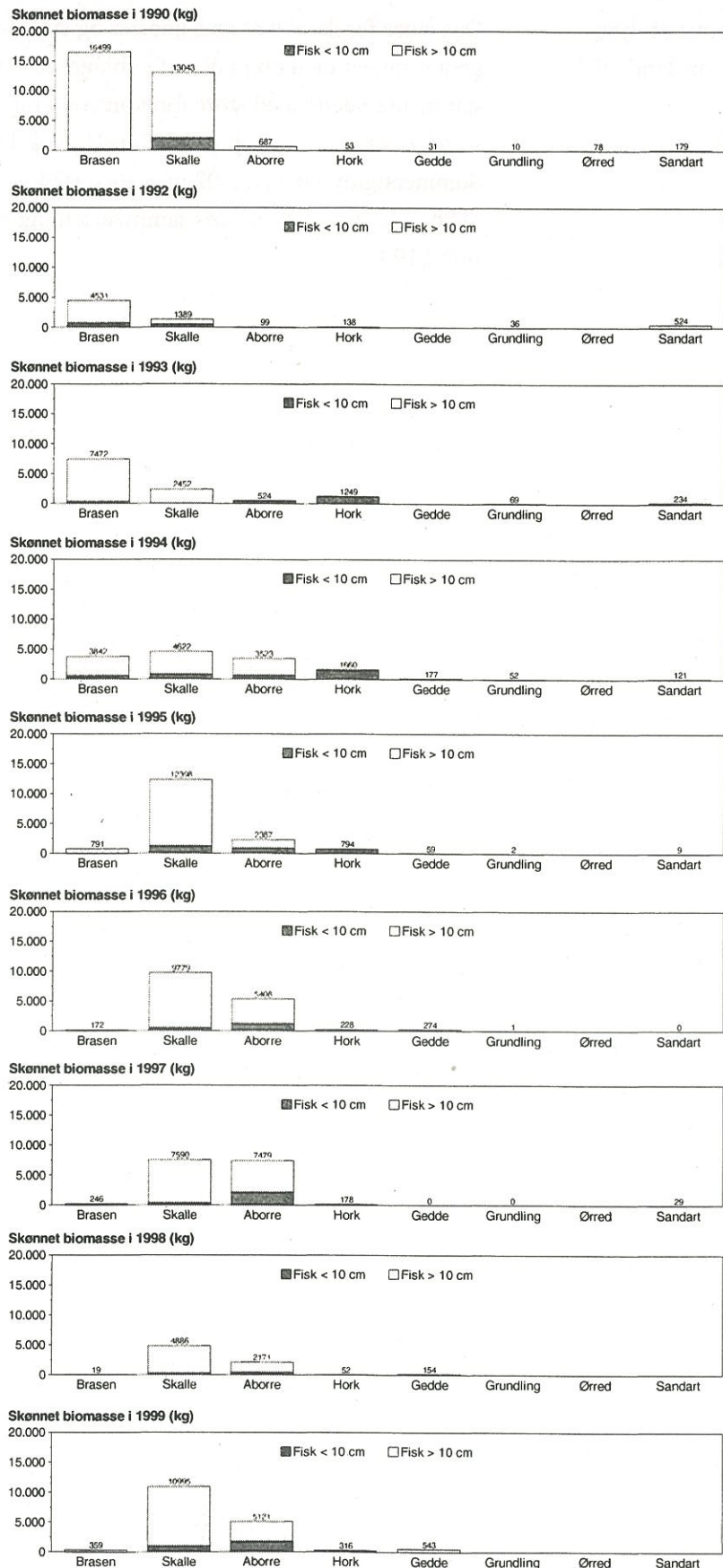
- a) Tørvægt af cladocé-biomassen.
 - b) Cladocé-index = antal dafnier i % i forhold til det totale antal cladocéer.
 - c) Individ-tørvægt af cladocéer.
- Alle data er baseret på tidsvægtede sommergennemsnit, Engelsholm Sø 1989-99.

6.6 Fisk

Opfiskning	Amtet gennemførte en opfiskning af skaller og brasener i Engelsholm Sø fra foråret 1992 til foråret 1996. Der blev i alt fjernet 16,6 tons brasener og 6,1 tons skaller. Inden opfiskningen udgjorde skaller og brasener langt hovedparten af fiskebiomassen (Søndergaard, M. et al., 1998). Opfiskningen slog igennem på det biologiske system i 1994.
Prøvefiskeri i 1999	Der er gennemført et prøvefiskeri med oversigtsgarn i Engelsholm Sø den 1.-4. september 1999. Fiskeriet er som de foregående år udført efter normalprogrammet i (Mortensen, E. et al., 1990) med 30 garnsætninger i de samme sektioner som ved fiskeyngelundersøgelsen (figur 6.6.3).
Skalle og aborre	Fiskebestanden i Engelsholm Sø er i 1999 domineret af større skaller og aborrer, som det ofte vil være situationen i mere stabilt klarvandede søer. I forhold til 1998 er der fanget mere end dobbelt så mange af både store og små skaller og aborrer (figur 6.6.1 og bilag 6.6.2). Aborrerne udgør i 1999 29% af fiskebiomassen mod 30% i 1998, 48% i 1997 og 34% i 1996. Skallerne udgør 64% af biomassen i 1999 mod 67% i 1998, 49% i 1997 og 62% i 1996. De øvrige fiskearter udgør således kun ganske få % af den samlede fiskebiomasse. Med en tæthed på 394 kg/ha er fiskebestanden ganske betydelig, og den største siden opfiskningen ophørte i søen, svarende til en estimeret biomasse på 17,3 tons mod 7,3 tons året før og 15,5 tons i 1997. Det relativt sene tidspunkt for oversigtsfiskeriet i 1998, hvor det køligere vand nedsætter fiskenes aktivitet, var formodentlig årsag til meget beskedne fangster. At der var tale om et underestimat, er nu bekræftet af fangsterne i 1999. Skallernes og aborrernes længdefordeling de enkelte undersøgelsesår er vist i bilag 6.6.3. Bortset fra væsentligt færre småskaller har skallebestandens størrelsesstruktur påfaldende ligheder med forholdene før biomanipulationen med skallerne fordelt i 5 størrelsesklasser. Aborrebestanden er også fordelt i 5 størrelsesklasser, hvilket er mere udpræget end hidtil set, hvor en til flere størrelsesklasser næsten eller helt har manglet.
Brasen, hork og gedde	Bestanden af brasen og hork er efter opfiskningens første år fortsat meget lav og må i dag betegnes som ubetydelig (figur 6.6.1). Opfiskningens effekt på geddebestanden er uklar. Med en samlet fangst på en enkelt stor gedde og 4 middelstore gedder ved oversigtsfiskeriet i 1999 ser opfiskningen ikke ud til at have påvirket bestanden af gedder, men det kan nævnes, at der er fanget flere gedder i søen ved lystfiskeri de seneste år. Dette skal sammenholdes med, at oversigtsgarnene ikke fanger gedder særligt effektivt. Bestanden af ål kan ikke vurderes, idet der ikke er blevet elektrofisket.

Forekomst af dyre-
planktonædende fisk

Den store forekomst af små aborrer og små og store skaller hænger godt sammen med optræden af et blågrøinalgemaksimum i højsommeren sammenfaldende med store forekomster af hjuldyr og cyclopoide copepoder som indikation af et højt prædationstryk på dyreplanktonet. Sommersigtdybden på 2,02 m er da også lig sommersigtdybden på 2,06 m i 1996, hvor fiskebestandens sammensætning var tæt på at være den samme som i 1999.



Figur 6.6.1: Estimeret biomasse af de enkelte fiskearter i Engelsholm Sø, 1990-99.

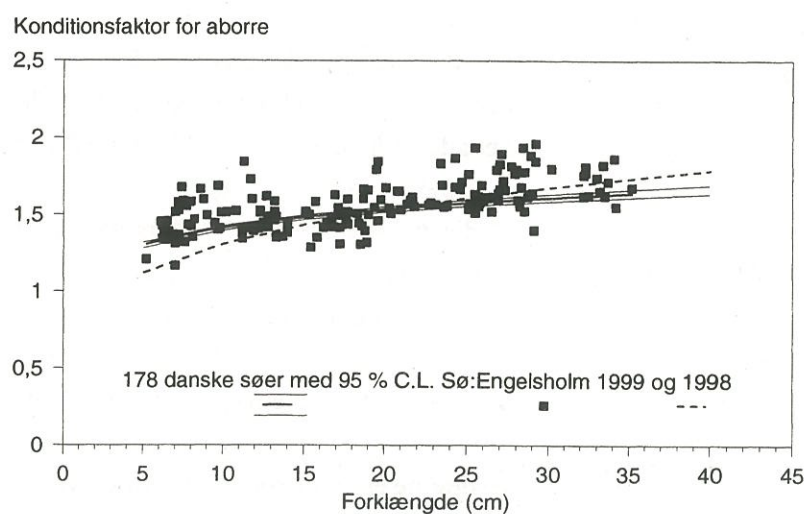
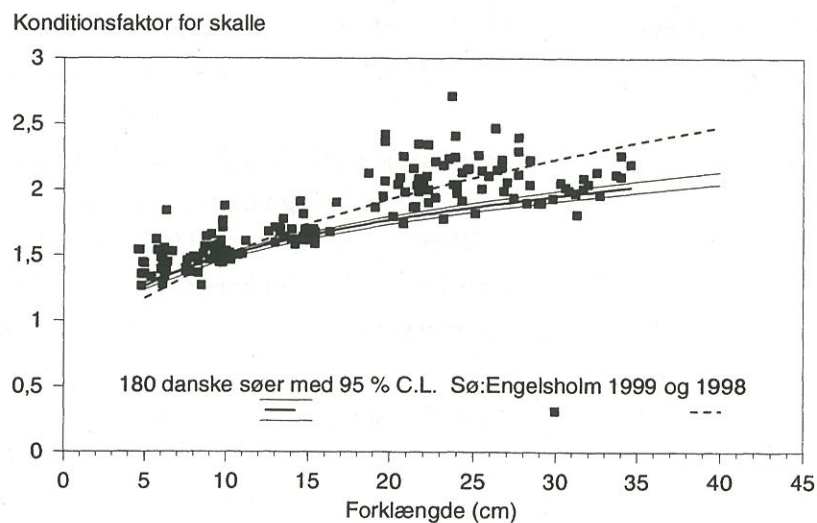
Konditionsfaktoren for skalle og aborre i Engelsholm Sø sammenlignet med 1998 og sammenlignet med andre danske søer er vist i figur 6.6.2.

Som i mange andre danske søer havde skallerne stor gydesucces i 1995, hvilket afspejler sig i mange nu 4-årige skaller i størrelsen 20-25 cm. Skallernes kondition er god i alle størrelser, også blandt årsynglen, som i 1998 havde en dårlig kondition. Der er dog sket en relativ forskydning mod lavere værdier i de forskellige størrelsesklasser.

Af en fangst på i alt 5,2 tons aborrer stod aborrer, større end 10 cm, for 3,4 tons, hvilket er en tilbagegang i forhold til 1997, hvor bestanden af store aborrer kulminerede med 5,3 tons. Væksten i bestanden er således stagneret, men den aktuelle tæthed er alligevel på niveau med flertallet af mere stabile klarvandede søer.

Stagnationen skyldes blandt andet, at den individuelle vækst blandt aborrerne er aftaget. Hvor eksempelvis de et- og toårige aborrer havde en længde på henholdsvis 15-17 cm og 22-25 cm i 1996 og '97, er længden henholdsvis 12-13 cm og 17-18 cm i 1999. Årsynglen er dog med 6-7 cm stadig større end normalt for årstiden, og konditionen er væsentlig over middel. Blandt de større aborrer havde en del aborrer i størrelsen 15 til 20 cm en kondition lidt under middel, mens aborrer, større end 25 cm, fortsat havde en markant bedre kondition end normalt. I 1998 havde både ynglen og aborrerne op til 15 cm en dårligere kondition end normalt.

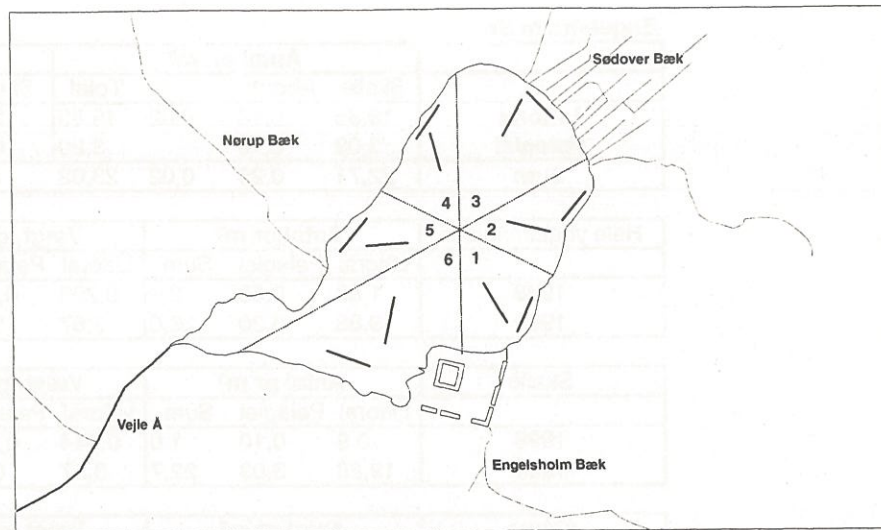
Gedderne er i god kondition. Brasenynglen har en kondition lidt under middel, mens de større brasener stadig har en markant bedre kondition end normalt. Konditionen for hork ligger tæt på det normale, og er dermed bedre end i 1998, hvor småhorkene havde en meget dårlig kondition.



Figur 6.6.2: Konditionsfaktor for skalle og aborre i Engelsholm Sø i 1999 i forhold til andre danske søer.

Fiskeyngel

Der er gennemført en undersøgelse af fiskeynglen i Engelsholm Sø den 5. juli 1999 efter programmet i (Lauridsen, T.L. et al., 1998). Der er gennemført træk i littoralzonen og pelagiet i de samme sektioner som ved overigtsfiskeriet (figur 6.6.3).



Figur 6.6.3: Lokalisering af fiskeyngeltrækkene i de 6 sektioner i Engelsholm Sø, 1999.

Forekomst af fiskeyngel

Der er fanget betydeligt mere fiskeyngel i Engelsholm Sø i 1999 end i 1998; 10 gange flere individer og 15 gange større biomasse. Ved undersøgelsen blev der bortset fra et enkelt individ af hork udelukkende fanget årsyngel af skalle og aborre. Antal og vægt af fangsterne er angivet i tabel 6.6.1.

Fangsten af yngel i søen er ca. 6 gange større i littoralen end i pelagiet. Det svarer omtrent til fordelingen af skaller i de to områdetyper, mens aborre-ynglen er omtrent ligelig fordelt hvert sted (figur 6.6.4). Der er fanget 24 gange større biomasse af skaller end aborrer eller 76 gange flere antalsmæssigt.

