

**Overvågning af**

# **ENGELSHOLM SØ 2003**

**Næringsalte \* Belastning \* Biologi**

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

Udgivelsesår: 2004.

Titel: Overvågning af Engelsholm Sø, 2003.

Undertitel: Næringssalte, belastning, biologi.

Forfatter: Simon Marsbøll.

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

© Copyright: Vejle Amt, 2004. Gengivelse kun tilladt med tydelig  
kildeangivelse.

Sideantal: 84.

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: 87-7750-834-3.

<b>Indholdsfortegnelse</b>	<b>Side</b>
<b>1. Indledning</b> .....	4
<b>2. Sø- og oplandsbeskrivelse</b> .....	5
2.1 Søbeskrivelse.....	5
2.2 Oplandsbeskrivelse.....	7
<b>3. Klimatiske forhold</b> .....	13
3.1 Temperatur og solindstråling.....	13
3.2 Nedbør og fordampning.....	14
3.3 Målinger i søer.....	16
<b>4. Vand- og næringsstofftilførsel</b> .....	21
4.1 Vandtilførsel .....	21
4.2 Kilder til næringsstofftilførslen.....	22
4.3 Udvikling i næringstilførslen .....	27
4.4 Muligheder for at nedbringe næringsstof- tilførslen .....	28
<b>5. Vand- og stofbalance</b> .....	29
5.1 Vandbalance .....	29
5.2 Stofbalance .....	29
<b>6. Udviklingen i miljøtilstanden</b> .....	33
6.0 Generelt .....	33
6.1 Kvælstof .....	35
6.2 Fosfor .....	35
6.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre .....	37
6.4 Sigtedybde, klorofyl og pH.....	38
6.5 Plante- og dyreplankton .....	40
6.6 Fisk .....	48
6.7 Undervandsplanter .....	51
<b>7. Sediment</b> .....	52
<b>8. Måltilstand og fremtidig udvikling</b> .....	53
8.1 Søtilstand og målsætning .....	53
8.2 Sammenfatning og konklusion.....	54
<b>9. Referenceliste</b> .....	58
<b>10. Bilag</b> .....	60

## 1. 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 Engelsholm Sø i perioden 1989-2003. Rapporten omhandler fysiske, kemiske og biologiske undersøgelser i søen med hovedvægten lagt på at belyse ændringer i miljøtilstanden i 2003. Rapporteringen er tilrettelagt efter retningslinjerne i Paradigma 2004 for normalrapportering (ovs.dmu.dk).

Muligheden for opfyldelse af målsætningen for Engelsholm Sø i Regionplan 2001 for Vejle Amt er belyst.

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



## 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, deloplände og vandløb til Engelsholm Sø.



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.

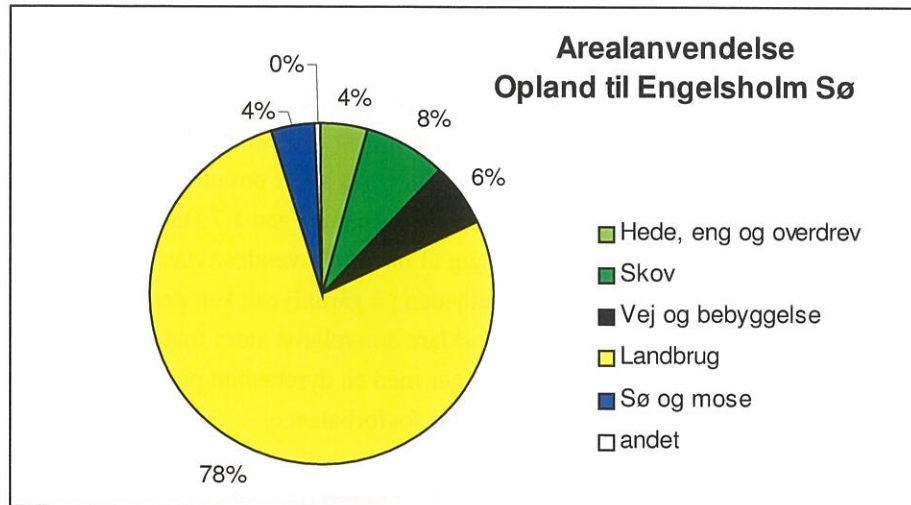
Areal	438.750 m <sup>2</sup>
Volumen	1,143.013 m <sup>3</sup>
Gennemsnitsdybde	2,6 m
Største dybde	6,1 m
Omkreds	3.070 m
Areal af opland	15,16 km <sup>2</sup>

Tabel 2.1.1: Morfometri og opland, Engelsholm Sø.

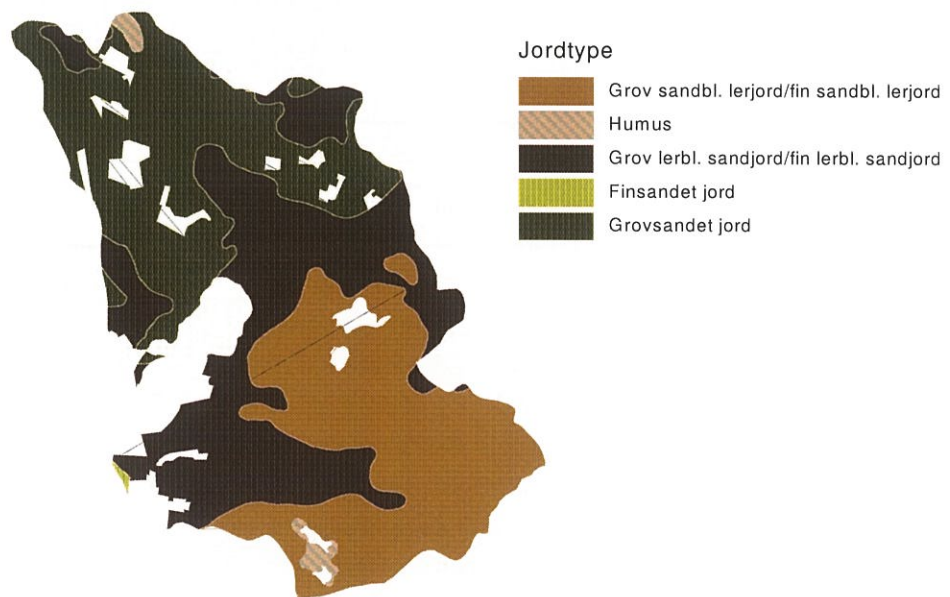
Udvikling	Engelsholm Sø har været plaget af en kraftig opblomstring af blågrønner fra forår til efterår i en lang årrække, og den tidligere bestand af bundplanter er blevet skygget væk. I 1994 blev søvandet betydeligt klarere efter en massiv opfiskning af skaller og brasener, og efter 1994 har det været muligt at finde enkelte spæde skud af vandpest og kruset vandaks på søbunden.
Målsætning	Engelsholm Sø er målsat som badesø (A2) i Regionplan 2001-2013 (Vejle Amt, 2003). 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 sigtdybde i sommerperioden på 2,0 m og aldrig under 1,5 m. Kravet til sigtdybden er skærpet i amtets nye regionplan. Det tidligere krav på 1,5 m har været opfyldt siden 1994 efter opfiskningen af skaller og brasener. Tilstanden er i dag ustabil, og sigtdybden dårligere end 2,0 m. 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 arealanvendelsen i oplandet til Engelsholm Sø er angivet i bilag 2.2.1 og gengivet på oversigtsform i figurerne 2.2.1 - 2.2.3. Jordbundstypen varierer fra sandblandet ler over lerblandet sand til grovsand med ca. 1/3 af hver. Knap 80% af oplandet er opdyrket.



Figur 2.2.1: Arealanvendelsen i oplandet til Engelsholm Sø. Forskellige arealkategorier fra AIS-data er puljet i figuren. Den oprindelige opdeling fremgår af bilag 2.2.1.b.



Figur 2.2.2: Jordtypefordelingen i oplandet til Engelsholm Sø.



Dyretætheden (DE) er opgjort for hvert delopland og fremgår af tabel 2.2.1 og figur 2.2.4. Gennemsnittet for hele oplandet har bevæget sig fra 0,7 DE/ha dyrket areal i 1999 over 0,76 i 2001 til 0,72 DE/ha dyrket areal i 2002. Der er stor forskel på antallet af DE for kvæg og svin mellem de enkelte deloplande. Det største dyretryk findes i oplandene 201 og 204 med hhv. 1,1 og 0,9 DE/ha i 2002.

Kvæg udgør knap 70% af alle DE i oplandet til Engelsholm Sø. Svin udgør den sidste fjerdedel og findes fortrinsvis på gårde syd for søen og en bedrift i opland 204. I opland 201 er en eller flere kvægbedrifter tilsyneladende overgået til svineproduktion, og den samlede produktion er faldet fra 2001 til 2002. Erfaringer fra sager om udvidelser af husdyrhold viser, at der kan forventes fosforbalance ved 1,7 DE/ha for kvæg, 1-1,4 DE/ha for svin (afhængig af om der anvendes fytase) og ca. 0,6 DE/ha for andre husdyrhold. Dyretætheden på gårdniveau kan derfor, som gennemsnit betragtet, ikke alene forklare den relativt store fosfortilførsel til søen. Det største opland (201) ligger med en dyretæthed på 1,1 DE/ha dyrket areal dog tæt på grænsen for fosforbalance.

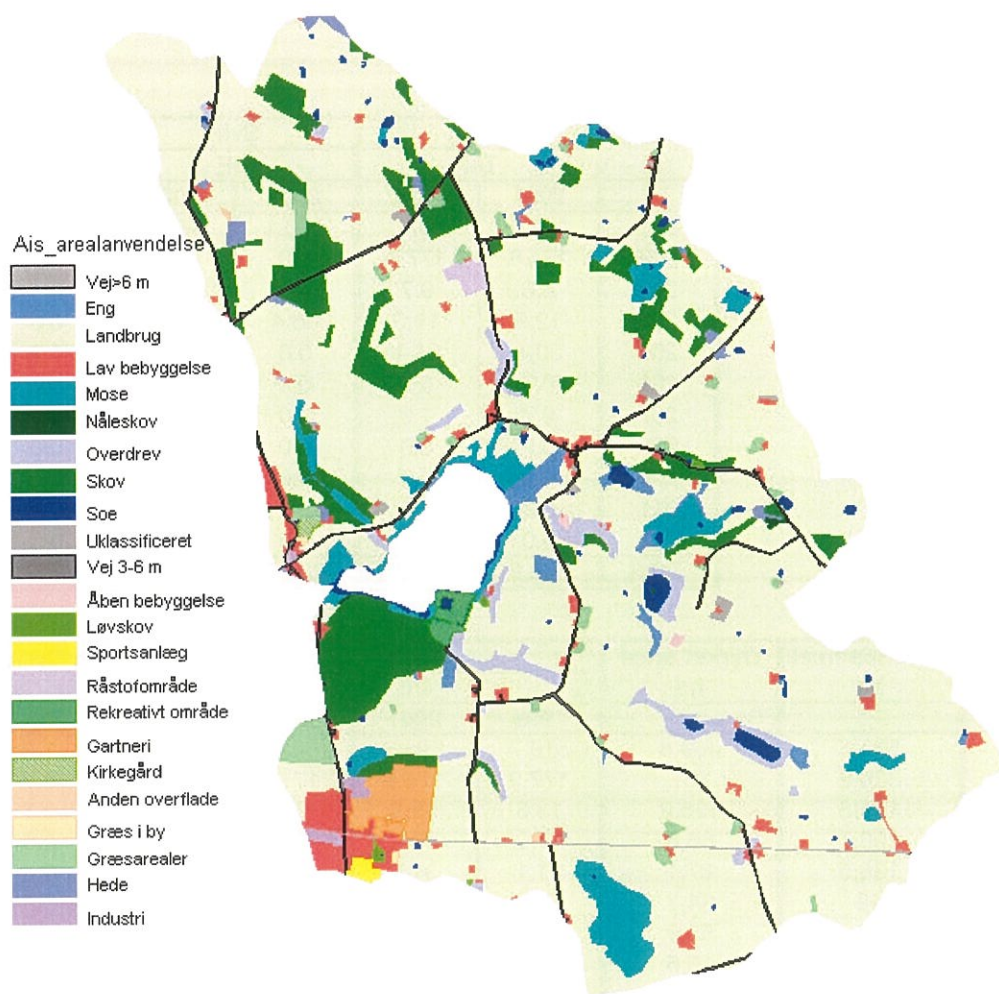
Dyretætheder opgjort på gårdniveau kan kun give et forsigtigt skøn over hvilke områder, der er hårdest belastet med gylle. Ved denne analyse redegøres der således ikke for brug af handelsgødning og eventuelle gyllespredningsaftaler mellem gårde i og udenfor oplandet til søen. Analysen ser også på dyreenheder som et gennemsnit for deloplandene og tager derfor ikke højde for, at nogle markblokke kan være mere intensivt gødsket end andre. Det kan være specielt problematisk i fosforfølsomme områder som ved f.eks. lavbundsjord og skrånende arealer. Analysen er derfor et mangelfuldt redskab til brug for udpegning af områder, som er potentielle fosforkilder, og hvor eventuelle indsatsplaner med fordel kunne gennemføres.

Amtet forventer snart at kunne udføre mere detaljerede analyser, hvor der kan hentes information om DE for markblokke i oplandet. Det vil være et vigtigt redskab i fremtidens arbejde med at finde de områder, hvor fosforfrigivelsen ventes at være størst, og hvor eventuelle indsatsplaner kunne gennemføres. Der er kun indgået MVJ-aftaler på 64 ha, svarende til under 8% af det dyrkede areal. Der er mulighed for at få flere MVJ-aftaler på nogle af de områder, der må betragtes som potentielle fosforkilder. Særlig interessante er dyrkede områder med stor erosionsrisiko, og en stor del af disse er da også udpeget som SFL-områder, som muliggør MVJ-aftaler (sammenlign figurene 2.2.3, 2.2.4 og 2.2.5).

Opland nr.	Kvæg		Svin		Andre	
	DE		DE		DE	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
201	411,3	347,7	170,1	182,7	1,9	1,0
202	174,6	177,9	0,0	0,0	0,0	0,0
203	8,6	9,7	0,7	0,7	4,5	4,2
204	12,5	11,0	66,4	71,1	0,0	0,0
205	30,4	21,1	0,0	0,0	1,2	0,4
206	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
207	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
208	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
209	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
211	6,9	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0
212	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>644,9</b>	<b>575,9</b>	<b>237,2</b>	<b>254,5</b>	<b>7,6</b>	<b>5,6</b>

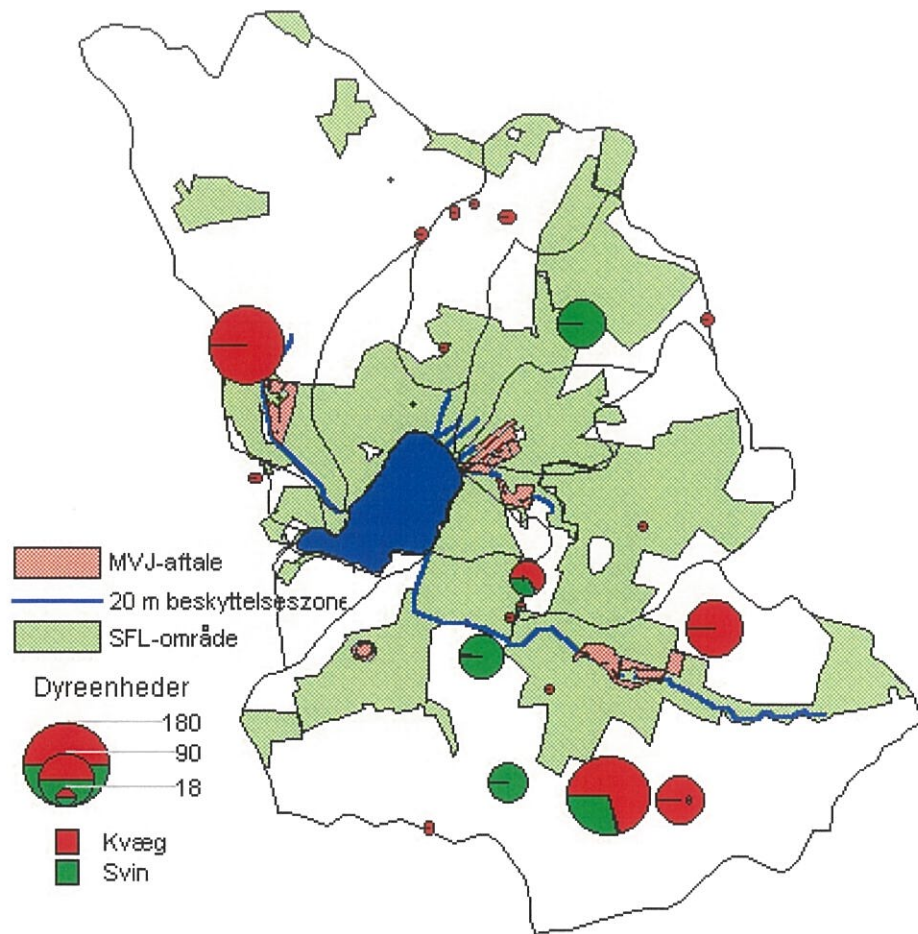
Opland nr.	Oplandsareal ha	Dyrket areal ha	Total			Tot-DE/Dyrket areal		
			DE			DE/ha		
			1999	2001	2002	1999	2001	2002
201	593,6	469,8	519,7	583,3	531,5	1,1	1,2	1,1
202	336,6	267	177,9	174,6	177,9	0,7	0,7	0,7
203	176,6	138,2	13,6	13,8	14,6	0,1	0,1	0,1
204	106,7	86,8	77,2	78,9	82,1	0,9	0,9	0,9
205	108,5	87,1	21,1	31,6	21,6	0,2	0,4	0,2
206	49	34,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
207	70	53,9	1,2	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0
208	22,1	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
209	28,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
211	22,5	10,2	7,1	6,9	7,3	0,7	0,7	0,7
212	2,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>1516</b>	<b>1167,1</b>	<b>817,8</b>	<b>889,8</b>	<b>836,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>

*Tabel 2.2.1: Dyreenheder (DE) opgjort for hvert delopland til Engelsholm Sø. For hvert delopland er angivet total DE pr. dyrket areal. DE er ikke opgjort på dyrearter for 1999.*



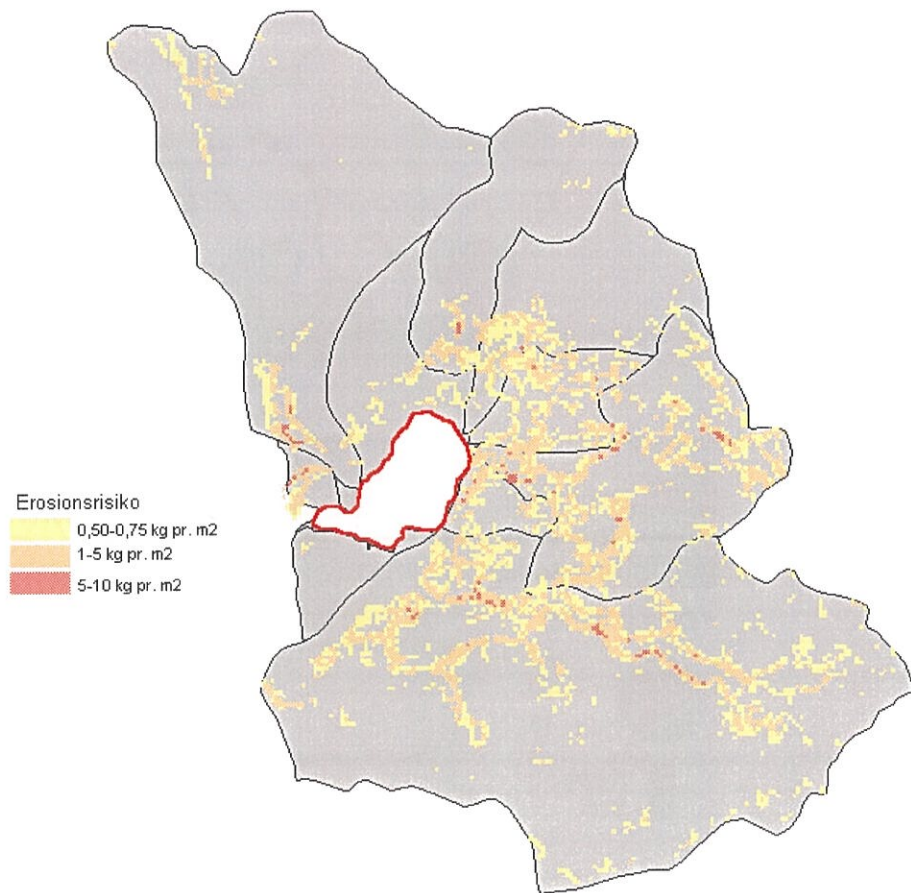
Figur 2.2.3: Oplandet til Engelsholm Sø med angivelse af arealanvendelse. Baseret på AIS-data indsamlet midt i 1990'erne.





Figur 2.2.4: SFL- og MVJ-status for 2003 og dyreenheder i 2002 i oplandet til Engelsholm Sø.





Figur 2.2.5: Erosionsrisikoen i oplandet til Engelsholm Sø. Enheden er kg jord/m<sup>2</sup>.

### 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.

	Temperatur grader C	Indstråling timer	Nedbør mm	Fordampning mm
2003	8,5	1798	694	617
1989(94)-2002	7,9	1670	811	552

*Tabel 3.1: Lokale klimatiske forhold i 2003 sammenlignet med perioden 1989-2002 for nedbør og fordampning og perioden 1994-2002 for temperatur og indstråling. Fordampningsdata fra årene 1999-2001 stammer fra st. Båstrup, 2002-2003 fra st. Bygholm, mens der de øvrige år er anvendt værdier fra st. Bredsten. Temperatur og soltimer blev målt på hhv. st. Båstrup og st. Brakker til og med 2001; siden på st. Bygholm.*

De foreliggende klimadata fra DMI viser ingen signifikant udvikling siden 1989.

#### 3.1 Temperatur og solindstråling

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

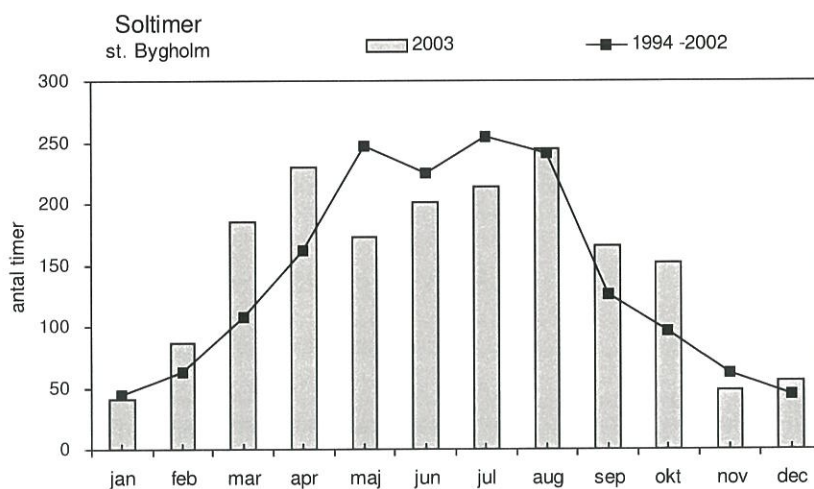
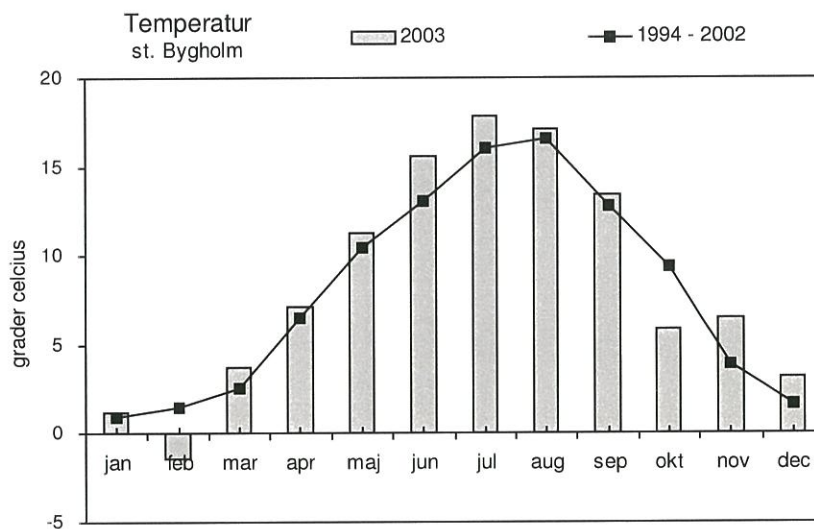
Lufttemperatur

Årsmiddeltemperaturen var 8,5°C i 2003 mod 7,9°C for perioden 1994-2002. Bortset fra februar og oktober lå temperaturen over eller omkring middel for månederne i de foregående år (figur 3.1.1).

Indstråling

Fra og med 2002 har DMI observeret antallet af solskinstimer v.h.a. globalstrålingsmåling i stedet for ved hjælp af solautograf. Det betyder, at nye og gamle målinger ikke direkte kan sammenlignes. De nye værdier vil typisk være lavere om sommeren og højere om vinteren (DMI, 2004).

I 2003 skinnede solen i 1798 timer. Det var noget mere end perioden 1994-2002 og stemmer overens med den højere temperatur. Imidlertid blev der observeret en lavere indstråling i de første sommermåneder sammenfaldende med en højere temperatur, men det kan hænge sammen med metodeskiftet. Særlig først og sidst i sæsonen var indstrålingen større end i perioden 1994-2002 (figur 3.1.1). De egentlige vintermåneder lå mod forventning efter metodeskiftet på niveau med tidligere.



Figur 3.1.1: Indstråling og lufttemperatur i 2003 (st. Bygholm) sammenlignet med perioden 1994-2002 (st. Brakker for indstråling og st. Båstrup for lufttemperatur til og med 2001).

