



VANDMILJØ overvågning

Lemvig Sø 1989



RINGKJØBING
AMTSKOMMUNE

TEKNIK- OG MILJØFORVALTNINGEN

LEMVIG SØ

Miljøovervågning 1989

RINGKJØBING AMTSKOMMUNE

Teknik- og miljøforvaltningen

Maj 1991

LEMVIG SØ
Miljøovervågning 1989

Datablad

Udgiver:	Ringkjøbing Amtskommune Teknik- og Miljøforvaltningen Damstræde 2, 6950 Ringkjøbing
Udgivelsestidspunkt:	Maj 1991
Forsidebillede:	-
Oplagstal:	100
Sideantal:	44
Nøgleord:	Vandmiljøplan, overvågning søer, tilstandsbeskrivelse udviklingsmuligheder
ISBN - nummer:	87-7743-068-9

Vedrørende kortmateriale:

Grundmaterialet tilhører Geodætisk Institut.

Supplerende information er udarbejdet og påført af Ringkjøbing Amtskommune. Kortene er udelukkende til tjenstlig brug hos offentlige myndigheder og må ikke gøres til genstand for forhandling eller distribuering til anden side uden særlig tilladelse fra Geodætisk Institut .

Udgivet af Ringkjøbing Amtskommune med tilladelse fra Geodætisk Institut (A 86)

Indholdsfortegnelse

SAMMENFATNING	1
INDLEDNING	3
1. Metodik og analyse program.	4
2. Oplandskarateristik	5
3. Morfometri	7
4. Belastningsopgørelse og kildeopsplitning	8
5. Vand og massebalance	11
6. Resultater- fysiske og kemiske undersøgelser.	13
6.1 Skødbæk.	13
6.2 Fysisk-kemiske forhold i søen.	15
6.2.1 Temperatur, ilt, salinitet, pH.	15
6.2.2 Sigtdybde.	17
6.2.3 Kvælstof og fosfor.	19
7. Sedimentundersøgelse	23
7.1 Sedimentkarakteristik og kortlægning.	23
7.2 Sedimentkemi	24
7.3 Udvekslelig fosforpulje.	26
8. Fytoplankton	27
8. 1. Fytoplankton og succession	27
8. 2 Fytoplanktonsammensætning.	28
9. Zooplankton	30
9.1 Alment	30
9.2 Artssammensætning, biomasse og årsvariation	30
9.3 Zooplankton fødeoptagelse	33
9.4 Relation mellem zooplankton og fytoplankton	35
10. Fiskebestanden	37
10.1 Den samlede fangst	37
10.2 De enkelte arter	41
11. Samlet vurdering	43
REFERENCER	45

I foråret 1987 vedtog Folketinget "*Vandmiljøplanen*" med det formål at nedbringe forureningen af næringssalte til vandmiljøet. I den forbindelse blev der iværksat et intensivt program til overvågning af vandmiljøet. Ved hjælp af overvågningsprogrammet skal de økologiske virkninger af den reducerede forurening undersøges over en årrække.

Denne rapport beskriver og vurderer tilstanden i en af de 3 overvågningssøer i Ringkjøbing amt, Lemvig Sø, på grundlag af en række undersøgelser foretaget i 1989 i henhold til overvågningsprogrammet samt tidligere undersøgelser.

Lemvig Sø er en lavvandet ca 16 ha stor sø beliggende i den sydvestlige del af Lemvig by. Lemvig Sø får tilført ferskvand fra Skødbæk, der afvander 83 % af søens opland. Det totale opland er ca 1100 ha. Søen afvander til Lem Vig via et overløb i søens nordende og en kanal under Lemvig by. 1989 var generelt et meget nedbørsfattigt år og vandstilstrømningen i sommerperioden udgjorde kun 8 % af den årlige vandtilførsel. Vandudskiftningen i søen var som følge heraf meget begrænset i sommerperioden.

Selvom en kontraklap ved udmundingen til Lem Vig normalt forhindrer saltvandsindtrængning, forekommer der alligevel et vist saltvandsindtag. Dette ses af søens svingende saltholdighed på 0.2-8 promille og ved tilstedeværelsen af salt/brakvandsfisk.

Den samlede næringsstofftilførsel til søen var i 1989 20 ton kvælstof og 0.6 ton fosfor. Hovedparten af næringsstofftilførslen (87 % N og 43 % P) stammer fra landbrugsoplandet, der næsten udgør 90 % af søens totale opland. Søen belastes derudover fra spredt bebyggelse og en række overfaldsbygværker, der udleder direkte til søen. Den ringe sommerafstrømning betyder, at de eksterne tilførte næringsstoffmængder er forholdsvis små om sommeren (10 % af den samlede fosforbelastning og 2 % af de samlede kvælstofbelastning).

Foruden den eksterne belastning tilføres vandmasserne næringsstoffer, især fosfat, der frigives fra sedimentet. Den udvekselige fosforpulje er relativ stor (4.8 tons eller 38 gP/m²). Idet størstedelen af fosforen frigives i sommerperioden, hvor vandudskiftningen er lavest, ophobes fosforen i søvandet. Den frigivne fosformængde om sommeren var således over dobbelt så stor (147kg) som den eksterne belastning (64 kg).

Fosforkoncentrationen var derfor meget høj (sommermiddel 0.33 mg total P/l; 0.15 mg fosfat/l). Nitrat- og ammoniumkoncentrationerne var derimod lave i sommerperioden p.g.a. den lave afstrømning og algernes næringsoptagelse. Den kraftige afstrømning af nitrat fra landbrugsområderne skete i efteråret og vinteren. Om sommeren var kvælstofafstrømningen lille, og algernes vækst var derfor kvælstofbegrænset en stor del af sommeren.

Fytoplanktonets mængde og artssammensætning i Lemvig Sø er karakteristisk for en lavvandet næringsrig sø. Algebiomassen var i perioden maj-oktober gennemsnitlig 7.4 mm³/l med et maksimum på 11 mm³/l og de vigtigste algegrupper var grønalg, blågrønalg og kiselalge. Algeproduktionen be-

grænses dog i et vist omfang af søens zooplanktonorganismer, især har forholdsvis store forekomster af daphnier en betydelig regulerende effekt.

Sigtdybden i Lemvig Sø er trods zooplanktonets algegræsning dårlig (gennemsnitlig 60 cm i sommerperioden) hvilket betyder, at søen ikke har nogen bundvegetation eller rovfiskebestand, såsom gedde og aborre, der primært jager ved hjælp af synet.

Fiskebestanden i Lemvig Sø kan karakteriseres som værende stærkt påvirket af næringssaltbelastningen, idet fiskeundersøgelsen i 1989 bl.a påviste en meget stor bestand af skalle, der antals- og vægtmæssigt udgjorde over 80 % af den samlede fangst. Øvrige tilstedeværende fiskearter som hundestejle, skrubbe, smelt og ål tydeliggør, at der er passage mellem Lemvig Sø og Lem Vig.

Sammenfattende må Lemvig Sø betragtes som stærkt næringspåvirket, og basismålsætningen (B) om et alsidigt plante- og dyreliv er ikke opfyldt. Opfyldelse af målsætningen kræver væsentlige reduktioner i belastningen. Derudover diskuteres yderligere indgreb såsom vandudveksling med Lem Vig, biomani-pulation, og sedimentfjernelse.

Vandmiljøplanen

I foråret 1987 vedtog Folketinget "*Vandmiljøplanen*" med det formål at nedbringe forureningen af næringsalte til vandmiljøet. Målet med vandmiljøplanen er over en 5-årig periode, at reducere den samlede kvælstofudledning med 50 % fra 290.000 tons til 145.000 tons pr. år, og fosforudledning med 80 % med 15.000 tons til 3.000 tons pr. år. Reduktionen af disse udledninger skal opnås ved bl.a. øget spildevandsrensning, samt krav til jorbruget om mindselse af næringsstofudvaskningen.

Overvågningsprogram

Samtidig med den øgede indsats for nedbringelsen af forureningen, omfatter vandmiljøplanen overvågning af vandmiljøet med det formål, at registrere de økologiske effekter af ændringerne i belastningen (1).

Det landsdækkende overvågningsprogram skal sikre en sammenlignelig og ensartet data indsamling indenfor de forskellige led i vandkredsløbet: Grundvand, vandløb, kilder, søer og marine områder.

Folketingsredegørelse

Resultaterne af overvågningsprogrammet skal indgå i en samlet landsdækkende rapport (2). Rapporten skal danne grundlag for en årlig redegørelse for udviklingen i vandmiljøkvaliteten, som miljøministeren skal afgive til Folketinget, første gang i 1990.

Det er amternes opgave at foretage overvågningen af vandmiljøet, hvad angår grundvand, vandløb, kilder, søer og kystnære områder.

På landsplan er udvalgt ialt 37 overvågningssøer. Søerne udgør et bredt udsnit af danske søtyper, dvs med hensyn til morfometri, opland og belastningskilder, og skulle derved give et godt grundlag for at vurdere eventuelle forbedringer af danske søers miljøtilstand.

Søer

Denne rapport behandler overvågningen af én af de tre overvågningssøer i Ringkøbing amt i 1989, Lemvig sø, der er udpeget som eksempel på en overvejende landbrugsbelastet sø.

Lemvig Sø

Lemvig sø er beliggende i den sydvestlige del af Lemvig by i bunden af den tunneldal som har dannet Lem Vig.

Søen og tunneldalen syd herfor blev fredet i 1978.

Lemvig sø er målsat med basismålsætning B, hvilket indebærer at der skal være et naturligt og alsidigt dyre- og planteliv som er upåvirket eller kun svagt påvirket af forurening. Denne målsætning indebærer bl.a., at sigtdybden skal være over 1 m.

Undersøgelser i 1989 og tidligere har vist, at Lemvig Sø er meget nærinssaltbelastet med ringe sigtforhold, og søen opfylder derfor ikke sin målsætning.

Der er tilsvarende udarbejdet rapporter for de 2 øvrige overvågningssøer i Ringkøbing amt, Kilen og Søby Sø.

1. Metodik og analyse program.

Søens dybdeforhold er kortlagt af landinspektør Thorkild Høj i 1989. Areal- og volumenberegninger er foretaget af Ringkjøbing amt ved anvendelse af planimeter.

Oplandets størelse og jordtypefordeling er opgjort i 1989 af Landbrugsministeriets Afdeling for Arealdata og Kortlægning. Artsbestemmelse og databehandling af fytoplanktonprøverne er foretaget af Miljøbiologisk Laboratorium. Fiskeundersøgelsen er udført af ENVO. Kemiske analyser af sedimentprøver, udtaget af Ringkjøbing amtskommune, er foretaget af Hedeselskabets laboratorium. Sedimentkarakteristik og kortlægning er udført af Vandkvalitetsinstituttet.

Der har været ført tilsyn med Lemvig sø 19 gange i 1989 fordelt med et tilsyn pr. måned i perioden 1/11 til 1/3, og et tilsyn pr. 14. dag i perioden 1/3 til 1/11. Ved tilsynet er der blevet indsamlet vandprøver til vandkemisk analyse, udført målinger af en række fysiske parametre, samt udtaget kvantitative og net prøver af fyto- og zooplankton. Til yderligere vurdering af søens biologiske tilstand er der udført fiskeundersøgelse efter det såkaldte "*normalprogram*" af Miljøstyrelsen 1988 (3).

I efteråret 1989 er der udført analyse af sedimentets indhold af næringsstoffer og af stoffer, der er vigtige for næringsstofudvekslingen mellem sediment og vand. Derudover er der i efteråret 1990 foretaget sedimtkortlægning til bestemmelse af det kulturpåvirkede sediments udbredelse og af sedimentets fosforpuljer.

I tilløbet Skødbæk er der målt vandføring og udtaget vandprøver til kemisk analyse 18 gange årligt, fordelt med 2 prøver pr. måned i perioden 1/11-1/5 og 1 prøve pr. måned i perioden 1/5-1/11. I Skødbæk blev der i slutningen af 1988 etableret en QH station (*mylogger*) og Skødbæk er dermed en fast målestation med daglig vandstandsregistrering. Placeringen af målestationen kan ses på kort 2.1.

Der er af måletekniske grunde ikke målt vandføring eller udtaget vandprøver i afløbskanalen til Lem Vig..

Analyseprogrammet for sø og tilløb, anvendt apparatur og fremgangsmåde /databehandling af biologiske undersøgelser er kort beskrevet i bilag 1.

2. Oplandskarateristik

Tilløb og afløb

Oplandet til Lemvig sø er vist på et topografisk oplandskort (kort 2.1). Afvandingen af oplandet sker hovedsagelig gennem Skødbæk, som er søens væsentligste naturlige tilløb. I søens sydvestlige hjørne tilføres en mindre mængde drænvand via rørudløb.

Søen afvander til Lem Vig via et overløb i søens nordende og en kanal under Lemvig by. En kontraklap ved udmundingen til Lem Vig forhindrer saltvandsindtrængning til søen. Saltholdigheden er ca 1-3 promille med enkelte målinger på 7-8 promille i 1990. Der forekommer derfor åbenbart alligevel et vist saltvandsindtag.

Jordtype og arealudnyttelse

Omgivelserne til selve søen består af helårsbebyggelse, kolonihavehuse og rekreative græsarealer.

Jorbunden er overvejende sandblandet lerjord (67,8 %) og det dyrkningsklassificerede areal udgør ca 89% af total arealet (tabel 2.1). Det dyrkningsklassificerede areal (type 1-8) er almindeligvis større end det reelt dyrkede areal, idet f.x. landsbyer, tekniske anlæg og mindre skove kan omfattes af dette område. I oplandet til Lemvig sø udgør sådanne udyrkede områder dog kun en ubetydelig del. Således udgør oplandet til målestationen i Skødbæk 83 % af total arealet, hvoraf 97 % er dyrkningsklassificeret. Det dyrkningsklassificerede areal betragtes derfor her som det reelt dyrkede areal.