Skallernes gydesucces er med 22,7 individer/m³ meget større end i 1998, hvor der blev kun fanget 1,0 individer/m³. Aborrernes gydesucces er med 0,3 individer/m³ i 1999 noget dårligere end i 1998 med 1,4 individer/m³.

Individvægten af skalle- og aborre-yngel er ca. 3 gange større i 1999 end 1998. Det kan både skyldes bedre fødetilgængelighed og tidligere klækning. Individvægten af aborre-ynglen er begge år ca. 3 gange større end af skalle-ynglen.

Fiskenes gydesuccés

Overvægten af skalle- i forhold til aborre-yngel står i modsætning til indtrykket fra oversigtfiskeriet de seneste år, hvor skallernes gydesucces ikke har været lige så god som aborrernes. Yngelundersøgelsen bekræfter resultaterne fra oversigtfiskeriet for de øvrige fiskearter i søen, idet sandart, brasen, hork og gedde har ringe gydesucces.

Engelsholm Sø

	Antal pr. m ³			Total	Vægt, g. pr. m ³			Total
	Skalle	Aborre			Skalle	Aborre		
Littoral	19,68	0,13	0,02	19,83	3,57	0,10	0,01	3,67
Pelagial	3,03	0,16		3,20	0,60	0,07		0,67
Sum	22,71	0,29	0,02	23,02	4,16	0,17	0,01	4,34

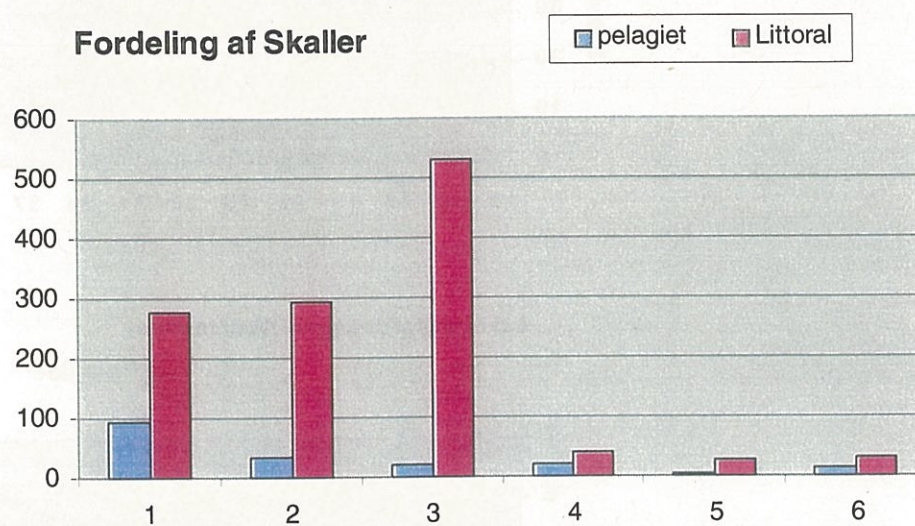
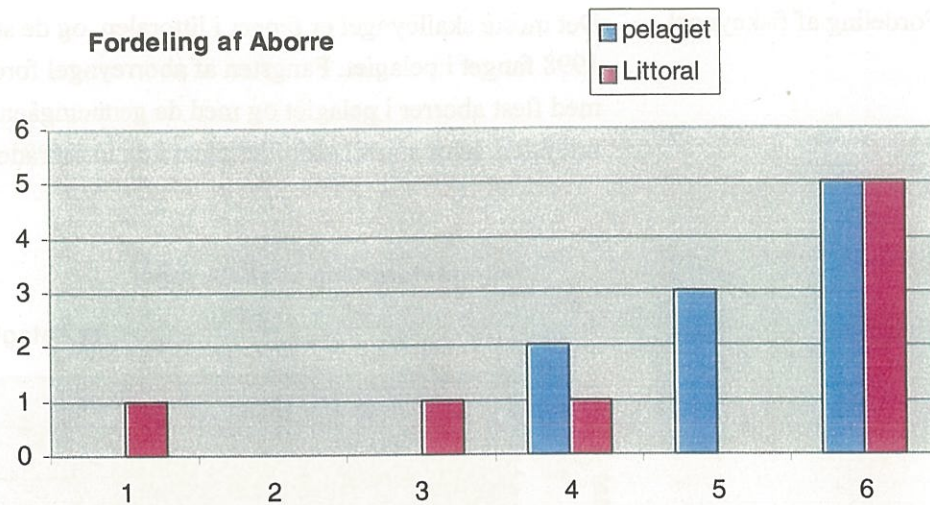
Hele yngelfangsten	Antal pr m ³			Vægt, g pr. m ³		
	Littoral	Pelagiet	Sum	Littoral	Pelagiet	Sum
1998	1,83	0,53	2,4	0,208	0,082	0,29
1999	19,83	3,20	23,0	3,67	0,67	4,34

Skalle	Antal pr m ³			Vægt, g pr. m ³		
	Littoral	Pelagiet	Sum	Littoral	Pelagiet	Sum
1998	0,9	0,10	1,0	0,044	0,005	0,05
1999	19,68	3,03	22,7	3,57	0,60	4,16

Aborre	Antal pr m ³			Vægt, g pr. m ³		
	Littoral	Pelagiet	Sum	Littoral	Pelagiet	Sum
1998	0,93	0,43	1,4	0,164	0,077	0,24
1999	0,13	0,16	0,3	0,10	0,07	0,17

Individvægt	
Skalle	
1998	0,049
1999	0,183
Aborre	
1998	0,177
1999	0,567

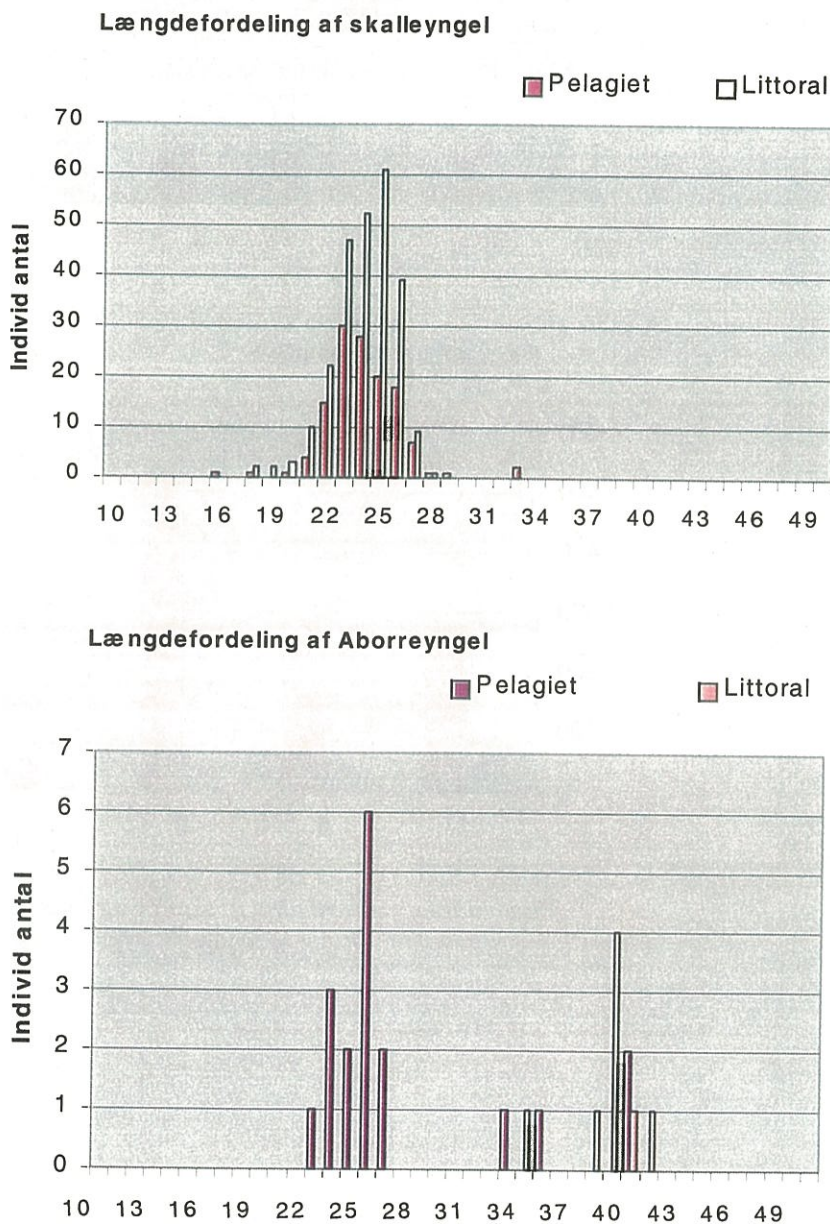
Tabel 6.6.1: Fangst af fiskeyngel ved undersøgelsen i Engelsholm Sø den 5. juli 1999.



Figur 6.6.4: Fordeling af skaller og brasener i pelagiet og littoralzonen i Engelsholm Sø i 1999.

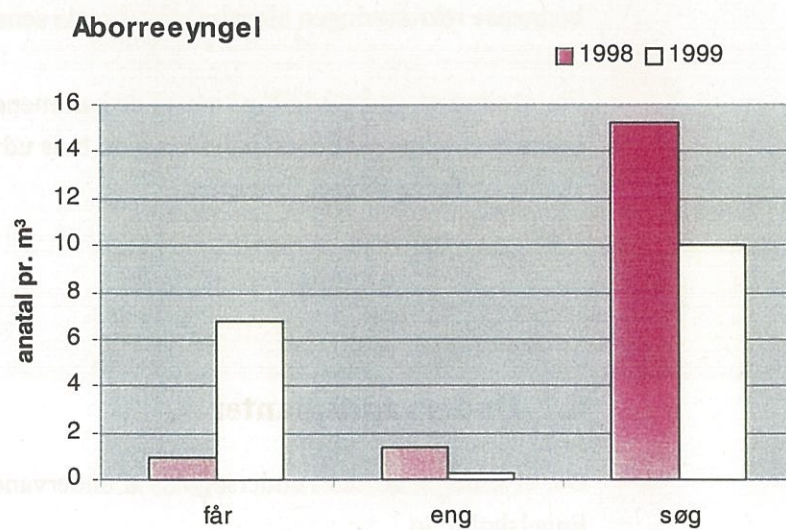
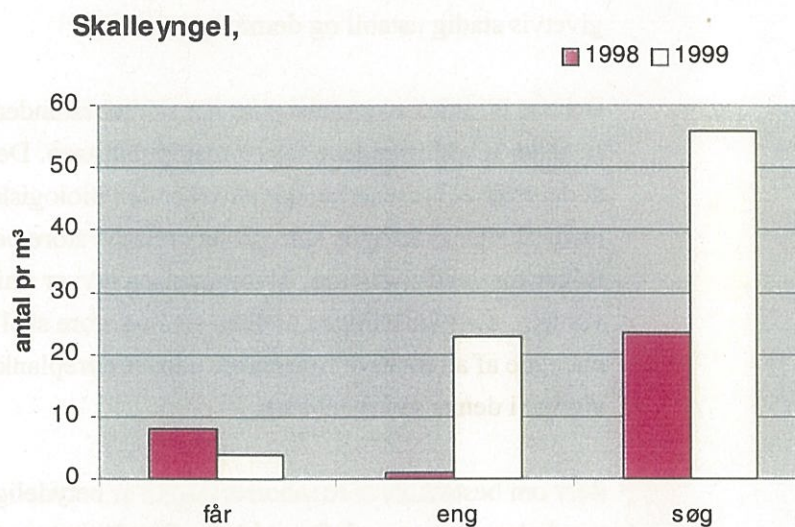
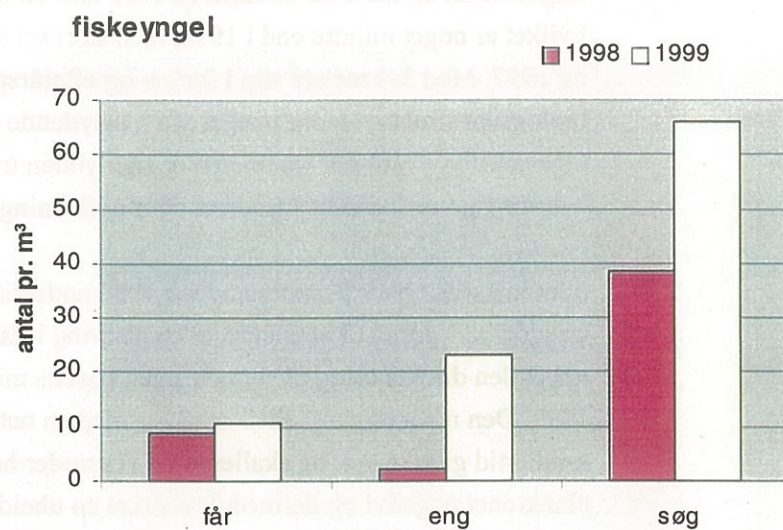
Fordeling af fiskeyngel

Det meste skalle- og aborre- yngel er fanget i littoralen, og de største individer er som i 1998 fanget i pelagiet. Fangsten af aborre- yngel fordeler sig modsat 1998 med flest aborrer i pelagiet og med de gennemgående største individer i littoralen, hvor størrelsesfordelingen i de to områder var den samme i 1998.



Figur 6.6.5: Fordeling af antal skalle- og aborre- yngel efter længde i pelagiet og littoralzonen, Engelsholm Sø 1999.

Sammenlignet med den dybe, moderat eutrofierede Fårup Sø og den lavvandede, stærkt eutrofierede Søgård Sø kan man konstatere, at 1999 har været et usædvanligt godt gydeår for skaller i Engelsholm Sø, mens det omvendt har været et elendigt gydeår for aborrer.



Figur 6.6.6: Fangsterne af skalle- og brasen-yngel i Engelsholm Sø, Fårup Sø og Søgård Sø i 1998 og 1999.

Vurdering af fiskebestanden og dens påvirkning af søens vandkvalitet

Engelsholm Sø har over sommeren 1999 haft en middelsigtdybde på 2,0 m, hvilket er noget mindre end i 1998, men stort set svarer til forholdene i 1996 og 1997. Med 3-4 meters sigt i forårs- og efterårsperioden er søens biologiske struktur stadig præget af en betydende græsningskontrol af algevæksten. Også om sommeren er sigtdybden trods fortsat forekomst af blågrønalge-maksimum forbedret efter opfiskningen.

Som mistænkt blev fiskebestanden i 1998 underestimeret, og der er ikke umiddelbart grund til at antage, at en ændring i fiskebestanden alene har været den direkte årsag til forværringen i søens miljøtilstand fra 1998 til 1999. Den nuværende skallebestand er med en tæthed på 250 kg/ha imidlertid ganske tæt, og skallerne vil i perioder have påvirket dyreplanktonet negativt og dermed forstærket en uheldig udvikling, eventuelt i samspil med andre faktorer. Mange søer har i 1999 haft en lidt ringere miljøtilstand end normalt, og den biologiske struktur i Engelsholm Sø er givetvis stadig ustabil og dermed påvirkelig.