### 3.2 Nedbør og fordampning

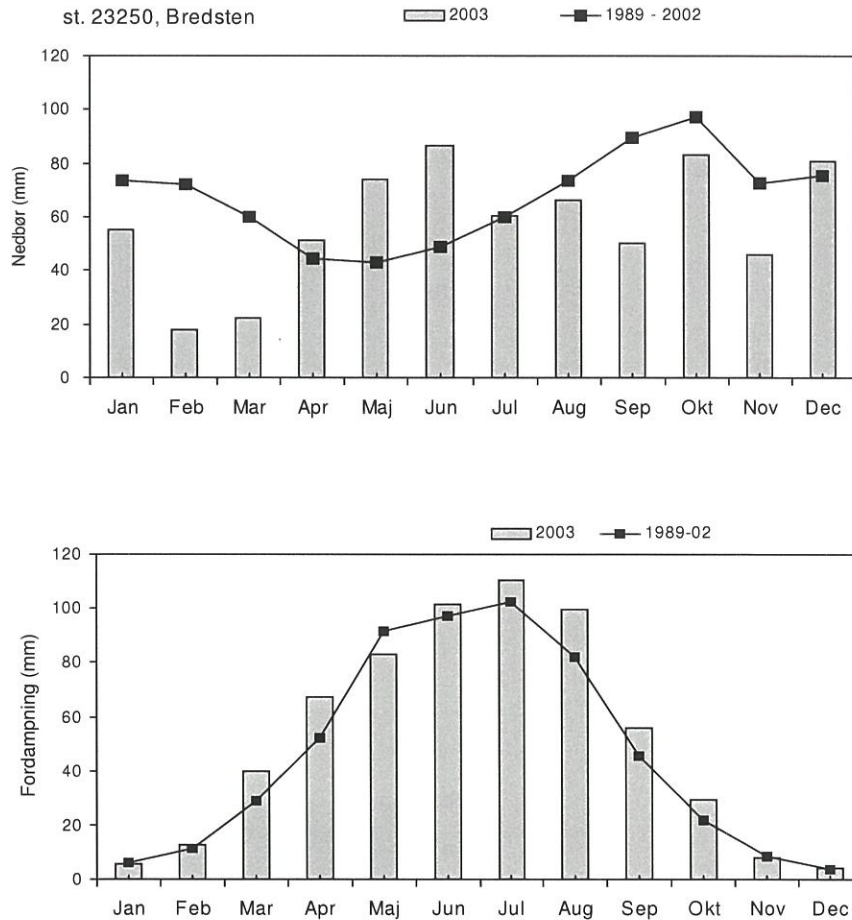
Nedbør

Årsnedbøren på målestation Bredsten var 694 mm i 2003, hvilket var en del under gennemsnittet for 1989-2002, hvor der faldt 811 mm.

Årsgennemsnittet dækker over en meget stor variation. Der faldt meget lidt nedbør i januar, februar og marts, mens der var stor nedbør i maj, juni og juli. Igen i sensommer og efterår var der en beskedne mængde nedbør.

## Fordampning

Fordampningsdata er vanskeligt sammenlignelige, idet der er benyttet data fra flere forskellige stationer gennem tiden. Med dette forbehold var fordampningen i 2003 med 617 mm højere end i perioden 1989-2002 (figur 3.2.1). Bortset fra maj lå alle observationerne på eller over gennemsnittet for perioden 1989-2002.



Figur 3.2.1: Nedbør og fordampning i 2003 og gennemsnit af perioden 1989-2002. Fordampningsdata fra st. Bredsten (1989-1998), st. Båstrup (1999-2001) og fra st. Bygholm i 2002-2003.

### Data ikke optimale

Datagrundlaget er ikke optimalt til en vurdering af de lokale vejrforhold, idet der vides at være store lokale forskelle, og visse målestationer ligger langt fra søen. Stationsskift skal undgås fremover (se også afsnit 3.3).

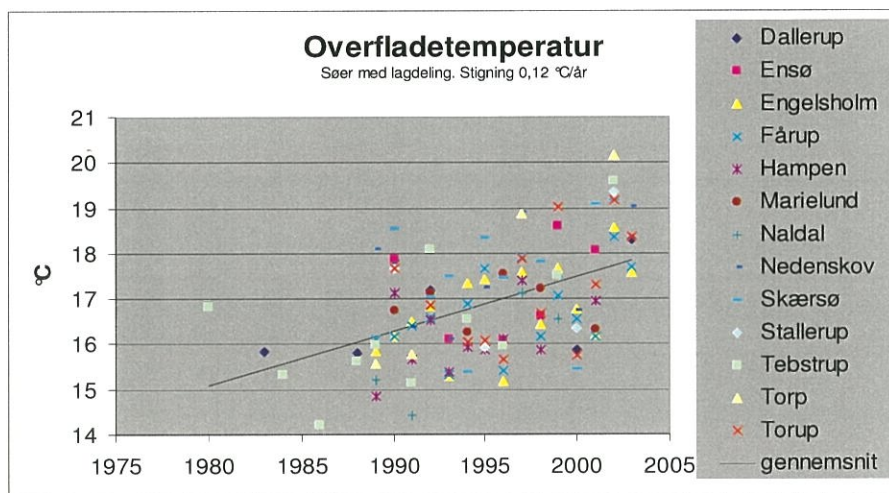
### Samlet vurdering af 2003

Lokalt blev sommeren 2003 meget varm, men ikke særlig solrig. Der kom meget nedbør først på sæsonen, men sidste del var tør. Det var ligeledes en meget nedbørfattig start på året.

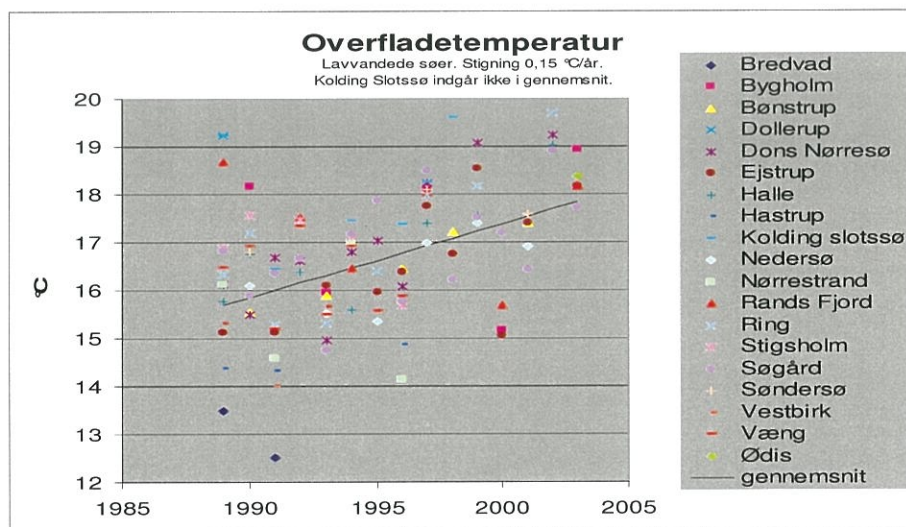


### 3.3 Målinger i søer

Nogle af amtets egne feltmålinger knytter sig til vejrforholdene. Det er især bemærkelsesværdigt, at der kan observeres en temperaturstigning i sommerens overfladevand i alle amtets større søer på trods af, at der ikke kan påvises en udvikling ud fra klimadata fra Danmarks Meteorologiske Institut. Temperaturstigningen ses uafhængigt af, om søerne lagdeler eller ej (figur 3.3.1 og 3.3.2).

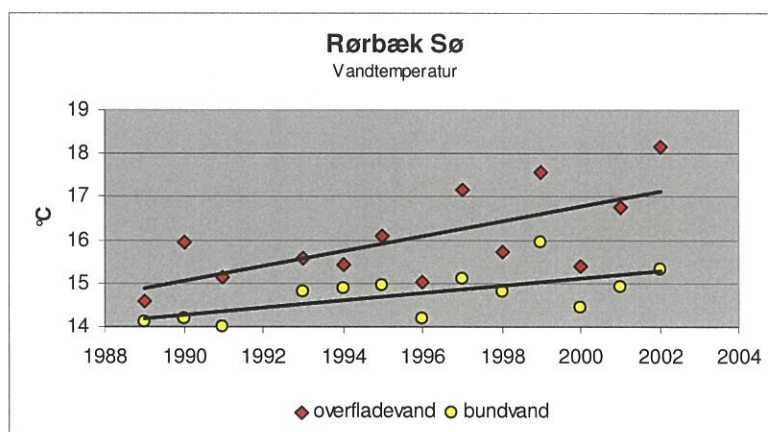


Figur 3.3.1: Overfladetemperaturen (sommergennemsnit) i 13 søer med mere eller mindre udtalt lagdeling i Vejle Amt.

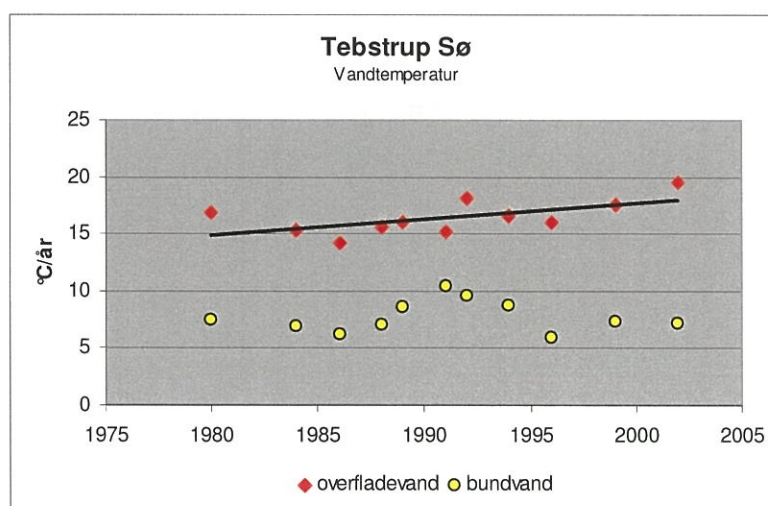


Figur 3.3.2: Overfladetemperaturen (sommergennemsnit) i 19 søer med meget sjældent forekommende lagdeling i Vejle Amt. Den beregnede regressionslinje indeholder ikke data fra Kolding Slotssø, der er stærkt påvirket af vand fra befæstede arealer i Kolding.

Ved test med lineær regression på sommergennemsnit er stigningen signifikant ( $p < 0,001$ ) for alle søerne samt grupperet i hhv. lavvandede og lagdelende søer. Ændringen er i gennemsnit  $0,15^{\circ}\text{C}/\text{år}$  i de lavvandede søer og  $0,12^{\circ}\text{C}/\text{år}$  i de lagdelende. Det bør nævnes, at temperaturstigningen har været  $0,23^{\circ}\text{C}/\text{år}$  de seneste 10 år, hvilket ligeledes er signifikant. For en række af de enkelte søer alene er stigningen signifikant, og der kan ofte ses en tilsvarende temperaturstigning for bundvandet. Der er dog en tendens til, at jo dybere søen bliver, jo mindre er temperaturen steget i bundvandet, og i de dybeste af amtets søer kan der ikke påvises en temperaturudvikling i bundvandet. Dette er i figurerne 3.3.3 og 3.3.4 eksemplificeret ved den mellemdybte Rørbæk Sø, der ind imellem lagdeler, og den dybe Tebstrup Sø, der altid lagdeler.

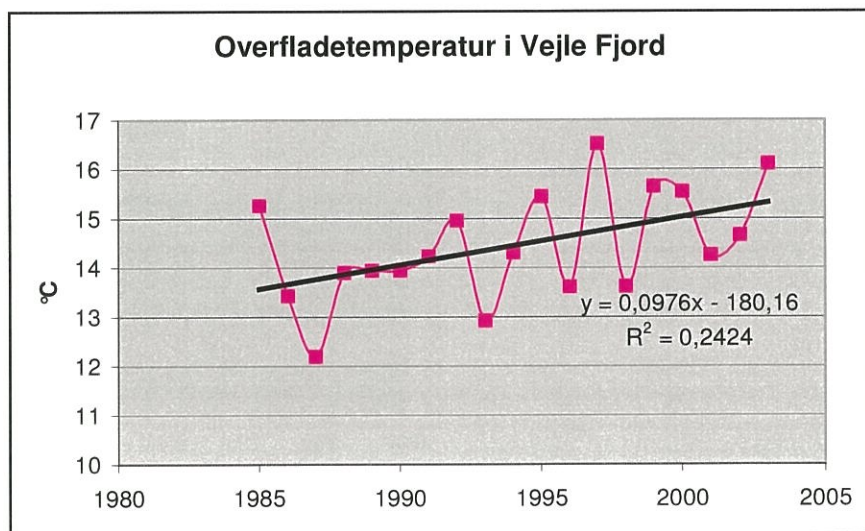


Figur 3.3.3: Vandtemperaturen (sommergennemsnit) i Rørbæk Sø i hhv. overfladen og ved bunden. Overfladetemperaturen er steget signifikant med  $0,17^{\circ}\text{C}/\text{år}$ , og bundvandstemperaturen er steget med  $0,08^{\circ}\text{C}/\text{år}$ , ligeledes signifikant.

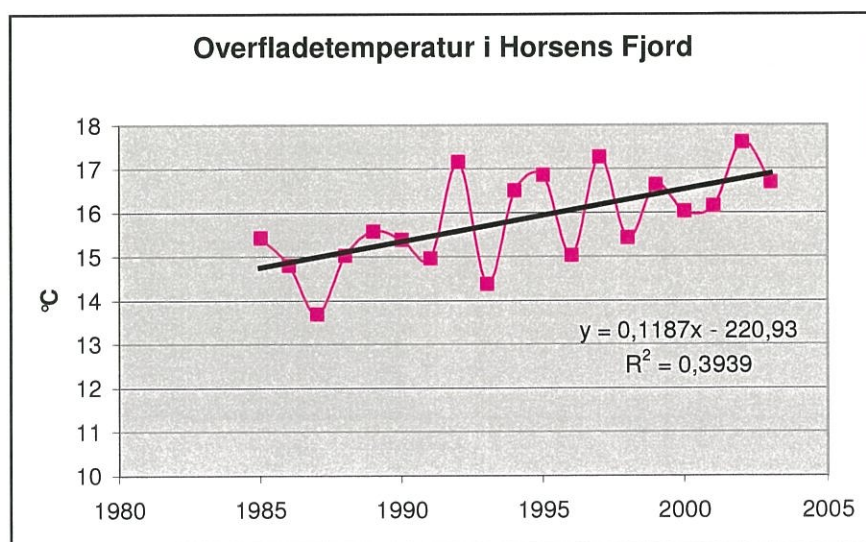


Figur 3.3.4: Vandtemperaturen (sommergennemsnit) i Tebstrup Sø i hhv. overfladen og ved bunden. Overfladetemperaturen er steget signifikant med  $0,14^{\circ}\text{C}/\text{år}$ , men bundvandstemperaturen viser ingen udvikling.

De observerede temperaturstigninger kan kun forklares ved en generel temperaturstigning, og det må derfor kunne konkluderes, at data fra DMI ikke er tilstrækkelige til at beskrive forholdene for søerne, i det mindste ikke over en længere årrække. Sø vandet akkumulerer energien fra omgivelserne, mens en lufttemperaturmåling giver et øjebliksbillede af situationen. Sø vandstemperaturen er således bedre til at skildre temperaturforholdene i en periode op til målingen, end lufttemperaturen er. Den signifikante stigning i overfladetemperatur i sø vandet genfindes i amtets fjordområder (figur 3.3.5 og 3.3.6). Siden 1985 er sommertemperaturen i 1 meters dybde steget  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{år}$  i Vejle Fjord ( $p < 0,05$ ) og  $0,12^{\circ}\text{C}/\text{år}$  i Horsens Fjord ( $p < 0,001$ ).



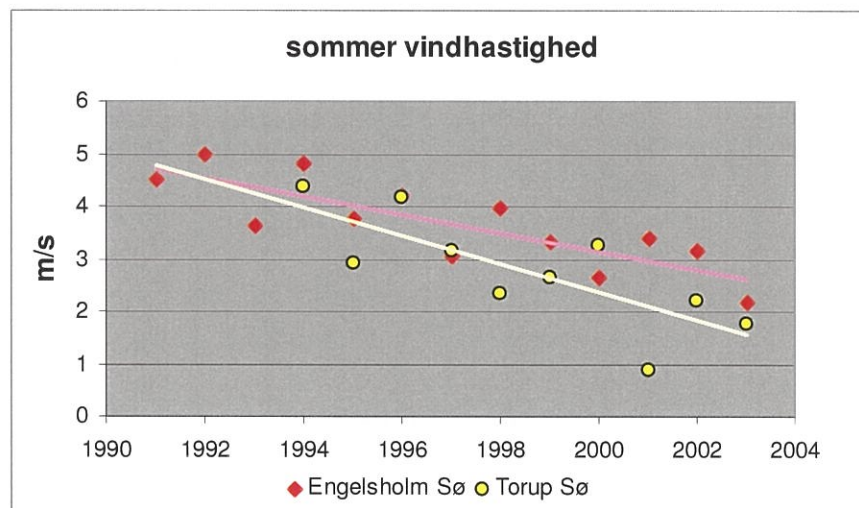
Figur 3.3.5: Vandtemperaturen i 1 meters dybde (sommergennemsnit), Vejle Fjord. Temperaturen er steget signifikant ( $p < 0,05$ ) med  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{år}$ .



Figur 3.3.6: Vandtemperaturen i 1 meters dybde (sommergennemsnit), Horsens Fjord. Temperaturen er steget signifikant ( $p < 0,001$ ) med  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{år}$ .

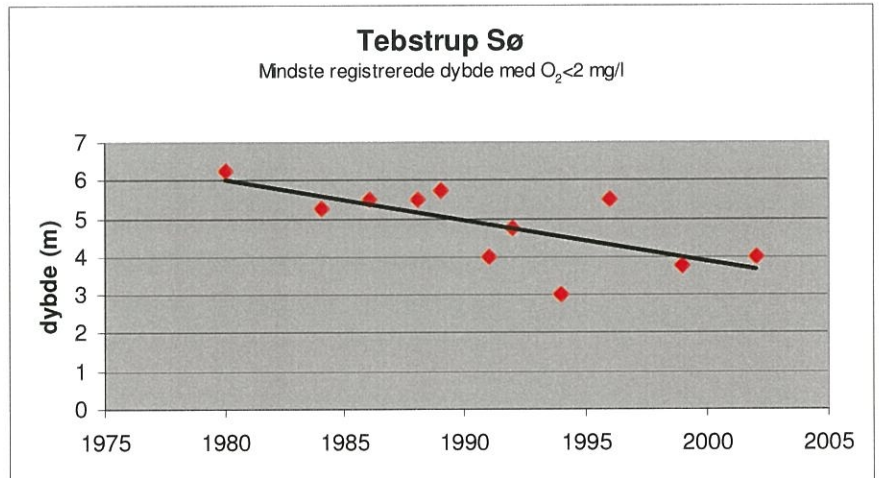


I Engelsholm Sø og Torup Sø viser amtets målinger en halvering af vindhastigheden om sommeren gennem de seneste 10-12 år (figur 3.3.7). Dette har ikke kunnet påvises for andre søer som f.eks. Fårup Sø og Hampen Sø, men der har været indikationer derpå. Årsagen kan være sparsomme data. Amtet er ikke i besiddelse af tilstrækkeligt med vinddata fra DMI til at kunne vurdere en eventuel udvikling i perioden, men eksemplerne fra Engelsholm Sø/Fårup Sø og Torup Sø/Hampen Sø, der ligger få kilometer fra hinanden, viser tydeligt, at stationsskift for DMI-data for denne parameter risikerer at give et misvisende billede af forholdene.



Figur 3.3.7: Vindhastighed (sommergennemsnit) målt på Engelsholm Sø og Torup Sø. Faldene på hhv. 0,18 og 0,27 m/s/år er signifikante.

For nogle af de lagdelende søer har temperaturstigningen og sandsynligvis også den mindre vindhastighed indflydelse på, hvor dybt ilt-springlaget befinder sig. En gennemgang af den mindste dybde, hvor iltkoncentrationen måles til lavere end 2 mg O<sub>2</sub>/l for de enkelte år, viste eksempelvis i Tebstrup Sø (figur 3.3.8) og Engelsholm Sø, at dette observeres stadig nærmere overfladen (ca. 10 cm/år). I nogle søer som f.eks. Fårup Sø, hvor der ikke kan konstateres et fald i vindhastigheden, kunne dette dog ikke påvises. Et højere placeret ilt-springlag betyder et større bundareal med dårlige iltforhold og deraf afledte miljøkonsekvenser, som f.eks. fosforfrigivelse.



Figur 3.3.8: Angivelse af mindste dybde de enkelte år, hvor iltkoncentrationen målttes til under 2 mg  $O_2/l$ .

## 4. Vand- og næringsstofftilførsel

### 4.1 Vandtilførsel

#### Målte tilløb

Der er målt vandføring i tre tilløb til Engelsholm Sø. E6 (320131) afvander som det betydeligste af tilløbene ca.  $\frac{1}{3}$  af oplandet til søen, mens E8 (320133) kun afvander et mindre delopland. Tilløbet E7 (320132) er grundvandsfødt og derfor noteret under grundvand i tabel 4.1.1.

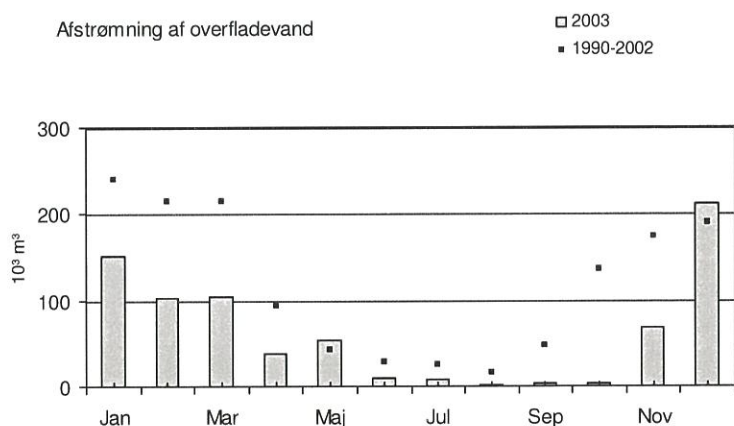
<b>Vandtilførsel 2003 (mill. m<sup>3</sup>/år)</b>	<b>sommer</b>	<b>År</b>
Tilløb E6 (320131)	0,028	0,306
Tilløb E8 (320133)	0,009	0,030
Umålt opland	0,039	0,418
Overfladeafstrømning	0,075	0,755
Nedbør	0,148	0,305
Grundvand, umålt	1,493	3,284
Tilløb E7 (320132)	0,204	0,486
Total vandtilførsel	1,920	4,829

<b>Vandets opholdstid</b>		
<b>Enhed</b>	<b>Sommer</b>	<b>År</b>
år	0,594	0,237
Dage	217	87

Tabel 4.1.1: Års- og sommervandtilførsel til Engelsholm Sø samt opholdstid, 2003. Sommergennemsnit er for perioden 1/5-30/9.

#### Afstrømning

Kun i maj og december var overfladeafstrømningen på højde med gennemsnittet fra perioden 1990 - 2002 (figur 4.1.1). Dette gør 2003 til et ekstremt år, men kombinationen af forholdsvis fyldte grundvandsmagasiner og meget lidt nedbør resulterede i en opholdstid, der ganske vist var lang, men det er dog observeret tidligere, f.eks. i den meget tørre periode 1996/1997. Sommerens samlede vandtilførsel i 2002 var den hidtil højeste, mens den i 2003 med 1,92 mill. m<sup>3</sup> blev den laveste siden 1998. Den samlede årlige vandtilførsel blev meget lav, kun i 1991, 1996 og 1997 modtog søen mindre vand.



Figur 4.1.1: Den månedlige afstrømning af overfladevand til Engelsholm Sø i 2003 sammenlignet med perioden 1990-2002.

## 4.2 Kilder til næringsstofftilførslen

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

2003	Fosfor	Kvælstof	Jern
<b>År</b>	<b>tons</b>		
Tilløb E6 (320131)	0,030	1,367	0,121
Tilløb E8 (320133)	0,003	0,169	0,006
Umålt opland	0,041	1,867	0,166
Total afstrømning	0,074	3,403	0,293
Atm. deposition	0,004	0,659	
Grundvand, umålt	0,125	6,227	0,880
E7 (320132)grundvand, målt	0,037	2,810	0,179
<b>samlet tilførsel</b>	<b>0,240</b>	<b>13,099</b>	<b>1,352</b>
	Fosfor	Kvælstof	Jern
<b>Sommer</b>	<b>tons</b>		
Tilløb E6 (320131)	0,005	0,058	0,025
tilløb E8 (320133)	0,001	0,043	0,002
Umålt opland	0,006	0,080	0,034
Total afstrømning	0,012	0,181	0,061
Atm. deposition	0,002	0,274	
Grundvand, umålt	0,057	2,805	0,400
E7 (320132)grundvand, målt	0,007	1,147	0,047
<b>samlet tilførsel</b>	<b>0,078</b>	<b>4,407</b>	<b>0,508</b>

Tabel 4.2.1: Den totale tilførsel af fosfor, kvælstof og jern til Engelsholm Sø i 2003. For grundvandets kvælstofbidrag er der benyttet en koncentration på 1,9 mg tot-N/l. Overfladeafstrømningen er ukorrigeret (se tekst).