Jordtypefordeling			
type 1	Grovsandet jord	7 ha.	<1
type 3	Lerblandet sandjord	199 ha	18 %
type 4	Sandblandet lerjord	753 ha	68 %
type 5	Ler jord	15 ha	1 %
type 9	Byzone	117 ha	11 %
type 12	Rest arealer	2 ha	<1 %
type 13	Skov arealer	1 ha	<1 %
Topografisk opland		1094 ha	
Arealudnyttelse			
	Byzone	117 ha	11 %
	Skov ialt	1 ha	<1 %
	Dyrket	974 ha	89 %

Arealerne er afrundet til nærmeste 1 hektar

Tabel 2.1. Jordtypefordeling og arealudnyttelse.

3. Morfometri

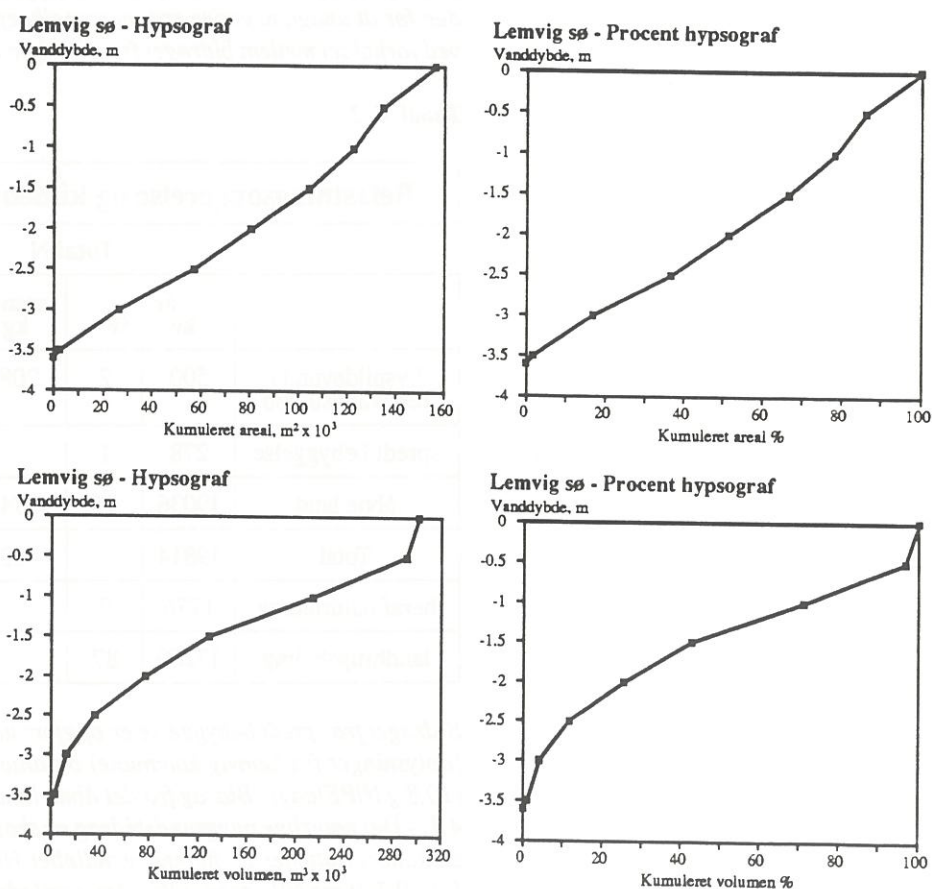
Søens morfometriske data baseret på søopmåling i 1989 (kort 3.1) fremgår af tabel 3.1 og figur 3.1.

Af figur 3.1 ses at søbunden hælder forholdsvis jævnt fra 0 til 3.6 meters dybde og at 50 % af søoverfladen har dybder mellem 0 og 2 meter.

Morfometriske data for Lemvig Sø		
Oplandsareal	1094 ha	
Søareal	15,7 ha	
Volumen	0,3 mill m ³	
Middeldybde	2 m	
Maksimumsdybde	3,7 m	
Hydraulisk opholdstid	39 dage	(206 dage)*

* Søens sommeropholdstid er angivet i parentes

Tabel 3.1.



Figur 3.1. Hypsografer.

4. Belastningsopgørelse og kildeopsplitning

Belastningskilder

Hovedparten af næringsstof tilførslen til Lemvig sø foregår fra landbrugsoplandet til Skodbæk. Skodbæk belastes derudover fra spredt bebyggelse. Af punktkilder er en række overfaldsbygværker, der udleder direkte til søen og i perioder giver anledning til store mængder af bakterie/detritus klumper i vandet.

Arealkoefficienter

På baggrund af beregnede stoftransporter i Skodbæk 1989 og vurderingen af belastningen fra spredt bebyggelse er arealkoefficienterne for det åbne land beregnet til 0,38 kg P/ha/år og 17,4 kg N /ha/år (tabel 4.1).

Tabel 4.1.

Stoftransport i Skodbæk og arealkoefficienter for 1989									
	Op- land Skød- bæk	Målt transport		Bidrag fra punktkilder		Bidrag fra det åbne land		Arealkoeffi- cienter fra det åbne land	
	ha	N kg/år	P kg/år	N kg/år	P kg/år	N kg/år	P kg/år	N kg /ha/år	P kg /ha/år
År	920	16242	442	278	93	15968	349	17,4	0,38
Sommer		226	10			226	10	0,25	0,01

Bidraget fra punktkilder er spredt bebyggelse, der antages at være nul i sommerperioden for at undgå negative sommerarealkoefficienter. Arealkoefficienterne er beregnet ved forholdet mellem bidraget fra det åbne land og oplandsstørrelsen.

Tabel 4.2.

Belastningsopgørelse og kildeopsplitning for Lemvig sø 1989								
	Total N				Total P			
	år kg	%	sommer kg	%	år kg	%	sommer kg	%
byspildevand / regnvandsudløb	500	2	208	43	126	20	53	83
spredt bebyggelse	278	1			93	15		
åbne land	19036	96	274	57	416	66	11	17
Total	19814		482		635		64	
heraf naturbidrag	1776	9			143	22		
landbrugsbidrag	17260	87			273	43		

Bidraget fra spredt bebyggelse er opgjort ud fra antal huse (ukloakerede) og antal PE (oplysninger fra Lemvig kommune) og antagelsen; Antal PE x 0,5 x 3,6 g P/PE/dag; (10,8 g N/PE/dag). Bidrag fra det åbne land er baseret på arealkoefficienterne i tabel 4.1. - Det naturlige baggrundsbidrag er skønnet ud fra de vandføringsvægtede årsmiddeldelkoncentrationer i referencevandløbet Hestbæk i Klosterhede plantage; 0,058 mg P/l, 0,719 mg N/l, samt ud fra den samlede tilførte vandmængde fra Skodbæk og det

umålte opland til Lemvig sø (se tabel 5.1). - Landbrugsbidraget er differencen mellem bidraget fra det åbne land og naturbidraget.

Kildeopsplitning

Den samlede belastning og kildeopsplitning fremgår hermed af tabel 4.2 og figur 4.1.

Næringsstofftilførslen til Lemvig sø i 1989 varierer meget i årets løb. Kun 10 % af fosforbelastningen og 2 % af kvælstofbelastningen foregår i sommerhalvåret (1/5 - 1/10). Dette skyldes bl.a. den meget lave sommerafstrømning fra det åbne land (se afsnit 5). Dette medfører også en stor variation i den procentvise fordeling af belastningen på kilder gennem året, idet ca. 83 % af fosforbelastningen og ca. 43 % af kvælstofbelastningen i sommerperioden hidrører fra regnvandsudløb. På årsbasis udgør fordelingen henholdsvis 20 % (fosfor) og 2 % (kvælstof) fra regnvandsudløb.

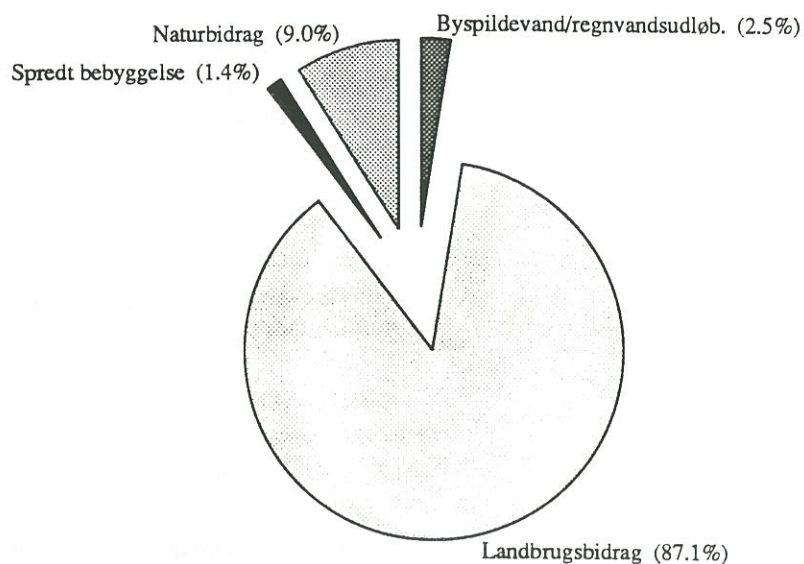
Belastningen fra det åbne land er forsøgt opdelt på bidrag fra landbrug og det naturlige baggrundsbidrag ud fra de vandføringsvægtede årsmiddeldkoncentrationer i Hestbæk som beskrevet i tabel 4.1. Hestbæk i Klosterhede plantage indgår som referencevandløb i overvågningsprogrammet, dvs. at vandløbet afvander et opland der helt eller næsten er friholdt for kulturbetinget belastning. Den største andel af kvælstofbelastningen stammer således fra landbruget (87 %). Landbruget er ligeledes den største enkeltkilde til fosforbelastningen (43 %), men regnvandsudløb og spredt bebyggelse udgør dog tilsammen en væsentlig del, nemlig 35 % (figur 4.1).

Foruden den eksterne belastning frigives en vis mængde af sedimenterede næringsstoffer til vandfasen. Den såkaldte interne belastning er afhængig af bl.a. resuspension og for fosfor vedkommende specielt af iltforholdene ved sedimentoverfladen. Iltfrie forhold ved sedimentoverfladen øger frigivelsen af udvekslelig sedimentbundet fosfor (*sedimentkemi og fosforpuljer beskrives i afsnit 7*).

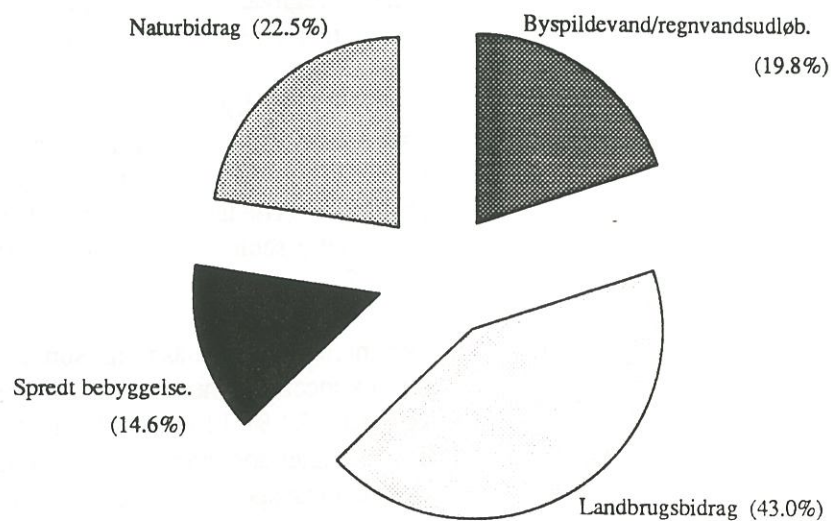
Den interne fosforbelastning i sommerperioden er beregnet ud fra forøgelsen af fosforkoncentrationen mellem de enkelte prøvetagningstidspunkter til ca. 147 kg P eller 23 % i forhold til den totale eksterne belastning. Denne værdi må dog betragtes som en minimumsværdi, idet fosforfrigivelsen i forbindelse med eventuel resuspension ikke er medtaget i opgørelsen.

Lemvig sø - 1989

Kildeopsplitning - total kvælstof



Kildeopsplitning - total fosfor



Figur 4.1.

5. Vand og massebalance

Vand- og stoftransport i afløb

Som tidligere nævnt har det ikke været teknisk muligt at måle vandføringen og stofkoncentrationer i afløbskanalen. Vand- og massebalancen er derfor skønnet ud fra den antagelse, at vandføringen og stofkoncentrationer i afløbet tilnærmelsesvis er lig med henholdsvis tilførte vandmængder og stofkoncentrationer i søvandet.

Års- og sommertransporten i afløbet er således beregnet på månedsbasis ved trapetzintegration af sammenhørende månedsmiddelkoncentrationer i søvandet og månedsmiddelvandføringer i Skødbæk korregeret for bidrag fra regnvandsudløb og umålt opland.

Hydraulisk opholdstid

Som det fremgår af tabel 5.1 er den hydrauliske sommeropholdstid betydelig længere end den årlige opholdstid. Dette hænger naturligvis sammen med den meget lave afstrømning fra det åbne land i sommeren 1989. Vandtilførslen i sommerperioden udgør kun ca 8 % af den totale vandtilførsel, hvoraf ca 63 % hidrører fra regnvandsudløb (tabel 5.1).

Tabel 5.1.