Bortset fra lidt færre småskaller har skallebestanden i dag betænkelige ligheder med forholdene før biomanipulationen. Der er dog næppe tvivl om, at det især er brasenerne, der påvirker den biologiske struktur mest negativt, mens skaller tydeligvis kan etablere relativt store bestande uden de store følger for vandkvaliteten. Hvor grænsen går, er imidlertid problematisk at vurdere, men fordelingen mellem små og store skaller samt den tilgængelige mængde af alternative fødeemner udover dyreplanktonet er formodentligt vigtige i denne sammenhæng.

Selv om bestanden af rovaaborrer fortsat er betydelig, er det ikke sikkert, at prædation alene er nok for at hindre fremkomsten af nye store årgange blandt brasenerne. Aborrerne har således øjensynlig kun delvist kunnet begrænse rekrutteringen blandt skallerne i de senere år.

For at sikre en god udvikling i søen i de kommende år bør en reduktion i søens betydelige skallebestand overvejes, hvis udviklingen hen imod flere skaller og færre aborrer fortsætter.

6.7 Undervandsplanter

Der er ikke gennemført undersøgelse af undervandsvegetationen i Engelsholm Sø.

7. Sediment

Der er ikke gennemført sedimentundersøgelser i Engelsholm Sø i 1999.

Sedimentet er tidligere undersøgt i 1990 og 1995.

8. Målsætning og fremtidig udvikling

8.1 Søtilstand og målsætning

Målsætning

Engelsholm Sø er målsat som badesø (A2) i Regionplan 1997-2009 for Vejle Amt (Vejle Amt, 1998) og skal således sikres et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv, der kun er svagt påvirket af menneskelig aktivitet. Der er fastsat et krav til den gennemsnitlige sigtdybde i sommerperioden på mindst 1,5 m. Kravet til sigtdybden har været opfyldt siden 1994 efter opfiskningen af skaller og brasener.

Belastningen skal ned

Tiltagene efter Vandmiljøplanen har ikke haft effekt på fosforbelastningen til Engelsholm Sø. Amtets indgreb i fiskebestanden har skabt klart vand i søen indtil videre, men opfiskningen er ikke i sig selv et tilstrækkeligt grundlag for en alsidig forekomst af planter, fisk og smådyr. For at tilvejebringe dette grundlag er behov for tiltag, der kan begrænse tilførslen af fosfor fra belastningskilderne i det åbne land.

Det biologiske system

Resultaterne fra 1999 viser, at udviklingen i fiskebestanden mod en større andel af aborrer og færre skaller er vendt. Relativt høje temperaturer i det tidlige forår skaber gode betingelser for skallernes gydesucces i 1999. Senere på sommeren skaber høje temperaturer og prædation fra fiskeyngelen på dyreplanktonet gode vækstbetingelser for blågrønalger. Det er med til at favorisere skaller i konkurrencen med aborrer. I 1998 var det køligere i det tidlige forår og i højsommeren, og der opstod ikke iltvindssituationer. Det var en fordel for aborrerne i konkurrencen med skaller og for miljøkvaliteten i øvrigt, idet blågrønalgerne aldrig nåede op på kvantitativt betydende mængder.

Ustabil balance

Forskellen mellem miljøtilstanden i 1998 og 1999 illustrerer, hvordan den biologiske balance i søen er ustabil og i høj grad afhængig af de klimatiske forhold. Den naturligt forekommende vegetation består kun af rørskov og flydebladsplanter, og fiskebestanden er artsfattig og stærkt reguleret. Et forsøg på at reintroducere undervandsvegetation i søen ved spredning fra indhegnede plantebede er hidtil ikke lykkedes (Lauridsen, T. et al., 1997). Der er altså ikke tilstrækkelige betingelser for et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv trods en forbedret sigtdybde gennem nu 6 år.

Risiko for tilbagefald

For at styrke betingelserne for undervandsplanter, dyreplankton og rovlevende fisk må der ske en reduktion i næringsstofftilførslen. Ellers vil der på sigt igen optræde kraftige blågrønalgeforekomster som 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.

Sømodeller

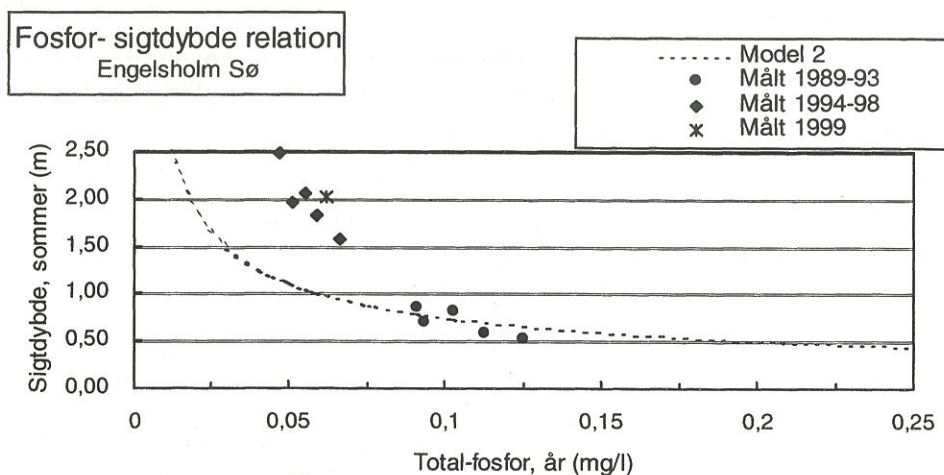
I figur 8.1.1 er vist en empirisk sammenhæng mellem koncentrationen af fosfor i søvandet og sigtddybden i Engelsholm Sø (model 1 og 2 i Jensen, J.P., 1997). Før opfiskningen, hvor relationen mellem tilførsel og koncentration af fosfor i søvandet var dårligt beskrevet med Vollenweider-modellen (figur 8.1.2) på grund af intern belastning, blev sammenhængen bedst beskrevet med model 2. Efter opfiskningen, hvor relationen mellem tilførsel og søvandskoncentration er godt beskrevet med Vollenweider-modellen, bliver sammenhængen bedst beskrevet med model 1.

Belastningsscenarier

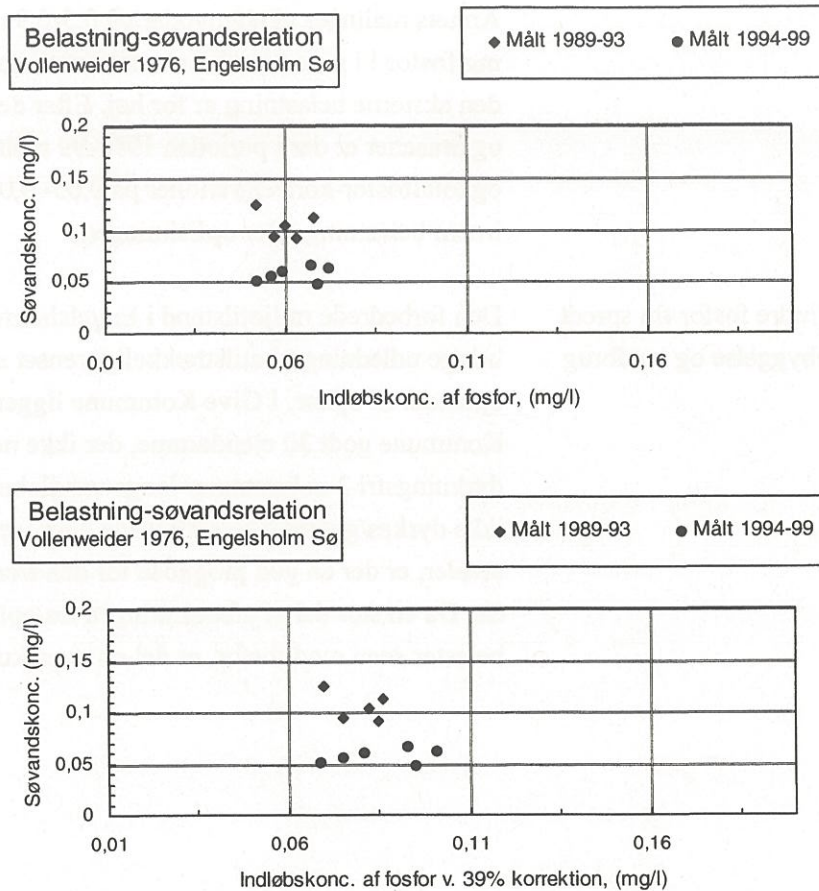
Sigtddybdemodellerne forudsiger, at målet for sommersigtddybden på 1,5 m vil kunne nås ved en søvandsskoncentration af fosfor på 0,029 mg/l (model 2) eller 0,077 mg/l (model 1). Ved vurdering af den acceptable belastning er en middelkoncentration i søvandet på 0,053 mg fosfor/l anvendt.

Efter Vollenweidermodellen svarer denne koncentration til en indløbskoncentration på 0,078 mg fosfor/l.

Dette svarer til en belastning med fosfor på 423 kg/år til søen ved en gennemsnitlig vandtilførsel på 5,42 mill. m³/år i perioden 1989-99. Brug af empiriske sømodeller på Engelsholm Sø er udførligt beskrevet i (Møller, P.H., 1997). Den gennemsnitlige belastning til søen i samme periode er på 457 kg fosfor/ år, korregeret for underestimering af den tilførte mængde.



Figur 8.1.1: Relation mellem koncentrationen af fosfor i søvandet ($P_{sø}$, årsgennemsnit) og sigtddybden (sigtd, sommergennemsnit) efter model 1 " $sigtd = 0,26 * [P]_{sø} i - 0,56$ " og model 2 " $sigtd = 0,26 * [P_{sø}] i - 0,57 * Z i - 0,27$ ". Z er søens middeldybde i meter. Der er skelnet mellem målte værdier i perioden 1989-93 og 1994-99.



Figur 8.1.2: Relation mellem tilførsel af fosfor, udtrykt ved den helårige indløbskoncentration, og den gennemsnitlige årlige søvandskoncentration i Engelsholm Sø. Der er skelnet mellem målte værdier i perioden 1989-93 og 1994-99.

Med en middel vanddybde i søen på 2,6 m og en maksimal dybde på 6,1 m er det ikke realistisk at opnå den nødvendige bestand af undervandsplanter i Engelsholm Sø ved det udmeldte sigtgybdekrav på kun 1,5 m i Regionplan 1997. Det må derfor anbefales at justere sigtgybdekravet, så der bliver overensstemmelse mellem målsætning og de reelle muligheder for at opnå en god biologisk balance i søen.

Justering af sigtgybdekravet

Bundplanter vil normalt kunne forekomme på vanddybder indtil 1,5 gange sigtgybden. Med en dybdegrænse for forekomst af vandplanter på 3 m, vil der kunne forekomme planter på mere end 50% af søbunden. Det svarer til en sigtgybde på ca. 2 m. Med 2 m som krav til sigtgybden må den samlede tilførsel af fosfor til søen ikke overstige 370 kg svarende til en indløbskoncentration af fosfor på 0,070 mg/l og en søvandskoncentration på 0,047 mg/l.

Amtets målinger af sigtddybder på 0,5-0,9 m og koncentrationer på 0,12-0,2 mg fosfor/l i gennemsnit om sommeren i perioden 1981-93 underbygger, at den eksterne belastning er for høj. Efter den omfattende opfiskning af skaller og brasener er der i perioden 1994-99 målt tilsvarende sigtddybder på 1,6-2,5 m og totalfosfor-koncentrationer på 0,05- 0,08 mg/l, især på grund af nedsat intern belastning efter opfiskningen.

Mindre fosfor fra spredt
bebyggelse og landbrug

Den forbedrede miljøtilstand i Engelsholm Sø kan stabiliseres ved at bringe udledning af utilstrækkeligt rensset spildevand fra enkeltejendomme i oplandet til ophør. I Give Kommune ligger nogle få ejendomme og i Egtved Kommune godt 30 ejendomme, der ikke nedsiver. Hvis lovens krav om dyrkningsfri 2 m bræmmer langs vandløbene i tilgift bliver overholdt, og der ikke dyrkes/gødskes på skrånende eller vældprægede sø- og vandløbsnære arealer, er der en god prognose for den fremtidige miljøtilstand i Engelsholm Sø. Da en stor del af afstrømningen fra oplandet nedsiver og derfor ikke belaster søen med fosfor, er det en overskuelig opgave at tage fat på.

8.2 Konklusion

Det relativt varme tidlige forår og den senere varme sommer i 1999 har haft en negativ effekt på miljøtilstanden i Engelsholm Sø. Temperaturlagdeling af vandmasserne og iltsvind i højsommeren har givet den højeste interne belastning med fosfor i sommerperioden siden 1994, og koncentrationen af total-fosfor i søvandet bliver den højeste siden opfiskningen slog igennem på miljøtilstanden i 1994. Dyreplanktonets græsningstryk er ikke høj nok til at regulere algebiomassen i modsætning til året før, hvor algebiomassen vedblev med at være lav om sommeren. Derfor bliver sommersigtdybden også lavere end året før. Trods en tæthed af skaller i søen, der nærmer sig tætheden før opfiskningen, er aborrebestanden meget større, og sigtdybden og fosfor-koncentrationen fortsat betydeligt gunstigere end før opfiskningen.

Kvælstof- og fosfor-tilførsel

De store mængder nedbør i 1999 fører til en høj tilførsel af kvælstof og fosfor til søen ligesom i 1998. Indløbskoncentrationen af fosfor er den højeste i hele overvågningsperioden, mens den for kvælstof ikke er bemærkelsesværdigt høj som følge af den store udvaskning året før. Trods de store tilførsler, iltsvind og blågrøinalgemaksimum i højsommeren er tilbageholdelsen af kvælstof og fosfor i søen blandt de højeste i den 10-årige overvågningsperiode.

Trådalger

Efter opfiskningen har der optrådt udbredte forekomster af bentiske alger og trådalger i Engelsholm Sø fra sent forår til ind i sommerperioden i 1994, 1995, 1996 og 1998. I 1999 er forekomsten af bentiske alger og trådalger udeblevet ligesom i 1997, muligvis på grund af et meget højt græsningstryk fra dyreplanktonet på de spæde stadier i det tidlige forår, og senere på året konkurrence fra svævealger.

Det biologiske samspil

Udviklingen i fiskebestanden er negativ i 1999 sammenlignet med de seneste 3 års positive udvikling. I takt med brasenbestandens marginalisering er den del af den interne belastning, som kunne tilskrives store braseners ophvirvling af bundmateriale ophørt. Der er ikke rovlevende aborrer nok i søen til at regulere skallebestanden, og ikke mindst fiskeynglen i år, hvor skallerne har stor gydesucces og gode vækstvilkår. Dyreplanktonet er derfor ikke i stand til at regulere mængden af alger i højsommeren, og resultatet bliver en kraftig udvikling af blågrønalger, godt hjulpet af varme og høj indstråling i perioden.