#### Fosfortilførsel i 2003

Tilførslen af fosfor til Engelsholm Sø, som total og opsplittet på kilder, er vist i tabel 4.2.1 og figur 4.2.1. Under halvdelen af den samlede fosfortilførsel til Engelsholm Sø er målt, mens resten strømmer til som umålt overfladeafstrømning eller med grundvandet. Et mindre tilløb E8, der tidligere bidrog med op til 10% af den samlede årlige tilførsel pga. afstrømning fra et ander, har siden 2001 haft marginal betydning for fosfortilførslen. Grundvandet leverede  $\frac{2}{3}$  af den samlede tilførsel, men hvordan dette bidrag i sig selv bør fordeles på spredt bebyggelse, natur og dyrkning er vanskeligt at vurdere. Den overfladerelaterede fosfortilførsel udgjorde den sidste  $\frac{1}{3}$  af den samlede tilførsel i 2003.

I alt strømmede der 0,267 tons fosfor til Engelsholm Sø i 2003 med korrektion for underestimering af transporten i tilløbene (efterfølgende forklaret). Den ukorrigerede værdi på 0,24 tons er anført i tabel 4.2.1 og benyttet i alle efterfølgende betragtninger.

Der strømmede ca. 5,5 gange mere jern end fosfor til Engelsholm Sø på årsbasis (tabel 4.2.1).

#### Kvælstoftilførsel i 2003

Som det fremgår af Vejle Amt, 2000, så afhænger den samlede kvælstoftilførsel af, hvilken koncentration grundvandstilskuddet tildeles. For 2003 blev en koncentration på 1,873 mg N/l benyttet. Grundvandets kvælstofbidrag var stort og udgjorde godt  $\frac{2}{3}$  af det samlede bidrag. I sommerperioden var 90% af kvælstoftilførslen grundvandsbetinget. Den samlede kvælstoftilførsel i forhold til den samlede vandtilførsel (vandføringsvægtet koncentration) har ikke udvist nogen entydig udvikling siden 1989, men har dog været faldende siden 1998. Det er uklart, om dette er udtryk for en begyndende effekt af Vandmiljøplanen, eller blot naturlig variation.

#### 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, og fordi der er en stor mængde indsvivende grundvand, der ikke kan måles.

Intensive undersøgelser har desuden vist, at den samlede fosfortilførsel fra mindre vandløb er underestimeret med ca. 70% (Bøgestrand, J., 2000). Massebalancer og kildeopsplitninger på baggrund af ukorrigerede data har da også ofte 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.

Tilløbene til Engelsholm Sø må i denne sammenhæng betegnes som forholdsvis små vandløb med nogen variation i afstrømningen, og der vil derfor være tale om en betydelig underestimering af overfladeafstrømningen. Hvor stor underestimeringen er ved Engelsholm Sø vides ikke, men den kan skønnes at være 60%, da det store grundvandtstilskud i nogle tilløb trods alt stabiliserer vandføringen en smule. Det bør nævnes, at der i det omtalte datamateriale er fundet en meget stor variation. Ved at anvende 60% underestimering af overfladeafstrømningen er underestimeringen i det indløbne vand forsøgt korrigeret i Vejle Amts seneste regionplan, men i denne NOVA-rapportering benyttes korrektionen kun ved kildeopsplitningen.

Usikker kildeopsplitning af det diffuse fosforbidrag

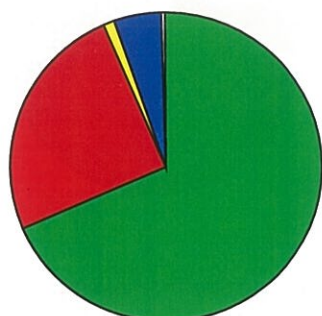
Det er usikkert hvor meget af afstrømningen fra det åbne land, der stammer fra spredt bebyggelse, og hvor meget, der kommer fra dyrkede marker. Det skyldes, at der er betydelig usikkerhed om, hvor meget spildevand fra spredt bebyggelse, der når frem til vandløb og søer, idet alternative processer som nedsivning og omsætning undervejs ikke er godt kendte. Samtidig er der væsentlige forskelle mellem tilførslerne i våde og tørre år. Desuden er den anvendte koncentration til beregning af naturbidraget formentlig for høj, hvilket betyder en underestimering af den samlede fosfortilførsel fra det åbne land. Naturbidraget er i beregningerne tildelt en Q-vægtet middelkoncentration på 0,048 mg/l efter anvisning fra Danmarks Miljøundersøgelser.

Kildeopsplitning

Grundvandsdannelsen ved Engelsholm Sø er særdeles kompliceret. Der er nærmere redegjort herfor i Vejle Amt, 2000, og beregningerne for 2003 følger det omtalte scenarie 2, hvor grundvandet tildeles en koncentration på 1,873 mg N/l.

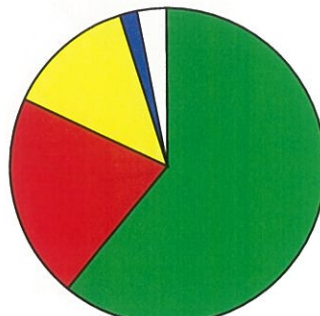
Foretager man en kildeopsplitning på så sikkert et grundlag som muligt, må det accepteres, at man ikke klart kan adskille natur- og dyrkningsbetingede bidrag. Opsplitningen ser da ud som gengivet på figur 4.2.1.

**Kvælstofkilderne til Engelsholm Sø  
2003**



■ grundvand  
■ diffus  
■ spr. beb.  
■ atm dep.  
□ regnv. udl.

**Fosforkilderne til Engelsholm Sø  
2003**



*Figur 4.2.1: Relativ fordeling af tilførsel af kvælstof og fosfor til Engelsholm Sø i 2003 opsplittet på kilder, der med rimelig sikkerhed kan opgøres. Se også figur 4.2.2. Overfladebidraget af fosfor er korrigeret med 60% grundet underestimering af stoftransporten (se tekst).*

Bedste bud på kildeopsplitning

Med forbehold for rigtigheden af den i Vejle Amt, 2000 beskrevne metode, så kan der foretages en kildeopsplitning som angivet på figur 4.2.2.

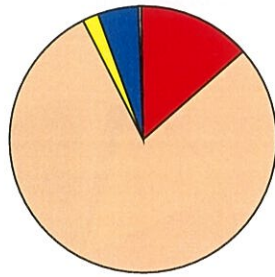
Kildeopsplitning (kg/år)		N
grundvand+diffus	natur	1836
grundvand+diffus	landbrug	10320
huse		250
atm dep.		659
regnv. udl.		33
sum		13098

Kildeopsplitning (kg/år)		P (+60%)
grundvand		162
diffus	natur	37
diffus	landbrug	19
huse		36
atm dep.		4
regnv. udl.		8
sum		267



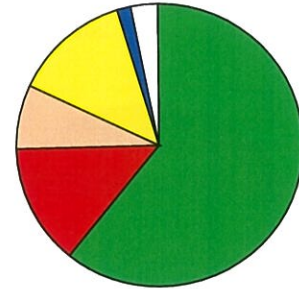
### Kvælstofbidrag til Engelsholm Sø

Grundvandsbidrag kildeopspaltet



### Fosforbidrag til Engelsholm Sø

Diffust bidrag opskrevet med 60 %



grundvand  
natur  
landbrug  
huse  
atm dep.  
regnv. udl.

Figur 4.2.2: Kildeopsplitning af kvælstof- og fosforbidraget til Engelsholm Sø efter opsplining af det diffuse bidrag og for kvælstofs vedkommende også grundvandsbidraget. Naturbidraget er beregnet ved at tildele den overfladiske afstrømning koncentrationerne på hhv. 1,184 mg N/l og 0,048 mg P/l.

### Konklusion

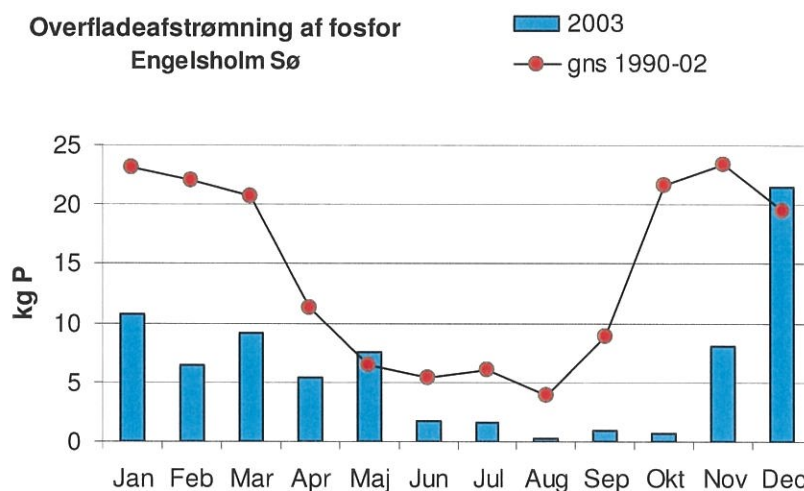
Det diffuse bidrag og grundvandsbidraget dominerede ligesom tidligere næringsstofbelastningen til Engelsholm Sø. Det bedste bud på en kildeopsplitning viser et dyrkningsbetinget kvælstofbidrag på mere end  $\frac{3}{4}$ , mens det for fosfors vedkommende udgør mindre end 10%. Grundvandsbidraget kan imidlertid ikke kildeopspiltes for fosfors vedkommende, og en væsentlig del heraf stammer fra dyrkning. Det landbrugsbetingede fosforbidrag betragtes således stadig som hovedkilden. Naturbidraget udgjorde mindre end  $\frac{1}{7}$ , og den spredte bebyggelse spillede kun en rolle for fosfors vedkommende.

### 4.3 Udvikling i næringstilførslen

#### Fosforafstrømning

Ser man isoleret på overfladeafstrømningen af fosfor til søen i 2003, er det bemærkelsesværdigt, hvordan den følger vandafstrømningen meget tæt, og blev da også med 75 kg meget lav. Det skal igen erindres, at overfladeafstrømningen er underestimeret.

Den vandføringsvægtede indløbskoncentration til søen på 0,05 mg/l var lavere end de forudgående fem år, der også havde større nedbør (bilag 5.2.2), og det var derfor specielt grundvandsbidraget, der medførte den lavere indløbskoncentration.

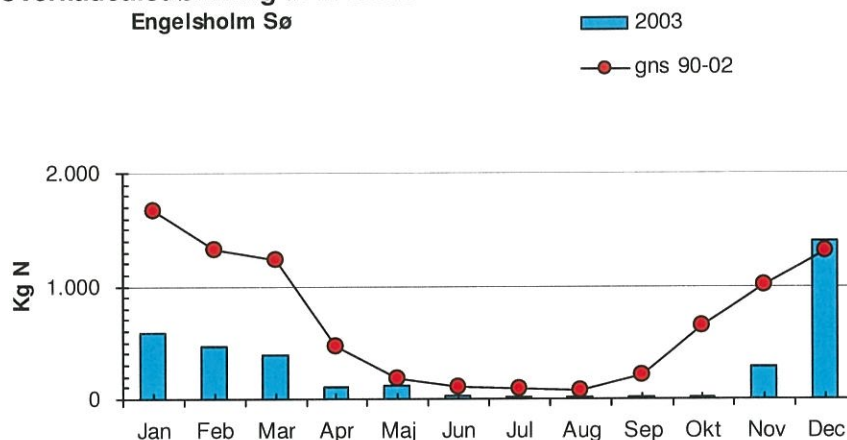


Figur 4.3.1: Den månedlige overfladeafstrømning af fosfor til Engelsholm Sø i 2003 sammenlignet med perioden 1990-2002.

#### Kvælstofafstrømning

Kvælstoftilførslen til søen i 2003 fulgte også vandafstrømningen. Når indløbskoncentrationen i årene 1999 til 2003 ikke var lige så høj som i det tilsvarende meget våde år 1998, kan det skyldes fortynding efter en årrække med stor afstrømning. 1996/97 var meget tørre år. Den vandføringsvægtede indløbskoncentration i 2003 var således 2,7 mg/l mod 4,10 mg/l i 1998 (bilag 5.2.4).

### Overfladeafstrømning af kvælstof Engelsholm Sø



Figur 4.3.2: Den månedlige overfladeafstrømning af kvælstof til Engelsholm Sø i 2003 sammenlignet med perioden 1990-2002.

#### 4.4 Muligheder for at nedbringe næringsstofftilførslen

Interessen for at nedbringe næringsstofftilførslen 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 stabil tilførsel med grundvandet. Som det fremgår af kildeopsplitningen, er der især én hovedkilde til fosfortilførslen, der bør nedbringes, og det er bidraget fra de dyrkede arealer. Der kan ikke påvises en udvikling for de enkelte kilders andel af hverken kvælstof- eller fosforbelastningen siden 1989.

Forbedret rensning af spildevandet forventes at blive realiseret i forbindelse med effektueringen af Egtved Kommunes spildevandsplan. Bidraget fra de dyrkede arealer vil først og fremmest kunne reduceres ved at udlægge lavbundsjord og skrånede arealer mod vandløb og sø til brak eller lignende. En større indsats overfor det dyrkningsbetingede bidrag vil kræve et politisk indgreb. I dag er amterne henvist til frivillige aftaler med de enkelte landmænd, og interessen er ikke tilstrækkelig stor til, at indsatsen vil række til en indfrielse af søens målsætning.

## 5. Vand- og stofbalance

### 5.1 Vandbalance

Vandtilførslen til søen i 2003 var meget beskeden, og kun i 1996 og 1997 har den været mindre. Derfor blev vandets opholdstid i søen lang, især på årsbasis sammenlignet med tidligere. Korrektion af oplandsstørrelserne har medført en ændring for opholdstiderne gennem tiden (bilag 5.1.2).

<b>Vandbalance 2003 (mill. m<sup>3</sup>/år)</b>	<b>sommer</b>	<b>År</b>
Total vandtilførsel	1,920	4,829
Vandfraførsel	1,728	4,555
Fordampning	0,198	0,271
Total vandfraførsel	1,926	4,825
Magasinering	-0,006	0,004
<b>Vandets opholdstid</b>		
<b>Enhed</b>	<b>Sommer</b>	<b>År</b>
år	0,594	0,237
Dage	217	87

Tabel 5.1.1: Vandbalance i Engelsholm Sø, 2003.

### 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 bilagene 5.2.1 til 5.2.6. Korrektion af oplandsstørrelserne har medført en ændring for flere af massebalanceposterne siden 1989.

#### Fosforbalance

På grund af meget beskeden vandafstrømning blev fosfortilførslen med 240 kg/år sammenlignelig med de øvrige tørre år. For første gang i 9 år blev den samlede tilbageholdelse med - 26 kg/år igen negativ. Tilbageholdelsen blev betydeligt højere efter opfiskningen af skaller og brasener i 1994, men trods de negative værdier i 2003 er der stadig et stykke til forholdene før opfiskningen.

Som et resultat af fosforfrigivelsen fra søbunden blev indløbskoncentrationen (0,050 mg P/l) igen noget lavere end udløbskoncentrationen (0,055 mg P/l) på årsbasis. I sommerperioden blev en fosforfrigivelse på 136 kg observeret, og den dækker over en intern belastning på 160 kg og en magasin effekt på 74 kg, så der er en betydelig fosforfrigivelse i søen.

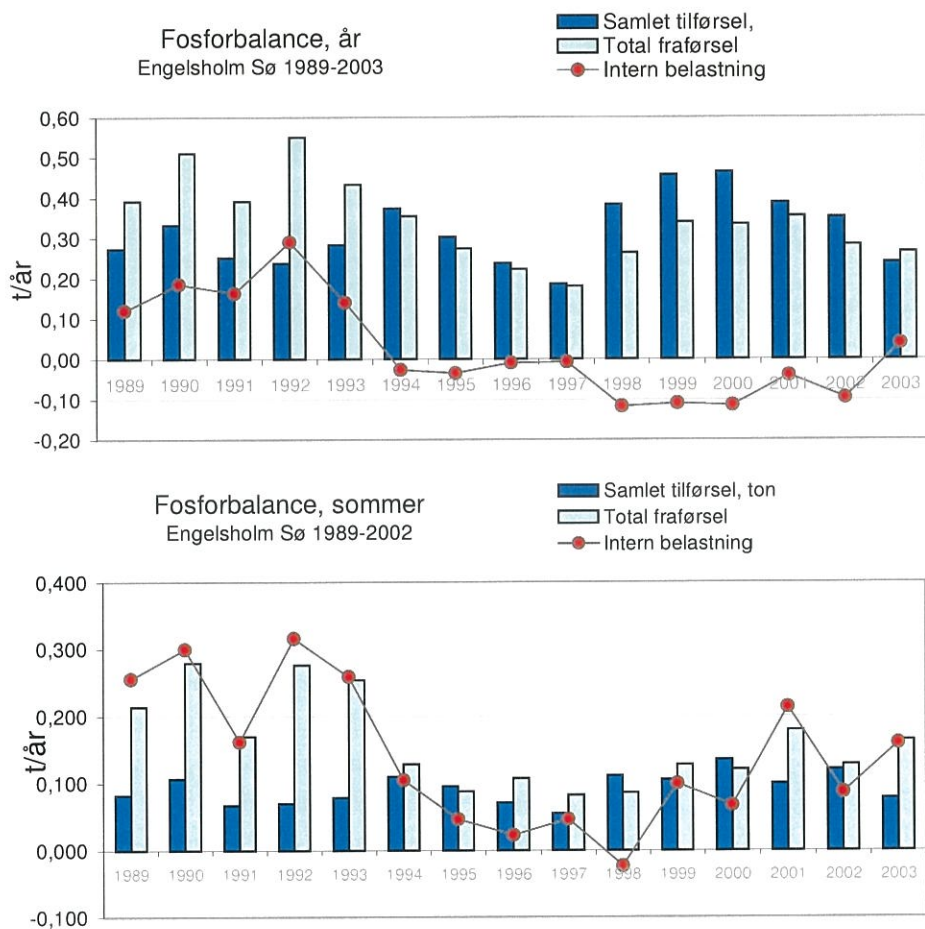


## Jernbalance

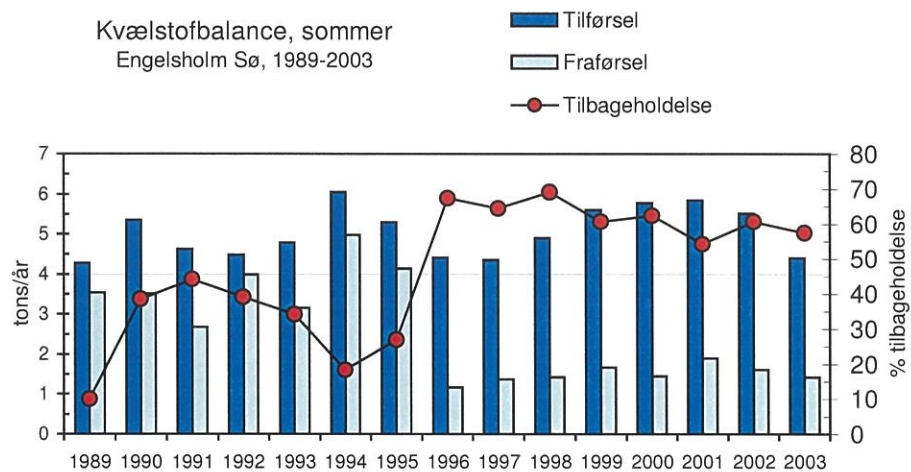
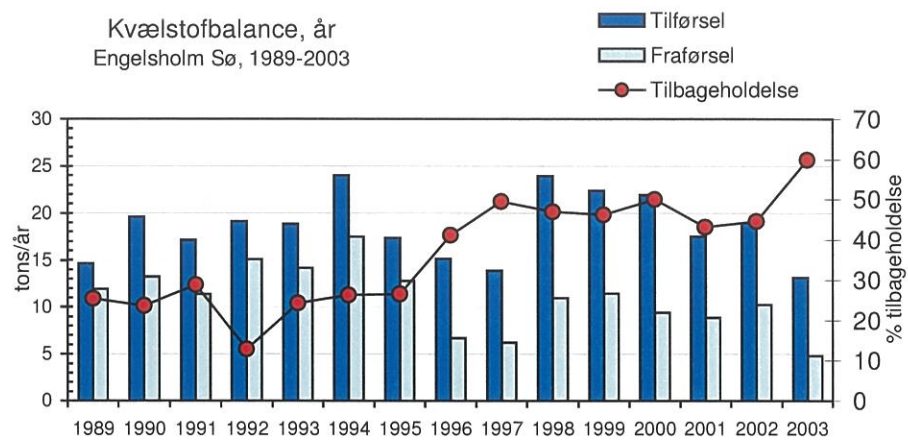
På grund af en ekstrem høj jernkoncentration i søvandet i september påvirkedes den beregnede tilbageholdelse i sommersæsonen ganske dramatisk i 2000 (Vejle Amt, 2001). Den samlede tilførsel i 2003 var gennemsnitlig, men fraførslen var lille, så den samlede tilbageholdelse blev den hidtil højest observerede.

## Kvælstofbalance

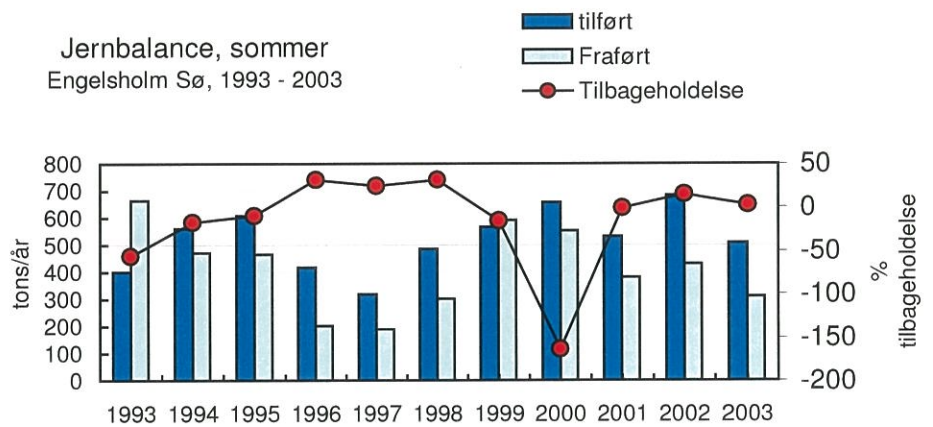
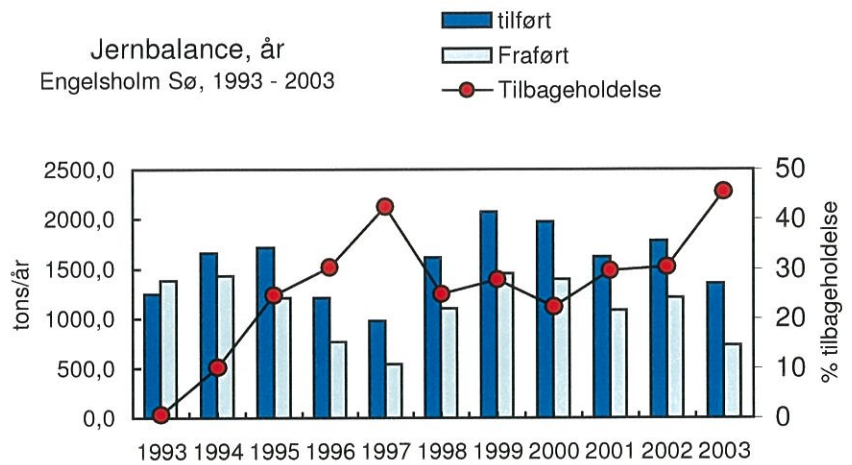
Som for fosfor kom der for kvælstof en betydeligt højere tilbageholdelse efter opfiskningen, selv om effekten først slog igennem et par år senere. I 2003 var tilbageholdelsen samlet set på 60% og dermed den højeste siden 1989. Årsagen hertil kan til dels findes i en stor magasin effekt i visse af vintermånederne. For sommerperioden var tilbageholdelsen med knap 60% sammenlignelig med de seneste 7 år, selv om der synes at være en tendens til en faldende tilbageholdelsesprocent siden 1996.



Figur 5.2.1: Massebalance for fosfor, Engelsholm Sø 1989-2003.



Figur 5.2.2: Massebalance for kvælstof, Engelsholm Sø 1989-2003.



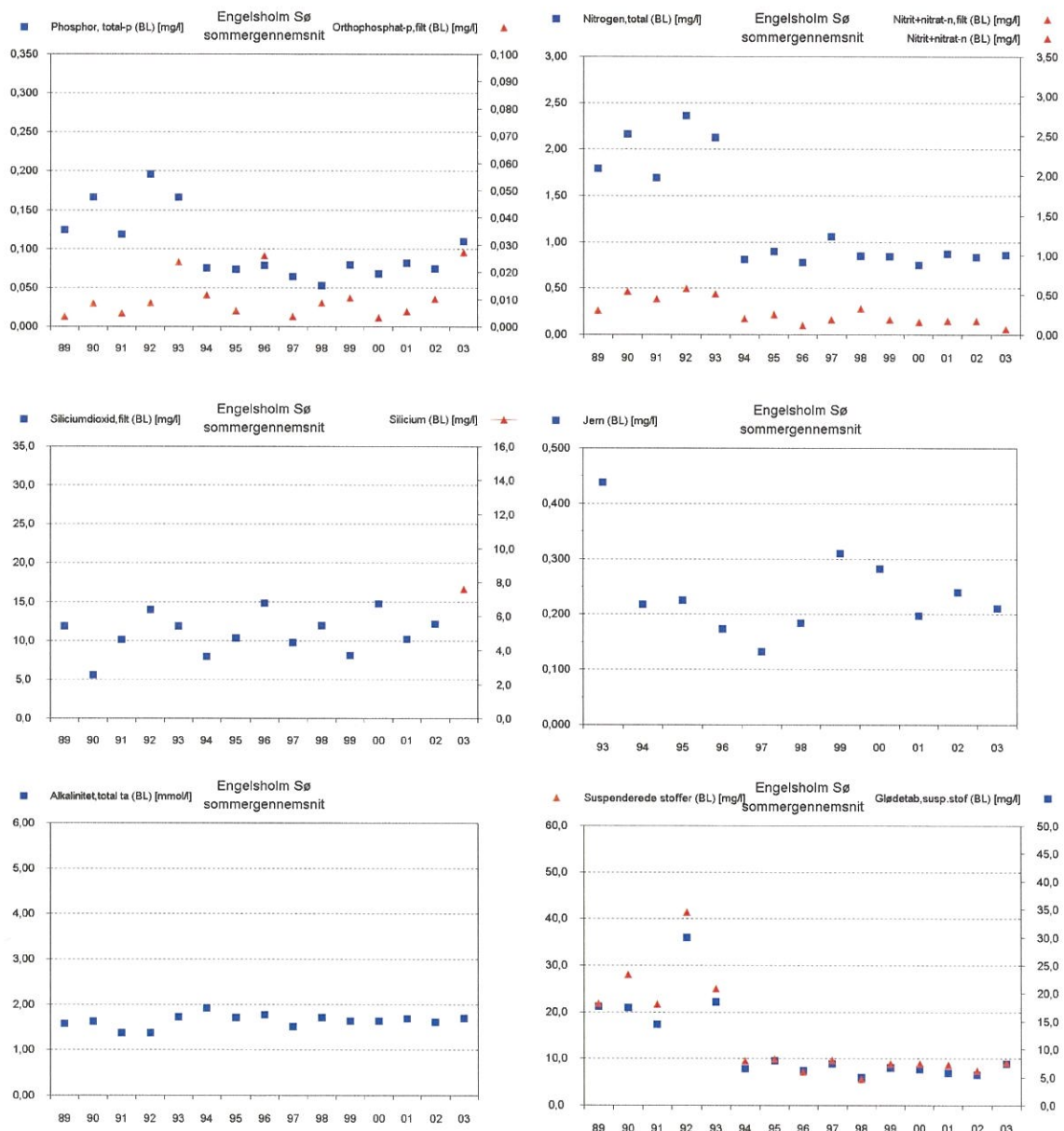
Figur 5.2.3: Massebalance for jern, Engelsholm Sø 1993-2003.