Vandbalance for Lemvig sø		
	År - mill m ³	Sommer - mill m ³
Tilført ferskvand fra Skødbæk	2,08	0,065
Tilført ferskvand fra umålt opland	0,39	0,013
Tilført ferskvand fra regnvand/overløb	0,33	0,138
Total tilført/fracført vandmængde	2,80	0,22
Opholdstid i dage	39	206

Vandmængden fra regnvandsudløb antages at være jævnt fordelt gennem året. Afstrømningen fra umålt opland er skønnet ud fra årsarealafstrømning på 7,17 l/s/km² og sommerarealafstrømning på 0,59 l/s/km². Det antages at nedbør = fordampning. Søens opholdstid er beregnet ved forholdet mellem volumen (tabel 3.1) og total tilført (=fracført) vandmængde.

Massebalance

Dette betyder imidlertid at stoftilbageholdelsen er forholdsvis stor om sommeren, idet koncentrationerne af N og P i søvandet er størst i denne periode (tabel 5.2).

Ifølge tabel 5.2 "tilbageholdes" i 1989 ca 2929 kg kvælstof eller ca 15 % af den tilførte kvælstofmængde. En del af dette kvælstof omdannes af bakterier (*denitrifikation*) til luftformig kvælstof (NO N₂), mens resten ophobes i sedimentet.

Der tilbageholdes over 230 kg fosfor i søen dvs, at ca 1/3 af den tilførte fosformængde ophobes i sedimentet.

Tabel 5.2.

Vand- og massebalance for Lemvig sø 1989						
	Vandmængde - mill m ³		Total kvælstof kg		Total fosfor kg	
	år	sommer	år	sommer	år	sommer
Samlet tilførsel	2,80	0,216	19814	468	635	64
Samlet fraførsel	2,80	0,216	17163	444	410	72
Tilført-fraført	0	0	2929	24	231	- 7

Års- og sommertransporten i afløbet er beregnet på månedsbasis ved trapetzintegration, hvor afløbskoncentrationen er antaget at være lig med koncentrationen i søvandet. Vandføringerne, der er anvendt ved trapetzintegrationen, er de målte vandføringer i Skødbæk korrigeret for regnvandsudløb og umålt opland. Det forudsættes derved, at nedbøren er lig med fordampningen.

6. Resultater- fysiske og kemiske undersøgelser.

6.1 Skødbæk.

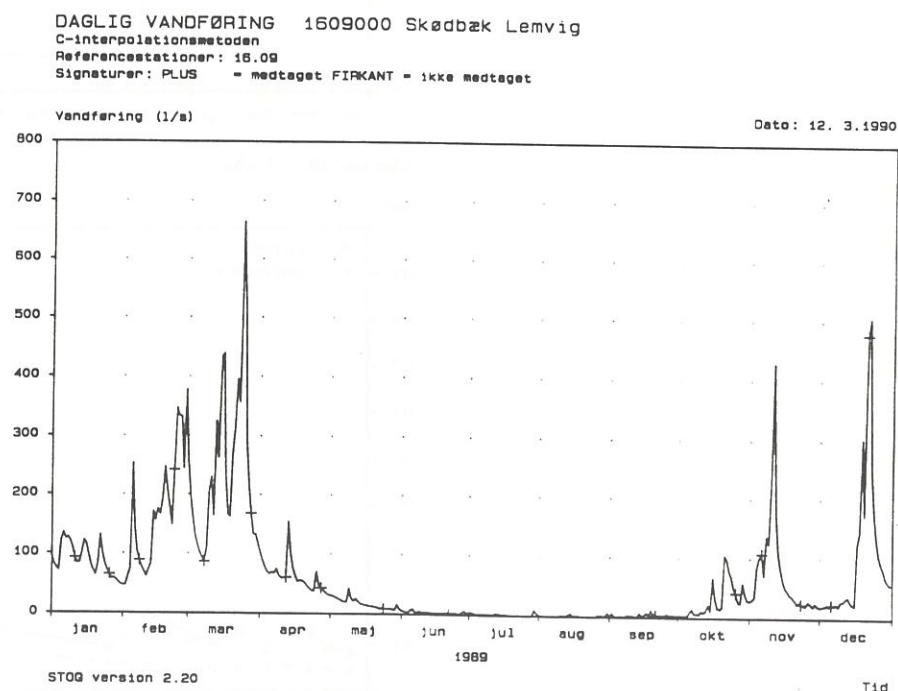
Års- og sommer gennemsnitlige værdier for de målte variable i Skødbæk fremgår af bilag 2. Årsvariationen af kvælstof og fosfor og COD koncentrationer samt af daglig vandføring er vist i figur 6.1.1.

Fosfor, kvælstof, COD

Koncentrationsniveauet for total P og COD er forholdsvis konstant bortset fra den sidste måling i december og koncentrationen er tilsyneladende ikke afhængig af vandføringen. Koncentrationsstigningen ved decembermålingen er dog klart sammenfaldene med stor afstrømning og kan derfor forklares ved øget udvaskning og erosion af akkumuleret stof i oplandet og i selve vandløbssedimentet.

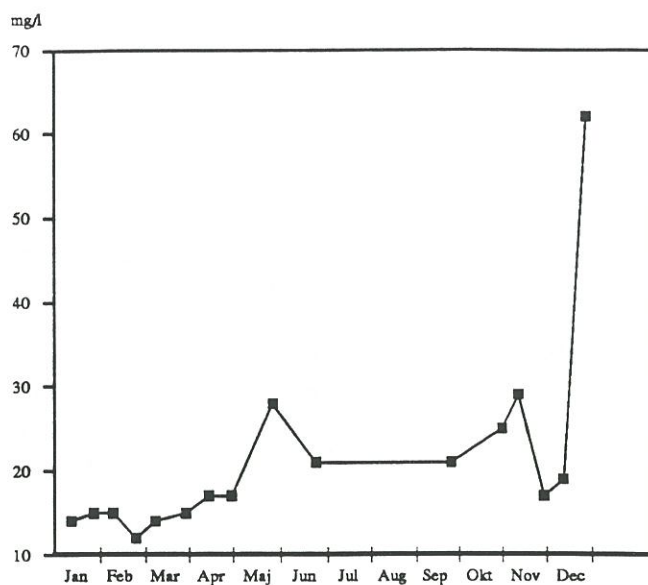
Akkumulering af fosfor og organisk stof i vandløbssedimentet har sikkert været særlig udpræget p.g.a. den ekstrem lave sommervandføring. Den øgede fosfor koncentration i december er organisk bundet fosfor, hvilket fremgår af, at koncentrationen af opløst fosfat P er uændret.

Årsvariationen af total N, der hovedsagelig består af uorganiske kvælstofforbindelser, er karakteriseret ved lave sommerværdier p.g.a. den reducerede udvaskning. Koncentrationsstigningen af kvælstof i december har igen baggrund i den store afstrømning på måletidspunktet.

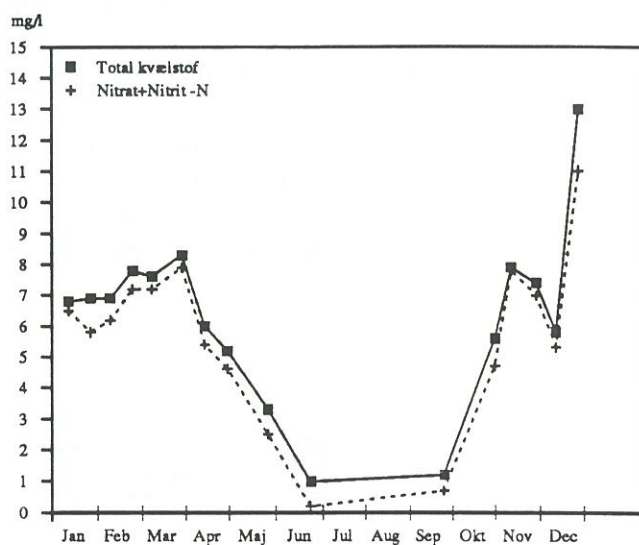


Figur 6.1.1. (fortsættes)

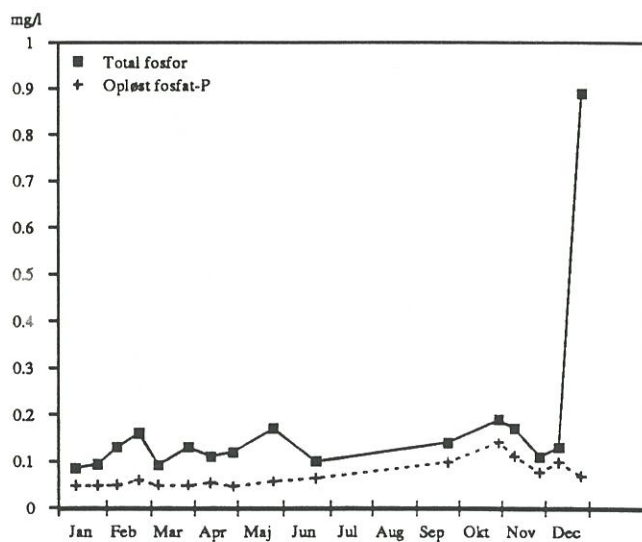
Skødbæk 1989 - COD, total



Skødbæk 1989 - Kvælstof



Skødbæk 1989 - Fosfor



Figur 6.1.1.

6.2 Fysisk-kemiske forhold i søen.

De væsentligste fysisk-kemiske undersøgelsesresultater for 1988 og 1989 er præsenteret grafisk på samme tidsakse på figurene 6.2.1. til 6.2.11. Samtlige målte værdier i 1989 fremgår af bilag 2.

Det skal bemærkes, at prøvetagningsfrekvensen i 1988 er væsentlig lavere end i 1989, og grafisk sammenligning mellem de to år skal derfor generelt tages med forbehold. Af samme grund diskuteres her kun gennemsnitsværdier for 1989.

6.2.1 Temperatur, ilt, salinitet, pH.

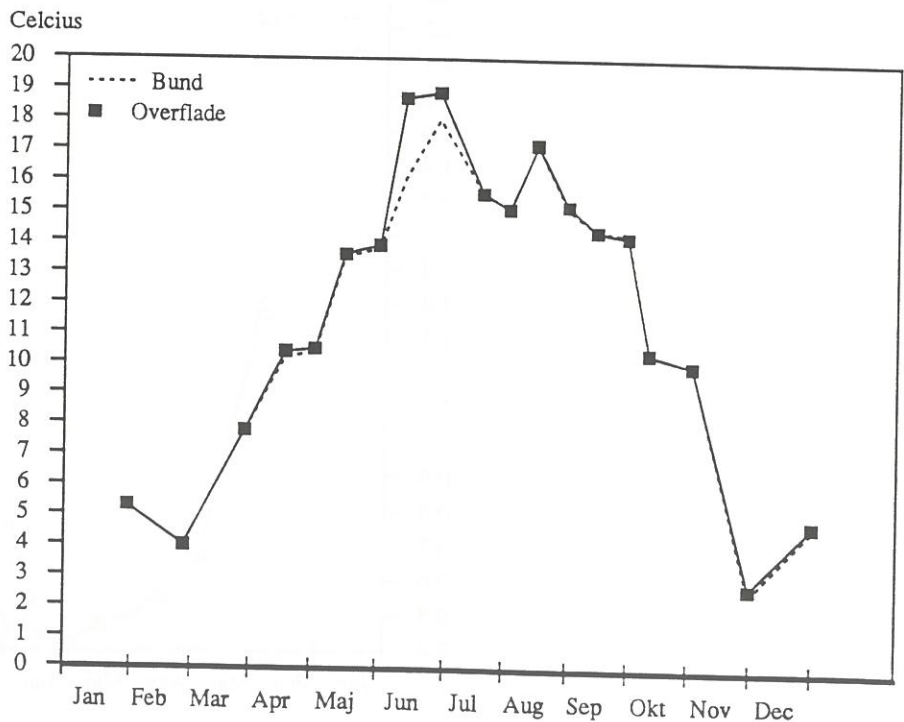
Temperatur, ilt og salinitets forholdene er her angivet som overflade og bundmålinger (0.5 m over sediment overfladen). Bundmålinger er foretaget på dybder mellem 3 og 3.5 meter. Saliniteten er omregnede konduktivitetstal. pH er laboratorieværdien målt på den vandkemiske prøve.

Faktorer som har indflydelse på iltforholdene ved bunden, er iltforbrugene omsætning af organisk stof, og i hvor høj grad der forekommer opblanding af bund og overfladevand. Graden af opblandingen afhænger bl.a af vind, temperatur og vanddybde. Med søens forholdsvis ringe vanddybde vil man forvente total opblanding af vandmasserne,

Temperatur- og iltprofil

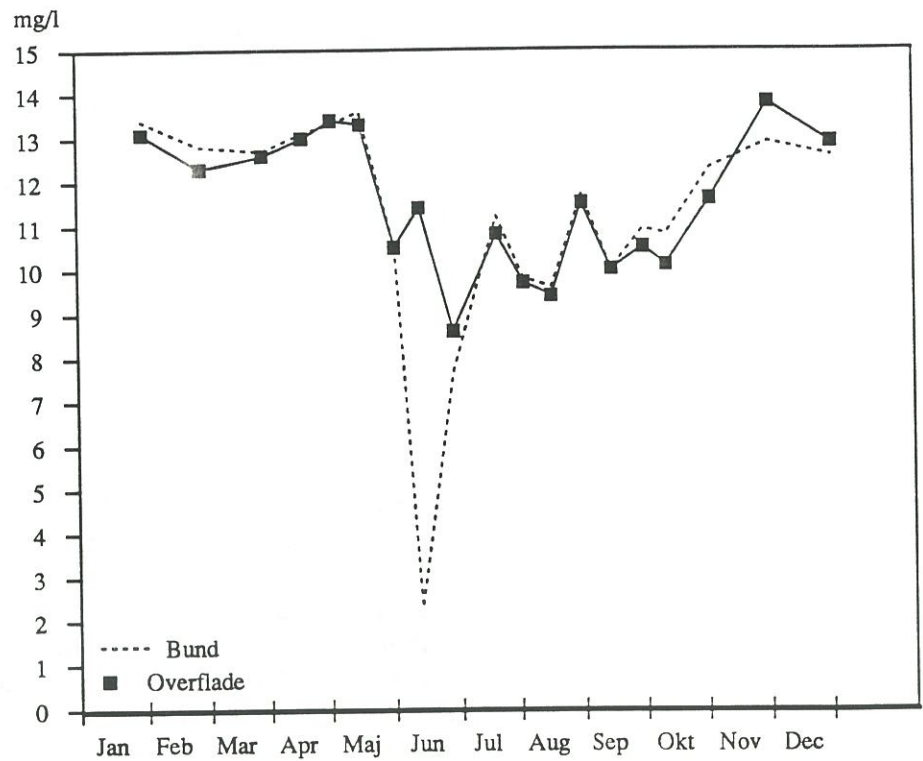
Som det fremgår af temperaturprofilen (figur 6.2.1) er der den 13/6 og 29/6 registreret temperatur springlag i søen. Temperaturspringlaget den 13/6 er sammenfaldende med et lavt iltindhold ved bunden (figur 6.2.2). Iltkurven antyder, at der i perioder har været højere iltindhold ved bunden end i overfladen, men resultatet må tilskrives målefejl/usikkerhed.