Ustabil biologisk balance

Resultaterne fra 1999 viser, at fiskebestanden trods tilvækst i skallebestanden fortsat har en sammensætning med træk tilfælles med dem, man kender fra mere stabile, klarvandede søer. Men den biologiske balance kan ikke anses for at være stabil, så længe indvandringen af undervandsplanter udebliver på grund af græsning fra blichøns, og dyreplanktonet mangler refugier i år med meget fiskeyngel.

Der ligger et stort fosfordepot på søbunden, som i perioder med høje temperaturer og svigtende iltmængder ved bunden bliver tilgængelig for algerne.

Udplantning af vandplanter

Amtet og Danmarks Miljøundersøgelser har introduceret rodfæstede vandplanter i søen (Jørgensen, T. et al., 1997) for at tilføre søen et spredningspotentiale for vandplanter. De plantefyldte indhegninger udgør så lille en del af søens areal, at de i sig selv ikke har en stabiliserende effekt på det biologiske system, og græssende vandfugle har indtil videre forhindret planterne i at sprede sig. Muligvis har de bentiske trådalger i et vist omfang en refugieeffekt for dyreplanktonet, når de visse år forekommer i rigelige mængder, men det var netop ikke tilfældet i 1999.

9. Referenceliste

Bøgestrand, J. (2000):

Vedr.: NOVA 2003, vandløb: data fra naturoplande 1999, Danmarks Miljøundersøgelser.

Danmarks Miljøundersøgelser (1990):

Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb.

Danmarks Miljøundersøgelser (1990):

Prøvetagning og analysemetoder i søer.

Hansen et al. (1992):

Zooplankton i søer - metoder og artsliste, Danmarks Miljøundersøgelser.

Jensen, J.P. et al. (1996):

Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Ferske Vandområder. Søer. Faglig rapport fra DMU, nr. 176.

Jensen, J.P. et al. (1997):

Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Faglig rapport nr. 211, Danmarks Miljøundersøgelser.

Kristensen, P. et al. (1990):

Eutrofieringsmodeller for søer. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. C9 1990.

Lauridsen, T.L. et al. (1997):

Genetablering af undervandsvegetationen i Engelsholm Sø. Vand og Jord, 4 : 97-102.

Lauridsen, T.L. et al. (1998):

NOVA 2003 - Fiskeyngelundersøgelser i søer. Teknisk anvisning fra DMU. Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser.

Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, (1999):

Paradigma 2000 for normalrapportering af det nationale program for overvågning af vandmiljøet 1998-2003.

Mortensen, E. et al. (1990):

Fiskeundersøgelser i søer. Teknisk anvisning nr. 3, Danmarks Miljøundersøgelser.

Møller, P.H. (1997):

Overvågning af Engelsholm Sø 1996, Vejle Amt.

Møller, P.H. (1999):

Overvågning af søer 1998, Vejle Amt.

Olrik, K. (1991):

Planteplanktonmetoder, Miljøprojekt nr. 187, Miljøstyrelsen.

Søndergaard, M. et al (1998):

Sørestaurering i Danmark , Miljø- og Energiministeriet.

Vejle Amt, (1998):

Regionplan 1997-2009 for Vejle Amt.

10. Bilag

Metodebeskrivelse - Engelsholm Sø

Oplandsanalyser

Anvendte data til beskrivelse af oplandet herunder produktionen af kvælstof og fosfor fra husdyr er rekvireret fra Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri herunder Forskningscenter Foulum og Landbrugets EDB-Center.

Stoftransport

Vejle Amt har i perioden 1989-99 gennemført fysisk-kemiske undersøgelser i søernes til- og afløb i overensstemmelse med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram og de retningslinier, der er beskrevet i den af Danmarks Miljøundersøgelser udarbejdede 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 af- og hovedtilløb har Hedeselskabet i overensstemmelse med standarder og procedurer, anvist af Danmarks Miljøundersøgelser, beregnet døgnmiddelvandføringen i vandløbene.

Næringsstoftransporten er herefter beregnet ved hjælp af PC-programmet STOQ. Til selve beregningen er anvendt C-interpolationsmetoden som anvist og detaljeret beskrevet 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:

Qnedbør	(månedsværdier, mm)
Qfordampning	(månedsværdier, mm)
Qdirekte tilførsel	(månedsværdier, l/s)
Qsum af målte tilløb	(månedsværdier, l/s)
Qafløb	(månedsværdier, l/s)
Qumålt tilløb	(månedsværdier, l/s)
Qmagasinering	(vandstandsvariationer, m)
Qgrundvand ind-/udsivning	(månedsværdier, m ³)
Asøareal	

Vandbalancen er således opgjort månedsvis som:

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

hvor

$Q_{\text{umålt tilløb}} = (\text{umålt opland})$ beregnet ved en simpel arealkorrektion af det målte tilløb E6 og følgende ligning:

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

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

Det skal i den forbindelse bemærkes, at STOQ version 1998 beregner magasinændringerne ud fra søens naturlige topografi beskrevet ved arealer i forskellige dybder, en vandspejlskote, en kote til nulpunkt på skalapæl og de ved tilsynet aflæste vandhøjder. Den tidligere version af STOQ beregnede magasinændringerne ud fra søen, beskrevet som en kasse, og de ved tilsynet aflæste vandhøjder.

Ovenstående beregningsforskelle kan medføre mindre forskelle i den beregnede opholdstid.

Stofbalancen opstilles tilsvarende ud fra følgende størrelser:

Satmosfærisk deposition	(konstant, kg/ha/år)
Ssum af målte tilførsler	(månedsværdier, kg)
Safløb	(månedsværdier, kg)
Spunktkilder	(månedsværdier, kg)
Søvrige kilder	(månedsværdier, kg)
Sumålt opland	(månedsværdier, kg)
Sgrundvand	(månedsværdier, kg)
Smagasinerings	(ændret stofindhold i søen)
	(søkonc., volumen, $\mu\text{g/l-m}^3$)
Sintern belastning	(månedsværdier, kg)
Csøkoncentration	($\mu\text{g/l}$)
Vsøvolumen	(m^3)
G+ konc. tilf. grundv.	($\mu\text{g/l}$)
G- konc. uds. grundv.	($\mu\text{g/l}$)

Stofbalancen er således opgjort månedsvis som:

$$(1) \text{ Sintern belastning} = - \text{Satmosfærisk deposition} \cdot A_{\text{søareal}} - S_{\text{sum af målte tilførsler}} + \\ \text{Safløb} - \text{Spunktkilder} - \text{Søvrigte kilder} - \text{Summålt opland} - S_{\text{grund-}} \\ \text{vand} + S_{\text{magasinering}}$$

hvor

Summålt opland er beregnet ved en simpel arealkorrektion af målte tilløb, for Engelsholm Sø, E6 og følgende ligning:

$$\text{Summålt opland} = \text{sum af } (S_{\text{sum af målte tilførsler}} \cdot (v_i - 1)), \text{ for } i = 1 \text{ til antal tilløb} \\ (\text{med vægte } < > 1.0)$$

$$S_{\text{grundvand}} = G + \text{konc. tilf. grundv.} \cdot Q_{\text{grundvand indsvining}} > 0 \text{ (måneder} \\ \text{medtilstrømning)}$$

$$S_{\text{grundvand}} = G - \text{konc. uds. grundv.} \cdot Q_{\text{grundvand udsivning}} < 0 \text{ (måneder med} \\ \text{udsivning)}$$

$$S_{\text{magasinering}} = C_{n+1} \cdot V_{n+1} - C_n \cdot V_n \text{ (interpolerede værdier ved} \\ \text{månedsskifter).}$$

De samme betragtninger som under vandbalancen gør sig naturligvis også gældende for magasinændringerne i stofbalancen.

En anden meget afgørende forskel ved den nye version af STOQ er, at der interpoleres retlinet til nærmeste søkoncentration beliggende i året før og efter beregningsåret. I Engelsholm Sø har det vist sig at medføre meget små ændringer i opgørelsen af magasineringen og dermed også retensionen.

Satmosfærisk deposition er beregnet ud fra $A_{\text{søareal}}$ (1), og standardværdierne 15 kg N/ha/år og 0,1 kg P/ha/år anvist af Danmarks Miljøundersøgelser.

$G + \text{konc. tilf. grundv.}$ og $G - \text{konc. uds. grundv.}$ er

- for Engelsholm Sø beregnet som middeldkoncentrationen af målte værdier i kilderne EN3 i perioden 1990-98 og E7 i 1999.

Nedbør og fordampning

Nedbørs- og potentiel fordampningsdata er rekvireret fra Danmarks Metrologiske Institut, som har estimeret værdierne fra en nærliggende målestation ved Bredsten og Båstrup. Værdierne er ikke korrigeret som beskrevet i "Noter vedrørende fordampning fra en sø", udarbejdet af Lars M. Svendsen, 1995. En sammenligning af massebalancen med og uden korrigerede nedbørs- og fordampningsdata viser, at korrektionen er uden betydning for balancen.

Sundersøgelser

Vejle Amt har i perioden 1989-99 gennemført undersøgelser af søen i overensstemmelse med Vandmiljøplanens overvågningsprogram og de retningslinjer, der er beskrevet i den af Danmarks Miljøundersøgelser udarbejdede tekniske anvisning om prøvetagning og analysemetoder i søer (1990).

Undersøgelserne i søen omfatter årlige fysisk-kemiske undersøgelser af søvandet, og undersøgelser af plante- og zooplankton, mens undersøgelse af fiskebestanden og søens sediment udføres hvert 5. år. Placeringen af prøvetagningsstationerne for søen fremgår af kort i rapportens afsnit 2.

I nedenstående tabel ses en oversigt over udførte undersøgelser i søen, herunder undersøgelser fra før igangsætningen af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram.

	Årstal																			
Engelsholm Sø	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Stoftransport		X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vandkemi		X		(X)		(X)		(X)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fytoplankton		X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zooplankton										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fisk*											X	x	x	x	x	X	x	x	x	x
Fiskeyngel																				
sediment			X								X					X				X

() = få tilsynsdata

* stor kryds= fiskeundersøgelse efter NOVAprogram, lille kryds= prøvafiskeri

Andre undersøgelser = Primærproduktion: 1978

Feltindsamling

Der er udført årlige undersøgelser af søvandets *fysisk-kemiske forhold* og *plante- og dyreplankton*. Engelsholm Sø er besøgt 19 gange i løbet af året. I perioden 1. maj til 30. september med 14 dages mellemrum, og resten af året en gang hver måned. Antallet af plante- og dyreplanktonprøver er fra 1998 nedsat fra 19 til 16 prøver årligt. Der er udtaget planktonprøver i månederne marts, april og november. De resterende 13 prøver er udtaget som de øvrige prøver i perioden 1. maj til 30. september.

Ved hvert tilsyn er sigtddybden målt med secchiskive (Ø 25 cm), og vejrforholdene er noteret. Målinger af ilt, temperatur, pH, ledningsevne ned gennem vandsøjlen er registreret elektronisk med en søsonde.

To blandingsprøver til kemiske analyser er udtaget med en hjerteklapvandhenter (2 l) i dybderne 0,2 m - sigtddybde og dobbelt sigtddybde. Hvis den dobbelte sigtddybde er større end vanddybden, er denne del af prøven udtaget 50 cm over søbunden. Ved temperaturlagdeling udtages prøver i hypolimnion. De indsamlede vandprøver er opbevaret på køl indtil analysering.

Fra den ene blandingsprøve er udtaget en delprøve, der fikseres til planteplanktonbestemmelse. Resten af blandingsprøven er anvendt til analysering på eget laboratorium for klorofyl a.

Den anden blandingsprøve er sendt til Vejle Miljølaboratorium til analysering for flere *kemiske parametre* 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). Vedrørende laboratorieskift, se under afsnittet Laboratorieanalyser.

Der er udtaget prøver til kvantitativ og kvalitativ bestemmelser af *planteplanktonet* på søstationen. Den kvantitative prøve er udtaget fra blandingsprøven (se ovenfor). De kvalitative prøver er udtaget ved lodret og vandret træk gennem søvandet med et 20 µm planktonnet. Prøverne er fikseret med lugol.

Der er udtaget prøver til *dyreplankton* undersøgelse på 3 stationer i søen, jf. kort. Fra hver station er der udtaget delprøver med hjerteklapvandhenter, som puljes i en balje. Prøverne er udtaget i følgende dybder for Engelsholm Sø: 0,5 l, og 3 m.

Fra baljepróven i felten er udtaget følgende prøver til dyreplanktonbestemmelse:

- 4,5 l filtreret gennem et 90 µm filter. Filtratet er hældt på flaske og tilsat lugol.
- 0,9 l direkte hældt på flaske og tilsat lugol.

Laboratorieanalyser

Kemi

En blandingsprøve sendes til Vejle Miljølaboratorium til analysering for følgende *kemiske parametre* 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).

Planteplankton

Planteplanktonprøverne oparbejdes i eget laboratorium. For hver prøvetagningsdag er der udarbejdet en artsliste ud fra net- og vandprøverne. Den kvantitative oparbejdning 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).

Kolonidannede blågrønalger, bl.a. slægten *Microcystis*., er på grund af cellernes uregelmæssige placering i koloniernes gele svære at kvantificere. Volumet af disse er opgjort ved at tælle antal delkolonier, med en passende størrelse af de enkelte delkolonier. 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.

Dyreplankton

Dyreplanktonprøverne er oparbejdet i eget laboratorium. Den i felten filtrerede prøve anvendes til optælling af cladocæer og copepoder 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 "Dyreplankton i søer - metoder og artsliste", Miljøministeriet 1992. Der er til tider foretaget kraftige fortyndinger på grund af store algeforekomster. Det forøger usikkerheden ved kvantificeringen. Desuden er opmåling af visse nærtstående cladocæarter af tidsbesparende hensyn slået sammen, og de enkelte arter er registreret som "til stede".

I forbindelse med en interkalibrering for zooplanktonbestemmelse er nogle forhold vedrørende artsbestemmelse og biomasseberegning blevet korrigeret for arterne *Daphnia cucullata*, *Filinia terminalis*, *Notholca squamula* og *Brachionus urceolaris*.

Ingen hjuldyr er opmålt. D.v.s. alle biomasser er baseret på konstantværdier.

Tabeller og kurver - Engelsholm Sø

Bilag 2.1: Oversigt over besøgte stationer i Engelsholm Sø, 1999.

Engelsholm Sø – station		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	8888001 Skala 1	E6	320131	E2	320077	En3
		E7	320132			
		E8	320133			

Bilag 2.2: Antal besøg pr. station, Engelsholm Sø, 1997-99.

Station	1997	1998	1999
E1	19	19	19
E2	19	17	17
E5	12	udgået	udgået
E6	12	16	16
E7	12	4	4
E8	12	16	16
En2	4	udgået	udgået
En3	4	1	1
En4	4	udgået	udgået

Bilag 2.2.1: Jordbundstype og arealudnyttelse på dyrkede arealer i oplandet til Engelsholm Sø (Arealdatakontoret 1989).