## 6. Udviklingen i miljøtilstanden

### 6.0 Generelt

Sommerperioden er fastsat til 1/5 - 30/9. For flere parametre falder både de gennemsnitlige års- og sommerværdier i to blokke, nemlig før og efter 1994 (se bl.a. figur 6.0.1). Der er således nøje sammenfald mellem udviklingen i miljøtilstanden før og efter opfiskningen. Tabel over gennemsnit findes i bilag 6.3.0, og værdier for vandkemi i 2003 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 i Engesholm Sø, 1989 - 2003.

Date	Sigt.d.	Klorofyl	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvælstof	Uorg. kvælstof	Amm. kvælstof	Nitrit, nitrat kvælstof	Siliciumdioxid	Tot. jern	pH	Alkal.	Susp. stof	Glødetab	COD
2003	m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		meq/l	mg/l	mg/l	mg/l
20-01	3,8	0,0017	0,034	0,014	1,600	1,460	0,160	1,300	6,4	0,18	7,36	1,5	1,9	1,5	1,4
07-04	2,1	0,014	0,031	0,003	1,100	0,579	0,019	0,560	3,9	0,084	8,16	1,5	6,5	4,2	6,1
22-04	1,9	0,015	0,03	0,002	0,600	0,248	0,008	0,240	2	0,1	8,52	1,5	6,2	4,5	5,9
05-05	3	0,0082	0,035	0,002	0,580	0,287	0,017	0,270	2	0,11	8,07	1,5	3,9	3,1	5,2
19-05	3,9	0,0071	0,044	0,002	0,640	0,196	0,016	0,180	2,4	0,16	8,21	1,6	3,8	3,1	2,8
02-06	2,4	0,0099	0,048	0,003	0,630	0,127	0,027	0,100	3	0,18	8,63	1,6	3,1	0	3,5
25-06	1,6	0,041	0,06	0,005	0,550	0,006	0,004	0,003	5,5	0,21	7,43	1,7	7,3	4,9	5,1
07-07	0,8	0,066	0,098	0,031	0,790	0,020	0,013	0,007	6,6	0,3	7,66	1,8	9,3	8,9	8,9
22-07	0,7	0,081	0,11	0,008	1,500	0,142	0,100	0,042	9	0,11	9,12	1,6	20	12	14
05-08	0,7	0,079	0,19	0,025	1,200	0,039	0,037	0,002	10	0,36	8,71	1,7	13	12	14
18-08	0,95	0,09	0,21	0,096	1,100	0,148	0,065	0,083	11	0,32	8,17	1,8	9,4	8,5	11
01-09	0,9	0,11	0,17	0,050	0,940	0,006	0,004	0,002	13	0,15	8,96	1,8	14	12	15
16-09	1	0,071	0,16	0,050	0,910	0,056	0,014	0,042	12	0,18	8,13	1,8	11	9	12
29-09	1,7	0,018	0,1	0,050	0,630	0,310	0,120	0,190	12	0,27	7,25	1,8	4,8	3,7	4,4
13-10	1,95	0,017	0,074	0,025	0,700	0,284	0,024	0,260	9,1	0,18	7,49	1,7	4,8	3,2	3,7
10-11	3,5	0,006	0,031	0,011	0,520	0,273	0,083	0,190	5,7	0,12	7,89	1,7	3,9	3,8	3,5
15-12	3,8	0,0032	0,045	0,021	0,980	0,830	0,140	0,690	6,4	0,1	8,02	1,6	2,2	2	2,1

Tabel 6.0.1: Målte værdier af vandkemiske variabler i epilimnion i Engelsholm Sø i 2003.

Engelsholm Sø		Målte værdier		Udvikling	
		2003		1989 - 2002	
		Sommer	År	Sommer	År
<b>Kemi</b>	Enhed			+ / -	+ / -
Sigtedybde	m	1,610	2,040	++	++
pH		8,300	7,930	--	--
Klorofyl	mg/l	0,053	0,038	--	--
Total fosfor	mg/l	0,111	0,086	-	-
PO4-P	mg/l	0,029	0,023		+
Total kvælstof	mg/l	0,861	0,880	---	---
NH4-N	mg/l	0,038	0,050		
NO2+3-N	mg/l	0,084	0,245	--	-
Siliciumdioxid	mg/l	16,800	15,100		++
Total jern *1)	mg/l	0,214	0,183		
Alkal.	mg/l	1,700	1,660		
Susp. stof	mg/l	9,100	7,400	--	---
Glødetab	mg/l	7,700	6,000	--	---
COD *2)	mg/l	8,700	7,000	-	--
<b>Fytoplankton</b>					
Kiselalger	mg WW/l	0,580			
Blågrønalger	mg WW/l	2,720		---	
Grønalger	mg WW/l	0,180		-	
Rekylalger	mg WW/l	0,260			
Furealger	mg WW/l	5,260			
Stilkalger	mg WW/l				
Øjenalger	mg WW/l	0,220			
Gulalger	mg WW/l	0,010			
Ubestemte	mg WW/l	0,150			
Total biomasse	mg WW/l	9,400		--	
<b>Zooplankton</b>					
Hjuldyr	mg DW/l	0,130		+	
Cladoceer	mg DW/l	0,195		--	
Calanoide copepoder	mg DW/l	0,113			
Cyclopoide copepode	mg DW/l	0,027			
Total biomasse	mg DW/l	0,465		---	

Tabel 6.0.2: Tidsvægtede gennemsnit for Engelsholm Sø i 2003 samt resultatet af en lineær regressionsanalyse for perioden 1989-2003. +/- angiver  $p < 0,05$ , +/--  $p < 0,01$  og ++ +/--  $p < 0,001$ .

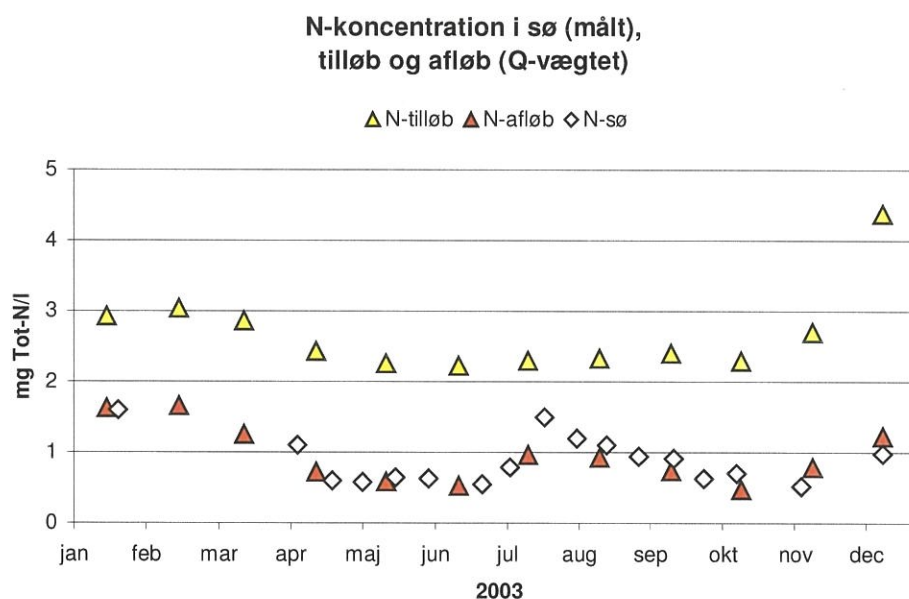
\*1): Først målt fra 1993. \*2): Først målt fra 1992.

## 6.1 Kvælstof

Koncentrationen af totalkvælstof og opløst uorganisk kvælstof i søvandet 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.

I perioder gennem sæsonen bliver kvælstofkoncentrationen så lav, at den må antages at medvirke til at begrænse algevæksten (tabel 6.0.1 og figur 6.2.2).

Koncentrationen i 2003 lå på niveau med de seneste års gennemsnitsværdier. Der er en forholdsvis stabil tilførsel af kvælstof med grundvandet, også i sommerperioden (figur 6.1.1). Søvands- og afløbskoncentrationerne er stort set identiske og altid mindre end indløbskoncentrationen, hvilket er udtryk for søens evne til at tilbageholde kvælstof.



Figur 6.1.1: Koncentrationen af totalkvælstof i søvandet (målte værdier) og tilløb og afløb (begge vandføringsvægtede som måneds-gennemsnit) i Engelsholm Sø i 2003.

## 6.2 Fosfor

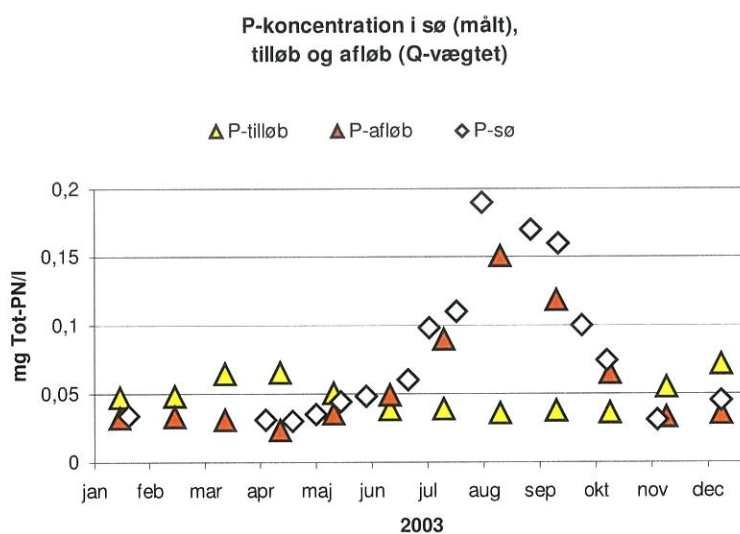
Koncentrationen af totalfosfor er som kvælstof omtrent halveret siden 1994 (figur 6.0.1). Der er en forbedret tilbageholdelseskapa-citet i søbunden, som ikke bliver ophvirvlet under brasenernes fødesøgning, som tilfældet var før opfiskningen. Det fører til stabilisering af sedimentoverfladen og mindre udveksling af fosfor med søvandet, forstærket af bedre lysforhold over dele af søbunden som følge af en forbedret sigt-dybde. I 2003 blev der specielt i sidste halvdel af sæsonen observeret høje koncentrationer af opløst fosfor.



Dette skyldes stor frigivelse fra bunden, men det vides ikke, om den udelukkende skyldes kemiske forhold, stor brasenaktivitet eller evt. en kombination.

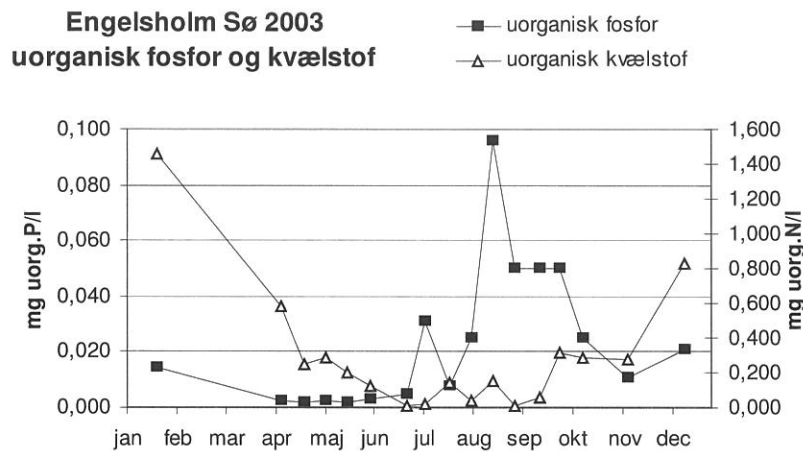
Koncentrationen af uorganisk opløst fosfor viser, at søens alger er begrænset af tilgængeligheden af dette næringsstof især først i vækstsæsonen (tabel 6.0.1 og figur 6.2.2). I 2002 var koncentrationen af nitrat især i sidste halvdel af vækstsæsonen meget lav, og algevæksten var da overordnet set kvælstofbegrænset indtil medio august. Dette var ikke nær så udtalt i 2003, og i perioder var algerne hverken fosfor- eller kvælstofbegrænsede.

Figur 6.2.1 viser en nogenlunde stabil indløbskoncentration i overensstemmelse med søens store grundvandsbidrag. I sensommeren var søvands- og afløbskoncentrationerne højere end tilløbskoncentrationen, hvilket er udtryk for, at søen i denne periode nettoafledes for fosfor fra depotet i bunden, mens der tidligere på året og i efteråret har været tale om en nettotilbageholdelse. I efteråret hænger det dels sammen med den sæsonbetingede reduktion i primærproduktionen, hvor der bundfælder mere algebiomasse end der opbygges, hvorved sø- og afløbskoncentrationerne falder. Desuden giver den sæsonbetingede stigning i afstrømningen fra oplandet en stor tilført transport af deponeret partikulært materiale med stort fosforindhold.



Figur 6.2.1: Koncentrationen af totalfosfor i søvandet (målte værdier) og til- og afløb (begge vandføringsvægtede som månedsgennemsnit) i Engelsholm Sø i 2003.





Figur 6.2.2: Koncentrationen af uorganisk kvælstof og fosfor i Engelsholm Sø i 2003.

### 6.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

#### Sommergennemsnit

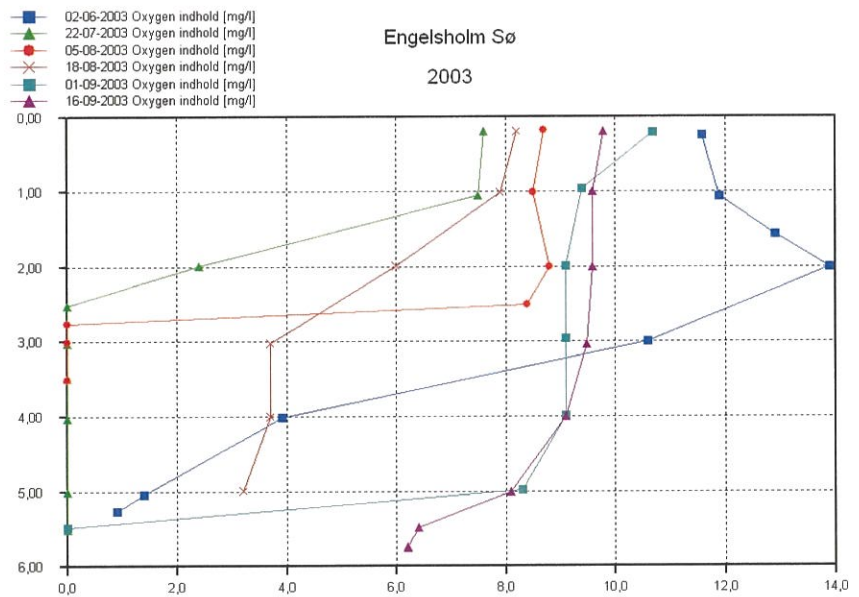
Sommergennemsnit af alkalinitet og suspenderet stof i 2003 lå på niveau med værdierne siden 1994, hvor effekten af opfiskningen slog igennem på miljøtilstanden. Udviklingen for flere af parametrene er signifikant vurderet ud fra en lineær regressionsanalyse af de tidsvægtede gennemsnit (tabel 6.0.2). Disse forløb hænger sammen med faldet i algebiomassen, bortset fra en stigning i siliciumkoncentrationen, der ikke er sammenfaldende med et fald i kiselalgebiomassen. Eneste plausible forklaring på stigningen kan være et stigende input i forbindelse med råstofindvinding i yderkanten af søens opland.

#### Temperatur og ilt

Normalt optræder der ikke længerevarende perioder med temperaturspringlag og iltsvind i vandmasserne i Engelsholm Sø, men i 2002 blev der observeret egentlig lagdeling med lave iltkoncentrationer i bundvandet fra maj til sidst i august kun afbrudt kortvarigt i juni. I 2003 var der ikke tale om langvarig lagdeling men til gengæld en kortere periode sidst i juli/først i august med meget kraftig lagdeling og udtalt iltsvind helt op til 2,5 meters dybde (figur 6.3.1).

#### Iltsvind

Iltsvindssituationen var tilstrækkelig langvarig til en betydende nitratreduktion i bundvandet i august, hvor nitratindholdet faldt, og ammoniumindholdet steg. Iltsvindet nåede også at aktivere frigivelse af jernbundet fosfor, idet koncentrationen af uorganisk opløst fosfor steg i august og forblev høj resten af sæsonen (figur 6.2.2).



Figur 6.3.1: Iltprofiler ved mere eller mindre udtalt lagdeling i 2003.

## 6.4 Sigtdybde, klorofyl og pH

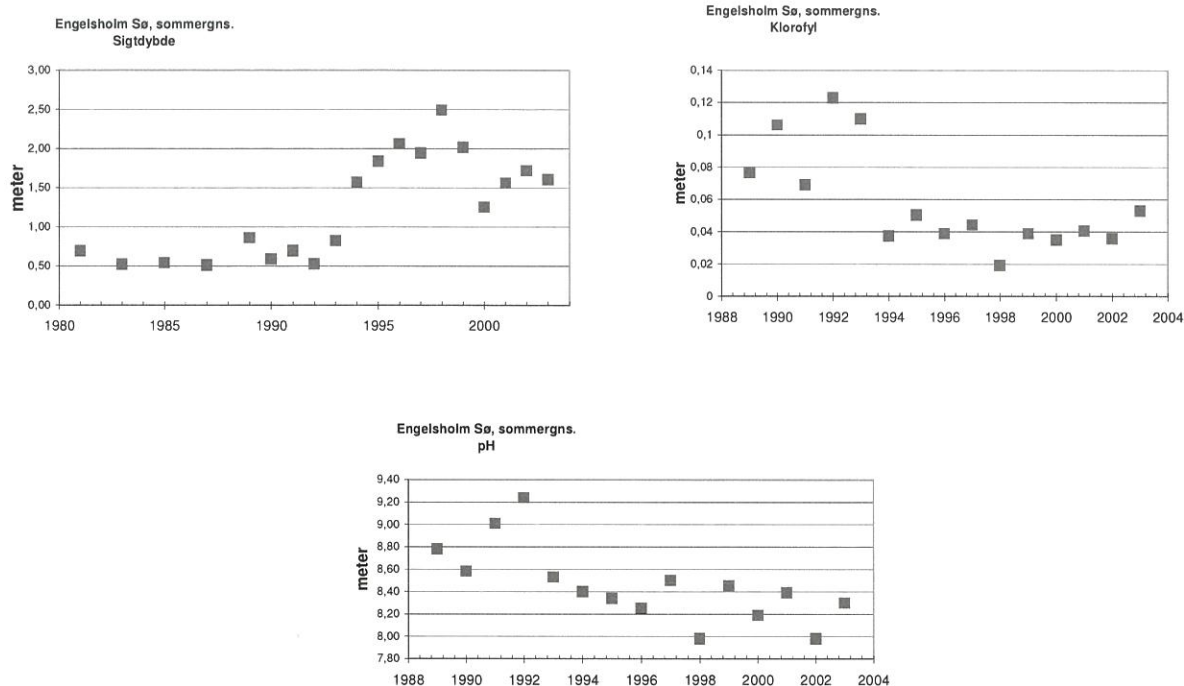
Som for flere af de øvrige variabler falder værdierne af sigtdybde, klorofyl og pH i én blok før opfiskningen og én blok efter (figur 6.4.1).

### Sigtdybde

Sigtdybden er markant forbedret efter opfiskningen. Den har dog været lavere end forventet de seneste tre år. I 2000 skyldtes det lave værdier gennem hele sæsonen, og prøveindsamlingen faldt således ikke sammen med en eventuel klarvandsfase, som det ellers altid har været tilfældet. Siden 2001 har det været lave sigtdybder i sidste halvdel af sæsonen, der trak gennemsnittet ned.

### Klorofyl

Klorofylkoncentrationens sommergennemsnit lå i 2003 på niveau med observationerne fra 1994 og frem. Der ses derfor en ringere sigtdybde ved en given klorofylkoncentration i 2000-2003 end set i årene efter opfiskningen. På årsbasis ses der f.eks. dobbelt så meget klorofyl som forventet pr. algebiomasseenhed i 2000 sammenlignet med perioden 1994-1999. Der bør her gøres opmærksom på, at fra og med år 2000 er prøverne blevet analyseret for klorofylindhold af et andet laboratorium, men sammenligninger fra andre søer synes ikke at indikere en væsentlig analyseforskel årene imellem.



Figur 6.4.1: Tidsserie for sommergennemsnit af sigtedybde og klorofyl og pH i Engelsholm Sø i 2003.

pH

pH er faldet signifikant siden 1989 og lå i 2003 på 8,3 som gennemsnit for sommeren. Det er udtryk for en faldende primærproduktion som følge af faldet i algebiomasse.

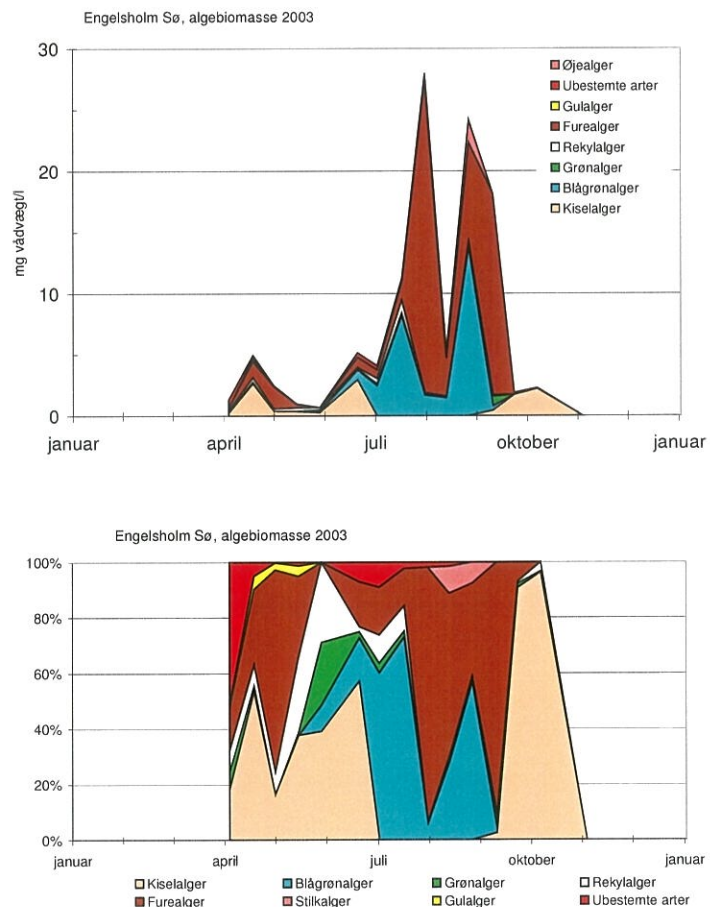
Både klorofylkoncentrationen og algebiomassen viser, at forklaringen på en dårligere sigtedybde de senere år end umiddelbart efter opfiskningen ikke alene skal søges i større forekomster af fytoplankton. Bortset fra manglen på en klarvandsfase i 2000 så var sigtedybde og klorofylkoncentrationen særligt i 2000 gennem sæsonen sammenlignelig med 1994, men algebiomassen var 5-10 gange lavere end i 1994. Data tyder derfor på, at der kan være forhold, der sammen med algerne begrænser sigtdybden.