LEMVIG SØ 1989 - Temperatur



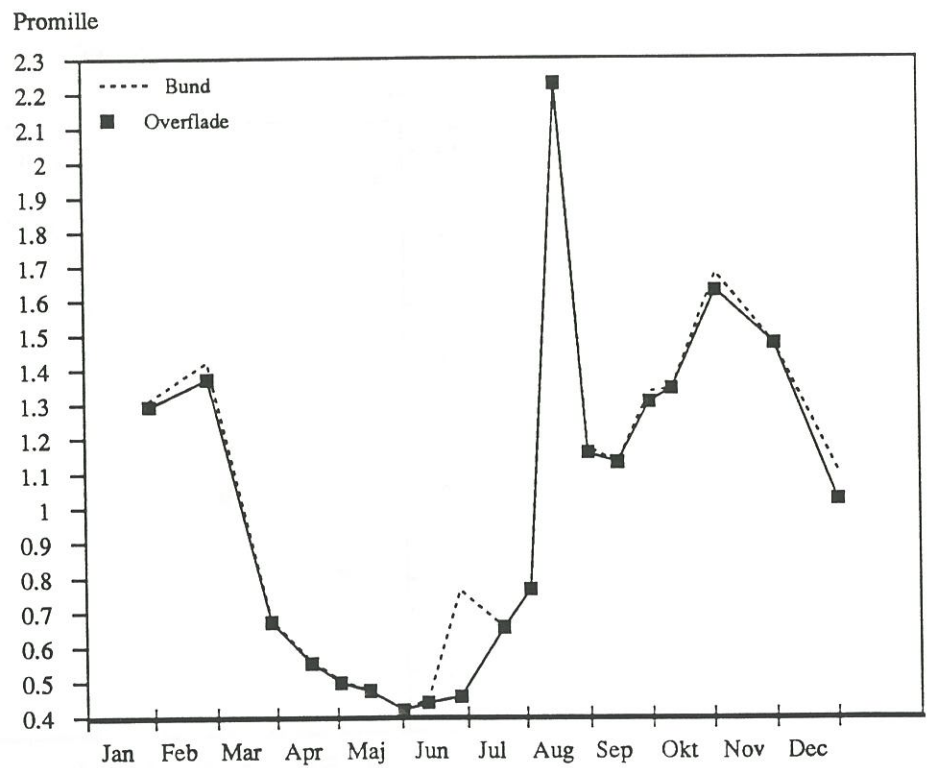
Figur 6.2.1.

LEMVIG SØ 1989 - Ilt



Figur 6. 2. 2.

LEMVIG SØ - Salinitet



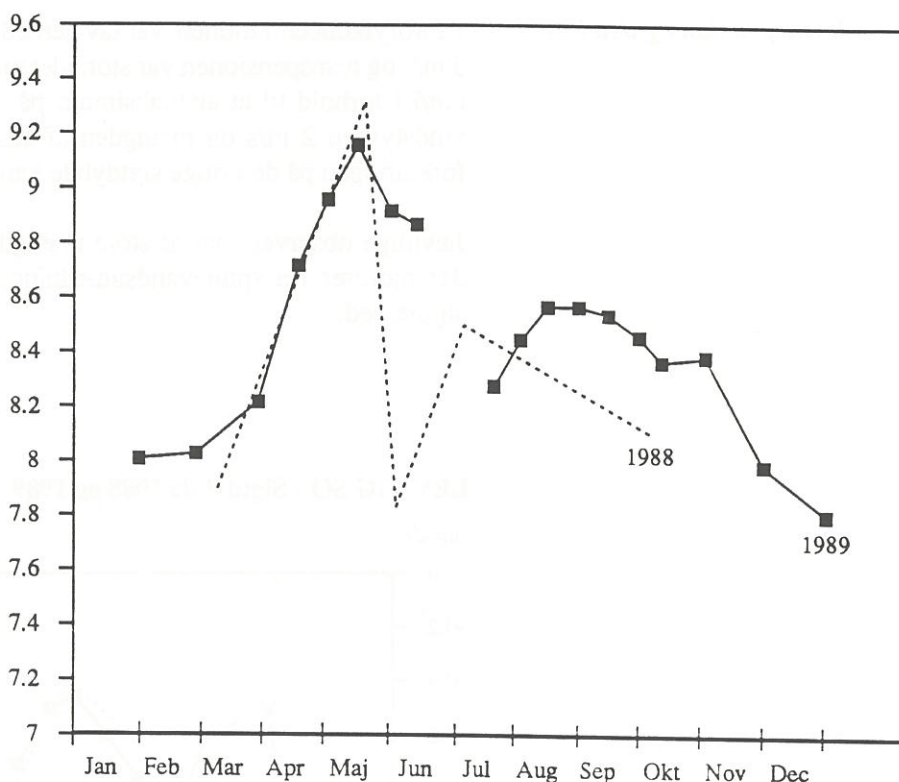
Figur 6. 2. 3.

Vandudveksling - Lem Vig

Saltholdigheden i 1989 spænder fra 0.4 til 2 promille hvilket tyder på et vist saltvandsindtag fra Lem Vig (figur 6.2.3). Saltspringlag er kun observeret i et tilfælde (29 juni).

Der er en generel sammenhæng mellem algeproduktionen og pH, idet forbruget af CO₂ ved algernes fotosyntese forskyder bicarbonat ligevægten, hvorved pH stiger.

LEMVIG SØ - pH 1988 og 1989



Figur 6. 2. 4.

pH og fisk

pH niveauet er generelt påvirket af eutrofieringen (figur 6.2.4). pH niveauet har dog ikke været alvorlig kritisk for fiskebestanden, idet den kritiske grænse er pH 9.5-10.

6.2.2 Sigtdybde.

Vandets gennemsigtighed er et indirekte mål for søens belastningmæssige og biologiske tilstand. En stor algebiomasse som følge af næringssaltbelastning forhindrer lysgennemtrængning og forringer livsbetingelserne for bundvegetationen. Sigtdybden forventes derfor generelt at være større i vinterhalvåret p.g.a. lav algeproduktion. Årsgennemsnittet på 0.74 m afviger dog kun lidt fra sommergennemsnittet på 0.6 m.

Årsvariation

En lav sigtddybde kan imidlertid også opstå ved ophvirvling af andet partikulært materiale eller ved resuspension, specielt i lavvandede, vindpåvirkede søer med ingen eller sparsom bundvegetationen som Lemvig Sø.

Sigtddybde og klorofyl

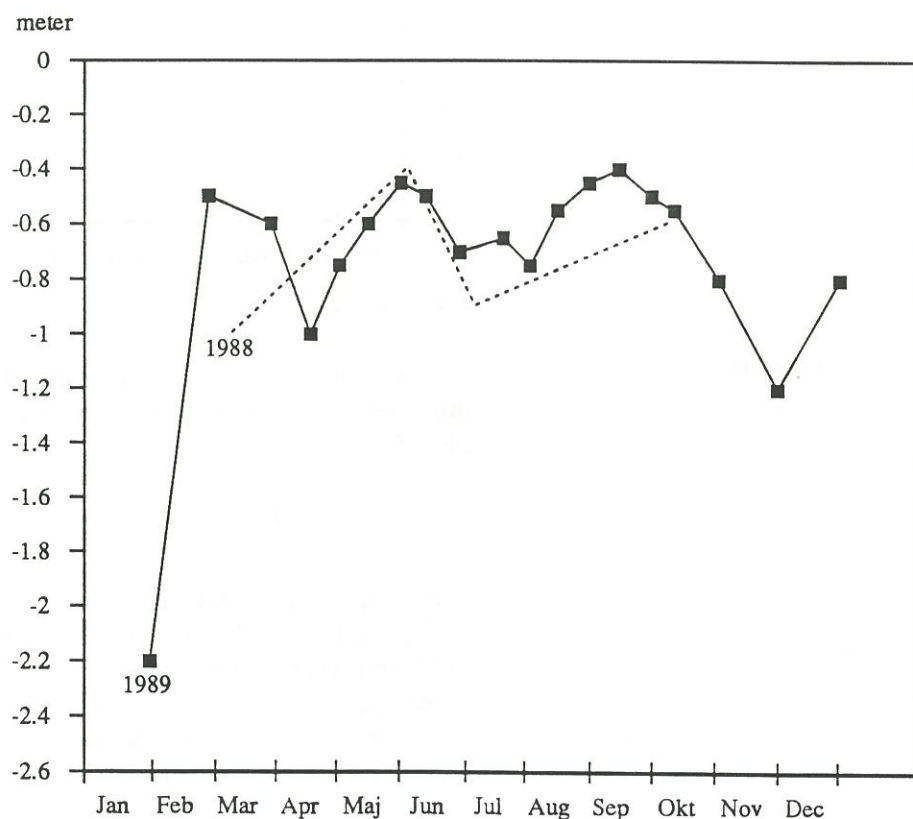
Sæssonvariationen i sigtddybden i 1989 er uændret i forhold til 1988 (figur 6.2.5). Det markante fald i sigtddybden fra den 31 januar til 28 februar og 31 marts (1989) lader sig ikke umiddelbart forklare ved algeopblomstring vurderet ud fra klorofyl koncentrationen (figur 6.2.6). Der er dog ikke altid nødvendigvis en entydig sammenhæng mellem klorofyl a koncentrationen og fytoplankton biomassen (se afsnit 8), idet klorofylindholdet per biomasseenhed kan variere meget fra art til art. Der er dog generelt en sammenhæng mellem klorofylindhold og sigtddybde, idet det er klorofylet der absorberer lyset.

Resuspension og detritus

Klorofylkoncentrationen var lav den 28 februar, men vindstyrken var omkring 5 m/s og resuspensionen var stor, idet mængden af suspenderede stoffer var 24 mg/l i forhold til et årsmaksimum på 38 mg/l (Bilag 2). Den 31 marts var vindstyrken 2 m/s og mængden af suspenderede stoffer kun ca 8 mg/l, og forklaringen på den ringe sigtddybde kan være mængden af fytoplankton.

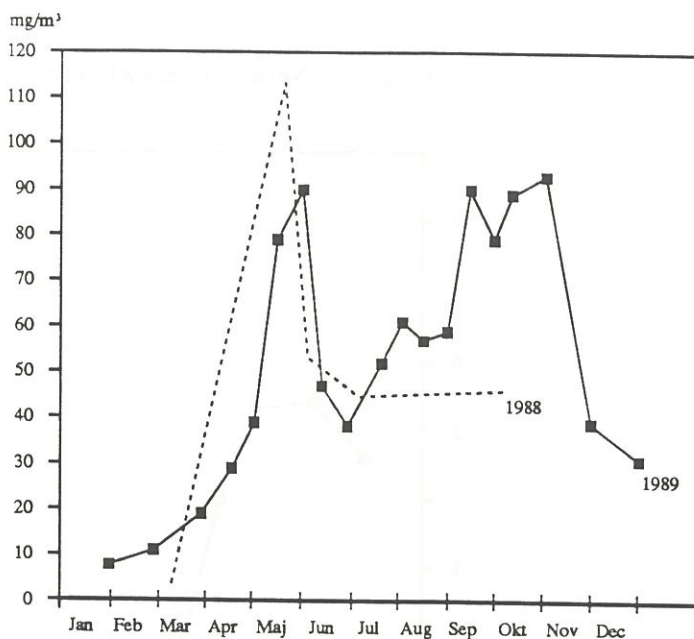
Jævnlig observationer af store mængder bakterie/detritus klumper i vandet, der hidrører fra spildevandsudledninger, kan også være årsag til reduceret sigtbarhed.

LEMVIG SØ - Sigtdybde 1988 og 1989



Figur 6.2.5.

LEMVIG SØ - Klorofyl a 1988 og 1989



Figur 6.2.6.