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		1506	100

ADN-Kode	Arealtype	Areal (ha)	Areal (%)
Type 1-8	Dyrket	1507	93,6
Type 10	Søer	3	0,2
Type 13	Skov	87	5,4
Type 15	Uopgjort/ Dyrket/udyrket	13	0,8
Total		1610	100,1

Bilag 2.2.2: Areal og ukloakerede ejendomme i oplandet til Engelsholm Sø. Tilløbene E3, E4, E5 og E10 hører med til umålte oplande, og E9 til målt grundvand.

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 3.1: Lokale nedbørs- og fordampningsdata for Engelsholm Sø, 1989-99.

Nedbør (mm)											
st. 23250, Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Januar	31,7	106,4	95,6	53,9	112,0	123,2	112,0	6,8	0,0	75,1	112,3
Februar	67,5	126,8	34,5	52,0	38,0	77,2	113,0	41,9	73,5	66,3	49,5
Marts	94,6	52,0	43,5	72,7	25,0	99,9	68,0	9,1	39,8	74,1	91,4
April	44,1	40,3	53,8	71,3	14,0	32,6	34,0	5,1	50,7	111,0	40,4
Maj	19,5	12,4	16,9	36,5	24,0	31,6	62,0	61,7	84,6	27,3	38,8
Juni	31,3	60,9	75,1	0,2	20,0	85,2	62,0	16,8	49,2	59,5	9,5
Juli	57,5	52,9	38,8	44,5	99,0	12,1	63,0	52,4	55,2	133,0	3,1
August	40,9	84,2	28,6	149,0	91,0	119,4	28,0	65,6	50,0	56,5	61,4
September	42,5	174,0	55,9	44,3	129,0	145,8	113,0	47,8	38,0	84,3	115,3
Oktober	111,2	102,3	60,7	79,7	105,0	65,5	33,0	83,9	101,2	214,3	92,7
November	28,9	51,5	106,8	154,6	42,0	82,7	67,0	132,9	28,8	54,8	29,8
December	68,6	66,4	76,0	61,5	134,0	134,7	20,0	42,8	66,7	65,6	173,3
I alt	638,3	930,1	686,2	820,2	833,0	1009,9	775,0	566,8	637,7	1021,8	817,5
Potentiel fordampning (mm)											
st. 23250, Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Januar	6,4	5,2	7,8	7,0	7	6,3	7	4	7	7	2,5
Februar	12,7	13,4	12,4	11,6	12,0	9,4	14,0	11	12,0	10,0	4,8
Marts	28,8	33,3	26,8	26,6	31,0	29,3	29,0	26	34,0	36,0	17,5
April	52,1	63,6	52,0	44,0	60,0	53,3	56,0	63	59,0	38,0	45,1
Maj	106,5	102,2	88,5	112,5	98,0	84,3	89,0	69	79,0	102,0	79,8
Juni	116,6	81,0	77,2	132,8	108,0	98,9	93,0	93	108,0	95,0	73,2
Juli	104,7	104,9	114,8	107,5	84,0	131,3	117,0	96	116,0	91,0	89,2
August	74,8	90,8	83,3	71,2	73,0	83,6	111,0	95	103,0	75,0	77,6
September	53,1	42,3	55,4	49,1	34,0	38,7	43,0	52	52,0	37,0	44,4
Oktober	24,5	24,5	25,3	25,0	19,0	25,1	25,0	23	23,0	18,0	15,8
November	11,8	10,4	9,2	8,5	5,0	10,2	10,0	8	8,0	8,0	5,7
December	5,3	4,9	4,9	4,0	4,0	5,1	4,0	2,0	4,0	5,0	2,9
I alt	597,3	576,5	557,6	599,8	535	575,5	598	542	605	522	458,5

1998: april og juli er der ikke registreret nedbør på målerne trods det var meget nedbørsrige måneder

derfor er der for disse to måneder anvendt nedbørstal for vandrup st.

1999: juni, er der kun registreret nedbør den 1. juni,

Bilag 4.1.1: Vandtilførsel til Engelsholm Sø, 1989-99.

Vandtilførsel (mill. m ³ /år)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E3 (320061)	0,044	0,066	0,054	0,000							
E4 (320079)	0,177	0,133	0,126	0,142							
E5 (320030)	0,186	0,268	0,164	0,177	0,158	0,353	0,296	0,063	0,067		
E6 (320031)	0,362	0,454	0,363	0,404	0,511	0,908	0,470	0,282	0,242	0,875	0,763
E8 (320033)	0,000	0,076	0,038	0,034	0,044	0,095	0,073	0,047	0,032	0,059	0,153
E10 (320045)	0,000	0,000	0,073	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Umålt opland	0,272	0,160	0,099	0,316	0,604	1,359	1,142	0,244	0,258	1,328	1,173
Overfladeafstr.	1,041	1,157	0,916	1,073	1,317	2,715	1,980	0,635	0,598	2,262	2,089
Nedbør	0,278	0,473	0,349	0,356	0,424	0,514	0,340	0,249	0,280	0,450	0,361
Grundvand, umålt	3,743	3,421	2,813	3,294	2,951	2,980	3,496	3,278	2,821	2,666	3,494
E7 Grundvand målt		0,488	0,488	0,481	0,426	0,438	0,448	0,437	0,410	0,442	0,442
E9 Grundvand målt		0,973	0,318								
Total vandtilførsel	5,059	5,539	4,884	5,204	5,118	6,647	6,265	4,599	4,109	5,819	6,385

Bilag 4.2.2.a: Fosfortilførsel til Engelsholm Sø, 1989-99.

Fosfortilførsel helårlig (tons)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E3 (320061)	0,009	0,016	0,011								
E4 (320079)	0,016	0,011	0,011	0,010							
E5 (320130)	0,024	0,029	0,017	0,013	0,014	0,035	0,024	0,007	0,005		
E6 (320131)	0,049	0,051	0,048	0,035	0,055	0,073	0,044	0,039	0,026	0,102	0,091
E8 (320133)		0,028	0,010	0,008	0,011	0,028	0,020	0,008	0,006	0,016	0,083
E10 (320145)		0,004	0,004								
Umålt tilløb	0,036	0,017	0,010	0,025	0,053	0,136	0,094	0,025	0,019	0,155	0,141
total afstrømning	0,135	0,156	0,110	0,090	0,132	0,272	0,182	0,079	0,055	0,273	0,315
Atm. deposition	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,004	0,004
Grundvand, umålt	0,172	0,153	0,129	0,151	0,136	0,137	0,161	0,151	0,130	0,107	0,122
Grundvand, målt		0,051	0,032	0,022	0,028	0,026	0,018	0,017	0,013	0,019	0,019
Samlet tilførsel	0,316	0,368	0,279	0,272	0,305	0,445	0,369	0,255	0,206	0,403	0,460
Fosfortilførsel sommer (1/5 - 30/9) (tons)											
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E3 (320061)		0,002	0,001								
E4 (320079)		0,002	0,001	0,003							
E5 (320130)	0,007	0,007	0,002	0,002	0,002	0,009	0,006	0,003	0,001		
E6 (320131)	0,008	0,008	0,003	0,005	0,008	0,010	0,005	0,004	0,003	0,024	0,007
E8 (320133)		0,007	0,003	0,002	0,002	0,009	0,006	0,003	0,001	0,001	0,015
E10 (320145)		0,001	0,001								
Umålt tilløb	0,010	0,004	0,001	0,004	0,008	0,035	0,022	0,011	0,002	0,037	0,011
Total afstrømning	0,024	0,030	0,012	0,018	0,021	0,064	0,039	0,021	0,007	0,062	0,033
Atm. deposition	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,002	0,002
Grundvand, umålt	0,071	0,059	0,051	0,054	0,055	0,065	0,074	0,056	0,049	0,046	0,060
Grundvand, målt		0,028	0,012	0,007	0,008	0,006	0,006	0,006	0,005	0,007	0,007
Samlet tilførsel	0,098	0,121	0,079	0,082	0,088	0,139	0,123	0,087	0,065	0,117	0,101

Bilag 4.2.2.b: Kildeopsplitning af fosfortilførslen til Engelsholm Sø, 1989-99.

Kildeopsplitning af fosfortilførsel (ton/år)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Byspildevand											
Regnvandsbetinget udløb									0,009	0,014	0,010
Spredt bebyggelse	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,038
Spildevand, ialt	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,081	0,086	0,048
Atm. deposition	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,004	0,004
Grundvand	0,172	0,204	0,160	0,173	0,164	0,163	0,179	0,168	0,143	0,126	0,141
Naturbidrag	0,050	0,072	0,047	0,059	0,066	0,157	0,097	0,030	0,025	0,111	0,113
dyrkningsbidrag	0,013	0,012	-0,009	-0,041	-0,006	0,043	0,012	-0,024	-0,051	0,076	0,154
Samlet tilførsel	0,316	0,368	0,279	0,272	0,305	0,445	0,369	0,255	0,206	0,403	0,460

Bilag 4.2.3.a: Kvælstoftilførslen til Engelsholm Sø, 1989-99.

Kvælstoftilførsel (ton/år)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E4 (320061)	0,375	0,496	0,421								
E3 (320079)	1,290	1,021	0,959	1,080							
E5 (320130)	1,153	1,465	0,943	0,915	0,876	1,863	1,468	0,409	0,305		
E6 (320131)	2,264	3,408	3,279	4,120	3,573	5,139	2,211	1,922	1,392	5,780	4,244
E8 (320133)		0,653	0,325	0,342	0,370	0,609	0,408	0,334	0,263	0,356	1,025
E10 (320145)		0,632	0,630								
målt opland	5,083	7,675	6,558	6,457	4,819	7,612	4,087	2,665	1,961	6,136	5,269
umålt opland	1,675	0,879	0,566	1,715	3,370	7,168	5,647	1,572	1,183	8,770	6,526
Afstrømning, ialt	6,757	8,554	7,124	8,172	8,189	14,780	9,734	4,236	3,144	14,906	11,795
Atm. deposition	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,660	0,660
Grundvand, umålt	7,890	7,002	5,889	6,913	6,218	6,279	7,367	6,907	5,944	9,409	7,804
Grundvand, målt -32		2,984	2,991	2,954	2,847	2,841	2,656	2,799	2,904	2,932	2,809
Grundvand, målt -42		0,672	0,656								
Samlet tilførsel	15,524	20,089	17,537	18,916	18,131	24,777	20,634	14,820	12,869	27,907	23,069
Sommer											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
E4 (320061)	0,035	0,049	0,017								
E3 (320079)	0,240	0,174	0,125	0,213							
E5 (320130)	0,410	0,240	0,203	0,144	0,226	0,386	0,396	0,154	0,016		
E6 (320131)	0,089	0,120	0,088	0,179	0,176	0,281	0,066	0,041	0,033	0,298	0,149
E8 (320133)		0,147	0,081	0,069	0,062	0,120	0,095	0,095	0,033	0,018	0,114
E10 (320145)		0,233	0,194								
målt opland	0,774	0,963	0,708	0,605	0,463	0,787	0,557	0,289	0,082	0,316	0,263
umålt opland	0,595	0,144	0,122	0,270	0,869	1,483	1,523	0,591	0,060	0,452	0,229
Afstrømning, ialt	1,369	1,107	0,829	0,875	1,332	2,270	2,080	0,880	0,142	0,767	0,492
Atm. deposition	0,368	0,368	0,368	0,367	0,368	0,368	0,368	0,367	0,368	0,274	0,274
Grundvand, umålt	3,233	2,713	2,314	2,483	2,532	2,993	3,402	2,579	2,246	4,072	3,813
Grundvand, målt -32		1,163	1,165	1,077	1,005	1,058	0,973	0,964	1,282	1,210	1,138
Grundvand, målt -42		0,264	0,257								
Samlet tilførsel	4,970	5,615	4,932	4,801	5,237	6,688	6,823	4,789	4,037	6,324	5,717

Bilag 4.2.3.b: Kildeopsplitning af kvælstoftilførslen til Engelsholm Sø, 1989-99.

Kildeopsplitning af kvælstoftilførsel (tons/år)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
- Byspildevand											
- Regnvandsbetinget udløb									0,035	0,054	0,041
- Industri											
Spredt bebyggelse	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,315	0,167
Spildevand i alt	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,351	0,369	0,208
Atm. deposition	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,660	0,660
Naturbidrag	1,666	1,851	1,374	2,073	2,107	4,615	3,169	0,953	0,777	3,710	3,112
Dyrkningsbidrag	4,775	6,387	5,434	5,782	5,766	9,849	6,249	2,968	2,015	10,828	8,475
Grundvand	7,890	10,657	9,536	9,867	9,065	9,120	10,023	9,706	8,847	12,341	10,613
Samlet tilførsel	15,524	20,089	17,537	18,916	18,131	24,777	20,634	14,820	12,869	27,907	23,069

Naturlig baggrundsbelastning (mg/l)	1,6	1,6	1,5	1,9	1,6	1,7	1,6	1,5	1,3	1,64	1,49
Overflade afstrømning (mill. m ³ /år)	1,04	1,16	0,92	1,09	1,32	2,71	1,98	0,64	0,60	2,26	2,09

Naturlig baggrundsbelastning oplyst af DMU.

Bilag 4.2.4: Jerntilførslen til Engelsholm Sø, 1989-99.

Jerntilførsel (tons/år)							
År	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
320030	0,049	0,160	0,108	0,032	0,022		
320031	0,154	0,227	0,202	0,106	0,069	0,320	0,382
320033	0,022	0,066	0,065	0,026	0,020	0,035	0,164
Målt tilløb	0,225	0,453	0,376	0,164	0,112	0,355	0,546
Umålt tilløb	0,191	0,617	0,417	0,125	0,085	0,486	0,587
Grundvand, umålt	1,340	1,353	1,587	1,488	1,281	0,747	1,000
Grundvand, målt-320032	0,097	0,095	0,104	0,121	0,083	0,122	0,099
Samlet tilførsel	1,853	2,518	2,484	1,898	1,561	1,710	2,232

Jerntilførsel (tons/maj-sept.)							
Sommer	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
320030	0,007	0,041	0,024	0,016	0,004		
320031	0,015	0,024	0,032	0,006	0,009	0,059	0,024
320033	0,006	0,029	0,025	0,013	0,002	0,002	0,037
Målt tilløb	0,027	0,094	0,081	0,035	0,015	0,061	0,061
Umålt tilløb	0,026	0,156	0,092	0,063	0,017	0,089	0,488
Grundvand, umålt	0,546	0,645	0,733	0,556	0,484	0,323	0,042
Grundvand, målt-320032	0,042	0,024	0,041	0,049	0,021	0,051	0,042
Samlet tilførsel	0,641	0,919	0,947	0,702	0,537	0,524	0,633

Bilag 5.1.1: Månedlig vandbalance i Engelsholm Sø, 1999.