## 6.5 Plante- og dyreplankton

### Planteplankton

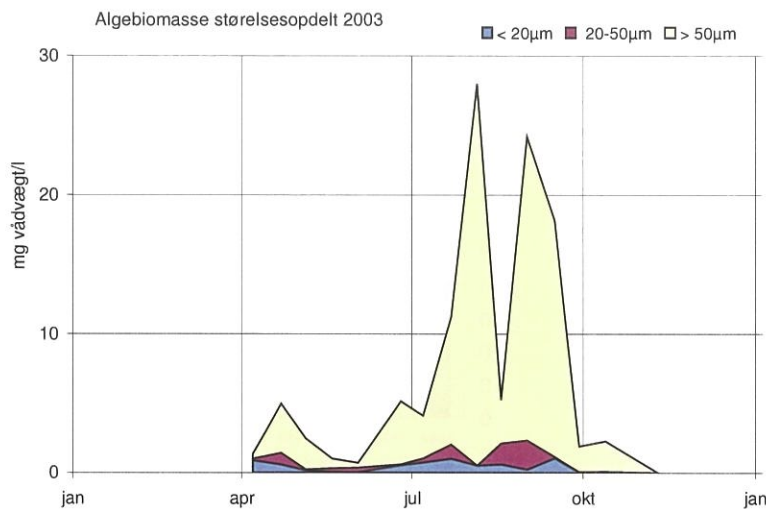
#### Sæsonvariation

Sæsonvariationen af planteplanktonbiomassen fordelt på de enkelte grupper er afbildet i figur 6.5.1. Planteplanktonet udviklede et mindre maksimum i april samt to større maksima i august og i september, der var sammenfaldende med stor fosforfrigivelse fra sedimentet. Forårsmaksimaet havde dominans af kiselalger, og algebiomassen faldt herefter til et minimum først i juni. Efterfølgende optrådte algegrupperne med skiftende dominans; først kiselalger og dernæst blågrønner indtil sommermaksimaet den 5. august, som hovedsagelig bestod af furealger. Furealger faldt i mængde samtidig med, at der udvikledes et maksimum af blågrønner først i september. Størrelsesmæssigt var der dominans af store algearter (>50 µm) i 2003, som i 2002 og især i forbindelse med de to store maksima, se figur 6.5.2. Tendensen, med at blågrønnerne efterhånden spiller en underordnet rolle i søen, fortsætter, selv om biomassen i 2003 ikke er set større siden 1999.



Figur 6.5.1: Sæsonvariation i algebiomassen i Engelsholm Sø i 2003, fordelt på algegrupper.





Figur 6.5.2: Størrelsesfordelingen i algebiomassen i Engelsholm Sø i 2003, fordelt på algegrupper.

#### Algesamfundet

Forårsmaksimaet bestod hovedsageligt (54%) af kiselalgerne *Asterionella formosa*- og *Fragililaria*-arter og furealgen *Ceratium hirundinella* (27%). Fra 2. juni til 2. juli var fytoplanktonet mest præget af kiselalger og blågrønalger med skiftende dominans. Kiselalger omfattede *Fragillaria*- og *Aulacoseira*-arter, mens blågrønalgerne bestod af *Aphanizomeon*- og *Anabaena*-arter. Algemaksimaet den 5. august bestod primært (91%) af *Ceratium hirundinella*, mens maksimaet den 1. september primært bestod af blågrønalgen *Anabaena spiroide*, men også furealgen *Ceratium hirundinella* forekom i betydelige mængder. I oktober og november bestod planktonet primært af kiselalgen *Aulacoseira granulata* var. *Angustisima*.

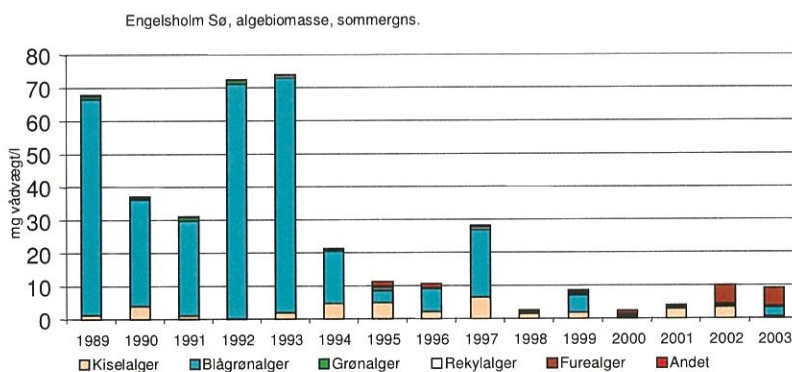
#### Udvikling 1989-2003

Den gennemsnitlige algebiomasse i sommerperioden (1/5-30/9) i 2003 var 9,405 mg/l, hvilket er på niveau med biomassen i 2002. Selv om algebiomassen de sidste to år var større end i 2000 og 2001, var den alligevel forholdsvis lav i forhold til overvågningsperioden fra 1989 til 2002 (figur 6.5.3). Biomassen har generelt været dramatisk lavere efter opfiskningen af skaller og brasener. Der er således også et signifikant fald i den samlede algebiomasse ( $p=0,001$ ), som et resultat af en signifikant kraftigt faldende blågrønalgebiomasse ( $p = 0,0004$ ) og et mindre fald i grønalgebiomasse ( $p=0,043$ ).

#### Blågrønalger væk

Blågrønalgerne er de seneste år gradvist blevet erstattet af andre algegrupper, men der har været skiftende dominansforhold mellem algegrupperne. I 1998 og 2001 var kiselalgerne således den dominerende algegruppe, mens de spillede en underordnet rolle i 1999 og 2000. I 2002 var der også mange kiselalger, men furealgerne dominerede. Blågrønalger udgjorde tidligere, dog 1998 undtaget, en væsentlig del af planteplanktonet (mellem 33-75%).

Før opfiskningen svingede blågrønalgerne andel mellem 87-96% af algebiomassen.



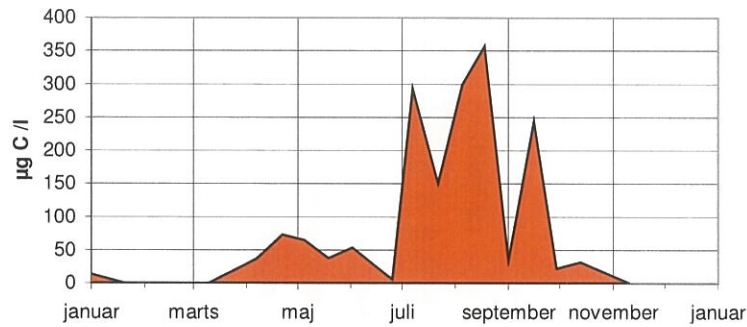
Figur 6.5.3: Den gennemsnitlige algebiomasse i sommerperioden (1/5 - 30/9) siden 1989 fordelt på algegrupper.

## Græsningstryk

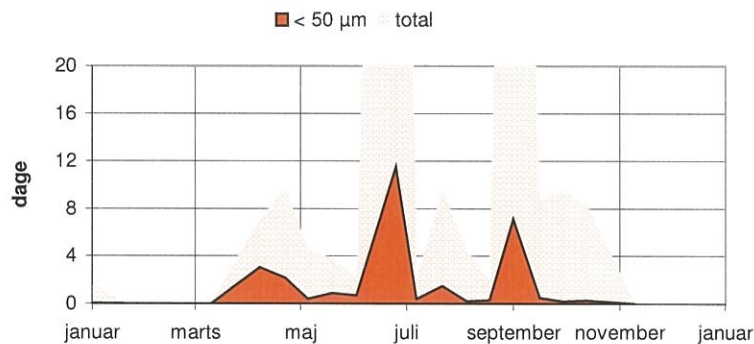
Dyreplanktons fødeoptagelse kan groft beregnes ud fra kendskab til dyregruppernes fødeoptagelse i forhold til deres biomasse. I takt med den faldende biomasse har der derfor også været et fald i fødeoptagelsen. Imidlertid ses der ind imellem store fødeoptagelser gennem sæsonen, når biomassen er domineret af effektive græssere. Beregningerne af fødeoptagelsen er korrigeret bl.a. ved opdaterede data om de enkelte dyreplanktonarters status som rovlevende eller planktonlevende.

Fødeoptagelsen i forhold til den stående algebiomasse kan give et billede af, om dyreplankton har tilstrækkelig føde til rådighed. Græsningsraten er udtryk for, hvor mange dage det vil tage dyreplankton at æde hele den del af algebiomassen, det er muligt for dyrene at æde. Visse store algearter og algekolonier antages at være utilgængelige for dyreplankton, men det er et område, hvor der mangler viden. Der er bl.a. derfor en betydelig usikkerhed på de beregnede græsningsrater, men overordnet ses det samme mønster i 2003, som er observeret siden 1994, nemlig at der er perioder, hvor den tilgængelige algebiomasse kan nedgræsses på få dage. Det er derfor sandsynligt, at dyreplanktonbiomassen er bremset i sin vækst af mangel på føde. Fødebegrænsning må stort set forventes at have haft betydning hele vækstsæsonen. Ovennævnte reberegning af fødeoptagelsen har haft indflydelse på den tidligere rapporterede græsningsrate, hvorfor denne ligeledes er afbildet for alle år siden 1989 i bilag 6.5.5.

Engelsholm Sø, fødeoptagelse i 2003



Engelsholm Sø, græsningsrate i 2003

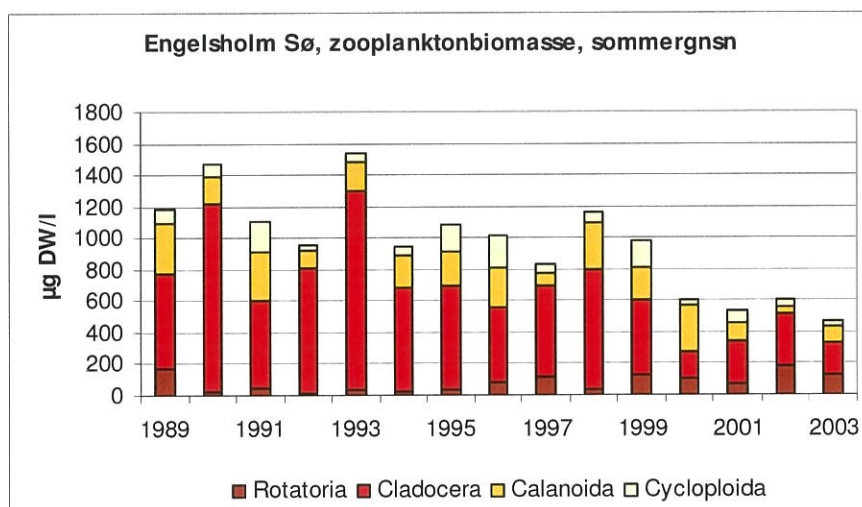


Figur 6.5.4: Dyreplanktonets fødeoptagelse og græsningsrate i Engelsholm Sø i 2003. Raten er baseret på hhv. de tilgængelige alger < 50 µm og den totale algebiomasse.

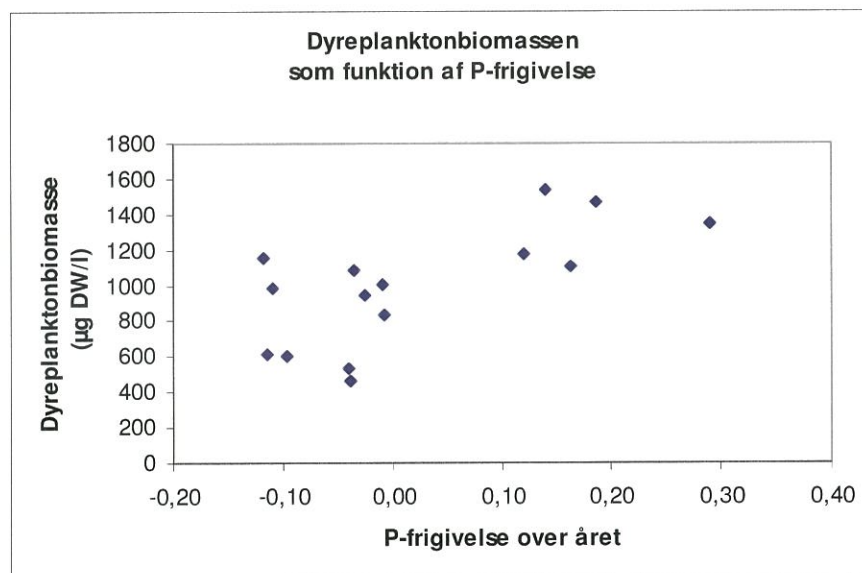
Biomasse, sammen-  
sætning

### Dyreplankton

Den samlede dyreplanktonbiomasse er faldet siden effekten af restaureringsindgrebene slog igennem i 1994. Faldet har dog ikke været jævnt, idet biomassen faldt fra et niveau omkring 1100–1600 µg DW/l før tilstandsændringen til et niveau omkring 1000 µg DW/l indtil år 2000, hvor niveauet igen faldt til omkring 600 µg DW/l. Biomassen er således halveret i perioden, og faldet er signifikant ( $p < 0,001$ ). De rykvisse ændringer i dyreplanktonbiomassen udviser en påfaldende sammenhæng med årenes samlede interne fosforbelastning i søen (figur 6.5.6). Dette tages som udtryk for, at hele fødekæden bliver begrænset af planteplanktons mangel på fosfor.



Figur 6.5.5: Tidsvægtede sommergennemsnit (1/5-30/9) af biomassen af de fundne dyreplanktongrupper i Engelsholm Sø, 1989-2003.

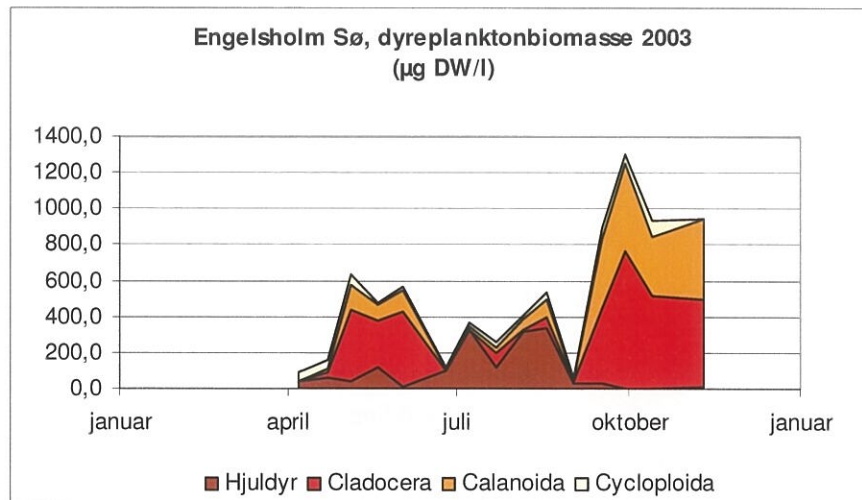


Figur 6.5.6: Tidsvægtede sommergennemsnit (1/5-30/9) af dyreplanktonbiomassen som funktion af årets interne fosforbelastning.

#### Sæsonvariation

Sæsonforløbet i 2003 var næsten identisk med forløbet hvert år siden 1999. De calanoide copepoder så en overgang ud til skulle dominere først i sæsonen, men i dag er deres rolle ved at være udspillet, og de er igen erstattet af cladocæer. I det hele taget er det cladocæer, der dominerer biomassen i foråret og sensommeren. Kun i forbindelse med fiskeynglens voldsomme græsningstryk midt i sæsonen overtages dominansen af hjuldyr.





Figur 6.5.7: Sæsonvariation i dyreplanktonbiomassen, fordelt på grupper i Engelsholm Sø i 2003.

#### Hjuldyr

Hjuldyrbiomassen udviser stor sæsonvariation, og med arternes korte reproduktionstid kan prøvetagning hver 14. dag ofte overse selv store forekomster. På trods af disse usikkerheder kan det konkluderes, at hjuldyrenes samlede biomasse efter flere år på lavt niveau har været stigende siden 1994/95 ( $p < 0,05$ ) og nu har nået niveauet fra 1989. Det skyldes en større biomasse fra juli til september sammenfaldende med fremkomsten af fiskeyngel. Selv om der er fjernet mange tons fisk, og der derfor produceres mindre yngel, vil fødekæden stadig være næringsstofbegrænset, og græsningstrykket vil derfor stadig være relativt stort på den mindre biomasse af store dyreplanktonarter, hvorfor de små arter kommer til at spille en kvantitativ rolle. På artsniveau tegner der sig endnu ikke et entydigt mønster. Således er f.eks. *Notholca foliacea* og *Kellicottia longispina* i dag forsvundet, mens *Trichocerca pusilla* optræder mere hyppigt, hvilket indikerer en udvikling mod en mere eutrof miljøtilstand. Imidlertid ses også den modsatte tendens, idet f.eks. *Brachionus*-arterne optræder mindre hyppigt efter opfiskningen, og arter som *Trichocerca capucina*, *T. rousseletti* og *T. similis* optræder hyppigere.

#### Copepoder

De calanoide copepoder er kun repræsenteret ved arten *Eudiaptomus graciloides*, der ikke har udvist nogen signifikant udvikling siden 1989. Dog har sommerens gennemsnitlige biomasse siden 2001 været lavere end tidligere. I 1992 optrådte en enkelt kohorte af gruppen *Mesocyclops* og *Thermocyclops* med ekstreme biomasser blandt de cycloploide copepoder, men ellers viser udviklingen i sommerens gennemsnitlige totalbiomasse, der ligger i intervallet 40–200  $\mu\text{g DW/l}$ , heller ingen udvikling. *C. abyssorum* er blevet gradvis mere almindelig på bekostning af *C. vicinus*, mens gruppen *Mesocyclops* og *Thermocyclops* de sidste par år næsten er forsvundet.

Udviklingen i dominansforholdene på artsniveau kan tages som udtryk for en udvikling i en mere oligotrof retning.

#### Cladocéer

Den samlede cladocébiomasse varierer stærkt gennem sæsonen, og det er vanskeligt at se en udvikling. Det tidsvægtede sommergennemsnit viser imidlertid et signifikant fald ( $p < 0,001$ ) siden maksimum i 1990 på 1350  $\mu\text{g DW/l}$ , og de seneste fire år har niveauet ikke overskredet 350  $\mu\text{g DW/l}$ . Denne udvikling dækker over en stor variation på artsniveau.

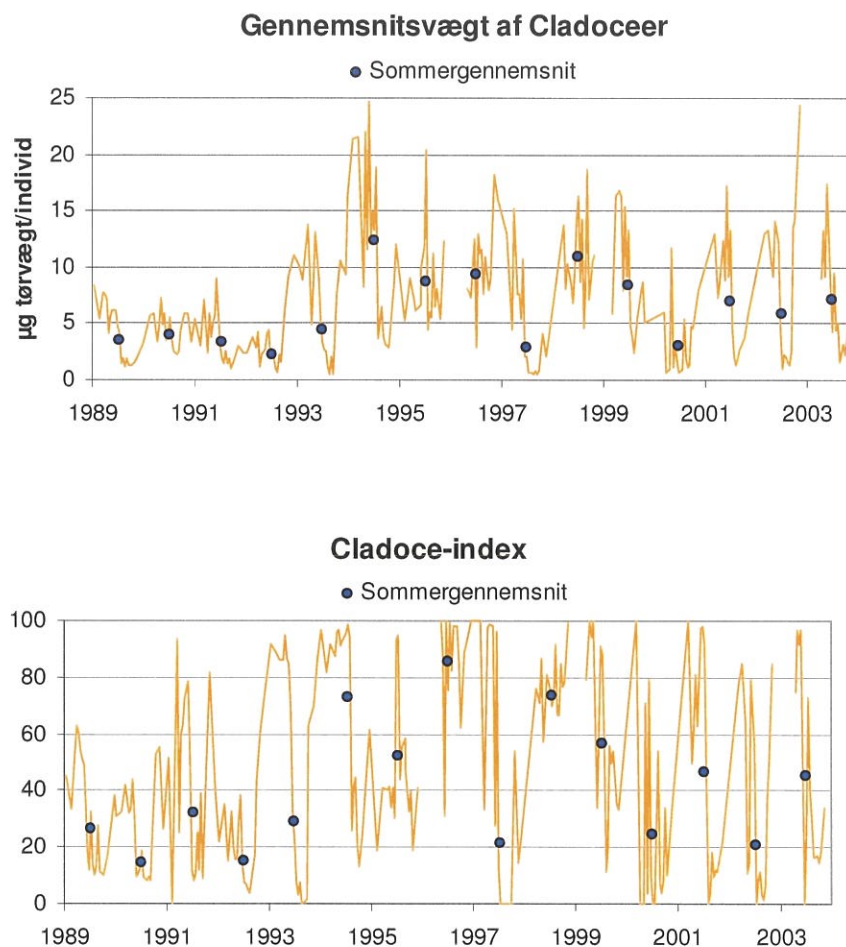
Biomassen af *Daphnia*-arterne *D. galeata* og *D. hyalina* har ikke udvist en lineær udvikling, men derimod et stort fald fra 1998 til 2000. Omvendt har *D. cucculata* efter en meget fåtallig forekomst fra 1992 til 1999 igen opnået en betydelig biomasse. *Daphnia*-arterne er svære at adskille på art, før de er fuldt udviklede, og dette forhold vanskeliggør tolkningen af udviklingen. Imidlertid er usikkerheden ikke større, end det kan konstateres, at der gennem de seneste tre år har fundet et skifte sted i dominansforholdene de tre arter i mellem, og *D. cucculata* er nu ved at overtage dominansen fra de to andre arter. Dette kan være udtryk for, at der igen forekommer store mængder fiskeyngel i søen, idet græsning vil favorisere den mindre *D. cucculata*.

*Bosmina*-slægten er først og fremmest repræsenteret ved *B. coregoni*, men også *B. longirostris* optræder ind imellem talrigt. Slægtens biomasse faldt brat først i perioden 1989-2003 og har siden midten af 90'erne ligget på et niveau under 100  $\mu\text{g DW/l}$  for sommerens gennemsnit.

Biomassen af *Chydorus sphaericus* varierer også meget gennem sæsonen. Sommerens gennemsnitlige biomasse faldt dramatisk i 1994, og siden har den været under 20  $\mu\text{g DW/l}$ . Biomassen af *Chydorus sphaericus* har vist en stigende tendens de seneste år. Den rovlevende *Leptodora kindtii* har de seneste fem år optrådt med en beskedne biomasse, og udviklingen gennem perioden har i grove træk fulgt den faldende forekomst af fødeemner.

#### Cladocéindex

Cladocéindexet steg i 1994, da restaureringsindsatsen slog igennem. Siden har det med nogen variation været faldende og ligger nu igen på det lave niveau fra før restaureringen. Det samme forløb ses for Cladocé-gruppens gennemsnitsvægt, og begge forløb vurderes at være udtryk for en tilbagevenden til en sammensætning af dyreplanktonsamfundet, som det så ud inden restaureringen, blot med en væsentlig reduceret biomasse.



Figur 6.5.8 a og b:

- a) *Cladocé-index* = antal dafnier i % i forhold til det totale antal cladocéer.  
 b) *Individ-tørvægt af cladocéer*.

#### Sammenfatning

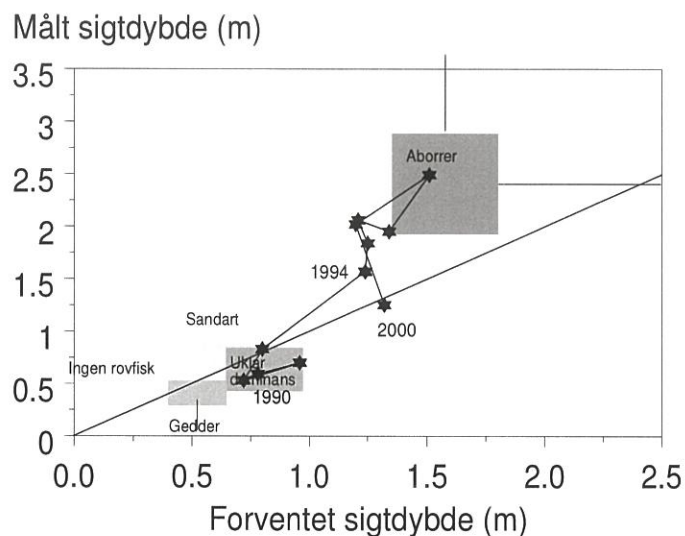
Dyreplanktonnets sammensætning udvikles gradvist i retning af forholdene inden restaureringsindgrebet, men med en stadigt faldende samlet biomasse. Denne udvikling antages at hænge sammen med en stigende mængde fiskeyngel i forhold til fødegrundlaget samtidig med en fosforbegrænsning af primærproducenterne. Førstnævnte favoriserer f.eks. hjuldyr og de små krebsdyr, mens sidstnævnte resulterer i den faldende biomasse, da søens fosforpulje er faldende. Den faldende dyreplanktonbiomasse er stadig tilstrækkelig stor til at bremse væksten for den del af algebiomassen, der er tilgængelig som føde, men de store arter er uden for dyreplanktonnets kontrol.