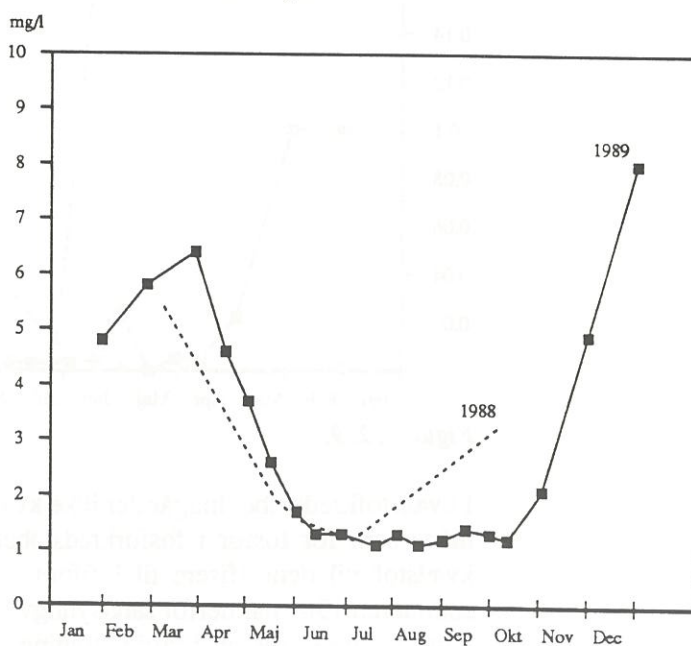
6.2.3 Kvælstof og fosfor.

De uorganiske fosfor- og kvælstofforbindelser, fosfat-P, nitrit og nitrat-N og ammonium er umiddelbart tilgængelige for fytoplanktonet. Den totale fosfor- og kvælstofkoncentration indbefatter foruden de uorganiske former også den kvælstof/fosfor, som er bundet i levende og dødt organisk materiale, fortrinsvis fyto- og zooplankton.

Kvælstof

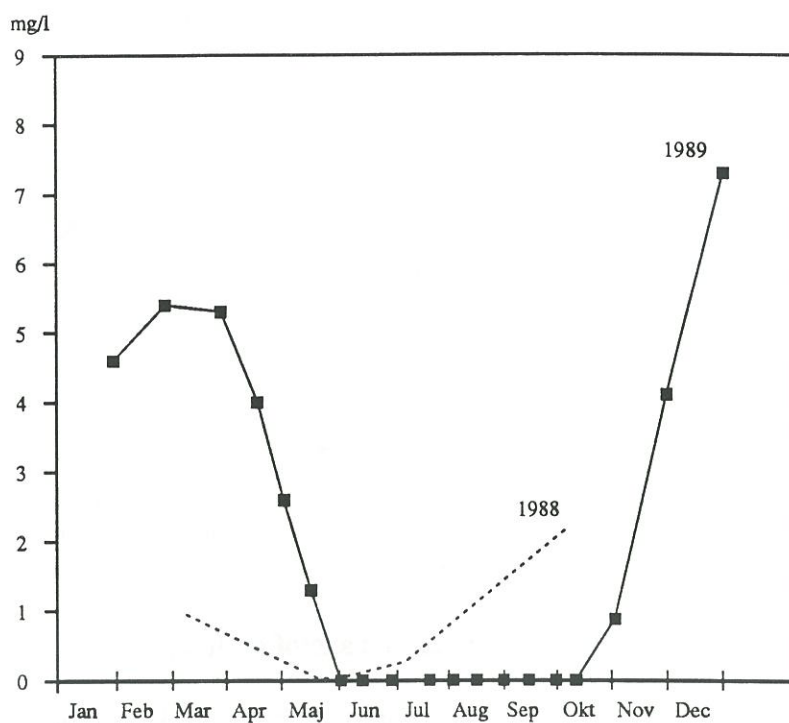
Total kvælstof koncentrationerne i 1989 (figur 6.2.7) udviser lave sommerværdier og koncentrationsniveauet for de uorganiske kvælstofforbindelser (figur 6.2.8 ; 6.2.9) tyder på, at fytoplanktonet har været kvælstofbegrænset i perioden juni-oktober.

LEMVIG SØ - Total-N 1988 og 1989



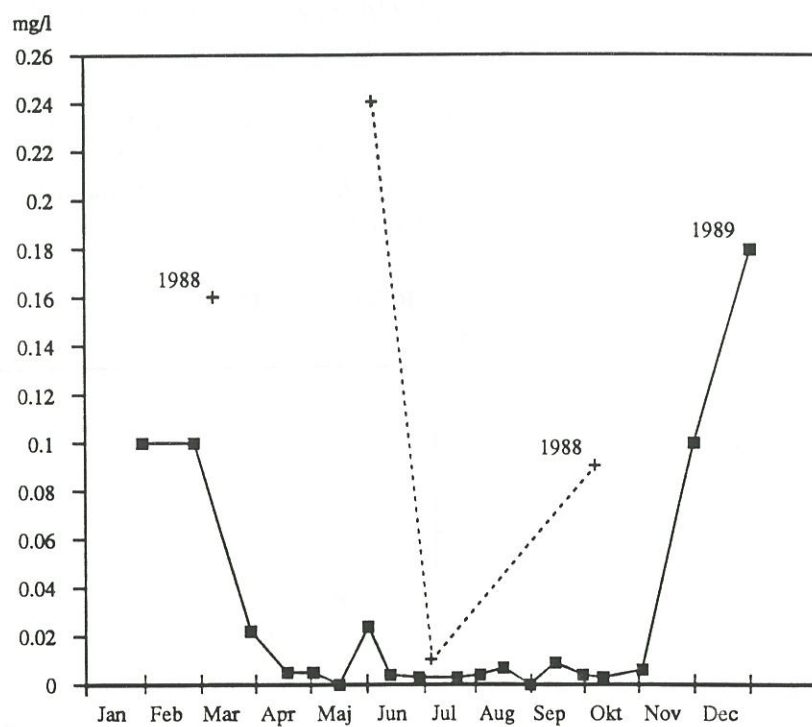
Figur 6.2.7.

LEMVIG SØ - Nitrit + nitrat 1988 og 1989



Figur 6. 2. 8.

LEMVIG SØ - Ammonium-N 1988 og 1989



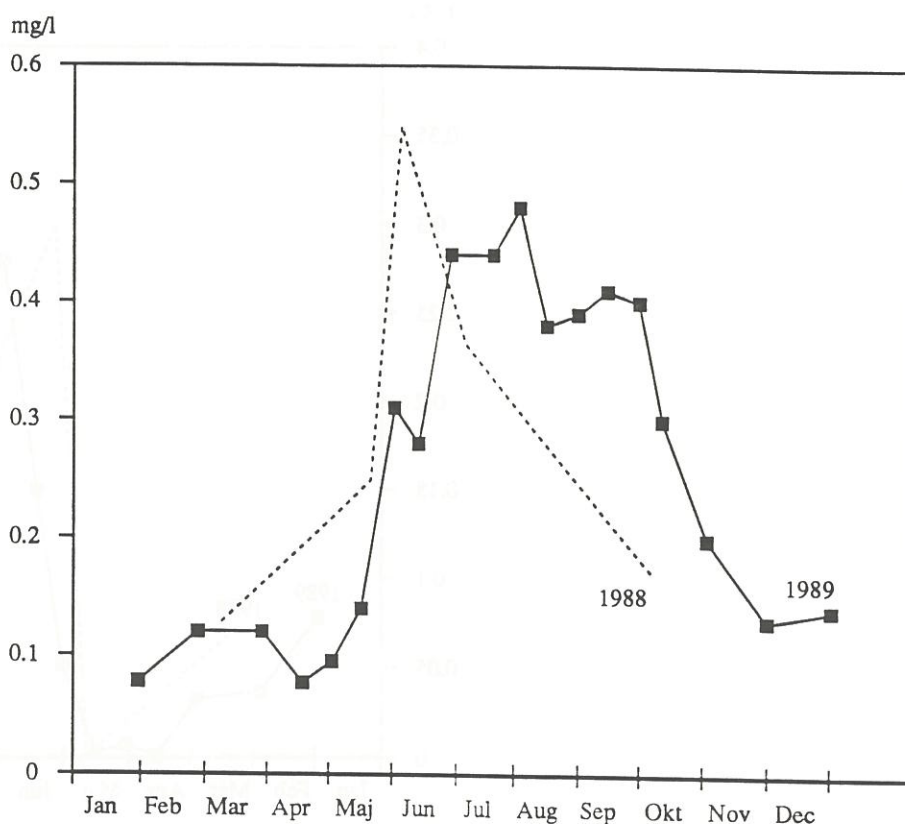
Figur 6. 2. 9.

I kvælstofkredsløbet indgår der ikke kvælstofbinding til sedimentet på samme måde som for fosfor i fosforkredsløbet, og en stor del af sedimentbunden kvælstof vil denitrificere til luftformig kvælstof. Kvælstofbegrænsningen i sommeren 1989 har derfor sandsynligvis baggrund i den lave sommerafstrømning. Derimod ses en kraftig stigning i mængden af nitrat og ammonium i

efteråret og vinteren, hvilket primært skyldes en stor afstrømning af nitrat fra landbrugsområderne i oplandet til søen.

Hvorvidt kvælstof har været begrænsende i 1988 kan ikke vurderes p.g.a. den lave prøvetagningfrekvens.

LEMVIG SØ - Total-P 1988 og 1989



Figur 6.2.10.

Fosfor

Ved sammenligning af total-P koncentrationerne i 1988 og 1989 fremgår det, at perioden med total- P maximum i 1989 optræder senere og er af betydelig længere varighed end i 1988 (figur 6.2.10). Det skal dog bemærkes, at den lavere prøvetagningfrekvens i 1988 ikke kan afsløre om der eventuelt har været større værdier i perioden juli-oktober.

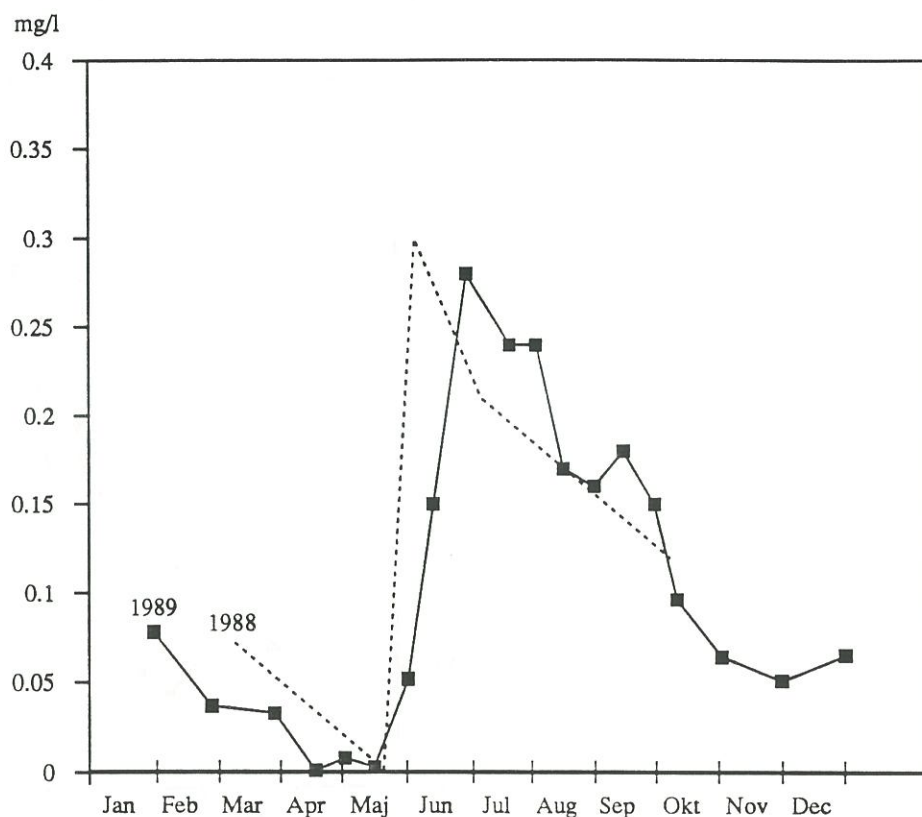
Den kraftige stigning i vandets fosforindhold i sommerperioden skyldes især fosforfrigivelse fra sedimentet sammenholdt med den lange sommeropholdstid, idet belastningen fra oplandet er ringe som følge af lav afstrømning. Udover sedimentfrigivelsen tilføres også en del fosfor fra regnvandsudløb/overfald (jvf afsnit 4).

Intern fosforbelastning / fosforophobning

Den interne fosforbelastning i sommerperioden (149 kg) er dog dobbelt så stor som den eksterne belastning (64 kgP). Den meget lille vandudveksling i sommerperioden betyder altså, at fosforen ophobes i vandmasserne og giver anledning til meget høje fosforkoncentrationer.

Fosfat-P koncentrationen i søvandet udgør i sommerperioden en væsentlig del af fosforfraktionen (figur 6.2.11). Dette viser, at en stor del af fosforfrigivelsen fra sedimentet ikke forbruges til algeproduktion p.g.a. kvælstof begrænsning. Fytoplanktonet har dog muligvis været fosforbegrænset fra medio april til medio maj.

LEMVIG SØ - Fosfat-P 1988 og 1989



Figur 6. 2. 11.

I perioden august-oktober reduceres fosfatniveauet, men total-P niveauet er relativt stabilt, idet fraktionen af organisk fosfor øges som følge af stigende algevægst.