VANDBALANCE

Sø 8888001 Engesh 1999 Alle værdier i 1000 m3

Tilførsel

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Somme	År
Tilløb 320131	140,1	59,2	106,1	52,2	2,9	3,5	7,7	0	18,9	96,9	44,3	231,1	33	762,8
Tilløb 320132	37,5	33,9	37,5	36,3	37,5	36,3	37,5	37,5	36,3	37,5	36,3	37,5	185,1	441,5
Tilløb 320133	25,1	12,6	26,3	11,3	3,1	3,9	2,7	2,9	5,1	14	6	40,1	17,6	152,9
Umålt opland	215,3	91	163,1	80,2	4,4	5,4	11,8	0	29,1	148,9	68,1	355,4	50,7	1172,9
Nedbør	49,7	21,9	40,4	17,8	17	4,2	1,4	26,9	50,5	40,8	13,1	76,9	99,9	360,6
Grundvand	238,8	287,9	304	245,3	383,3	410,2	325	296,2	292,9	237,6	256,2	217,5	1707,7	3494,9
Ialt	706,5	506,5	677,4	443,1	448,2	463,6	386	363,5	432,8	575,7	424	958,4	2094	6385,6
Afløb 320077	711,6	510	682,1	437,1	420,8	428,9	359,2	320,2	383,8	584,2	398,2	957,2	1912,8	6193,2
Fordampning	1,1	2,1	7,7	19,8	35	32,1	39,1	34	19,4	7	2,5	1,3	159,6	201,2
Fraløb, i alt	712,7	512,1	689,9	456,9	455,8	461	398,2	354,2	403,2	591,1	400,7	958,5	2072,4	6394,4
Magasinering	-6,2	-5,6	-12,5	-13,9	-7,6	2,6	-12,2	9,3	29,5	-15,4	23,3	-0,1	21,6	-8,8

Bilag 5.1.2: Vandbalance i Engelsholm Sø i perioden 1989-99.

År	Vandbalance										
mill. m³	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total vandtilførsel	5,06	5,54	4,88	5,20	5,12	6,65	6,26	4,60	4,11	5,82	6,38
Vandfraførsel	4,82	5,12	4,60	4,99	4,83	6,37	5,95	4,35	3,85	5,55	6,19
Fordampning	0,31	0,25	0,24	0,26	0,28	0,30	0,26	0,24	0,27	0,23	0,20
Total vandfraførsel	5,13	5,37	4,85	5,25	5,12	6,67	6,21	4,59	4,11	5,78	6,39
Magasinering	-0,02	0,04	-0,02	-0,04	0,00	-0,02	0,05	0,01	0,00	0,04	-0,01
Sommer	Vandbalance										
mill. m³	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total vandtilførsel	1,8	1,8	2	2	2	2,3	2	2	1	1,8	2,1
	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0,0
Vandfraførsel	2	2	1	1	2	2,0	2	1	1	1,6	1,9
Fordampning	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0,2
Total vandfraførsel	2	2	2	2	2	2,3	2	2	1	1,8	2,1
Magasinering	0,0	0,0	0,0	0	0,03	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
Vandets opholdstid	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
På årsbasis (år)	0,240	0,220	0,240	0,230	0,230	0,180	0,190	0,260	0,299	0,204	0,185
På årsbasis (dage)	88	80	88	84	84	66	69	95	109	74	68
1/5 - 30/9 (år)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2
1/5 - 30/9 (dage)	96	97	120	110	112	84	85	120	139	100	85
Afstrømningshøjde	11,7	12,2	11,0	12,0	11,7	15,2	14,2	10,5	9,4	13,2	14,6

Bilag 5.2.1: Månedsbalance for fosfor, Engelsholm Sø, 1999.

STOFBALANCE													
8888001 Engelsho 1999													
Alle værdier i kg													
Total fosfor													
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Somme År
Tilløb 320131	10,1	14	9,5	8,4	0,4	1	1,8	0	3,9	16,1	6,6	19,7	7,1 91,4
Tilløb 320132	1,5	1,4	1,3	1,1	1,4	1,4	1,1	1,2	1,8	2,3	2,3	2,3	6,8 19,1
Tilløb 320133	7,7	5,6	8,9	5,1	1,7	2,5	2,2	3,1	5,4	14,1	7,3	19,1	14,8 82,7
Umålt opland	15,5	21,5	14,6	12,9	0,7	1,5	2,8	0	6,1	24,8	10,1	30,3	10,9 140,5
Grundvand	8,4	10,1	10,6	8,6	13,4	14,4	11,4	10,4	10,3	8,3	9	7,6	59,8 122,3
Atm. deposit	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,8 4,4
Samlet tilførsel	43,5	52,9	45,4	36,5	17,9	21,1	19,5	15	27,7	66	35,5	79,4	101,3 460,4
Samlet fraløb	30,9	24,4	29,7	9	9,9	21,2	25,8	31,6	39,2	47,2	18,4	52,1	127,6 339,3
Magasinering	4,4	-2,4	-20,4	7,7	10,2	17,5	56,8	15,1	-22,1	-53,6	-7,1	-1,5	77,5 4,4
Retention	8,2	30,9	36,1	19,8	-2,2	-17,6	-63,1	-31,6	10,6	72,4	24,3	28,8	-103,7 116,7
Ialt	12,6	28,5	15,7	27,5	8,1	-0,1	-6,2	-16,6	-11,5	18,7	17,2	27,2	-26,3 121,1

Bilag 5.2.2: Massebalance for fosfor, Engelsholm Sø 1989-99 samt fosfortilførsel og -balance beregnet efter målinger i tilløb, korrigeret for 39% underestimering, og efter sømodel (Jensen, J.P. et al., 1995).

Fosforbalance (tons)											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet tilførsel,	0,316	0,368	0,279	0,272	0,305	0,445	0,369	0,255	0,206	0,403	0,460
Total fraførsel	0,392	0,511	0,393	0,551	0,434	0,406	0,340	0,223	0,181	0,264	0,339
Tilbageholdelse	-0,077	-0,143	-0,114	-0,279	-0,129	0,039	0,029	0,033	0,025	0,139	0,121
Tilbageholdelse, i %	-24,3	-38,8	-40,7	-102,6	-42,4	8,7	7,8	12,8	12,2	34,5	26,3
Magasinering	0,002	0,000	-0,003	-0,018	-0,004	0,000	0,000	0,027	-0,005	0,004	0,004
Intern belastning	0,079	0,142	0,111	0,261	0,126	-0,038	-0,028	-0,006	-0,030	-0,136	-0,012
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet tilførsel, ton	0,098	0,121	0,079	0,082	0,088	0,139	0,123	0,087	0,065	0,117	0,101
Total fraførsel	0,214	0,279	0,171	0,277	0,254	0,166	0,148	0,107	0,083	0,086	0,128
Tilbageholdelse	-0,116	-0,158	-0,092	-0,194	-0,166	-0,028	-0,025	-0,020	-0,018	0,031	-0,026
Tilbageholdelse, i %	-118	-131	-117	-236	-188	-20	-20	-23	-28	27	-26
Magasinering	0,125	0,122	0,036	0,113	0,084	0,090	0,050	-0,015	0,019	0,001	0,078
Intern belastning	0,238	0,280	0,128	0,307	0,250	0,118	0,075	0,006	0,037	-0,030	0,104
Indløbskonc, år	0,062	0,068	0,057	0,052	0,060	0,067	0,059	0,056	0,051	0,069	0,072
Indløbskonc, sommer	0,064	0,066	0,048	0,050	0,051	0,061	0,055	0,054	0,045	0,067	0,048
udløbskonc, år	0,076	0,095	0,081	0,105	0,085	0,061	0,055	0,049	0,044	0,0456	0,0531
udløbskonc, sommer	0,135	0,156	0,109	0,163	0,148	0,073	0,066	0,067	0,057	0,0486	0,0616

Fosfor (tons/år)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1) Total tilførsel beregnet	0,316	0,343	0,267	0,272	0,305	0,445	0,369	0,255	0,206	0,403	0,460
2) Fosfortilførsel model	0,550	0,709	0,536	0,769	0,617	0,510	0,428	0,296	0,249	0,318	0,346
3) Total tilførsel incl. 39% korrekt.	0,435	0,473	0,367	0,374	0,420	0,614	0,509	0,351	0,283	0,558	0,638
Dyrkning beregnet	0,013	0,012	-0,009	-0,041	-0,006	0,043	0,012	-0,024	-0,051	0,076	0,154
Dyrkning model (overfl.afstr.)	0,247	0,361	0,252	0,471	0,326	0,108	0,071	0,016	0,000	0,005	0,050
Dyrkning v. 39%korrekt.(overfl.afstr.)	0,132	0,125	0,084	0,076	0,130	0,213	0,153	0,072	0,026	0,232	0,332
Total fraførsel beregnet	0,392	0,511	0,393	0,551	0,434	0,406	0,340	0,223	0,181	0,264	0,339
Tilbageholdelse beregnet	-0,077	-0,168	-0,126	-0,279	-0,129	0,039	0,029	0,033	0,025	0,139	0,121
Tilbageholdelse DMU-model	0,157	0,198	0,143	0,219	0,182	0,104	0,087	0,073	0,068	0,054	0,007
Tilbageholdelse v. 39% korrekt.	0,043	-0,038	-0,025	-0,176	-0,014	0,209	0,169	0,129	0,102	0,295	0,299
Tilbageholdelse beregnet, % af tilført	-24,3	-49,0	-47,2	-102,6	-42,4	8,7	7,8	12,8	12,2	34,5	26,3
Tilbageholdelse DMU-model, % af tilført	28,6	28,0	26,7	28,4	29,6	20,4	20,5	24,7	27,3	17,0	1,9
Tilbageholdelse v. 39% korrekt., % af tilført	9,9	-8,0	-6,9	-47,1	-3,3	33,9	33,2	36,7	36,0	52,8	46,9
Indløbskoncentration v. 39%'s korrektion (mg P/l)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
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)											

Bilag 5.2.3: Månedsbalance for kvælstof, Engelsholm Sø, 1999.

STOFBALANCE

1999 Nitrogen, total
8888001 Engelsholm Sø Alle værdier i kg

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Somme År
Tilløb 320131	772,5	269,9	493,1	170,1	7,1	7,7	16,8	0	117,5	524	221,9	1644,1	149 4244,4
Tilløb 320132	266,2	219,3	231,6	219	229,7	223,8	227,4	228,5	229	243,9	239,9	250,9	1138,4 2809,1
Tilløb 320133	172,7	93,4	162	85,2	21,7	22,6	18,3	19	32,1	93,3	54,3	250,1	113,6 1024,8
Umålt opland	1187,7	414,9	758,1	261,5	10,9	11,8	25,8	0	180,7	805,6	341,1	2527,9	229,2 6526,1
Grundvand	533,1	643	678,8	547,7	856	916,1	725,7	661,5	654	530,5	572	485,7	3813,2 7804,1
Atm. deposit	55,4	55,3	55,2	55	54,8	54,8	54,7	54,8	54,7	55,1	55,4	273,9	660,4
Total tilførsel	2987,6	1695,8	2378,8	1338,6	1180,2	1236,7	1068,7	963,7	1268,1	2252,4	1484,4	5214,1	5717,3 23069
Total fraførsel	1853,4	1477,1	1926,4	1173,8	427,7	373,5	303,8	258,4	303,9	764,5	591,3	1994,8	1667,3 11449
Magasinerings Retention	268,2 865,9	-71,6 290,3	-1015 1467,4	-617,6 782,4	-742,5 1495	-5,1 868,3	89 675,9	-144,4 849,7	342,3 621,9	132,8 1355,1	742,3 150,8	347,6 2871,6	-460,7 4510,7
Ialt	1134,1	218,7	452,4	164,8	752,4	863,2	764,9	705,3	964,2	1487,9	893,1	3219,2	4050,1 11620

Bilag 5.2.4: Massebalance for kvælstof, Engelsholm Sø, 1989-99.

Kvælstofbalance for Engelsholm Sø											
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet tilførsel, tons/år	15,524	20,089	17,537	18,916	18,131	24,777	20,634	14,820	12,869	27,907	23,069
Samlet fraførsel, tons/år	11,924	13,251	11,084	15,081	14,173	13,364	9,891	6,692	6,202	10,957	11,449
Magasinerings Intern belastning	-2,703 -6,304	-0,869 -7,707	-1,558 -8,011	0,942 -2,894	-1,497 -5,456	-1,134 -12,546	-2,637 -13,380	1,626 -6,502	-1,045 -7,712	0,611 -16,339	-0,674 -12,294
Tilbageholdelse	3,600	6,838	6,453	3,836	3,959	11,413	10,743	8,127	6,667	16,950	11,620
Tilbageholdelse i %	23,2	34,0	36,8	20,3	21,8	46,1	52,1	54,8	51,8	60,7	50,4
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Samlet tilførsel, ton	4,970	5,615	4,932	4,801	5,237	6,688	6,823	4,789	4,038	6,324	5,717
Samlet fraførsel, ton	3,536	3,515	2,402	3,980	3,158	1,676	1,859	1,166	1,370	1,429	1,667
Magasinerings Intern belastning	0,110 -1,324	-1,505 -3,606	-1,295 -3,826	-3,182 -4,003	-1,059 -3,138	-0,289 -5,301	-0,640 -5,603	-0,604 -4,228	-0,729 -3,396	-1,651 -6,546	-0,461 -4,511
Retention, t/år	1,434	2,101	2,531	0,821	2,079	5,012	4,963	3,624	2,667	4,895	4,050
Retention, % af tilførsel	28,9	37,4	51,3	17,1	39,7	74,9	72,7	75,7	66,1	77,4	70,8
Indløbskonc. år (mg/l)	3,038	3,691	3,603	3,589	3,543	3,728	3,294	3,223	3,132	4,796	3,613
Indløbskonc. sommer (mg/l)	3,240	3,050	3,006	2,913	3,050	2,924	3,032	2,964	2,796	3,595	2,730
Udløbskonc. år (mg/l)	2,324	2,583	2,161	2,940	2,763	2,605	1,928	1,305	1,209	2,136	2,232
Udløbskonc. sommer (mg/l)	2,234	1,969	1,529	2,347	1,839	0,736	0,829	0,727	0,943	0,807	0,805

Bilag 5.2.5: Månedsbalance for jern i Engelsholm Sø, 1999.