## 6.6 Fisk

Opfiskning	<p>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.</p>
Undersøgelse i 2000	<p>Der blev senest gennemført fiskeri med oversigtsgarn i Engelsholm Sø i sensommeren 2000. Undersøgelsen er behandlet i Fiskeøkologisk Laboratorium, 2001 og resumeret i Vejle Amt, 2001.</p> <p>Der blev fanget 6 forskellige arter, nemlig skalle, aborre, hork, brasen, gedde og ål. Det er et meget lavt antal arter sammenlignet med andre danske søer. Undersøgelser fra tidligere år sandsynliggør dog, at søen også rummer små bestande af bl.a. sandart, rudskalle, karusse, grundling og ørred. Biomassen blev estimeret til 354 kg/ha i 2000, hvilket var på niveau med årene efter opfiskningen.</p> <p>Fiskebestanden var domineret af større skaller og aborrer. Aborrebestandens sammensætning viste en bekymrende underrepræsentation af ældre fisk, og det er kun pga. den hurtige opvækst, at der er relativt mange rovlevende aborrer i søen. Tilvæksten for både skaller og aborrer har været lavere de seneste par år end umiddelbart efter opfiskningen. Bestanden af brasen og gedde betegnes som ubetydelig.</p>
Bio-manipulationens betydning	<p>Bio-manipulationen har medført et skifte i den biologiske struktur mod en flora og fauna, tilpasset en klarvandet tilstand. Sammenlignes gennemsnittet af den målte sommersigt dybde med den forventede, beregnet ud fra søvandets fosforindhold og søens areal og gennemsnitsdybde (figur 6.6.1), ses, at variationerne ikke alene kan tilskrives ændringer i fosforindholdet.</p> <p>I 1990-1993 var sigt dybden noget ringere end forventet, men fra 1994 og frem til 1999 har sigt dybden været markant bedre end forventet ud fra fosforindholdet i søvandet. I 2000 var sigt dybden som forventet, hvilket bl.a. hænger sammen med en manglende klarvandsfase i forsommeren, som de tidligere år har bidraget væsentligt til sommergennemsnittet. På figur 6.6.1 er ligeledes indtegnet dominansforhold blandt rovfisk for en række danske søer, og det ses, hvordan Engelsholm Sø har bevæget sig i retning af aborredominans.</p>





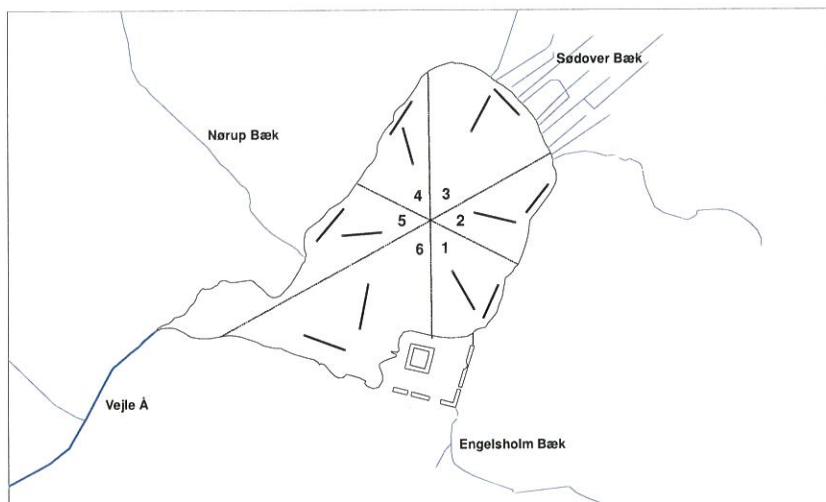
Figur 6.6.1: Sammenhængen mellem den målte gennemsnitssommer-sigtddybde og den forventede, beregnet ud fra fosforkoncentration, areal og gennemsnitsdybde i en række danske søer, opdelt efter dominansforhold blandt rovfiskene. Kasserne og stregerne repræsenterer hhv. 95% C.L. og minimum og maksimum.

## Vandmiljøplanen

Overordnet set har effekten af biomanipulationen overskygget en eventuel effekt af vandmiljøplanen. Imidlertid befinder søen sig i en fase, hvor den umiddelbare effekt af opfiskningen er aftagende, og forholdene er under normalisering med en mindre produktion gennem fødekæden til følge. Det vil derfor i de nærmeste år vise sig, om effekten af vandmiljøplanen er tilstrækkelig til at kompensere for den manglende undervandsvegetation og de deraf negative følger for søens aborrer, så den relativt klarvandede tilstand kan fastholdes.

## Fiskeyngel

Der blev gennemført en undersøgelse af fiskeynglen i Engelsholm Sø natten mellem 1. og 2. juli 2003 efter programmet (Lauridsen, T.L. et al., 1998). Der blev gennemført træk i littoralzonen og pelagiet i de samme sektioner som ved oversigtsfiskeriet (figur 6.6.2).



Figur 6.6.2: Lokalisering af fiskeyngeltrækkene i de 6 sektioner i Engelsholm Sø.

#### Forekomst af fiskeyngel

Der er betydeligt mere fiskeyngel i Engelsholm Sø i forhold til de fleste danske søer. Ved undersøgelsen i 2003 blev der fanget årsyngel af skalle og aborre, og skallerne var klart dominerende. Antal og vægt af fangsterne er angivet i tabel 6.6.1.

Fangsten af yngel var større i littoralen end i pelagiet, men der forekom betydelige mængder af skaller i pelagiet. Generelt er fiskeynglens mængde og fordeling med relativt mange karpefisk i pelagiet temmelig usædvanlig for en middeldyb sø med forholdsvis klart vand. Ynglens middelvægt var dog sammenlignelig med andre søer.

Årets klimatiske udvikling må antages at have givet en nogenlunde normal rekruttering for brasen, der gyder sent og derfor ikke blev fanget ved undersøgelsen. Erfaringerne fra en række danske søer viser en negativ sammenhæng mellem årgangsstyrken og år med varme forår efterfulgt af kolde somre (Fiskeøkologisk Laboratorium, 2001).

#### Påvirkning af dyreplankton

Fiskeynglens skønnede daglige konsumtion af dyreplankton var 199 mg TV/m<sup>3</sup>/dag, hvilket er en meget høj rate. På grund af den høje konsumptionsrate har fiskeynglen alene været i stand til at nedgræsse dyreplanktonbiomassen i sommerperioden. Medregnes de ældre årgange har der været tale om et meget betydeligt prædationstryk.

**Engelsholm Sø**

Alle arter	Antal pr m <sup>3</sup>		Vægt, g pr. m <sup>3</sup>	
	Littoral	Pelagiet	Littoral	Pelagiet
1998	1,83	0,53	0,21	0,08
1999	19,83	3,20	3,67	0,67
2000	5,00	7,16	1,15	1,67
2001	2,07	3,77	0,68	0,95
2002	13,93	3,52	4,26	1,08
2003	43,34	7,83	7,29	1,92

Skalle	Antal pr m <sup>3</sup>		Vægt, g pr. m <sup>3</sup>	
	Littoral	Pelagiet	Littoral	Pelagiet
1998	0,9	0,10	0,04	0,01
1999	19,68	3,03	3,57	0,60
2000	4,24	6,21	0,75	1,13
2001	1,68	3,45	0,35	0,74
2002	13,51	3,34	3,97	0,96
2003	42,71	6,32	6,95	1,10

Aborre	Antal pr m <sup>3</sup>		Vægt, g pr. m <sup>3</sup>	
	Littoral	Pelagiet	Littoral	Pelagiet
1998	0,93	0,43	0,16	0,08
1999	0,13	0,16	0,10	0,07
2000	0,70	0,95	0,40	0,54
2001	0,39	0,32	0,32	0,22
2002	0,41	0,18	0,29	0,11
2003	0,61	1,52	0,34	0,82

Individvægt	
<b>Skalle</b>	
1998	0,049
1999	0,183
2000	0,180
2001	0,211
2002	0,293
2003	0,164
<b>Aborre</b>	
1998	0,177
1999	0,567
2000	0,570
2001	0,752
2002	0,678
2003	0,545

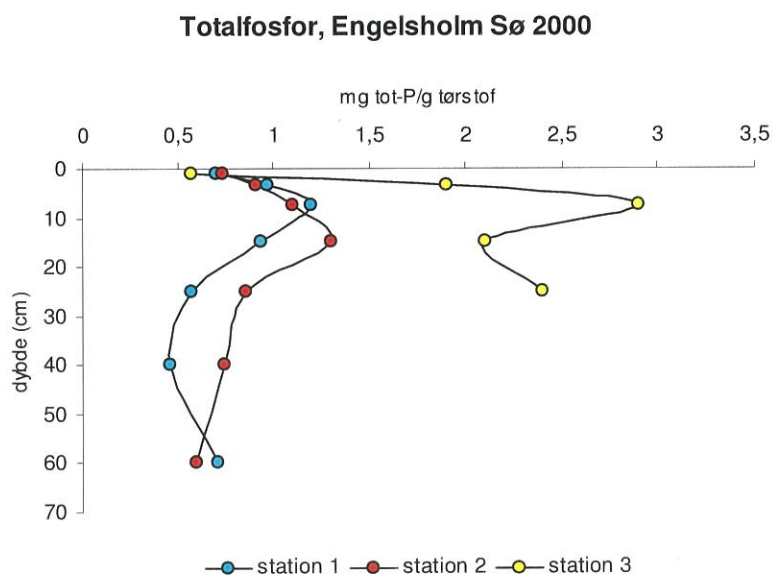
Tabel 6.6.1: Fangst af hyppigst forekommende arter i fiskeynglen ved undersøgelserne i Engelsholm Sø.

## 6.7 Undervandsplanter

Der er ikke gennemført egentlige undersøgelser af undervandsvegetationen i Engelsholm Sø. Imidlertid har en undersøgelse af undervandsvegetationens muligheder for etablering og spredning i søen (Lauridsen, T.L. et al., 1997) afsløret, at vegetationen sagtens kan etableres og sprede sig, men fugles græsningstryk på den er så stort, at nyetablerede planter hurtigt ædes, og kun der, hvor de til undersøgelsen anvendte indhegninger var placeret, fandtes indtil 2002 vegetation, men i 2003 var det sidste forsvundet. Der er dog observeret spredt forekomst af enkeltindivider af *Kruset vandaks* og *Vandpest* i forbindelse med tilsyn.

## 7. Sediment

Der blev gennemført sedimentundersøgelser i Engelsholm Sø i 1990, 1995 og 2000. Den eneste entydige udvikling gennem de ti år er et fald i fosforkoncentrationen i de øverste få centimeter (Vejle Amt, 2001). Sedimentets fosforstatus er gengivet på figur 7.1.



Figur 7.1: Fosforprofil for tre stationer i Engelsholm Sø, 2000.



## 8. Måltilstand og fremtidig udvikling

### 8.1 Søtilstand og målsætning

Målsætning	Engelsholm Sø er målsat som badesø (A2) i Regionplan 2001-2013 for Vejle Amt (Vejle Amt, 2003) 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 2,0 m, og aldrig dårligere end 1,5 m. Målsætningen betragtes desuden først som opfyldt, når der forekommer mindst 6 forskellige arter af rodfæstede undervandsplanter, og aborre skal være den dominerende rovfisk. Kravet til sigtdybden og planteforekomsten er ikke opfyldt, men kravet om aborre som dominerende rovfisk har stort set været opfyldt siden 1994 efter opfiskningen af skaller og brasener. Kravene forventes kun at kunne fastholdes, hvis fosforbelastningen ikke overstiger 230 kg/år (370 kg/år korrigeret for underestimering af fosfortransporten). Denne maksimumsgrænse overskrides især i våde år. I 2003 blev den næsten nået.
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 der stadig behov for tiltag, der kan begrænse tilførslen af fosfor fra belastningskilderne i det åbne land. Det må erindres, at de anførte 230 kg fosfor/år som maksimumsbelastning er udregnet for økologisk balance, men i søens nuværende situation vil en væsentlig mindre belastning være nødvendig, før den økologiske balance kan forventes at indstille sig. Dette blev tydeligt illustreret i 2003, hvor belastningen stort set nåede ned på maksimumsgrænsen, men hvor miljøtilstanden vedblev at være dårligere end ønsket ved målsætningen grundet en større fosforfrigivelse fra sedimentet, end man vil observere ved økologisk ligevægt.
Det biologiske system	Resultaterne fra 1999 og 2000 viser, at udviklingen i fiskebestanden mod en større andel af aborrer og færre skaller er vendt. Specielt for aborrerne ser udviklingen bekymrende ud. Bestanden synes at ville stabilisere sig på et lavt niveau m.h.t. de store rovlevende individer. Det skyldes primært manglen på undervandsvegetation i søen.
Ustabil balance	Forskellen mellem miljøtilstanden i f.eks. 1999 og 2000 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 sigt dybde gennem nu 10 år.

Risiko for tilbagefald	For at styrke betingelserne for undervandsplanter og rovlevende fisk må der ske en yderligere reduktion i næringsstofftilførslen. Ellers vil der på sigt igen optræde kraftige blågrønalgforekomster 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.
Belastningsscenario	Med en middel vanddybde i søen på 2,6 m og en maksimal dybde på 6,1 m var det ikke realistisk at opnå den nødvendige bestand af undervandsplanter i Engelsholm Sø ved det udmeldte sigt dybdekrav på kun 1,5 m i Regionplan 1997. I Regionplan 2001-2013 blev kravet til sigt dybden derfor skærpet til 2,0 m. Med empiriske modeller kan den højest tilladelige belastning beregnes til 230 kg/år (370 kg/år korrigeret for underestimering af fosfortransporten). Som sikkerhed for at den ønskede miljøtilstand opnås uafhængigt af de empiriske modellers nøjagtighed, blev målsætningen suppleret med de omtalte krav til minimumsigt dybde på 1,5 m. og 6 forskellige arter af bundplanter.
Mindre fosfor fra spredt bebyggelse og landbrug	I Give Kommune ligger nogle få ejendomme og i Egtved Kommune godt 30 ejendomme, der ikke nedsiver deres husspildevand. 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. Dog vil særlig nedbørsrige år med stor diffus afstrømning stadig belastte søen for meget. For at bringe søen i en stabil klarvandet tilstand vil det være nødvendigt med en reduktion af det dyrkningsbetingede fosforbidrag. 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 Sammenfatning og konklusion

Næringstilførsel	2003 var et nedbørsfattigt år. På trods af forholdsvis fyldte grundvandsmagasiner resulterede det i en meget lille afstrømning, og søen fik tilført meget lidt næringsstof.
------------------	---

Grundvandsbidraget og den diffuse tilstrømning leverede mere end 80% af de ca. 0,25 tons fosfor og endnu mere af de godt 13 tons kvælstof, søen modtog i 2003. Langt den største del stammer fra dyrkede marker.

#### Stoftilbageholdelse

Engelsholm Sø lagdelte kraftigt i sidste halvdel af sæsonen i 2003. Det resulterede i en stor fosforfrigivelse, og for første gang i ni år eksporterede søen fosfor.

Det store jernindhold og de store mængder tilstrømmende nitrat giver søen en stor evne til kvælstoftilbageholdelse, godt hjulpet af søens forholdsvis klarvandede tilstand efter opfiskning af mere end 16 tons brasener i perioden 1992 til 1996. Sedimentundersøgelser har vist et meget højt forhold mellem jern- og fosforkoncentrationen, hvilket resulterer i en effektiv fosfortilbageholdelse under oxiderede forhold. Koncentrationen af begge næringsstoffers opløste salte er derfor normalt meget lav gennem det meste af sæsonen, således også i 2003 indtil ultimo juli, og det har begrænset algebiomassens udvikling. Herefter resulterede lagdelingen i iltfrie bundforhold, stor fosforfrigivelse og opbygning af stor algebiomasse.

#### Vandkemi

Siden opfiskningen slog igennem på det biologiske system i 1994 har mange vandkemiske parametre vist en signifikant udvikling i retning af en mere klarvandet miljøtilstand. I 2000 blev sigtddybden dårligere uden dog at komme helt ned på niveau med forholdene inden opfiskningen, men i 2001 var forholdene bedret, og niveauet har siden været sammenligneligt med 1994.

#### Plankton

Algebiomassen var moderat i 2003. Den havde en rodet sammensætning, og det mest bemærkelsesværdige var de mange furealger og de forholdsvis mange blågrønalger efter flere år stort set uden blågrønalger. Ud over en kraftig næringsstoffbegrænsning var algebiomassen udsat for massiv græsning fra en i øvrigt lav dyreplanktonbiomasse indtil juli, hvor fremkomsten af fiskeyngel og stor fosforfrigivelse fra sedimentet gav algerne gode vækstbetingelser.

Dyreplanktonsamfundets dominansforhold er under forandring, men der tegner sig endnu ikke en klar tendens. Gennemsnitsvægten for cladocéerne svinger meget, men har udvist en faldende tendens ligesom cladocéindexet. Dyreplanktonsamfundet er derfor blevet mindre effektiv til at vækstbegrænse algebiomassen, men da denne samtidig er faldet som følge af næringsstoffbegrænsning, kan dyreplankton stadig sikre gode sigtddybder, især først på sæsonen. Den store forekomst af store algearter uden for dyreplanktons rækkevidde de seneste år kan muligvis vise sig problematisk for miljøtilstanden i de kommende år. Overordnet set synes det dog, som om søen gradvist indstiller sig i en ny balance med et lavere næringsstoffniveau til at drive fødekæden.



Fisk	Fiskebestandens udvikling er bekymrende. Skulle forholdene fortsat forværres for aborrerne, vil det kunne medføre en markant forøgelse af skalle- og brasenbestandens rekruttering, hvis de optimale klimatiske betingelser er til stede, hvilket vil kunne føre søen tilbage til tilstanden før biomanipulationen.
Samlet vurdering	Egentlige stabile forhold kan først forventes, hvis søens undervandsvegetation opnår en betydelig udbredelse, eller hvis søens næringsstofbelastning reduceres til et lavere niveau. Førstnævnte medførte en skærpelse af sigtdybdekravet fra 1,5 m til 2,0 m i amtets seneste regionplan. Sidstnævnte forudsætter et indgreb overfor det dyrkningsbetingede bidrag, der rækker videre end de muligheder, amterne har i dag.
Vandmiljøplanen	Overordnet set har effekten af biomanipulationen overskygget en eventuel effekt af Vandmiljøplanen. Imidlertid befinder søen sig i en fase, hvor den umiddelbare effekt af opfiskningen er aftagende, og forholdene er under normalisering med en mindre produktion gennem fødekæden til følge.  Det vil derfor i nærmeste fremtid vise sig, om effekten af Vandmiljøplanen er tilstrækkelig til at kompensere for den manglende undervandsvegetation og de deraf negative følger for søens aborrer, så den relativt klarvandede tilstand kan fastholdes.
Målsætning	Engelsholm Sø skal ifølge regionplanen sikres et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv, der kun er svagt påvirket af menneskelig aktivitet. Det nye og skærpede sigtdybdekrav på 2,0 m blev ikke opfyldt i 2003, ligesom målsætningen om alsidighed langt fra blev opfyldt. Bl.a. kan undervandsvegetationen ikke brede sig i søen, og det biologiske system er alt for letpåvirkeligt af klimasvingninger.
Nødvendige tiltag	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 gødskningen på de nærmeste skrånende arealer ved søen og dens tilløb, og lovens krav om dyrkningsfri bræmmer skal overholdes. Op til 2003 er grundvandstanden steget og dermed også afstrømningen fra oplandet. I sådanne perioder udsættes Engelsholm Sø for en stor næringsstofbelastning, og det vil være nødvendigt med indgreb overfor det dyrkningsbetingede bidrag. I dag er amterne henvist til frivillige aftaler med de enkelte landmænd, og det er næppe tilstrækkeligt til at sikre en vedvarende lav belastning, så søen kan indfri sin målsætning til alle tider. Hvis begrænsninger i fosfortilførslen bliver gennemført, er prognosen for den fremtidige miljøtilstand i Engelsholm Sø særdeles god.



2003	Enhed	Middelværdier	
		År	Sommer
Vandtilførsel	1000m <sup>3</sup>	4829	1920
Opholdstid	år <sup>-1</sup>	0,237	0,594
Fosfortilførsel * <sub>1</sub> )	Ton	0,240	0,078
Kvælstoftilførsel * <sub>2</sub> )	Ton	13,099	4,407
Sigtedybde	m	2,04	1,61
pH		8,30	7,93
klorofyl	mg/l	0,038	0,050
Total fosfor	mg/l	0,086	0,110
Filt. Uorg. Fosfor	mg/l	0,010	0,010
Total kvælstof	mg/l	0,880	0,861
Ammonium-N	mg/l	0,050	0,038
Nitrit-nitrat-N	mg/l	0,245	0,084
Siliciumdioxid	mg/l	15,100	16,800
Total-jern	mg/l	0,183	0,214
Alkal.	meq/l	1,660	1,700
Susp. Stof	mg/l	7,400	9,100
Glødetab	mg/l	6,000	7,700
COD	mg/l	7,000	8,700
Algeplankton	mg VV/l		9,40
Dyreplankton	mg TV/l		0,47
Fiskeyngel tæthed	antal/m <sup>3</sup>		
Littoralen	g/m <sup>3</sup>		7,29
Pelagiet	g/m <sup>3</sup>		1,92

*Tabel 8.2.1: Nøgletal for Engelsholm Sø, 2003. \*<sub>1</sub>) ukorrigeret for underestimeret overfladisk afstrømning. \*<sub>2</sub>) grundvand tildelt koncentrationen 2,3 mg N/l.*

## 9. Referenceliste

Bøgestrand, J. (2000). Vandløb og kilder 1999, NOVA 2003. Faglig rapport fra DMU, nr. 336.

Danmarks Miljøundersøgelser (1990):  
Prøvetagning og analysemetoder i søer.

Danmarks Miljøundersøgelser (2002):  
Notat om naturoplande 2001.

Danmarks Meteorologiske institut (2004):  
Teknisk rapport 04-02. Danmarks klima 2003 med Færøerne og Grønland.

DMI (2004):  
Information fra [www.dmi.dk](http://www.dmi.dk)

Fiskeøkologisk Laboratorium (2001):  
Fiskebestanden i Engelsholm Sø, september 2000, Møller, P.H.

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.

Kronvang og Bruhn (1990) Overvågningsprogram:  
Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb.

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, (2002):  
Paradigma 2001 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 Miljø-  
undersøgelser.

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.

Reynolds, C.S. (1984):  
The ecology of freshwater Phytoplankton.

Søndergaard, M. et al (1998):  
Sørestaurering i Danmark , Miljø- og Energiministeriet.

Vejle Amt, (1998):  
Regionplan 1997-2009 for Vejle Amt.

Vejle Amt (1999):  
Redegørelse for landbruget.

Vejle Amt (2001):  
Overvågning af Engelsholm Sø 2000, Vejle Amt.

Vejle Amt (2002):  
Overvågning af Engelsholm Sø 2001, Vejle Amt.

Vejle Amt (2003):  
Regionplan 2001- 2013 for Vejle Amt.

Vejle Amt (2003):  
Overvågning af Engelsholm Sø 2002, 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 siden 1989 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:

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



Vandbalancen er således opgjort månedsvis som:

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

hvor

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

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

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

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:

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

Stofbalancen er således opgjort månedsvis som:

$$(1) \text{ Sintern belastning} = - \text{Satmosfærisk deposition} \cdot A_{\text{søareal}} - \text{Ssum af målte tilførsler} + \\ \text{Safløb} - \text{Spunktkilder} - \text{Søvrigte kilder} - \text{Sumålt opland} - \text{Sgrund-} \\ \text{vand} + \text{Smagasinerings}$$

hvor

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

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

$$\text{Sgrundvand} = G_{+ \text{ konc. tilf. grundv.}} \cdot Q_{\text{grundvand indsvivning}} > 0 \text{ (måneder} \\ \text{medtilstrømning)}$$

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

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

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 ud fra kendskab til vandføring og koncentration i lokale kilder og kildebække.

### **Nedbør og fordampning**

Nedbørs- og potentiel fordampningsdata er rekvireret fra Danmarks Metrologiske Institut, som har estimeret værdierne fra nærmest beliggende målestation. 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.

## Søundersøgelser

Vejle Amt har siden 1989 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.

Engelsholm Sø	81	82	83	85	87	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
Stoftransport	X					X	x	X	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	X	X	X	X
Fytoplankton	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Zooplankton						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fisk*							X	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x			
Fiskeyngel															X	X	X	X	X	X
Sediment		X										X					X			

( ) = få tilsynsdata

stort kryds = fiskeundersøgelse efter NOVA-program, 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.

En blandingsprøve til kemiske analyser er udtaget med en hjerteklapvandhenter (2 l) i dybderne 0,2 m - sigtddybde og dobbelt sigtddybde.

Hvis den dobbelte sigtdybde 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 blandingsprøven er udtaget en delprøve, der fikseres til planteplanktonbestemmelse.

Blandingsprøven er sendt til MiljøKemi 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:

Engelsholm Sø: 0,5, 1, og 3 m.

Fra baljeprøven 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**

Blandingsprøven sendes til Eurofins 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 prøve-tagningsdag 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*., ultralydsbehandles så de enkelte celler kan tælles og opmåles. Galdværdi måles som den længste dimension af kolonien.

Bearbejdningen af prøverne er i øvrigt foretaget som beskrevet i Olrik (1991). Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af Sql.baserede STOQ-planteplanktondatabase.

### **Dyreplankton**

Dyreplanktonprøverne er normalt oparbejdet i eget laboratorium, men i 2000 af Miljøbiologisk Laboratorium. Den i felten filtrerede prøve anvendes til optælling af cladoceer 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 cladocé-arter 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 cucculata*, *Filinia terminalis*, *Notholca squamula* og *Brachionus urceolaris*.

Ingen hjuldyr er opmålt. D.v.s. alle biomasser er baseret på konstant-værdier.

## Tabeller og kurver - Engelsholm Sø

Bilag 2.1:  *Oversigt over besøgte stationer i Engelsholm Sø, 2003.*

Engelsholm Sø – station		Tilløb		Afløb		Kilder
Intern stationsfortegnelse	Reference nr. HU	Intern stationsfortegnelse	Reference nr. HU	Intern stationsfortegnelse	Reference nr. HU	Intern stationsfortegnelse
E1	8888001 Skala 1	E6 E7 E8	320131 320132 320133	E2	320077	En3

Bilag 2.2:  *Antal besøg pr. station, Engelsholm Sø, 1997-2003.*

Station	1997	1998-2003
E1	19	19
E2	19	17
E5	12	Udgået
E6	12	16
E7	12	4
E8	12	16
En2	4	Udgået
En3	4	1
En4	4	Udgået

Bilag 2.2.1.a:  *Jordbundstype 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

Bilag 2.2.1.b: Arealudnyttelse i oplandet til Engelsholm Sø (AIS-data som de forelå i 2002).

Arealtype	Areal (m <sup>2</sup> )
Vej>6 m	64445
Sportsanlæg	16294
Råstofområde	30635
Rekreativt områ	44264
Gartneri	151004
Kirkegård	11008
Anden overflade	3321
Eng	185196
Græs i by	3727
Græsarealer	157348
Hede	45817
Industri	23201
Landbrug	11658413
Lav bebyggelse	396335
Løvskov	9134
Mose	528652
Nåleskov	7689
Overdrev	284578
Skov	1154529
Soe	127250
Uklassificeret	35016
Vej 3-6 m	220648
Åben bebyggelse	5960
sum	15164463

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. Opgørelsen er baseret på en ældre opmåling af oplandsarealerne.