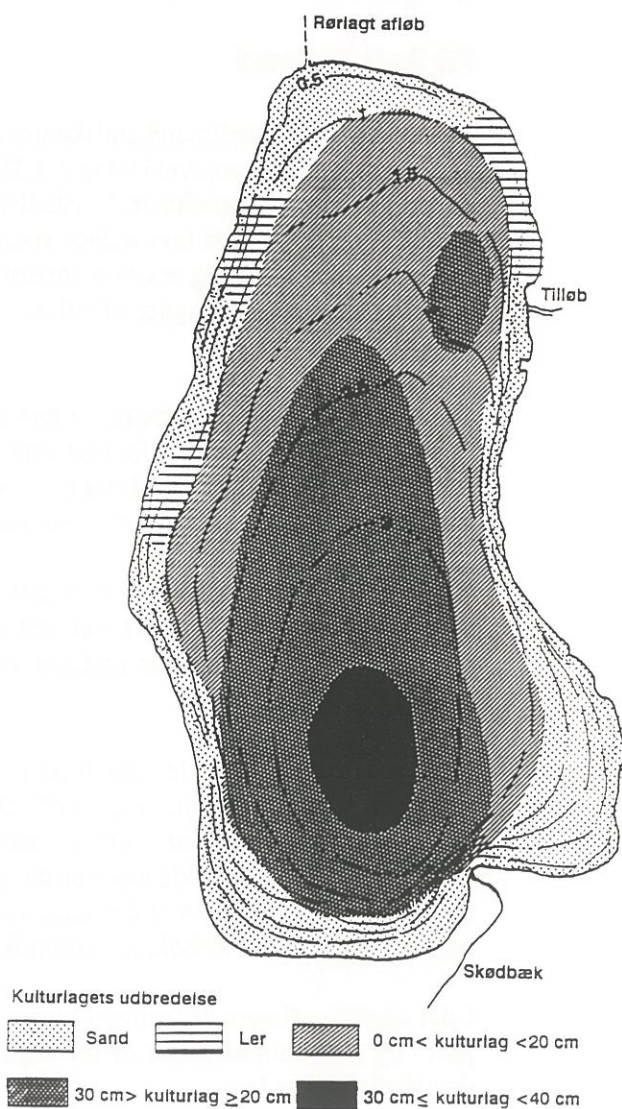
7. Sedimentundersøgelse

Sedimentundersøgelserne i Lemvig Sø har haft til formål at bestemme udbredelsen af det kulturpåvirkede sediment i søen ud fra en sedimentkortlægning. Ud fra dette og sedimentkemiske analyser har formålet også været at vurdere forforpuljen i sedimentet. Placeringen af sediment stationerne er vist i bilag 2.3.

7.1 Sedimentkarakteristik og kortlægning.

Det generelle indtryk af bundforholdene i Lemvig Sø er, at områder på dybder over 1.0-1.5 m er dækket af et kultursediment. Kultursedimentet er et gråbrunt - gråsort slammeth lag med lysere eller mørkere striber. Specielt i den dybeste del af søen er sedimentet sort. Der blev konstateret gasbobler fra det sorte sediment, men generelt var der ingen lugt af svovlbrinte fra sedimentet.

Kultursedimentets dybdeudbredelse er vist på figur 7.1



Figur 7.1.

Kultursedimentets dybdeudstrækning er størst i den dybeste del af søen, med en tykkelse på næsten 40 cm. I den nordlige del er tykkelsen mindre end 20 cm.

I området omkring udløbet fra Skødbæk er kultursedimentet overlejret af et ca 7 cm tykt lag af rødbrunt sand, hvorunder det sorte kultursediment med gasbobler blev konstateret.

Der er store områder med sand ud til ca 1.0-1.5 meters dybde i den nordlige og sydlige del af søen. I hele den østlige bugt strækker sandbunden sig ud til 2.0-2.5 meters dybde. I den vestlige og nordøstlige del er der områder, hvor bunden er leret med mange muslingeskaller.

Ovenpå det gråsorte kultursediment blev der på alle stationerne observeret et lysebrunt lag af nysedimenterede alger af en tykkelse på 1-6 cm. På områderne med sand og ler var det sedimenterede algelag kun på få mm's tykkelse.

Sedimentet under kulturlaget fra det dybe område er de fleste steder grålig leret. På de mere lavvandede områder er det underliggende materiale mere sandet med større indhold af snegle og muslingeskaller.

7.2 Sedimentkemi

Tørstofindhold

Resultaterne af de sedimentkemiske undersøgelser og placering af de 3 prøvetagningsstationer er angivet i bilag 2.3. Det ses umiddelbart, at der er forskel på de tre prøvetagningsstationer. Forskellen er specielt udtalt mellem den dybe station A og de to mere lavvandede stationer B og C. Sedimentet på station A har et højere glødetab og et lavere tørstofindhold end på station B og C, hvilket afspejler de større mængder af aflejret organisk materiale (*kulturslam*) på station A.

Kvælstof / fosfor

Sedimentets indhold af kvælstof er forholdsvis højt med de højeste koncentrationer på station A. Total fosfor koncentrationerne er ligeledes lidt forhøjede på station A i forhold til station B og C, hvilket underbygger, at station A i højere grad end de to øvrige stationer er sedimentationsområde.

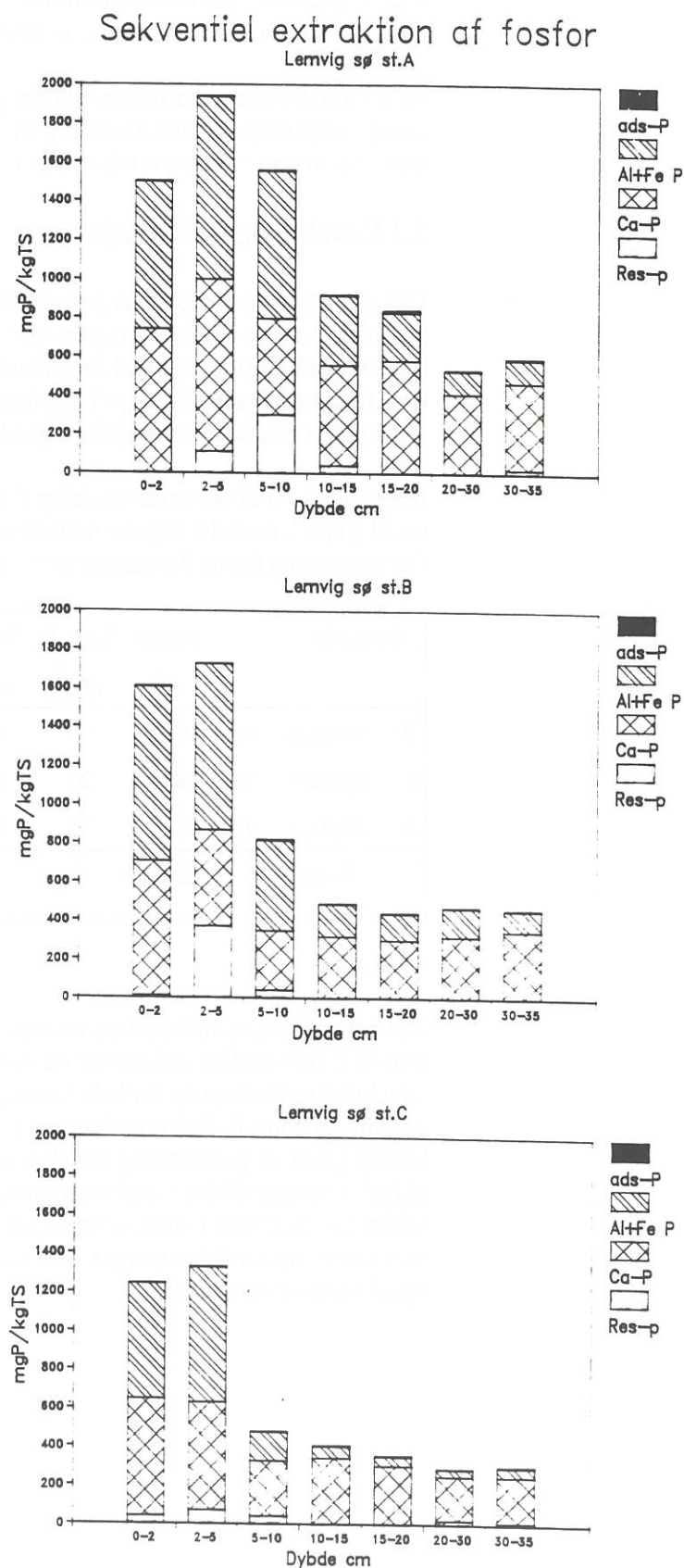
Niveauet af total- P i sedimentet på mellem 1.5-2.0 gP/kgTS i den dybe del af søen og 1.3-1.7 gP/kgTS i den lavere del af søen afslører en vis fosforbelastning. I ikke næringspåvirkede søer findes normalt et totalt fosforindhold på under 1 gP/kgTS i sedimentet.

Fosforfraktioner

Sedimentets fosforindhold fordelt på fraktioner er afbildet på figur 7.2. Det fremgår af fosforprofilene, at der er forskel på fosforfraktionerne fra den dybe og den lavvandede del af søen. På station B og C nås et baggrundsniveau allerede ved 10 cm's dybde mens et stabilt niveau først synes at nås efter ca 20 cm's dybde på station A. På station A er en større fosformængde bundet i calcium-fraktionen i forhold til station B og C.

I det stabile sediment er fosforen hovedsageligt bundet til calcium, mens den jern - og aluminiumsbundne fosfor udgør omkring halvdelen af fosforpuljen i de overfladenære lag.

Den adsorberede fosformængde udgør en ubetydelig del af den samlede fosforpulje i sedimentet på alle 3 stationer.



Figur 7.2.

Den residuale fosforpulje, som primært er den organisk bundne fosfor, er meget variabel. Dette skyldes formodentlig usikkerheder på analyserne, idet residual P-pulje beregnes som forskellen mellem summen af ads-P, Al+Fe-P, Ca-P og total-P. Det er således ikke sandsynligt, at der ikke er målt organisk bundet fosfor i overfladelagende på station A, da dette lag har det højeste glødetab.

På station A varierer forholdet mellem jernindholdet og total-P i de øverste 10 cm af sedimentet mellem 16-24, og 11-17 på de lave stationer B og C, hvilket tyder på, at jern er en styrende faktor for fosforfrigivelsen fra sedimentet.

7.3 Udvekslelig fosforpulje.

Den adsorberede fosfor, den jern-og aluminiumsbundne og halvdelen af den organisk bundne fosfor betragtes som udvekslelige fraktioner. Det calciumbundne fosfor og halvdelen af den organiske bundne fosfor er normalt immobilt. Den udvekslelige fosforpulje i sedimentet kan således beregnes ved brug af resultaterne fra fraktioneringsforsøgene omtalt i forrige afsnit (tabel 7.1).

Ifølge tabel 7.1 er der et udveksleligt fosforindhold i sedimentet på mellem 25- og 51 gP/m², med det højeste indhold på station B og det laveste på station C. Gennemsnittet for de 3 stationer er 37 gP/m².

Område			Areal m ²	Udv.-P g/m ²	Tot.-P g/m ²	Tot.-N g/m ²	Udv.-P kg	Tot.-P kg	Tot.-N tons
B	Nordlige	lav	46.000	51	100	744	2.350	4.600	34
C	Sydlig	lav	34.000	25	174	654	0.850	5.920	22
A	Sydlig	dyb	45.000	35	139	584	1.580	1.580	26
Total			125.000				4.780	12.100	82

Tabel 7.1

Idet det antages, at station B repræsenterer kultursedimentet i den nordlige del, station C den sydlige del og station A den dybe del af søen, kan den samlede udvekslelige fosforpulje for hele Lemvig Sø's kulturpåvirkede sediment beregnes til 4.8 tons P. Kultursedimentet dækker ca 12.5 ha af sedimentarealet, hvilket giver en gennemsnitlig udvekslelig fosformængde for hele søen på 38.2 gP/m² og svarer til det ovenfor beregnede gennemsnit på 37 gP/m². Fosforindholdet kan dog være underestimeret, idet der ikke er taget prøver på det dybeste sted i søen, og fordi det antages, at det udvekslelige fosfor indhold i bredzonen og på sandbunden er nul.

8. Fytoplankton

8.1. Fytoplankton og succession

Resultaterne af fytoplanktonbiomasseopgørelserne og de enkelte algegrupperes procentvise andel af den totale biomasse fremgår af figur 8. 1. samt af bilag 3.1. og 3.2.

Fytoplanktons totale biomasse varierede fra minimum 0,6 mm³/l i januar til maksimum 11 mm³/l i juli og september. Fytoplanktonbiomassen var forholdsvis lav (< 2 mm³/l) i vintermånederne, men høj i den produktive periode (april-oktober) med et gennemsnit på 7,4 mm³/l. De vigtigste algegrupper var grønalger, blågrønalger, kiselalger og stilkalger.

Årstidsvariation i biomassen

I det følgende gives en kort gennemgang af årstidsvariation og sammensætning af fytoplanktonbiomassen.

Januar - februar. Fytoplanktonbiomassen var lav (0,6 - 0,7 mm³/l). Dominerende var små rekylalger (25-36 %), den lille centriske kiselage *Stephanodiscus hantzschii* (24-27 %) samt ubestemte arter (30-34 %).

April - maj. Fytoplanktonbiomassen steg fra 4,3 til 6,2 mm³/l. Stilkalgen *Chrysochromulina parva* dominerede i april og 2. maj, hvor den opnåede et maksimum på 5,3 mm³/l og udgjorde 87 % af fytoplanktonbiomassen. Derefter overtog små centriske kiselalger den dominerende rolle.

Juni. Fytoplanktonbiomassen var høj og svingende mellem 6 og 8 mm³/l. Kiselalger (*Stephanodiscus hantzschii*) havde maksimum 1. juni og udgjorde her 51 % af biomassen. Derefter skete et sammenbrud i kiselalgepopulationen, og kiselalger fandtes ikke i målelige mængder 29. juni. Kiselalgemaksimum og efterfølgende populationssammenbrug ses tydeligst på figur 8.2., der viser årstidsvariation af silicium. Et lignende kiselalgemaksimum har sandsynligvis også fundet sted i 1988. Chlorococcale grønalger var vigtige hele måneden. De udgjorde 39-58 % af biomassen.