STOFBALANCE

8888001 Engelsholm Sø

1999 Jern

Alle værdier i kg

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Sommer	År
Tilførsel 320131	43,7	95,4	50,1	50,4	2,5	3,6	6,6	0	10,8	37,3	17,6	63,6	23,6	381,6
Tilførsel 320132	8,8	7,2	7	6,8	9,2	9,8	7,8	6,9	8	9,3	9,1	9,4	41,7	99,3
Tilførsel 320133	10,1	6,8	8,3	4,9	2,7	5,9	4	7,7	16,8	43,7	13,5	39,9	37,1	164,3
Udmålt opland	67,1	146,7	77,1	77,5	3,9	5,6	10,1	0	16,7	57,4	27	97,7	36,2	586,8
Grundvand	68,3	82,4	86,9	70,1	109,6	117,3	92,9	84,7	83,8	67,9	73,3	62,2	488,4	999,5
Atm. deposit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total tilførsel	197,9	338,4	229,5	209,9	127,9	142,3	121,4	99,4	136	215,6	140,4	272,8	627	2231,6
Samlet fraførsel	139,9	108,7	125,9	64,4	215	115,6	78,1	87,5	95,4	146,4	65,7	213,9	591,6	1456,4
Magasinering	13,8	-1,3	-81	38	528,8	-535,9	179,7	59,7	-133,2	-101,7	-17,9	-3,9	99,2	-54,9
Retention	44,3	231	184,6	107,6	-615,8	562,5	-136,4	-47,8	173,8	170,9	92,6	62,7	-63,7	830
Ialt	58,1	229,7	103,6	145,5	-87	26,7	43,4	11,9	40,6	69,2	74,7	58,9	35,4	775,2

Bilag 5.2.6: Massebalance for jern, Engelsholm Sø, 1989-99.

Jernbalance (tons/år)							
ÅR	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total tilførsel	1,853	2,518	2,484	1,898	1,561	1,710	2,232
Total fraførsel	1,382	1,431	1,210	0,765	0,545	0,969	1,456
Magasinering	-0,104	0,103	0,001	-0,078	-0,093	0,081	-54,9
Tilbageholdelse	0,4716	1,0864	1,2749	1,1328	1,016	0,741	0,775
Tilbageholdelse i %	25,4	43,2	51,3	59,7	65,1	43,3	34,7

Jernbalance (tons/sommer (1/5-30/9))							
Sommer(1/5-30/9)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total tilførsel	0,6407	0,9189	0,9471	0,7024	0,537	0,5239	0,627
Total fraførsel	0,6662	0,4721	0,4653	0,2023	0,1898	0,367	0,592
Magasinering	0,111	0,2247	0,2036	0,0448	0,033	-0,0141	0,099
Tilbageholdelse	-0,0255	0,4468	0,4818	0,5001	0,3472	0,1569	0,035
Tilbageholdelse i %	-4,0	48,6	50,9	71,2	64,7	29,9	5,6

Bilag 6.3.0: Tidsvægtede sommer- og helårslige gennemsnit af vandkemiske variabler i Engelsholm Sø, 1989-99.

Års middel	Sigtd.	Klorofyl	pH	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat kvælstof	Silicium	Tot. jern	Alkal.	Lednings- evne	Susp. stof	Glødetab	COD
År	m	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l
1989	1,19	0,058	8,40	0,091	0,005	2,19	0,96	0,095	0,868	8,10		1,57	297,0	16,7	12,3	
1990	0,91	0,070	8,31	0,112	0,007	2,47	1,37	0,086	1,285	5,43	0,780	1,55	293,8	20,1	12,0	
1991	0,84	0,063	8,52	0,093	0,004	2,25	1,24	0,036	1,204	8,41	0,071	1,42	286,0	17,1	11,0	
1992	0,86	0,084	8,61	0,124	0,006	2,81	1,63	0,068	1,561	8,89		1,40	291,0	25,9	17,2	22,4
1993	1,51	0,058	8,16	0,103	0,019	2,82	1,83	0,303	1,523	8,38	0,305	1,62	298,0	14,5	10,8	14,0
1994	2,02	0,024	8,13	0,066	0,017	1,74	1,19	0,102	1,086	7,19	0,221	1,87	297,0	8,2	6,0	7,1
1995	2,66	0,033	8,11	0,059	0,013	1,47	0,95	0,068	0,883	9,43	0,192	1,60	290,0	8,1	6,2	7,6
1996	2,44	0,029	8,00	0,055	0,018	1,39	0,84	0,092	0,743	11,83	0,199	1,71	308,7	6,5	5,5	6,2
1997	2,52	0,026	8,09	0,051	0,010	1,43	0,89	0,092	0,797	9,22	0,135	1,50	242,2	7,0	6,0	6,3
1998	2,85	0,017	7,93	0,047	0,015	1,79	1,39	0,113	1,278	11,76	0,160	1,56	298,0	5,6	5,1	5,0
1999	2,21	0,029	7,96	0,062	0,016	1,51	1,06	0,083	0,982	12,34	0,238	1,61	260,2	6,6	5,7	5,9

Sommer middel	Sigtd.	Klorofyl	pH	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat kvælstof	Silicium	Tot. jern	Alkal.	Lednings- evne	Susp. stof	Glødetab	COD
År	m	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l
1981	0,69		8,94	0,146	0,008	1,586	0,493	0,077	0,416	7,994		1,44	248,0	29,2	19,6	
1982																
1983	0,52											1,30				
1984																
1985	0,54		9,00									1,33	264,8			
1986																
1987	0,51		8,67									1,50	260,6			
1988																
1989	0,86	0,077	8,78	0,124	0,004	1,788	0,349	0,044	0,306	11,8		1,57	289,2	21,8	17,6	27,0
1990	0,59	0,106	8,58	0,170	0,009	2,162	0,539	0,092	0,447	5,5	0,780	1,62	292,4	29,0	17,9	39,1
1991	0,70	0,069	9,01	0,119	0,005	1,691	0,474	0,026	0,448	10,2	0,071	1,38	285,3	21,7	14,5	32,0
1992	0,53	0,123	9,24	0,196	0,009	2,362	0,646	0,067	0,580	13,9		1,38	280,3	41,4	30,0	36,9
1993	0,83	0,110	8,53	0,166	0,024	2,126	0,770	0,257	0,514	11,9	0,438	1,72	293,5	25,1	18,5	24,6
1994	1,57	0,038	8,40	0,075	0,012	0,811	0,221	0,019	0,202	8,0	0,218	1,92	314,3	9,6	6,5	8,4
1995	1,84	0,050	8,34	0,074	0,006	0,896	0,291	0,039	0,252	10,4	0,225	1,71	295,0	10,0	7,9	10,6
1996	2,06	0,039	8,25	0,079	0,026	0,781	0,219	0,106	0,113	14,8	0,174	1,77	300,3	7,2	6,1	7,5
1997	1,95	0,044	8,50	0,065	0,004	1,060	0,227	0,041	0,185	9,8	0,132	1,51	218,6	9,7	7,4	8,2
1998	2,49	0,019	7,98	0,053	0,009	0,850	0,393	0,068	0,326	11,9	0,184	1,71	300,0	5,6	5,0	5,0
1999	2,02	0,039	8,45	0,080	0,011	0,846	0,246	0,061	0,185	8,1	0,310	1,64	266,6	8,9	6,7	7,1

Bilag 6.3.1: Ilt- og temperaturprofiler i Engelsholm Sø, 1999. Fortsættes...

Dybde cm	Ilt mg/l	Iltmæt- ning %	Temp C	Dybde cm	Ilt mg/l	Iltmæt- ning %	Temp C
16.03				08.06			
23	12,7	95,8	3,5	20	8,4	87,7	17,1
102	12,5	93,9	3,5	102	8,1	84,4	17,1
199	12,4	93,5	3,5	201	7,8	81,1	17
301	12,8	96,8	3,5	225	7,6	78,4	16,9
407	13,3	100,1	3,4	252	7,3	75,8	16,8
449	13	97,8	3,5	300	6,8	70,4	16,6
498	13,1	99,1	3,5	399	5,8	59,1	16,5
				425	5,3	54,1	16,5
07.04				450	4,6	46,7	16,4
21	11	95,7	9,3	475	3,9	39,6	16,3
98	11	95,9	9,3	499	1,1	10,9	16,3
201	11	96,4	9,3				
303	11,2	97,7	9,3	21.06			
398	11,2	98,2	9,3	18	7,8	82,1	17,9
478	11,2	98,1	9,3	100	7,5	79,6	17,9
				200	7,5	79,3	17,8
27.04				300	7,6	80,2	17,8
21	13	120,3	11,8	400	7,6	80,3	17,8
100	13,3	123,4	11,8	425	7,5	79,1	17,8
199	13,5	125,2	11,8	448	4,9	51,1	17
299	13,7	127,1	11,8	476	0,7	7,6	16,3
401	14	129,4	11,7				
450	14,1	130	11,8	07.07			
485	11,6	106,8	11,7	20	10,6	111,7	17,9
495	11	99,2	10,6	100	10,9	115,5	17,9
				200	11,2	117,8	17,9
10.05				300	11,4	120,8	17,9
20	11,3	108,6	13,4	400	11,6	122,5	17,9
99	11,6	110,7	13	424	0	0	16,5
203	11,9	113	12,9	450	0	0	15,9
302	12	113,6	12,8	479	0	0	15,6
403	11,8	111,6	12,8	517	0	0	15,4
450	11,7	110,5	12,8				
451	11,4	107,7	12,8	22.07			
				21	11,6	130,5	20,9
25.05				101	11,9	133,5	20,9
8	10,9	110,3	15,7	201	12,1	136,1	20,8
48	11	110,7	15,7	251	10,9	122,2	20,7
100	11	111,4	15,8	271	10,8	120,2	20,6
153	11,1	112,1	15,8	301	3,4	37,5	19,5
198	11,2	112,8	15,8	325	0,9	9,8	18,5
248	11,3	114,3	15,8	350	0,4	4,4	17,6
299	11,4	115,3	15,7	402	0,2	1,7	17,2
350	11,6	116,7	15,7	451	0,1	1,3	15,9
400	11,7	117,6	15,7	499	0,1	0,9	15,7
450	11,7	117,6	15,7				

Bilag 6.3.1: ...fortsat: Ilt- og temperaturprofiler i Engelsholm Sø, 1999.

Dybde	Ilt	Iltmætning	Temp
cm	mg/l	%	C
03.08			
22	11,5	131,7	22,1
103	11,3	129,8	21,9
148	7,2	80,7	20,8
201	1,1	11,8	19,4
250	0	0	18,7
303	0	0	18
401	0	0	17,6
447	0	0	17,1
477	0	0	17
503	0	0	17
17.08			
20	13,6	144,9	18,3
100	13,8	146,1	18
150	13,3	140	17,8
201	12,5	130,9	17,6
250	9,2	95,9	17,5
299	6,5	68,3	17,4
352	6,2	65,2	17,4
401	4,7	49,4	17,3
425	4,4	46,3	17,2
450	5,3	54,9	17,2
475	5,6	57,7	17,1
31.08			
2	8,9	94,1	17,8
22	9	94,3	17,8
76	8,9	93,4	17,6
90	8,5	89,2	17,5
101	8,6	90,6	17,5
102	8,5	89,5	17,5
151	8,5	88,6	17,5
212	8	84,2	17,4
231	8,1	84,9	17,4
301	7	73,1	17,3
333	6	62,7	17,2
403	6,5	67,4	17,2
416	6,7	69,7	17,2
499	4,7	48,4	17
501	3,5	36,4	17
15.09			
18	9,2	99	18,5
101	9,2	98,4	18,5
202	9,2	97,6	18,4
297	8,4	89,3	18,1
351	6,3	66,6	18,1
399	4,8	51	17,9
449	2,7	27,8	17,4
473	0,5	5,4	16,9
500	0,2	2,4	16,7

Dybde	Ilt	Iltmætning	Temp
cm	mg/l	%	C
28.09			
20	6,8	68,4	15,9
102	6,6	67	15,9
206	6,4	64,3	15,9
299	6,3	63,9	15,9
410	6,3	63,8	15,9
473	6,2	63,1	15,9
495	5,9	60	15,9
500	5,2	52,2	15,8
12.10			
20	7,9	72,8	11,7
96	7,8	71,6	11,7
203	7,7	71,2	11,7
300	7,7	71,3	11,7
397	7,8	71,9	11,7
451	7,8	72	11,7
474	7,8	71,6	11,7
500	7,8	71,6	11,6
523	7,5	69,2	11,6
02.11			
16	11,6	101,1	9,2
96	11,7	101,9	9,2
299	12,1	105,3	9,2
421	12,3	107	9,2
473	12,2	106,1	9,2
491	11,9	103,4	9,2
14.12			
23	11,6	87,5	3,4
98	11,6	87,1	3,4
201	11,5	86,7	3,4
303	11,5	86,4	3,4
402	11,5	86,6	3,4
450	10,2	76,6	3,4

Bilag 6.5.1: Antal af de fundne planteplankton fordelt på grupper på prøvetagningsdatoerne i Engelsholm Sø, 1999.

Engelsholm Sø 1999	Kiselalger	Blågrønalger	Grønalger	Rekylalger	Furealger	Stilkalger	Gulalger	Ubestemte	Total-biomasse
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
16.03.99	0,69	0	0	0,276	0	0	0	0,046	1,0120
07.04.99	0,273	0	0	0,074	0	0	0	0,028	0,375
27.04.99	9,527	0	0	0,004	0	0	0	0	9,531
10.05.99	0,161	0	0	0,044	0,009	0	0	0	0,214
25.05.99	0	0	0	0,028	0,286	0	0	0	0,314
08.06.99	0,002	0	0	0,126	0,298	0	0	0,022	0,448
21.06.99	1,888	2,023	2,023	0,235	0,584	0	0	0,013	6,766
07.07.99	6,057	29,612	29,612	0	0,607	0	0	0	65,888
21.07.99	1,264	1,401	1,401	0,698	1,687	0,377	0	0	6,828
03.08.99	3,822	5,223	5,223	0,981	0,402	0	0	0	15,651
17.08.99	2,307	15,067	15,067	0	0,075	0	0	0	32,516
31.08.99	1,245	2,438	2,438	0,351	0,545	0,141	0,645	0	7,803
15.09.99	0,377	0,836	0,836	2,766	0,133	0,03	0,096	0	5,074
28.09.99	0,611	0,278	0,278	0,065	0,055	0	0	0	1,287
12.10.99	0,043	0,278	0,278	0,002	0	0	0	0,001	0,602
02.11.99	0,123	0,012	0,012	0,045	0	0	0	0,036	0,228
Median									3,18
Minimum									0,21
Maksimum									65,89

Bilag 6.5.2: Tidsvægtede sommergennemsnit af planteplanktonbiomasse, absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Engelsholm Sø, 1989-99.