Opland	Tilløb	Antal ejendomme	Oplandsareal km <sup>2</sup>
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, 1989-2003.

Nedbør (mm)																
st. 23250	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	1989-02
Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	1989-02
Jan	31,7	106,4	95,6	53,9	112,0	123,2	112,0	6,8	0,0	75,1	112,3	57,9	41,6	104,2	55,0	73,8
Feb	67,5	126,8	34,5	52,0	38,0	77,2	113,0	41,9	73,5	66,3	49,5	81,1	62,5	126,0	17,9	72,1
Mar	94,6	52,0	43,5	72,7	25,0	99,9	68,0	9,1	39,8	74,1	91,4	76,7	47,3	43,0	22,1	59,8
Apr	44,1	40,3	53,8	71,3	14,0	32,6	34,0	5,1	50,7	111,0	40,4	36,5	55,1	34,4	51,2	44,5
Maj	19,5	12,4	16,9	36,5	24,0	31,6	62,0	61,7	84,6	27,3	38,8	64,1	43,6	82,7	74,0	43,3
Jun	31,3	60,9	75,1	0,2	20,0	85,2	62,0	16,8	49,2	59,5	9,5	56,5	42,9	112,1	86,5	48,7
Jul	57,5	52,9	38,8	44,5	99,0	12,1	63,0	52,4	55,2	133,0	3,1	47,3	73,6	110,5	60,6	60,2
Aug	40,9	84,2	28,6	149,0	91,0	119,4	28,0	65,6	50,0	56,5	61,4	69,7	94,9	92,8	66,4	73,7
Sep	42,5	174,0	55,9	44,3	129,0	145,8	113,0	47,8	38,0	84,3	115,3	81,4	167,1	17,5	50,3	89,7
Okt	111,2	102,3	60,7	79,7	105,0	65,5	33,0	83,9	101,2	214,3	92,7	99,9	74,4	139,8	83,1	97,4
Nov	28,9	51,5	106,8	154,6	42,0	82,7	67,0	132,9	28,8	54,8	29,8	93,3	64,5	77,0	46,1	72,5
Dec	68,6	66,4	76,0	61,5	134,0	134,7	20,0	42,8	66,7	65,6	173,3	68,0	55,9	22,7	80,8	75,4
I alt	638,3	930,1	686,2	820,2	833,0	1009,9	775,0	566,8	637,7	1021,8	817,5	832,4	823,4	962,7	694,0	811,1

Potentiel fordampning (mm)																
st. 23250	Potentiel fordampning (mm)										Båstrup			Bygholm		1989-02
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Bredsten	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Middel
Jan	6,4	5,2	7,8	7,0	7	6,3	7	4	7	7	2,5	5,1	5,3	5,5	5,5	5,9
Feb	12,7	13,4	12,4	11,6	12,0	9,4	14,0	11	12,0	10,0	4,8	8,3	13,4	14,3	12,8	11,4
Mar	28,8	33,3	26,8	26,6	31,0	29,3	29,0	26	34,0	36,0	17,5	23,8	30,8	35,0	39,7	29,1
Apr	52,1	63,6	52,0	44,0	60,0	53,3	56,0	63	59,0	38,0	45,1	43,3	46,5	51,8	67,3	52,0
Maj	106,5	102,2	88,5	112,5	98,0	84,3	89,0	69	79,0	102,0	79,8	84,5	100,9	88,4	83,0	91,8
Jun	116,6	81,0	77,2	132,8	108,0	98,9	93,0	93	108,0	95,0	73,2	84,4	95,2	107,4	101,3	97,4
Jul	104,7	104,9	114,8	107,5	84,0	131,3	117,0	96	116,0	91,0	89,2	77,6	113,0	85,9	110,4	102,4
Aug	74,8	90,8	83,3	71,2	73,0	83,6	111,0	95	103,0	75,0	77,6	70,0	80,2	59,3	99,4	82,0
Sep	53,1	42,3	55,4	49,1	34,0	38,7	43,0	52	52,0	37,0	44,4	38,3	38,8	60,1	56,2	45,6
Okt	24,5	24,5	25,3	25,0	19,0	25,1	25,0	23	23,0	18,0	15,8	15,1	22,1	19,9	29,3	21,8
Nov	11,8	10,4	9,2	8,5	5,0	10,2	10,0	8	8,0	8,0	5,7	5,4	10,1	6,1	7,9	8,3
Dec	5,3	4,9	4,9	4,0	4,0	5,1	4,0	2,0	4,0	5,0	2,9	2,6	4,7	2,4	4,5	4,0
I alt	597,3	576,5	557,6	599,8	535	575,5	598	542	605	522	458,5	458,4	561	536,1	617,3	551,6

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 vandrups st.

1999: juni og juli for lave grundet driftsforstyrrelser på stationen

1999- 2001: fordampningsdata fra station Båstrup

2001: Ingen nedbørdata for juli, i stedet anvendt værdi fra Båstrup st.

2002 : Fordampningsdata fra st. 23141, Horsens, Bygholm

Bilag 4.1.1: Vandtilførsel til Engelsholm Sø, 1998-2003.

Vandtilførsel (mill. m <sup>3</sup> /år)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
E3 (320061)	0,044	0,066	0,053												
E4 (320079)	0,177	0,131	0,127	0,142											
E5 (320130)	0,187	0,267	0,165	0,177	0,157	0,353	0,066	0,063	0,067						
E6 (320131)	0,362	0,455	0,361	0,404	0,510	0,909	0,471	0,282	0,242	0,875	0,763	0,895	0,578	0,784	0,306
E8 (320133)		0,075	0,038	0,034	0,044	0,094	0,073	0,047	0,032	0,059	0,153	0,088	0,039	0,044	0,030
E10 (320145)			0,074												
Umålt opland	0,290	0,225	0,062	0,325	0,693	1,094	0,567	0,339	0,292	1,445	1,259	1,477	0,883	1,295	0,418
Overfladeafstr.	1,060	1,219	0,879	1,082	1,404	2,450	1,176	0,730	0,632	2,379	2,175	2,460	1,500	2,123	0,755
Nedbør	0,278	0,406	0,300	0,356	0,359	0,437	0,340	0,250	0,280	0,450	0,360	0,367	0,363	0,425	0,305
Grundvand, umålt	3,722	3,447	2,836	3,291	2,871	3,307	4,301	3,174	2,777	2,549	3,397	2,906	3,545	3,386	3,284
E7 Grundvand målt		0,488	0,488	0,481	0,426	0,439	0,448	0,437	0,410	0,442	0,442	0,506	0,505	0,536	0,486
E9 Grundvand målt		0,330	0,318												
Total vandtilførsel	5,060	5,890	4,821	5,210	5,059	6,634	6,265	4,590	4,099	5,819	6,374	6,239	5,913	6,471	4,829



Bilag 4.2.2.a: Fosfortilførsel til Engelsholm Sø, 1989-2003.

Fosfortilførsel helårlig (tons)															
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
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	0,006	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	0,113	0,093	0,075	0,030
E8 (320133)		0,028	0,010	0,008	0,011	0,028	0,020	0,008	0,006	0,016	0,083	0,044	0,009	0,007	0,003
E10 (320145)		0,004	0,004												
Umålt tilløb	0,023	0,009	0,008	0,017	0,057	0,075	0,045	0,040	0,026	0,135	0,121	0,149	0,115	0,099	0,041
total afstrømning	0,123	0,147	0,108	0,082	0,136	0,212	0,115	0,094	0,063	0,253	0,295	0,305	0,217	0,181	0,075
Atm. deposition	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Grundvand, umålt	0,146	0,131	0,108	0,130	0,115	0,132	0,167	0,122	0,107	0,108	0,139	0,122	0,141	0,139	0,125
Grundvand, målt		0,051	0,032	0,022	0,028	0,026	0,018	0,017	0,013	0,019	0,019	0,032	0,025	0,030	0,037
Samlet tilførsel	0,273	0,333	0,252	0,238	0,284	0,374	0,303	0,238	0,187	0,384	0,457	0,464	0,388	0,354	0,240

Fosfortilførsel sommer (1/5 - 30/9) (tons)															
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
E3 (320061)	0,001	0,002	0,001												
E4 (320079)	0,002	0,002	0,001	0,003											
E5 (320130)	0,007	0,007	0,002	0,002	0,002	0,009	0,002	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	0,021	0,011	0,021	0,005
E8 (320133)		0,007	0,003	0,002	0,002	0,009	0,006	0,003	0,001	0,001	0,015	0,013	0,001	0,002	0,001
E10 (320145)		0,001	0,001												
Umålt tilløb	0,004	0,001	0,001	0,003	0,009	0,011	0,005	0,004	0,003	0,032	0,009	0,028	0,012	0,027	0,006
Total afstrømning	0,021	0,028	0,012	0,016	0,021	0,039	0,017	0,014	0,007	0,058	0,031	0,063	0,025	0,050	0,012
Atm. deposition	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Grundvand, umålt	0,059	0,050	0,041	0,045	0,048	0,063	0,071	0,049	0,041	0,045	0,065	0,055	0,064	0,060	0,057
Grundvand, målt		0,028	0,012	0,007	0,008	0,006	0,006	0,006	0,005	0,007	0,007	0,016	0,009	0,009	0,007
Samlet tilførsel	0,082	0,107	0,067	0,070	0,079	0,110	0,096	0,071	0,055	0,111	0,105	0,135	0,100	0,121	0,078

Bilag 4.2.2.b: Ukorrigeret kildeopsplitning af fosfortilførslen til Engelsholm Sø, 1989-2003.

År	Kildeopsplitning af fosfortilførsel (ton/år)														
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Byspildevand															
Regnvandsbetinget udlob										0,009	0,014	0,010	0,011	0,011	0,013
Spreidt bebyggelse	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,038	0,039	0,036	0,036
Spildevand, ialt	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,081	0,086	0,048	0,050	0,047	0,049
Atm. deposition	0,009	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	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	0,158	0,117	0,195	0,139	0,162
Naturbidrag i overfladevand	0,050	0,072	0,047	0,059	0,066	0,157	0,097	0,030	0,025	0,111	0,113	0,117	0,072	0,091	0,036
dyrkningsbidrag	0,018	0,017	-0,004	-0,036	-0,001	0,048	0,017	-0,019	-0,046	0,076	0,135	0,194	0,149	0,069	-0,006
Samlet tilførsel	0,316	0,366	0,279	0,272	0,305	0,445	0,369	0,255	0,206	0,403	0,457	0,482	0,467	0,353	0,240

Bilag 4.2.3.a: Kvælstoftilførslen til Engelsholm Sø, 1989-2003.

Kvælstoftilførsel (ton/år)															
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
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	0,343	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	4,389	2,399	3,104	1,367
E8 (320133)		0,653	0,325	0,342	0,370	0,609	0,408	0,334	0,263	0,356	1,025	0,496	0,227	0,244	0,169
E10 (320145)		0,632	0,630												
målt opland	5,083	7,675	6,558	6,457	4,819	7,612	2,962	2,665	1,961	6,136	5,269	4,885	2,626	3,348	1,536
umålt opland	1,074	0,567	0,546	1,968	3,691	5,308	2,284	1,985	1,438	7,646	5,615	5,806	2,994	4,106	1,867
Afstrømning, ialt	6,157	8,242	7,103	8,425	8,510	12,920	5,247	4,650	3,399	13,783	10,884	10,690	5,620	7,454	3,403
Atm. deposition	0,653	0,655	0,654	0,651	0,645	0,648	0,659	0,660	0,659	0,660	0,660	0,661	0,661	0,662	0,659
Grundvand, umålt	7,834	7,025	5,751	7,103	6,853	7,589	8,827	7,046	6,913	6,567	8,006	7,251	8,052	7,537	6,227
Grundvand, målt -3		2,984	2,991	2,954	2,847	2,841	2,656	2,799	2,904	2,929	2,809	3,363	3,200	3,298	2,810
Grundvand, målt -4		0,672	0,656												
Samlet tilførsel	14,643	19,577	17,155	19,134	18,855	23,997	17,388	15,155	13,875	23,938	22,359	21,965	17,534	18,950	13,098
<b>Sommer</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
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	0,139	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	0,293	0,274	0,226	0,058
E8 (320133)		0,147	0,081	0,069	0,062	0,120	0,095	0,095	0,033	0,018	0,114	0,081	0,029	0,091	0,043
E10 (320145)		0,233	0,194												
målt opland	0,774	0,963	0,708	0,605	0,463	0,787	0,300	0,289	0,082	0,316	0,263	0,374	0,303	0,317	0,101
umålt opland	0,042	0,020	0,015	0,086	0,182	0,290	0,068	0,042	0,035	0,394	0,197	0,388	0,290	0,299	0,080
Afstrømning, ialt	0,816	0,983	0,723	0,691	0,645	1,077	0,369	0,331	0,117	0,710	0,460	0,762	0,593	0,617	0,181
Atm. deposition	0,271	0,272	0,272	0,270	0,268	0,269	0,275	0,274	0,274	0,274	0,274	0,275	0,275	0,275	0,274
Grundvand, umålt	3,190	2,658	2,197	2,448	2,868	3,642	3,672	2,842	2,683	2,701	3,732	3,294	3,629	3,251	2,805
Grundvand, målt -3		1,163	1,165	1,077	1,005	1,058	0,973	0,964	1,282	1,210	1,138	1,441	1,342	1,368	1,147
Grundvand, målt -4		0,264	0,257												
Samlet tilførsel	4,277	5,340	4,614	4,485	4,785	6,045	5,289	4,411	4,356	4,895	5,604	5,772	5,839	5,510	4,407

Bilag 4.2.3.b: Ukorrigeret kildeopsplitning af kvælstoftilførslen til Engelsholm Sø, 1989-2003.

Kildeopsplitning af kvælstoftilførsel (tons/år)															
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
- Byspildevand										0,035	0,054	0,041	0,042	0,044	0,051
- Regnvandsbetinget udlob															
- Industri															
Spredt bebyggelse	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,315	0,167	0,172	0,250	0,250
Spildevand i alt	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,351	0,369	0,208	0,214	0,294	0,301
Atm. deposition	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,660	0,660	0,662	0,662	0,659
Naturbidrag i overfladevand	1,666	1,851	1,374	2,073	2,107	4,615	3,169	0,953	0,777	3,710	3,112	3,159	1,943	3,041	0,894
Dyrkningsbidrag	4,193	5,847	5,205	6,212	6,103	8,018	1,966	3,309	1,949	10,395	8,226	7,883	3,787	4,661	2,396
Grundvand	7,590	10,686	9,382	9,655	9,452	10,171	11,060	9,700	9,920	8,804	10,152	10,047	10,847	10,259	8,961
Samlet tilførsel	14,643	19,577	17,155	19,134	18,855	23,997	17,388	15,155	13,875	23,938	22,359	21,965	17,534	18,950	13,098

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	1,35	1,3	1,63	1,184
Overflade afstrømning (mill. m <sup>3</sup> /år)	1,04	1,16	0,92	1,09	1,32	2,71	1,98	0,64	0,60	2,26	2,09	2,34	1,49	1,87	0,75
Naturlig baggrundsbelastning oplyst af DMU.															

Bilag 4.2.4: Jerntilførslen til Engelsholm Sø, 1989-2003.

Jerntilførsel (tons/år)											
År	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
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	0,388	0,271	0,333	0,121
320033	0,022	0,066	0,065	0,026	0,020	0,035	0,164	0,105	0,014	0,013	0,006
Målt tilløb	0,225	0,453	0,376	0,164	0,112	0,355	0,546	0,493	0,285	0,345	0,127
Umålt tilløb	0,191	0,617	0,417	0,125	0,085	0,486	0,587	0,589	0,411	0,440	0,166
Grundvand, umålt	1,340	1,353	1,587	1,488	1,281	0,747	1,000	0,882	1,796	0,922	0,880
Grundvand, målt-320032	0,097	0,095	0,104	0,121	0,083	0,122	0,099	0,161	0,069	0,077	0,179
Samlet tilførsel	1,853	2,518	2,484	1,898	1,561	1,710	2,232	2,124	2,560	1,784	1,352

Jerntilførsel (tons/maj-sept.)											
Sommer	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
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	0,073	0,038	0,109	0,025
320033	0,006	0,029	0,025	0,013	0,002	0,002	0,037	0,032	0,003	0,005	0,002
Målt tilløb	0,027	0,094	0,081	0,035	0,015	0,061	0,061	0,105	0,041	0,114	0,027
Umålt tilløb	0,026	0,156	0,092	0,063	0,017	0,089	0,488	0,110	0,058	0,144	0,034
Grundvand, umålt	0,546	0,645	0,733	0,556	0,484	0,323	0,042	0,417	0,850	0,399	0,400
Grundvand, målt-320032	0,042	0,024	0,041	0,049	0,021	0,051	0,042	0,091	0,026	0,027	0,047
Samlet tilførsel	0,641	0,919	0,947	0,702	0,537	0,524	0,633	0,723	0,975	0,685	0,508

Bilag 5.1.1: Månedlig vandbalance i Engelsholm Sø, 2003.

VANDBALANCE														
2003 Alle værdier i 1000 m <sup>3</sup>														
Tilførsel	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
Til. 320131	61,9	42,2	42,8	15,2	21,4	3,5	2,2	0,3	0,8	0,6	27,4	88	28,2	306,3
Til. 320132	41,2	37,3	41,2	39,9	41,2	39,9	41,2	41,2	39,9	41,2	39,9	41,2	203,6	485,7
Til. 320133	5,2	3,4	2,9	2	2,4	1,8	2	1	1,2	1,5	2,5	4,2	8,5	30,2
Umålt opland	84,6	57,6	58,4	20,8	29,2	4,8	3	0,4	1,1	0,9	37,5	120,1	38,5	418,4
Nedbør	24,2	7,9	9,7	22,4	32,5	37,9	26,6	29,1	22	36,5	20,3	35,6	148,2	304,8
Dir. tilførsel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grundvand	271,6	270,4	271,9	289,2	322,7	296,3	322	292,5	259,1	268,2	255,1	165	1492,6	3283,9
Ialt	488,8	418,8	427	389,5	449,5	384,2	397,1	364,5	324,3	348,9	382,6	454,1	1919,6	4829,3
overfl.afstr.	151,8	103,2	104,2	38	53,1	10,1	7,3	1,7	3,3	3	67,3	212,3	75,2	754,9
Fraførsel														
Magasinering og opholdstid	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
Afl. 320077	493,9	419,5	416,6	354,3	426,7	324,5	357,4	312,7	307	328,2	368,9	444,8	1728,3	4554,6
Fordampning	2,4	5,6	17,4	29,5	36,5	44,4	48,4	43,5	24,6	12,9	3,5	2	197,5	270,8
Grundvand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ialt	496,3	425,2	434,1	383,8	463,2	368,9	405,9	356,2	331,6	341,1	372,3	446,8	1925,8	4825,3
Magasinering	-7,5	-6,4	-7,1	5,7	-13,7	15,3	-8,8	8,3	-7,3	7,8	10,3	7,3	-6,2	3,9
Opholdstid	2,4	2,8	2,7	3	2,5	3,2	2,9	3,3	3,5	3,4	3,2	2,7	0,593526	0,236879



Bilag 5.1.2: Vandbalance i Engelsholm Sø i perioden 1989-2003.

År	Vandbalance														
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
mill. m <sup>3</sup>															
Total vandtilførsel	5,06	5,41	4,82	5,21	5,06	6,65	6,27	4,59	4,10	5,82	6,37	6,24	5,91	6,47	4,83
Nedbør	0,28	0,41	0,30	0,36	0,36	0,44	0,34	0,25	0,28	0,45	0,36	0,37	0,36	0,43	0,31
Vandfratørsel	4,82	5,12	4,60	4,99	4,83	6,37	5,95	4,35	3,85	5,55	6,19	6,03	5,64	6,27	4,55
Fordampning	0,26	0,25	0,24	0,26	0,28	0,25	0,26	0,24	0,27	0,23	0,20	0,20	0,25	0,24	0,27
Total vandfratørsel	5,08	5,37	4,85	5,25	5,12	6,61	6,21	4,59	4,11	5,78	6,39	6,23	5,89	6,50	4,83
Magasinerings	-0,02	0,04	-0,03	-0,04	0,00	0,02	0,05	0,00	-0,01	0,04	-0,02	0,01	0,02	-0,03	0,00

Sommer	Vandbalance														
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
mill. m <sup>3</sup>															
Total vandtilførsel	1,77	1,80	1,60	1,60	1,70	2,25	2,25	1,62	1,44	1,76	2,09	2,02	2,25	2,27	1,92
Nedbør	0,08	0,17	0,09	0,12	0,16	0,17	0,14	0,11	0,12	0,16	0,10	0,14	0,19	0,18	0,15
Vandfratørsel	1,57	1,60	1,39	1,49	1,51	2,05	2,04	1,42	1,25	1,60	1,91	1,88	2,03	2,09	1,73
Fordampning	0,20	0,18	0,18	0,20	0,17	0,19	0,20	0,18	0,20	0,18	0,16	0,16	0,19	0,18	0,20
Total vandfratørsel	1,77	1,78	1,57	1,70	1,68	2,23	2,24	1,60	1,45	1,77	2,07	2,03	2,21	2,27	1,93
Magasinerings	0,00	0,02	0,03	-0,09	0,03	0,01	0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,02	-0,02	0,04	0,00	-0,01

Vandets opholdstid	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
På årsbasis (år)	0,223	0,213	0,235	0,232	0,214	0,167	0,188	0,257	0,284	0,204	0,184	0,190	0,201	0,183	0,237
På årsbasis (dage)	81	78	86	85	78	61	69	94	104	74	67	69	73	67	87
1/5 - 30/9 (år)	0,633	0,634	0,721	0,650	0,637	0,484	0,526	0,730	0,799	0,657	0,559	0,578	0,531	0,520	0,594
1/5 - 30/9 (dage)	231	232	263	237	232	177	192	266	291	240	204	211	194	190	217
Afstrømningshøjde	11,58	12,23	11,05	11,96	11,66	15,08	14,16	10,45	9,37	13,18	14,57	14,20	13,42	14,82	11,00

Bilag 5.2.1: Månedsbalance for fosfor, Engelsholm Sø, 2003.

STOFBALANCE																
2003 Phosphor, Alle værdier i kg																
Tilførsel	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År		
Til. 320131	4,3	2,6	3,7	2,2	3,1	0,7	0,6	0,1	0,3	0,2	3,3	9	4,7	30,2		
Til. 320132	1,5	3	7,8	8,6	2,5	1,2	1,2	1,2	1,1	1,4	2,8	4,2	7,3	36,7		
Til. 320133	0,7	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	1	3,1		
Umålt opland	5,9	3,6	5,1	3,1	4,2	1	0,8	0,1	0,4	0,3	4,5	12,3	6,4	41,2		
Dir. tilførsel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Grundvand	10,3	10,3	10,3	11	12,3	11,3	12,2	11,1	9,8	10,2	9,7	6,3	56,7	124,8		
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		
Ialt	23	20,2	27,6	25,4	22,7	14,7	15,4	13	12,2	12,7	20,9	32,4	78,1	240,4		
overfl. Afstr.	10,8	6,5	9,1	5,4	7,5	1,8	1,6	0,3	0,9	0,7	8	21,5	12,3	74,5		
Fraførsel																
Afl. 320077	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År		
Afl. 320077	16	14,1	13,5	8,9	16,3	18,1	36,4	53,6	39,3	22,2	12,4	15,7	163,7	266,4		
Grundvand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ialt	16	14,1	13,5	8,9	16,3	18,1	36,4	53,6	39,3	22,2	12,4	15,7	163,7	266,4		
Magasinerings og retention	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År		
Magasinerings	-2,9	3,6	-4	1,2	16	36,1	102	7,7	-87,7	-59,6	-7,1	7,2	74,1	12,5		
Retention	9,9	2,5	18,2	15,3	-9,5	-39,4	-123	-48,2	60,5	50,1	15,5	9,6	-159,6	-38,6		
Ialt	7	6,2	14,2	16,5	6,4	-3,4	-21	-40,5	-27,1	-9,5	8,4	16,8	-85,6	-26		



Bilag 5.2.2: Massebalance for fosfor, Engelsholm Sø 1989-2003.

Fosforbalance (tons)															
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Samlet tilførsel	0,273	0,333	0,252	0,238	0,284	0,374	0,303	0,238	0,187	0,384	0,457	0,464	0,388	0,353	0,240
Total fraførsel	0,392	0,511	0,392	0,551	0,434	0,355	0,274	0,223	0,181	0,264	0,339	0,335	0,355	0,284	0,266
Tilbageholdelse	-0,119	-0,178	-0,140	-0,313	-0,150	0,019	0,029	0,015	0,006	0,122	0,118	0,132	0,032	0,070	-0,026
Tilbageholdelse, i %	-36,9	-47,9	-51,4	-89,2	-40,6	6,0	10,0	3,3	3,2	27,1	21,7	21,3	8,7	22,9	-13,7
Magasinerings	0,001	0,009	0,023	-0,023	-0,009	-0,007	-0,006	0,006	-0,002	0,004	0,008	0,018	-0,008	-0,027	0,013
Intern belastning	0,121	0,186	0,163	0,290	0,141	-0,026	-0,035	-0,009	-0,008	-0,118	-0,110	-0,114	-0,041	-0,097	0,039
<b>Sommer</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Samlet tilførsel, ton	0,082	0,107	0,067	0,070	0,079	0,110	0,096	0,071	0,055	0,111	0,105	0,135	0,100	0,121	0,078
Total fraførsel	0,214	0,279	0,170	0,277	0,254	0,129	0,088	0,107	0,083	0,086	0,128	0,121	0,179	0,128	0,164
Tilbageholdelse	-0,132	-0,173	-0,103	-0,207	-0,175	-0,019	0,008	-0,036	-0,027	0,025	-0,022	0,014	-0,079	-0,007	-0,086
Tilbageholdelse, i %	-191,0	-155,5	-95,2	-199,3	-199,2	-67,5	-35,3	-18,4	-52,8	15,0	-68,7	-37,9	-167,1	-57,6	-136,5
Magasinerings	0,123	0,127	0,059	0,109	0,084	0,086	0,054	-0,014	0,019	0,001	0,077	0,081	0,135	0,080	0,074
Intern belastning	0,256	0,300	0,162	0,316	0,259	0,105	0,046	0,023	0,046	-0,024	0,100	0,067	0,214	0,087	0,160
Indløbskonc, år	0,054	0,062	0,052	0,046	0,056	0,056	0,048	0,052	0,046	0,066	0,072	0,074	0,066	0,055	0,050
Indløbskonc, sommer	0,046	0,059	0,042	0,043	0,046	0,049	0,043	0,044	0,038	0,063	0,050	0,067	0,044	0,053	0,041
udløbskonc, år	0,07724	0,09518	0,08087	0,10493	0,08486	0,05367	0,04409	0,04854	0,04405	0,04563	0,05306	0,05372	0,06027	0,04363	0,05521
udløbskonc, sommer	0,12115	0,15652	0,10809	0,16309	0,1515	0,05761	0,03916	0,06684	0,05686	0,04863	0,06157	0,05943	0,08082	0,05636	0,0850

Bilag 5.2.3: Månedsbalance for kvælstof, Engelsholm Sø, 2003.