Juli. Fytoplanktonmaksimum (11 mm³/l) domineret af grønalger (57 %). Grønalgebiomassen bestod af chlorococcale grønalger (især *Pediastrum* spp., *Coelastrum astroideum* og *Oocystis* sp.) og en lille ubestemt, 2-5 celledet ulothric. De næstvigtigste grupper var blågrønalger og kiselalger, der udgjorde henholdsvis 17 % og 15 % af fytoplanktonbiomassen.

August. I august var fytoplanktonbiomassen fortsat høj, men svingende (6,6 - 9,5 mm³/l). Blågrønalger (25 - 48 %) og grønalger (25 - 44 %) var de vigtigste grupper. De vigtigste blågrønalger var *Woronichinia compacta* / *ruzickae*, *Aphanothece clathrata* / *Microcystis incerta* og *Merismopedia tenuissima*. De vigtigste grønalger var fortsat chlorococcale grønalger (især *Scenedesmus* spp., *Pediastrum* spp. og *Oocystis* sp.) og en lille utothric. 2. - 15. august fandtes et mindre maksimum af øjealgen *Trachelomonas* (1 mm³/l). Den udgjorde da 11 - 15 % af biomassen.

September - oktober. 13. september fandtes årets andet fytoplanktonmaksimum ($11 \text{ mm}^3/\text{l}$). Dominerende var blågrønalgen (især *Merismopedia* og *Woronichinia*) og chlorococcale grønalg (især *Scenedesmus*), der udgjorde henholdsvis 40 % og 31 % af fytoplanktonbiomassen. Herefter faldt biomassen til $4 \text{ mm}^3/\text{l}$ sidst i oktober. Grønalg blev i løbet af september-oktober helt dominerende (40 - 64 %), mens blågrønalg var aftagende. Kiselalger (*Stephanodiscus hantzschii*) havde et efterårsmaksimum ($2,7 \text{ mm}^3/\text{l}$) 9. oktober, hvor de udgjorde 35 % af biomassen.

November - december. Fytoplanktonbiomassen var forholdsvis lav (1,5 - 1,8 mm^3/l). I november dominerede grønalg (49%) med subdominans af rekylalger (28%), mens rekylalgerne (*Cryptomonas* og *Rhodomonas*) havde årsmaksimum ($1,2 \text{ mm}^3/\text{l}$) og blev altdominerende (67%) i december.

Stort set hele året fandtes mange bakterier og/eller bakterie-detritus klumper i prøverne.

8.2 Fytoplanktonsammensætning.

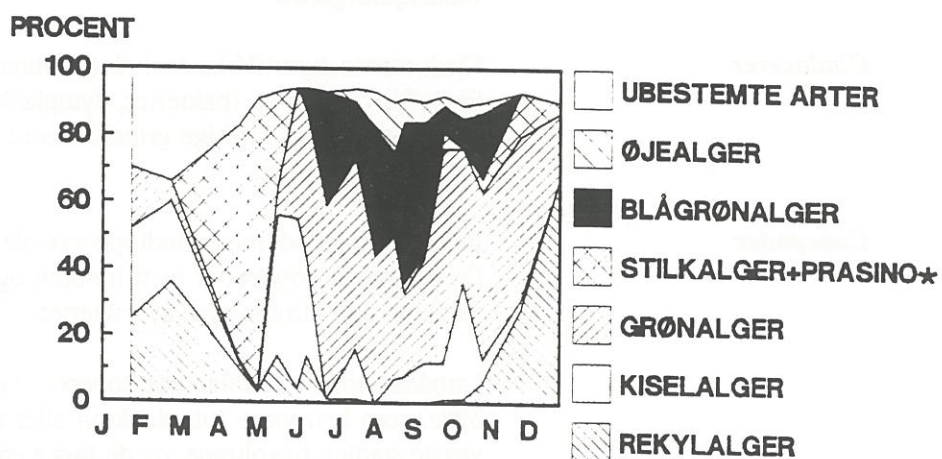
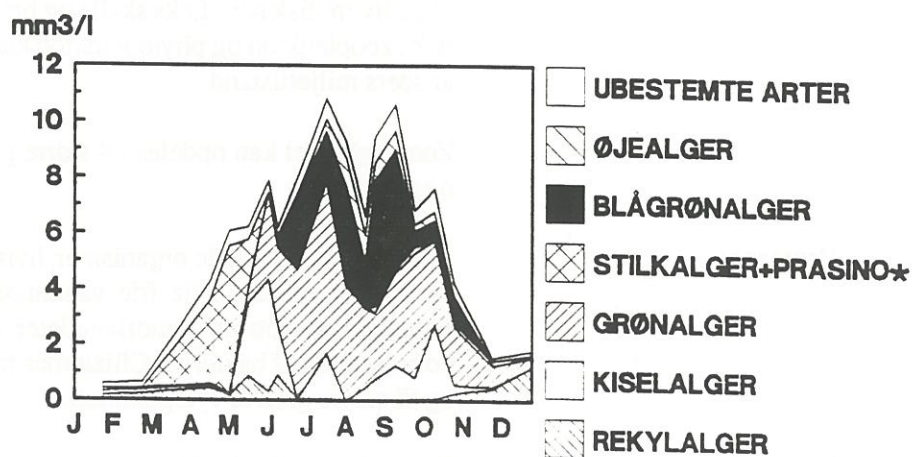
Der blev ialt registreret 111 arter/slægter i Lemvig Sø 1989. Heraf var langt de fleste repræsentanter for grupper, hvis hovedudbredelse er næringsrige søer. Det drejer sig om blågrønalg (13 arter), centriske kiselalger (5 arter), øjealger (5 arter) og chlorococcale grønalg (48 arter). Kun 12 arter tilhørte grupper, hvis hovedudbredelse er rene til svagt næringspåvirkede søer, furealger (3 arter), gulalger (4 arter) og desmidiace-grønalg (5 arter).

Chlorococcale grønalg var kvalitativt og kvantitativt den vigtigste gruppe i Lemvig Sø 1989. De dominerede fra juni til november, hvor de udgjorde 25 - 64 % af den totale fytoplanktonbiomasse.

I april og maj var stilkalgen *Chrysochromulina parva* den altdominerende art. Det var desuden den art, der opnåede den højeste biomasse i 1989, maksimum $5,3 \text{ mm}^3/\text{l} = 87 \%$ af biomassen. Den næst vigtigste enkeltart var den centriske kiselalge *Stephanodiscus hantzschii*, der dominerede fytoplanktonet 1. juni ($4 \text{ mm}^3/\text{l} = 51 \%$) og havde et mindre maksimum i oktober ($2,7 \text{ mm}^3/\text{l} = 35 \%$).

Fytoplanktonsamfundet i Lemvig Sø 1989 må således betegnes som meget artsrigt med dominans af små hurtigt voksende og næringskrævende arter, hvilket er karakteristisk for en lavvandet, næringsrig sø.

LEMVIG SØ 1989 FYTOPLANKTON BIOMASSE



* = phyceae (stilkalger + Prasinophyceae)

Figur 8.1.

9. Zooplankton

9.1 Alment

Økologiske rolle

Zooplanktonets placering i fødekæden kan i store træk siges at ligge mellem fytoplanktonet og fiskene. Føden består for mange arters vedkommende af planktonalger, og zooplankton tjener i mere eller mindre grad som føde for planktivore fisk som f.eks. skalle og brasen. En forståelse for samspillet mellem fisk, zooplankton og phytoplankton kan derfor have betydning for vurderingen af søers miljøtilstand.

Zooplanktonet kan opdeles i 4 større grupper; protozoer, rotatorier, cladocerer og copepoder.

Protozoer

Protozoer er encellede organismer, hvis økologiske rolle i fødenettet kun er lidt kendt. Protozoerne i de frie vandmasser kan groft opdeles i to funktionelle grupper; heterotrofe nanoflagellater og ciliater. Flagellaternes føde består hovedsagelig af bakterier. Ciliaternes føde består af både bakterier og flagellater og til en vis grad af fytoplankton.

Rotatorier

Rotatorierne eller hjuldyrene har et hjulorgan bestående af cilier der tjener til bevægelse og fødeoptagelse. Føden består af alger og bakterier, der for de fleste arters vedkommende optages ved filtrering af den vandstrøm, som frembringes v.h.a. hjulorganet.

Cladocerer

Cladocerene, hvortil bl.a. daphnierne hører, er for de fleste arters vedkommende ligeledes filtratorer (bakterier, fytoplankton), men nogle arter er egentlige rovdyr som v.h.a. kraftige gribelemmer kan gribe byttedyr såsom andre zooplankton organismer.

Copepoder

Indenfor copepoderne (vandlopper) er der 2 ordner, Calanoida og Cyclopoida. De calanoide copepoder er filtratorer, og føden består hovedsagelig af fytoplankton og i mindre grad af bakterier.

I modsætning til de calanoide copepoder griber de cyclopoide copepoder deres bytte, som kan være fytoplankton eller mindre zooplankton organismer. De yngste stadier, nauplierne, og de første copepoditstadier lever hovedsagelig af fytoplankton, hvorimod de voksne som regel udelukkende lever af mindre zooplankton. Visse undersøgelser viser dog, at denne differentiering ikke er helt entydig.

9.2 Artssammensætning, biomasse og årsvariation

Zooplanktonets artsammensætning og biomasse er bestemt udfra de indsamlede prøver som beskrevet i bilag 1.4.2 og bilag 4. Rotatorier, cladocerer og copepoder er såvidt muligt bestemt til artsniveau, hvorimod ciliaterne er opdelt i størrelsesklasser.

Arts- og individantal

Antallet af ciliater er usikkert bestemt, idet større mængder af bakterie/detritus klumper i mange af de sedimenterede prøver vanskeliggjorde optællingen. Det angivne individniveau vurderes derfor generelt at ligge under det faktiske antal.

9.4 Relation mellem zooplankton og fytoplankton

Zooplanktonets relation til fytoplankton er illustreret ved forholdet mellem fødeoptagelse og fytoplankton biomasse (figur 9.3.1; 9.4.1 og bilag 4.3).

Græsningsraten er beregnet som fødeoptagelse per dag i procent af fytoplankton biomassen. Idet fødeoptagelsen dækker en varierende blanding af fødeemner, kan fødeoptagelsen ikke uden videre sættes lig med græsningsraten af fytoplankton.

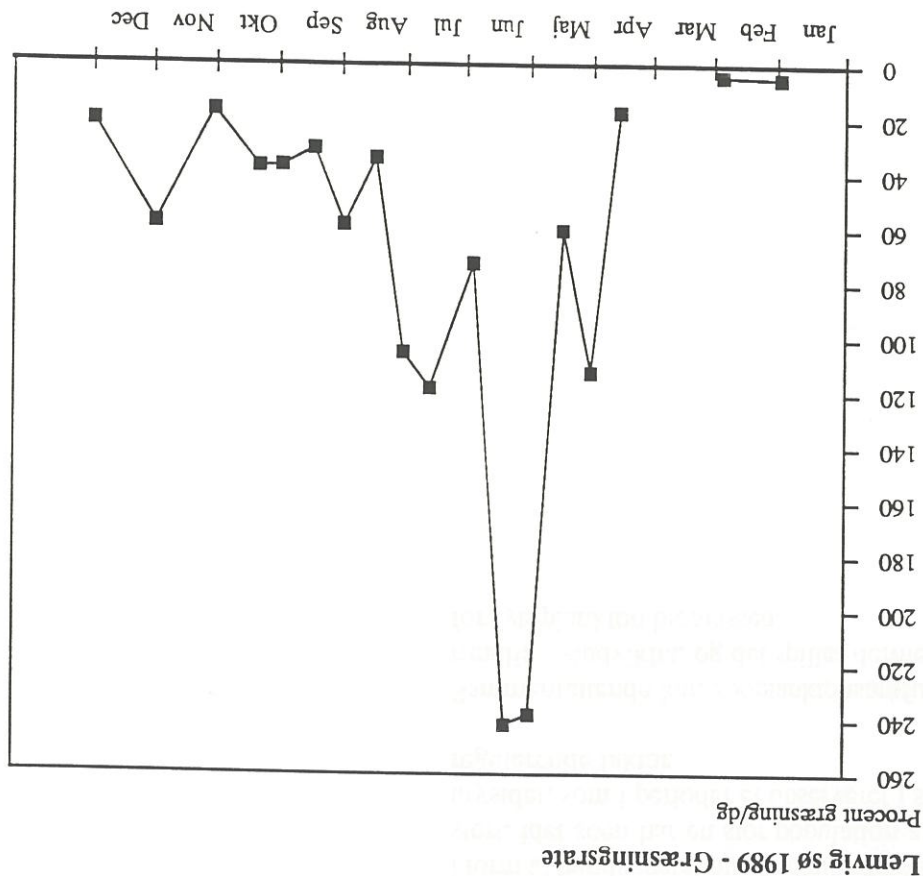
Cyclopoid copepoder og græsningsrate

Som nævnt har det tidligere været antaget, at de ældre copodiststadier og voksne stadiet af cyclopoid copepoder næsten udelukkende er rovdyr. Undersøgelser viser at specielt *Cyclops vicinus* i visse søer er fytoplanktonspiser. I Lemvig Sø må det formodes, at fødegrundlaget i form af rotatorier og cladocerer ikke er tilstede fra slutningen af august hvilket tyder på at *C. vicinus* for en stor del lever af fytoplankton. (og evt. nauplier). Ved beregning af græsningsraten, som er vist på figur 9.4.1, betragtes de cyclopoid copepoder som fytoplankton spiser.

Ciliater og græsningsrate

Idet ciliaternes fødeoptagelse ikke er opgjort, indgår de ikke i beregningen af græsningsraten. Ciliaternes føde begrænses sig dog stort set også kun til bakterier og flagellater.