Tidsvægtede sommergennemsnit	Kiselalger	Blågrønalge	Grønalger	Rekylalger	Furealger	Stilkalger	Gulalger	Ubestemte	Total-biomasse
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1989	1,34	65,32	0,98	0,07				0,07	67,78
1990	4,16	32,32	0,26	0,06				0,36	37,16
1991	1,18	28,92	0,81	0,07				0,16	31,14
1992	0,22	71,20	0,95					0,11	72,48
1993	2,17	71,04	0,04	0,55				0,06	73,86
1994	4,85	15,89	0,09	0,38				0,08	21,30
1995	5,08	3,68	0,12	0,62	0,63		0,87	0,28	11,26
1996	2,23	6,92	0,01	0,38	0,07	0,64		0,27	10,52
1997	6,65	20,38	0,13	0,68	0,00	0,24	0,00	0,15	28,23
1998	1,55		0,19	0,18	0,35	0,03	0,01	0,06	2,37
1999	1,85	5,38	0,14	0,48	0,43	0,05	0,07	0,00	8,40

Tidsvægtede sommergennemsnit	Kiselalger	Blågrønalge	Grønalger	Rekylalger	Furealger	Stilkalger	Gulalger	Ubestemte	Total-biomasse
Relativ fordeling	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1989	2,0	96,4	1,4	0,1				0,1	100
1990	11,2	87,0	0,7	0,2				1,0	100
1991	3,8	92,9	2,6	0,2				0,5	100
1992	0,3	98,2	1,3	0,0				0,1	100
1993	2,9	96,2	0,1	0,7				0,1	100
1994	22,8	74,6	0,4	1,8				0,4	100
1995	45,1	32,6	1,1	5,5	5,6		7,7	2,5	100
1996	21,2	65,8	0,1	3,6	0,7	6,1		2,5	100
1997	23,6	72,2	0,5	2,4	0,0	0,8	0,0	0,5	100
1998	65,4		7,9	7,8	14,8	1,1	0,4	2,7	100
1999	22,0	64,1	1,6	5,7	5,1	0,6	0,8	0,0	100,0

Bilag 6.5.3: *Biomasse af dyreplankton fordelt på grupper på prøvetagningsdatoerne i Engelsholm Sø, 1999.*

	Hjuldyr	Cladoceer	Calanoide copepoder	Cyclopoide copepoder	Totalbiomasse
	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l
16.03.99	0,0	39,7	73,6	15,7	129,0
07.04.99	20,7	341,0	145,4	49,9	557,0
27.04.99	4,2	1413,3	251,3	250,6	1919,4
10.05.99	100,8	1422,2	328,7	49,1	1900,8
25.05.99	2,2	749,3	222,8	91,4	1065,6
08.06.99	4,6	538,9	144,3	247,2	934,9
21.06.99	44,6	311,1	158,4	160,7	674,7
07.07.99	116,4	45,0	64,7	107,9	334,0
21.07.99	237,0	68,6	37,7	149,5	492,8
03.08.99	70,3	33,6	12,1	45,0	161,0
17.08.99	158,7	16,8	19,7	53,5	248,7
31.08.99	62,2	88,3	125,5	239,4	515,4
15.09.99	35,8	893,9	343,7	731,5	2004,9
28.09.99	18,1	1085,6	1108,4	29,3	2241,3
12.10.99	1,6	321,1	328,9	26,8	678,4
02.11.99	0,8	6,1	872,1	16,1	895,1
Median					676,6
Min.					129,0
Max.					2241,3

Bilag 6.5.4: *Tidsvægtede sommergennemsnit af dyreplanktonbiomasse, absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Engelsholm Sø, 1989-99.*

Tidsvægtede sommergennemsnit	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	1,134
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	1,074
1996	0,075	0,461	0,247	0,205	0,989
1997	0,116	0,577	0,082	0,057	0,832
1998	0,006	0,762	0,323	0,210	1,301
1999	0,077	0,474	0,204	0,180	0,934

Tidsvægtede sommergennemsnit	Hjuldyr	Cladoceer	Cal. copepoder	Cycl. copepoder	Total-biomasse
Relativ fordeling	%	%	%	%	%
1989	8,5	54,4	28,9	8,2	100
1990	1,1	83,1	10,9	5,0	100
1991	3,0	51,5	28,8	16,7	100
1992	0,5	79,4	11,8	4,5	100
1993	2,5	82,7	11,9	2,9	100
1994	2,1	71,0	21,3	5,6	100
1995	2,9	62,3	20,2	15,4	100
1996	7,6	46,6	25,0	20,7	100
1997	14,0	69,4	9,8	6,8	100
1998	0,5	58,6	24,8	16,1	100
1999	8,3	50,7	21,8	19,2	100,0

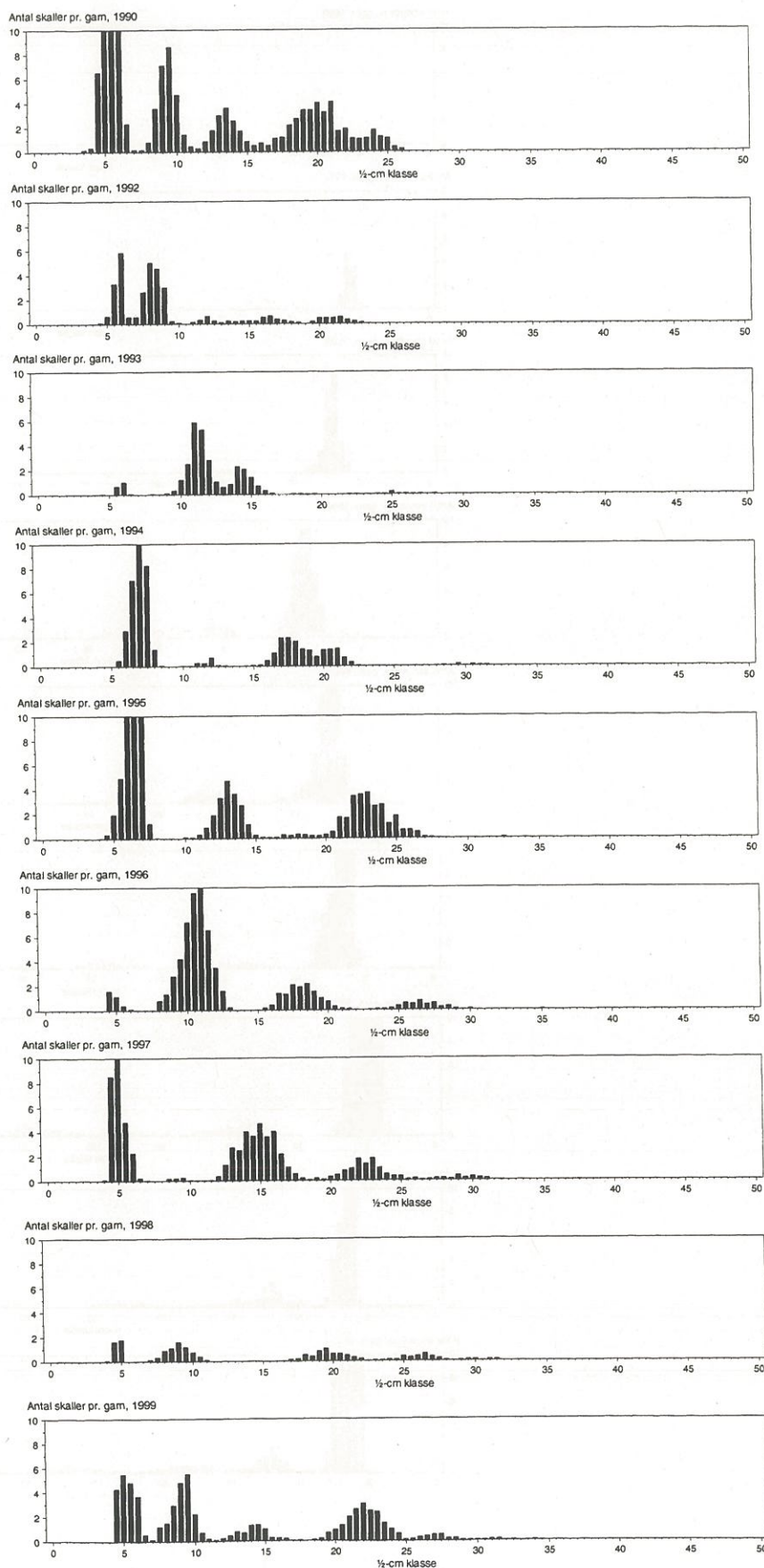
Bilag 6.6.1: Fiskeyngeldata i Engelsholm Sø, 1999.

Sektions nr.	1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Pelagiet 1														
Vandmængde	8,64	8,71	10,21	11,51	11,11	10,85	61,03							
Filtreret, m3														
Navn	Antal						Antal pr. m3	Vægt g						Vægt g pr.m3
Skalle	95	33	20	20	4	13	3,03	15,768	6,671	3,55	3,721	4,037	2,674	0,60
Aborre	0	0	0	2	3	5	0,16	0	0	0	1,217	1,533	1,584	0,07
Total	95	33	20	22	7	18	3,20	15,77	6,67	3,55	4,94	5,57	4,26	0,67
Sektionsnr	1	2	3	4	5	6	Total	1	2	3	4	5	6	Total
Littoral														
Vandmængde	9,68	9,35	9,18	10,05	10,05	11,11	59,42							
Filtreret, m3														
Navn	Antal						Antal pr. m3	Vægt g						Vægt g pr.m3
Skalle	278	295	530	41	26	31	19,68	38,91	56,54	99,56	6,9	4,98	5,02	3,6
Aborre	1	0	1	1	0	5	0,13	0	0	0,78	0,54	0	4,39	0,1
Hork						1	0,02						0,32	0,01
Total	279	295	531	42	26	37	19,83	38,91	56,54	100,34	7,44	4,98	9,73	3,7

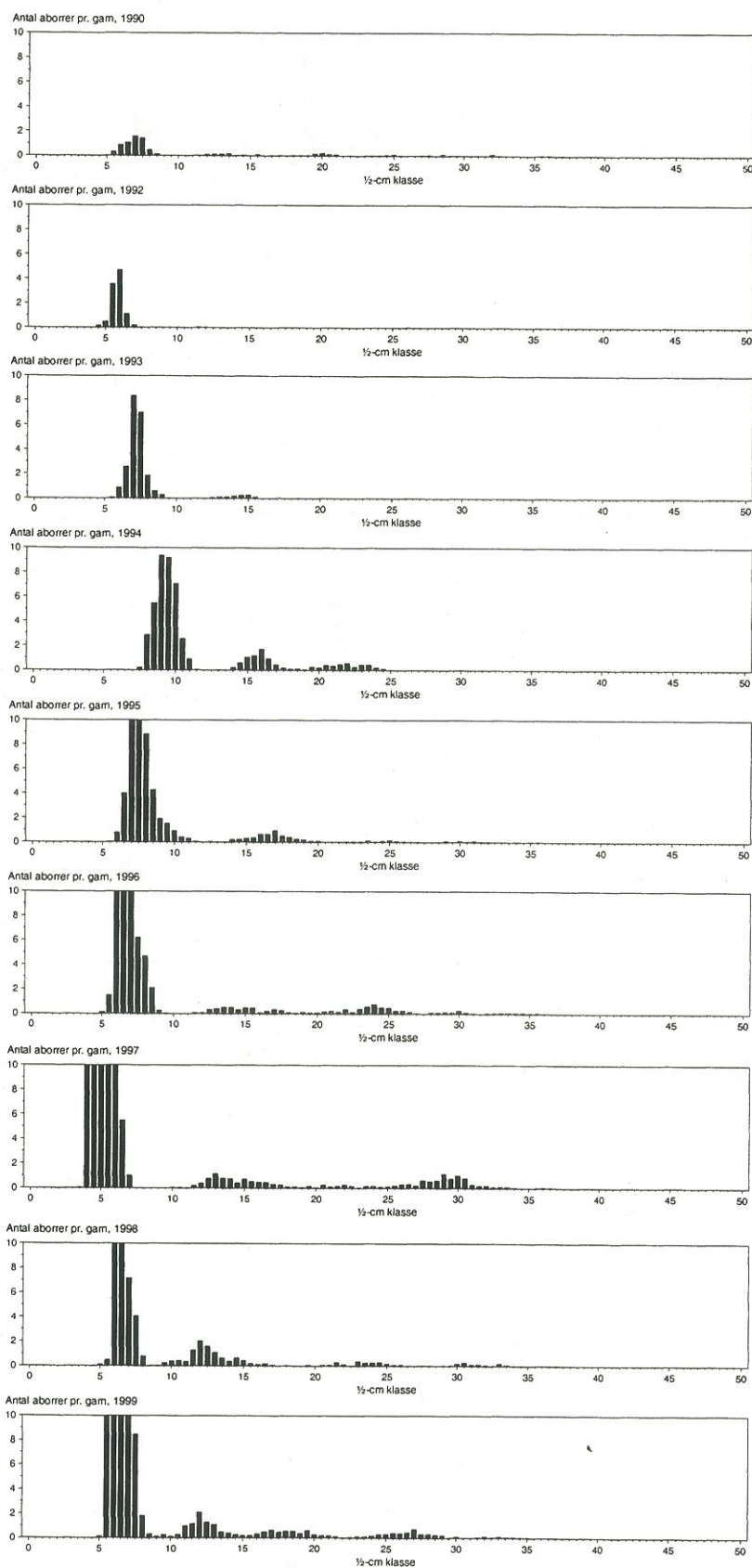
Bilag 6.6.2: Fangst pr. garn og skønnet biomasse af de fangne fiskearter i Engelsholm Sø, 1999.

Antal fisk < 10 cm fanget pr. garn					
	GARN	MIN	MAX	G-Lit	G-Pel
SKALLE	34,7	30,6	39,4	27,3	39,7
ABORRE	141,5	95,3	210,0	249,3	69,6
BRASEN	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
HORK	15,4	10,3	22,9	30,0	5,6
GEDDE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUM	191,7	136,3	272,5	306,8	115,0
Antal fisk > 10 cm fanget pr. garn					
	GARN	MIN	MAX	G-Lit	G-Pel
SKALLE	31,6	28,8	34,7	27,3	34,5
ABORRE	18,5	13,8	24,7	31,8	9,6
BRASEN	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1
HORK	3,0	1,6	5,6	6,8	0,4
GEDDE	0,2	0,1	0,2	0,4	0,0
SUM	53,5	44,4	65,4	66,6	44,6
Vægt af fisk < 10 cm fanget pr. garn					
	GARN	MIN	MAX	G-Lit	G-Pel
SKALLE	238,0	195,0	290,0	204,0	260,0
ABORRE	607,0	443,0	831,0	1092,0	283,0
BRASEN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HORK	88,0	57,0	134,0	174,0	30,0
GEDDE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUM	933,0	695,0	1255,0	1470,0	573,0
Vægt af fisk > 10 cm fanget pr. garn					
	GARN	MIN	MAX	G-Lit	G-Pel
SKALLE	6074,0	5405,0	6825,0	5068,0	6744,0
ABORRE	2517,0	1763,0	3594,0	4004,0	1526,0
BRASEN	198,0	12,0	3337,0	485,0	7,0
HORK	61,0	24,0	155,0	138,0	10,0
GEDDE	354,0	9,0	13996,0	884,0	0,0
SUM	9204,0	7213,0	27907,0	10579,0	8287,0

Bilag 6.6.3: Antallet af skaller og aborrer pr. garn i Engelsholm Sø 1990-99, inddelt efter længde i ½-cm klasser. Fortsættes...



Bilag 6.6.3: fortsat...Antallet af skaller og aborrer pr. garn i Engelsholm Sø 1990-99, inddelt efter længde i ½-cm klasser.





ISBN 87-7750-580-8