STOFBALANCE															
2003 Nitrogen, td Alle værdier i kg															
Tilførsel	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År	
Til. 320131	236,6	186	157	36,7	45,7	5,9	4,1	0,6	1,9	1,6	111	579,5	58,2	1366,7	
Til. 320132	255,7	231	255,7	240,5	227,5	220,4	233,3	237,9	227,4	231	221,4	228,2	1146,5	2810	
Til. 320133	29,3	21	16	11,6	10,1	8,8	12,2	6,1	5,9	8,3	15,5	24,5	43	169,4	
Umålt opland	323,1	254,1	214,4	50,2	62,3	8	5,6	0,9	2,6	2,2	151,6	791,4	79,5	1866,5	
Dir. tilførsel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Grundvand	531,2	524,9	523,9	552,7	611,8	557,2	603,2	547,8	485,3	502,3	477,7	309	2805,3	6226,9	
Atm. deposit	55	54,9	54,9	54,8	55	54,8	54,8	54,7	54,8	54,9	54,9	55,1	274,1	658,7	
Ialt	1431	1272	1221,9	946,5	1012,3	855	913,2	848,1	778	800,4	1032,3	1987,7	4406,6	13098,2	
overfladeafstrømn.	589,1	461,2	387,4	98,5	118	22,6	21,9	7,7	10,5	12,2	278,3	1395,4	180,7	3402,6	
Fraførsel															
	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År	
Afl. 320077	809,3	704,6	546,3	278,2	270,3	192,6	391,8	331,1	243,6	161,7	292,5	547	1429,4	4768,9	
Grundvand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ialt	809,3	704,6	546,3	278,2	270,3	192,6	391,8	331,1	243,6	161,7	292,5	547	1429,4	4768,9	
Magasinerings og retention															
	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År	
Magasinerings	400,4	-311,6	-406,1	-674,3	52,9	35,5	697,2	-364,9	-365,2	-61,3	252	232,3	55,5	-513	
Retention	221,3	879	1081,7	1342,6	689,1	626,9	-175,8	881,8	899,6	700	487,8	1208,3	2921,7	8842,3	
Ialt	621,7	567,4	675,6	668,3	742	662,4	521,4	516,9	534,4	638,6	739,8	1440,7	2977,2	8329,3	

Bilag 5.2.4: Massebalance for kvælstof, Engelsholm Sø, 1989-2003.

Kvælstofbalance for Engelsholm Sø															
År	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Samlet tilførsel, tons/år	14,643	19,577	17,155	19,133	18,855	23,997	17,388	15,155	13,875	23,938	22,359	21,965	17,533	18,950	13,098
Samlet fraførsel, tons/år	11,924	13,251	11,371	15,081	14,173	17,488	12,817	6,689	6,188	10,957	11,449	9,439	8,875	10,257	4,769
Magasinering	-2,116	1,169	-0,163	1,183	-0,971	-0,707	-0,803	1,400	-0,846	0,541	-0,851	0,433	-0,070	-0,906	-0,513
Intern belastning	-4,835	-5,158	-5,946	-2,870	-5,653	-7,216	-5,374	-7,066	-8,532	-12,440	-11,761	-12,094	-8,728	-9,599	-8,842
Tilbageholdelse	2,719	6,327	5,784	4,053	4,682	6,509	4,571	8,466	7,687	12,981	10,911	12,527	8,659	8,693	8,329
Tilbageholdelse i %	25,4	23,6	28,9	12,8	24,3	26,3	26,6	41,2	49,5	47,0	46,2	50,0	43,2	44,6	59,8
Sommer	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Samlet tilførsel, ton	4,277	5,340	4,614	4,485	4,785	6,045	5,289	4,412	4,356	4,895	5,604	5,772	5,839	5,510	4,407
Samlet fraførsel, ton	3,536	3,515	2,675	3,980	3,158	4,970	4,135	1,165	1,370	1,429	1,667	1,450	1,890	1,619	1,429
Magasinering	0,089	-1,536	-1,340	-3,114	-1,053	-0,318	-0,664	-0,648	-0,764	-1,648	-0,460	-0,160	0,010	-0,392	0,056
Intern belastning	-0,652	-3,361	-3,278	-3,619	-2,680	-1,393	-1,818	-3,894	-3,750	-5,114	-4,397	-4,482	-3,939	-4,283	-2,922
Tilbageholdelse	0,741	1,825	1,938	0,506	1,627	1,075	1,154	3,247	2,986	3,466	3,937	4,322	3,949	3,891	2,977
Tilbageholdelse i %	10,1	38,6	44,2	39,1	34,2	18,3	26,9	67,3	64,5	69,1	60,7	62,4	54,3	60,7	57,4
Indløbskonc. år (mg/l)	2,895	3,618	3,558	3,673	3,726	3,610	2,775	3,301	3,385	4,114	3,508	3,521	2,967	2,929	2,712
Indløbskonc. sommer (mg)	2,422	2,962	2,882	2,796	2,809	2,692	2,350	2,729	3,017	2,783	2,676	2,864	2,596	2,430	2,296
Grundvandskonc. (mg/l)	2,040	2,040	2,022	2,036	2,301	2,217	1,954	2,175	2,527	2,305	2,162	2,300	2,157	2,056	1,873
Udløbskonc. år (mg/l)	2,348	2,468	2,346	2,874	2,770	2,644	2,062	1,459	1,505	1,895	1,790	1,515	1,507	1,577	0,988
Udløbskonc. sommer (mg)	1,999	1,970	1,703	2,347	1,881	2,225	1,844	0,727	0,943	0,807	0,805	0,713	0,854	0,714	0,742

Bilag 5.2.5: Månedsbalance for jern i Engelsholm Sø, 2003.

STOFBALANCE														
2003 Jern	Alle værdier i kg													
Tilførsel	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
Til. 320131	16,7	12,4	17,9	10	17,7	3,7	2,4	0,3	0,7	0,4	10,2	29	24,8	121,3
Til. 320132	9,2	17	43,5	48,3	16,6	8,9	8,3	7,4	5,6	4,3	4,4	5,5	46,8	179
Til. 320133	0,7	0,5	0,5	0,4	0,8	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2	0,4	0,7	2,4	5,8
Umålt opland	22,7	16,9	24,4	13,6	24,2	5	3,3	0,4	0,9	0,6	13,9	39,6	33,9	165,6
Dir. tilførsel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grundvand	72,8	72,5	72,9	77,5	86,5	79,4	86,3	78,4	69,4	71,9	68,4	44,2	400	880,1
Atm. deposit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ialt	122,1	119,3	159,1	149,7	145,9	97,4	101	86,7	76,9	77,4	97,2	119,1	507,9	1351,8
Fraførsel	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
Afl. 320077	87,8	67,7	60,9	45,6	63	63,8	64,6	70,9	47,8	62,3	52,3	47,1	310,2	733,9
Grundvand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ialt	87,8	67,7	60,9	45,6	63	63,8	64,6	70,9	47,8	62,3	52,3	47,1	310,2	733,9
Magasinering og retention	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
Magasinering	-11,1	-28,6	-60,7	11,8	114,4	55,9	16,9	-129,1	119,8	-138,2	-36,4	-9,1	177,9	-94,4
Retention	45,4	80,3	158,9	92,2	-31,5	-22,3	19,5	144,8	-90,8	153,3	81,3	81	19,7	712,2
Ialt	34,3	51,6	98,2	104,1	82,9	33,6	36,3	15,8	29,1	15,1	44,9	72	197,6	617,8

Bilag 5.2.6: Massebalance for jern, Engelsholm Sø, 1989-2003.

Jernbalance (kg/år)											
År	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total tilførsel	1250	1659	1716	1209	979	1619	2073	1976	1625	1784	1352
Total fraførsel	1382	1431	1210	765	545	1100	1456	1400	1085	1214	734
Magasinering	-143	40	28	2	-88	74	-26	87	-28	-55	-94
Tilbageholdelse	11	188	478	442	522	445	642	489	568	624	712
Tilbageholdelse i %	1	10	25	30	43	25	28	22	30	30	46

Jernbalance (kg/sommer) (1/5-30/9)											
Sommer(1/5-30/9)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total tilførsel	402	562	608	418	317	486	567	657	532	685	508
Total fraførsel	666	472	465	202	190	303	592	554	382	430	310
Magasinering	116	214	212	48	30	-14	99	1360	158	134	178
Tilbageholdelse	-381	-125	-69	168	98	198	-123	-1257	-7	121	20
Tilbageholdelse i %	-57	-17	-10	31	24	32	-16	-164	-1	15	3



Bilag 6.3.0: Tidsvægtede sommer- og helårige gennemsnit af vandkemiske variable i Engelsholm Sø, 1989-2003.

Års middel	Sigtd.	Klorofyl	pH	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvæl- stof	Uorg. kvæl- stof	Amm. kvæl- stof	Nitrit, nitrat kvælstof	Silicium dioxid	Tot. jern	Alkal.	Susp. stof	Gløde- tab	COD
År	m	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	6,6	5,7	5,9
2000	1,86	0,023	7,84	0,061	0,014	1,40	0,90	0,056	0,841	12,13	0,240	1,49	6,9	5,7	6,7
2001	2,10	0,029	8,04	0,064	0,014	1,44	0,89	0,050	0,845	9,11	0,202	1,60	6,4	4,3	5,3
2002	2,14	0,026	7,88	0,059	0,010	1,31	0,79	0,039	0,747	11,17	0,211	1,48	6,0	4,2	4,8
2003	2,04	0,038	8,21	0,086	0,023	0,88	0,295	0,050	0,245	15,10	0,183	1,66	7,4	6,0	7,0

Sommer middel	Sigtd.	Klorofyl	pH	Total fosfor	Filt. uorg. fosfor	Total kvæl- stof	Uorg. kvæl- stof	Amm. kvæl- stof	Nitrit, nitrat kvælstof	Silicium dioxid	Tot. jern	Alkal.	Susp. stof	Gløde- tab	COD
År	m	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	meq/l	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	29,2	19,6	
1982				0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,00	0,0	0,0	
1983	0,52			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		1,30	0,0	0,0	
1984				0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,00	0,0	0,0	
1985	0,54		9,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		1,33	0,0	0,0	
1986				0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,00	0,0	0,0	
1987	0,51		8,67	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		1,50	0,0	0,0	
1988				0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,00	0,0	0,0	
1989	0,86	0,077	8,78	0,124	0,004	1,788	0,349	0,044	0,306	11,8		1,57	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	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	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	0,000	1,38	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	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	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	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	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	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	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	8,9	6,7	7,1
2000	1,25	0,035	8,19	0,068	0,003	0,750	0,178	0,021	0,157	14,8	0,280	1,64	8,9	6,4	8,1
2001	1,56	0,041	8,39	0,082	0,006	0,874	0,194	0,017	0,177	10,2	0,195	1,69	8,6	5,8	7,0
2002	1,72	0,036	7,98	0,075	0,010	0,819	0,216	0,043	0,173	12,1	0,249	1,61	7,5	5,4	6,4
2003	1,61	0,053	8,11	0,111	0,029	0,861	0,122	0,038	0,084	16,8	0,214	1,70	9,1	7,7	8,7



Bilag 6.5.1: *Biomasse af de fundne planteplanktongrupper på prøvetagningsdatoerne i Engelsholm Sø, 2003.*

Algebiomasse, 2003									
Engelsholm Sø 2003	Kiselalger	Blågrønalger	Grønalger	Rekylalger	Furealger	Øjealger	Gulalger	Ubestemte	Total-biomasse
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
07-04-03	0,246		0,082	0,104	0,208		0,015	0,684	1,339
22-04-03	2,657		0,103	0,376	1,341		0,234	0,25	4,961
05-05-03	0,399		0,007	0,194	1,786		0,061	0,008	2,455
19-05-03	0,376		0,011	0,27	0,289		0,036	0,014	0,996
02-06-03	0,27	0,065	0,155	0,199					0,689
25-06-03	2,952	0,795	0,113	0,095	0,831			0,368	5,154
07-07-03		2,478	0,144	0,415	0,709			0,373	4,119
22-07-03		8,195	0,226	1,027	1,504			0,254	11,206
05-08-03		1,697	0,096	0,09	25,57			0,534	27,987
18-08-03		1,49	0,037	0,081	3,118	0,521		0,081	5,328
01-09-03		13,793	0,234	0,241	8,081	1,844			24,193
16-09-03	0,457	0,364	0,79	0,12	16,397			0,001	18,129
29-09-03	1,709	0,003	0,028	0,013	0,132				1,885
13-10-03	2,202		0,008	0,076					2,286
10-11-03									
Median									4,54
Minimum									0,69
Maksimum									27,99

Bilag 6.5.2: Tidsvægtede sommergennemsnit af planteplanktonbiomasse, absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Engelsholm Sø, 1989-2003.

Engelsholm Sø, 1989-2003

Tidsvægtede sommergennemsnit	Kiselalger	Blågrønalger	Grønalger	Rekylalger	Furealger	Stilikalger	Gulalger	Øjealger	Ubestemte	Totalbiomasse
	mg/l	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	67,8
1990	4,16	32,32	0,26	0,06					0,36	37,2
1991	1,18	28,92	0,81	0,07					0,16	31,1
1992	0,22	71,20	0,95						0,11	72,5
1993	2,17	71,04	0,04	0,55					0,06	73,9
1994	4,85	15,89	0,09	0,38					0,08	21,3
1995	5,08	3,68	0,12	0,62	0,63		0,87		0,28	11,3
1996	2,23	6,92	0,01	0,38	0,07	0,64			0,27	10,5
1997	6,65	20,38	0,13	0,68	0,00	0,24	0,00		0,15	28,2
1998	1,55		0,19	0,18	0,35	0,03	0,01		0,06	2,4
1999	1,85	5,38	0,14	0,48	0,43	0,05	0,07			8,4
2000	0,16	0,06	0,51	0,31	0,41	0,10	0,26		0,43	2,2
2001	2,90	0,53	0,07	0,16	0,18			0,07	0,16	4,1
2002	3,64	0,28	0,18	0,43	5,32		0,01	0,03	0,51	10,4
2003	0,58	2,72	0,18	0,26	5,26		0,01	0,22	0,15	9,4

Tidsvægtede sommergennemsnit	Kiselalger	Blågrønalger	Grønalger	Rekylalger	Furealger	Stilikalger	Gulalger	Øjealger	Ubestemte	Totalbiomasse
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	64,0	1,7	5,7	5,1	0,6	0,8			100
2000	7,35	2,74	22,69	13,72	18,34	4,39	11,61		19,15	100
2001	71,39	12,93	1,75	3,86	4,30			1,82	3,96	100
2002	34,99	2,69	1,75	4,14	51,16		0,07	0,29	4,92	100
2003	5,58	26,14	1,69	2,48	50,61		0,08	2,13	1,43	100

Bilag 6.5.3: *Biomasse af dyreplankton fordelt på grupper på prøvetagningsdatoerne i Engelsholm Sø, 2003.*

	Hjuldyr	Cladocera	Calanoida	Cycloploida	Total- biomasse
	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l	µg DW/l
07-04-03	35,5		6,9	42,3	84,7
22-04-03	55,6	36,0	18,5	45,3	155,3
05-05-03	36,0	399,9	144,1	55,1	635,1
19-05-03	116,5	260,4	87,5	10,9	475,3
02-06-03	6,4	419,8	121,6	14,3	562,1
25-06-03	98,0	1,7	5,4	10,2	115,3
07-07-03	325,8	3,4	16,3	19,7	365,2
22-07-03	120,6	78,0	25,4	34,0	258,0
05-08-03	320,2	6,7	61,9	20,2	409,0
18-08-03	338,6	63,0	90,3	48,4	540,3
01-09-03	33,0	6,1	10,4	5,3	54,7
16-09-03	31,6	413,5	388,0	58,5	891,7
29-09-03	3,3	757,4	490,7	46,5	1297,9
13-10-03	0,8	518,5	328,3	90,7	939,0
10-11-03	6,5	493,2	442,2	3,7	945,7
Median					475,3
Min.					54,7
Max.					1297,9

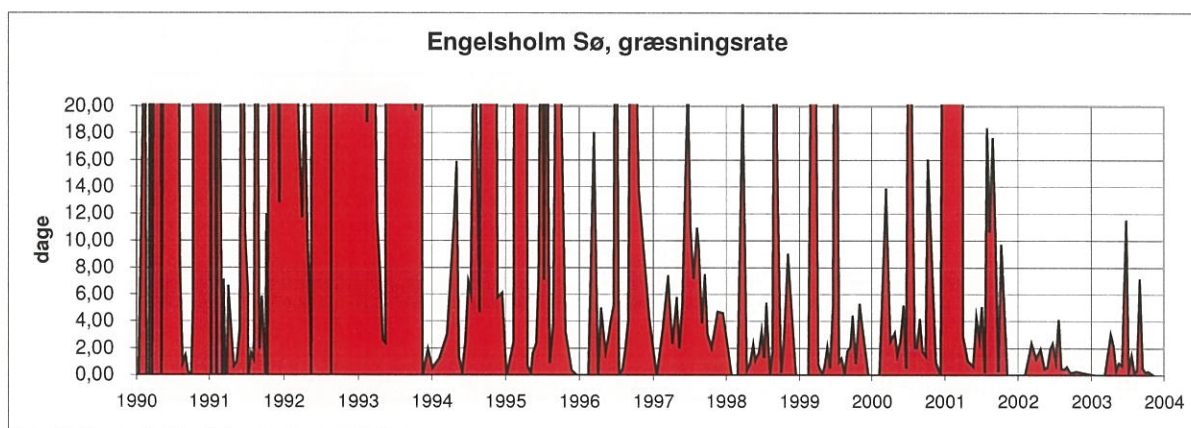
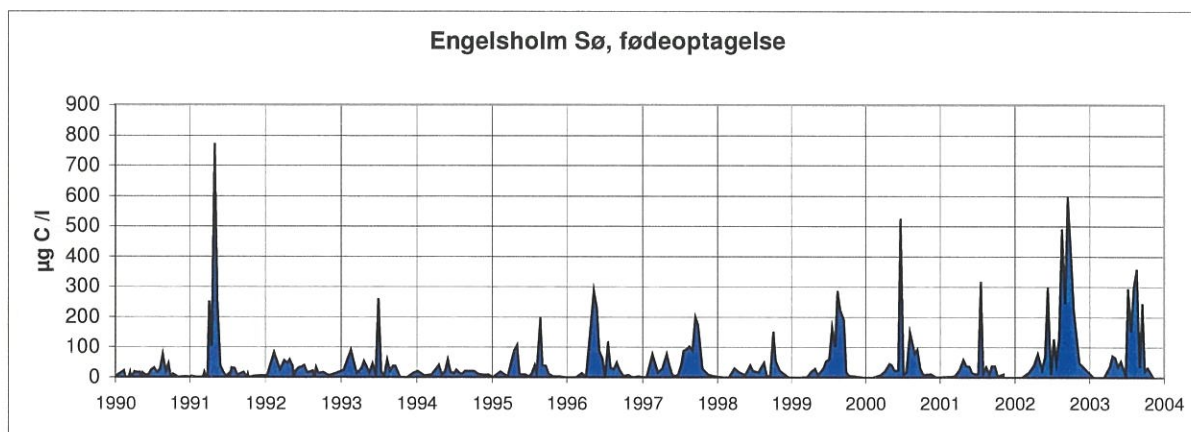
Bilag 6.5.4: Tidsvægtede sommergennemsnit af dyreplanktonbiomasse, absolutte og relative værdier, fordelt på grupper i Engelsholm Sø, 1989-2003.

Tidsvægtede sommergennemsnit	Hjuldyr	Cladoceer	Cal. copepoder	Cycl. copepoder	Totalbiomasse
	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l	mg DW/l
1989	0,09	0,60	0,32	0,09	1,10
1990	0,02	1,35	0,18	0,08	1,62
1991	0,03	0,58	0,32	0,19	1,12
1992	0,01	0,90	0,13	0,05	1,13
1993	0,04	1,30	0,19	0,05	1,58
1994	0,02	0,67	0,20	0,05	0,95
1995	0,03	0,67	0,22	0,17	1,07
1996	0,08	0,46	0,25	0,21	0,99
1997	0,12	0,58	0,08	0,06	0,83
1998	0,01	0,76	0,32	0,21	1,30
1999	0,08	0,47	0,20	0,18	0,94
2000	0,10	0,17	0,30	0,05	0,62
2001	0,07	0,27	0,11	0,08	0,54
2002	0,18	0,34	0,04	0,05	0,61
2003	0,13	0,19	0,11	0,03	0,47

Tidsvægtede sommergennemsnit	Hjuldyr	Cladoceer	Cal. copepoder	Cycl. copepoder	Totalbiomasse
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	8,2	50,7	21,8	19,3	100
2000	16,6	27,8	48,0	7,6	100
2001	13,5	50,2	21,0	15,3	100
2002	29,2	55,9	6,2	8,7	100
2003	27,9	41,9	24,3	5,9	100



Bilag 6.5.5: *Reberegnet fødeoptagelse og græsningsrate i Engelsholm Sø, 1989-2003. Tidligere rapporteringer har været behæftet med fejl.*



Bilag 6.6.1: Fiskeyngeldata i Engelsholm Sø, 2003.

Sektionsnr		1	2	3	4	5	6	Total	
<b>Pelagiet</b>	<b>Vandmængde Filtreret, m3</b>	11,70	13,50	12,50	8,50	9,60	8,10	63,90	
	<b>Navn</b>	<i>Antal</i>							<i>Antal pr. m3</i>
	Skalle	41	50	72	51	48	142	6,32	
	Aborre	22	57	6	4	3	5	1,52	
	Karpefisk							0,00	
	<b>Total</b>	63	107	78	55	51	147	7,84	

1	2	3	4	5	6	Total	
<i>Vægt g</i>							<i>Vægt g pr. m3</i>
7,3	8,8	11,6	9,3	8,2	24,8	1,10	
14,1	27,9	2,9	1,5	1,7	4,4	0,82	
21,40	36,70	14,50	10,80	9,90	29,20	1,92	

Sektionsnr		1	2	3	4	5	6	Total	
<b>Littoral</b>	<b>Vandmængde Filtreret, m3</b>	11,50	7,40	9,70	8,80	8,50	8,00	53,90	
	<b>Navn</b>	<i>Antal</i>							<i>Antal pr. m3</i>
	Skalle	274	186	225	61	48	1508	42,71	
	Aborre	9	13	9	0	1	1	0,61	
	<b>Total</b>	283	199	234	61	49	1509	43,32	

1	2	3	4	5	6	Total	
<i>Vægt g</i>							<i>Vægt g pr. m3</i>
49,6	322	35,6	8	7,2	242,1	12,33	
4,9	7,4	4,9	0	0,4	0,5	0,34	
54,50	329,40	40,50	8,00	7,60	242,60	12,66	

### **Oversigt over tidligere udsendte rapporter:**

Kristensen, Lisbeth D. og Dall, Egon (1989):

Overvågnings søerne Fårup Sø 1978-88 og Engelsholm Sø 1981-87, Vejle Amt.

Müller, J.P. og Jensen, H.J. (1991):

Fiskebestanden i Engelsholm Sø 1990, Vejle Amt.

Müller, J.P. og Jensen, H.J. (1996):

Fiskebestanden i Engelsholm Sø 1995, Vejle Amt.

Møller, P.H. et al. (1990):

Overvågning af søer 1989, Vejle Amt.

Møller, P.H. et al. (1991):

Overvågning af søer 1990, Vejle Amt.

Møller, P.H. et al. (1992):

Overvågning af søer 1991, Vejle Amt.

Møller, P.H. et al. (1993):

Overvågning af søer 1992, Vejle Amt.

Møller, P.H. et al. (1994):

Overvågning af søer 1993, Vejle Amt.

Møller, P.H. et al. (1995):

Overvågning af søer 1994, Vejle Amt.

Møller, P.H. (1996):

Overvågning af søer 1995, Vejle Amt.

Møller, P.H. (1997):

Overvågning af søer 1996, Vejle Amt.

Møller, P.H. (1998):

Overvågning af søer 1997, Vejle Amt.

Møller, P.H. (1999):

Overvågning af søer 1998, Vejle Amt.

Møller, P.H. (2000):

Overvågning af søer 1999, Vejle Amt.

Søndergaard, M., Jeppesen, E., Jensen, J.P (eds.) (1998):  
Sørestaurering i Danmark: Metoder, erfaringer og anbefalinger.  
Miljønyt 28. Miljøstyrelsen.

Vejle Amt (2001):  
Overvågning af Engelsholm Sø 2000, Vejle Amt.

Vejle Amt (2002):  
Overvågning af Engelsholm Sø 2001, Vejle Amt.

Vejle Amt (2003):  
Overvågning af Engelsholm Sø 2002, Vejle Amt.

Vejle Amt (2003):  
Regionplan 2001 – 2013 for Vejle Amt.