Figur 9.4.1.



Regulering af fytoplankton

Ud fra sammenhængen mellem fytoplanktonbiomassen og fødeoptagelsen (figur 9.3.1) og ud fra græsningsraten (figur 9.4.1) fremgår det, at zooplanktonet har en regulerende effekt på fytoplanktonproduktionen. Græsningsraten er således i gennemsnit ca 100 % i perioden maj-oktober. Næringsstofbegrænsningen spiller naturligvis også en rolle, idet fytoplanktonet er kvælstofbegrænset i perioden juni-september.

Predation fra fisk og mysider

Der ses i perioder en klar omvendt relation mellem fytoplanktonbiomassen og fødeoptagelse/græsningsrate. Fødeoptagelsen og græsningsraten er maksimal i første halvdel af juni og fytoplanktonbiomassen er stagnerende i samme periode. Fødeoptagelsen falder derefter brat den 29. juni, hvorefter fytoplanktonbiomassen når sit første maksimum den 20. juli. Ved algemaksimum den 20. juli er der igen et øget græsningstryk hvilket er en medvirkende årsag til faldende fytoplanktonbiomasse i perioden frem til midten af august. Græsningsstrykket reduceres atter, og fytoplanktonbiomassen stiger til sit andet maksimum (30/8 og 13/9). På trods af algemaksimum stagnerer fødeoptagelsen på det reducerede niveau. Årsagen er at cladocernerne ikke længere registreres efter den 30/8. Endvidere kan blågrønalgerne, der udgør 40-48 % af algebiomassen, være mindre egnet som føde. Cladocernes forsvinden på sensommeren kan skyldes predation fra fiskekyngel. Cladocerner er i forhold til copepoder langsomme dyr, og er derfor mere sårbare i et miljø uden skjulesteder i form af bundvegetation. Predationsstrykket fra fiskekyngel må formodes at være stort, idet søen har en stor population af skalle (se afsnit 10). Predation fra mysider, som i perioder er observeret i større mængder, kan ligeledes være en regulerende faktor.

Sammenfattende kan zooplanktonsamfundet i Lemvig Sø karakteriseres som rimelig veludviklet, og det spiller dermed en vis rolle som regulerende faktor for fytoplanktonbiomassen.

Fiskeundersøgelsen blev udført efter en standardiseret fremgangsmåde-database kaldet "normalprogram". Selve fremgangsmåden ved fiskeriet og database-handlingen er kort beskrevet i bilag 1.4.3.

10.1 Den samlede fangst

Salt / brakvandsfisk

Der blev ialt fanget 8 arter (tabel 10.1.1), hvoraf kuling, skrubbe, havørred og smelt er saltvands/brakvandsfisk. Tilstedeværelsen af disse saltvandsfisk samt af hundestejle og ål tydeliggør, at der er passage mellem Lemvig sø og Lem Vig.

Oversigtsgarn												
Art	W			N'			N''			gns.	min	max
	gns.	min	max	gns.	min	max	gns.	min	max			
kuling	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
skalle	965,0	284,4	3274,4	58,8	6,7	512,8	16,2	6,1	43,1	0,3	0,1	0,3
skrubbe	20,0	2,0	197,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
smelt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
suder	370,4	8,8	15540	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
trepigget hundestejle	2,6	1,2	5,5	7,4	2,1	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ørred	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ål	403,0	280,1	579,8	0,2	0,1	0,3	11,6	7,5	18,0	0,0	0,0	0,0
sum	1761,2			66,6			28,4					

Elfiskeri												
Art	W			N'			N''			gns.	min	max
	gns.	min	max	gns.	min	max	gns.	min	max			
kuling	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
skalle	6278,5	4976,9	7920,6	1,6	0,8	3,0	78,1	60,3	101,1	0,0	0,0	0,0
skrubbe	2,3	0,3	15,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
smelt	46,2	38,9	54,9	2,5	1,0	6,5	3,7	2,7	5,2	0,0	0,0	0,0
suder	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
trepigget hundestejle	0,7	0,3	1,5	1,9	0,5	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ørred	71,3	1,5	3409,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0
ål	7,8	0,6	110,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
sum	6406,8			6,0			82,2					

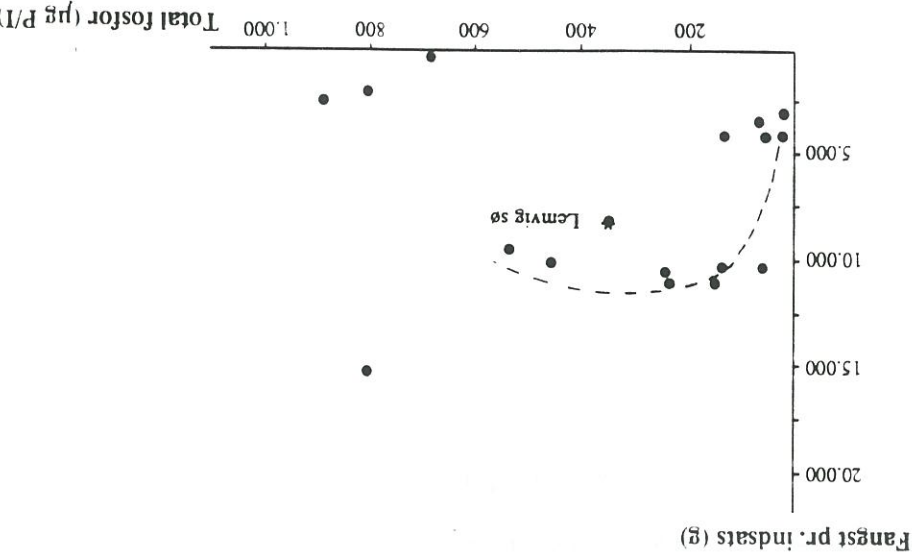
Tabel 10.1.2.

Total - CPUE - værdier, artsantal og diversitetsindex for danske søer, hvor fiskeundersøgelse er foretaget efter de samme retningslinier som beskrevet i denne rapport.

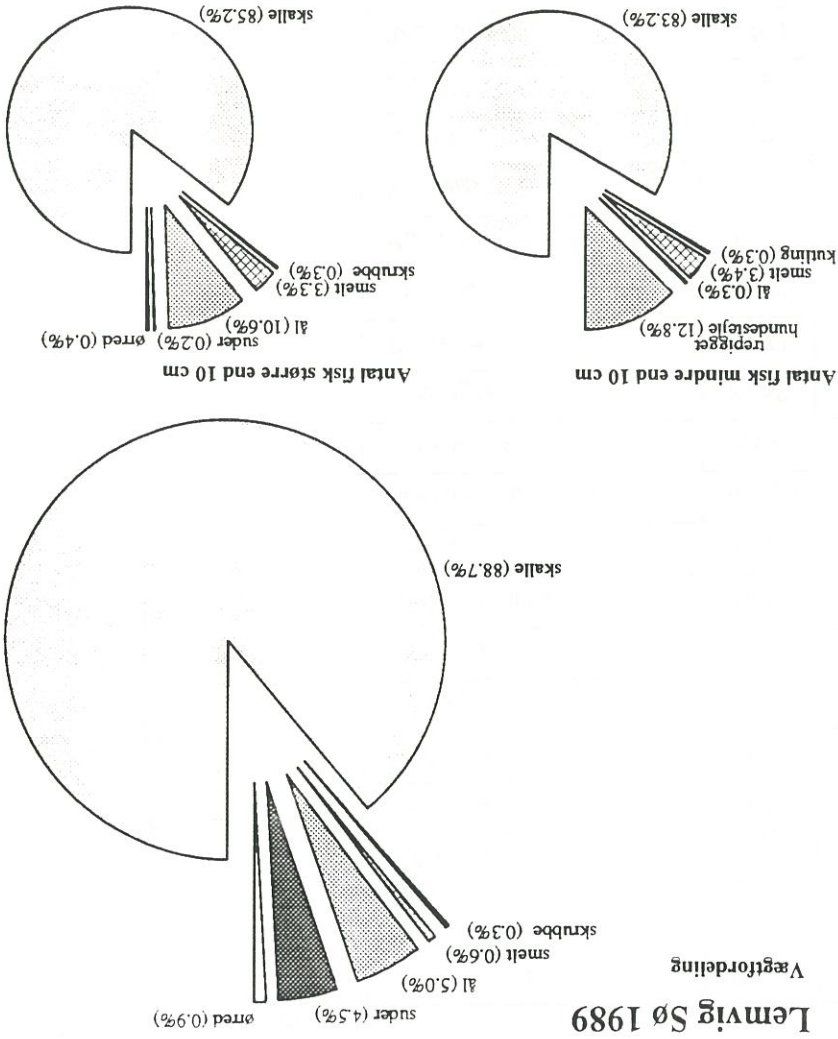
Sø	W (g)	Antal mindre end 10 cm	Antal større end 10 cm	Arter (antal)	Artsdiversitetsindeks I a
Søbygård sø	15.259	26,8	85,6	7	0,86
Borup sø	14.774	559,0	139,3	9	0,49
Stubbergård sø	12.825	1292,8	232,0	14	0,65
Væng sø	10.997	484,6	73,7	7	0,64
Hinge sø	10.633	159,7	67,6	9	0,52
Bryrup Langsø	10.230	84,4	62,6	9	0,58
Ørn sø	10.218	113,3	77,7	16	0,47
Frederiksborg Slots sø	10.019	108,2	107,2	10	0,46
Arreskov sø	9.562	63,9	146,0	8	0,54
Lemvig sø	8.168	72,6	110,6	8	0,89
Burre sø	5.988	42,6	56,7	8	0,46
Nørre sø	4.208	52,2	24,8	9	0,66
Ravn sø	4.184	364,9	34,3	12	0,53
Maglesø	4.178	32,4	39,7	8	0,49
Husby sø	3.223	12,4	15,6	8	0,63
Søby sø	2.784	17,1	12,0	3	0,69
Brabrand sø	2.400	37,4	34,1	16	0,64
Ferring sø	111	51,1	0,6	3	0,86

Figur 10.1.2.

Total - CPUE - værdier for fangstens vækst i 17 danske søer, undersøgt efter normal-programmet i forhold til søernes gennemsnitlige totale fosforindhold i sommerhalvåret.



Figur 10.1.1. Fangstens vægtsæssige- og artsræssige fordeling i %.



10.2 De enkelte arter

Skalle.

Af tabel 10.1.1 og figur 10.1.1 ses at skallen med 85,3 % af de store fisk, 83,2 % af de små fisk og 88,7 % af vægten er kraftigt dominerende. CPUE (vægt)-værdierne er således blandt de største af undersøgte danske søer.

Dominans

Fødebologi

Skallens føde består i de yngre år overvejende af zooplankton og senere af insektlarver, snegle og til tider vandplanter. Når disse fødekilder er begrænsede, kan skallen ernære sig af algekolonier og eventuelt detritus hvilket dog medfører en ringe vækst. Derudover er der i Lemvig Sø observeret mysider, som kan udgøre et godt fødegrundlag for fiskene.

Alders- og vækstforhold

Skallens fødebologi gør at den har gode livsbetingelser i nærliggende søer i forhold til f.eks. ørred og aborre. Bl. a. er skallen mere effektiv i fødesøgningen i de åbne vandmasser end små aborre. Derudover giver den normalt ringe sigt i nærliggende søer dårlige betingelser for rovfiskene gedde og stor aborre som primært jager byttet (bl. a. skalle) ved hjælp af synet.

Gedde og aborre har ifølge oplysninger fra lokal fisker tidligere levet i søen, men er nu forsvundet p.g.a. at søen er næringssaltbelastet. En medvirkende årsag til rovfiskenes forsvinden kan være saltvandspåvirkningen.

Skallens alders- og vækstforhold i Lemvig Sø bestemt ud fra skælanalyser viser, at skallen vokser bedre end i de fleste andre danske søer (figur 10.2.1). Årsagen til god vækst er ganske givet manglende konkurrence om føden fra andre fisk som aborre og brasen. Med den totale dominans af skalle kunne man dog have forventet øget konkurrence om føden mellem de enkelte individer.

Den væsentligste årsag til skallens dominans og gode vækstforhold er altså fravær af rovfisk og manglende fødekonkurrence fra brassen og små aborre og måske forekomst af mysider.

3-pigget hundestejle

3-pigget hundestejle udgjorde 13 % af fisk under 10 cm. 3-pigget hundestejle ses ofte i saltvandspåvirkede, eutrofe søer, f.eks. Ferring Sø og Kilen, hvor 3-pigget er antalsmæssigt dominerende.

Kutling.

Der blev kun fanget en kutling hvilket tyder på en stærk begrænset forekomst. Kutlingens forekomst er afhængig af passageforhold fra Limfjorden og saltholdighed.

Skrubbe

Skrubbe udgør en meget lille del af fiskebestanden i Lemvig sø. Dens tilstedeværelse er udover fødeliggængelighed afhængig af passageforhold fra Limfjorden og saltholdighed.

Smelt

Smelt er en slank lille fisk i forhold til skallen og udgør derfor kun 0,6 % vægtnæssigt trods en ellers rimelig stor fangst antalsmæssigt (126 individer).

Sudder.

Sudder er varmtvandskrævende og tåler iltfattige omgivelser, men tåler ikke for høj saltholdighed. Sudder fanges ikke repræsentativt ved befiskning med normalprogrammet, men underrepræsenteres ofte som følge af denne arts evne til både at undvige nedgarns- og eltfiskeri. Med en fangst på 2 store sudder er det muligt at der er en forholdsvis god bestand af sudder i Lemvig Sø.

Ørred

Ørred er formenlig ikke en fast del af fiskebestanden i søen, idet Skodbæk synes uegnet som gydevand. De 4 ørreder der blev fanget havde alle "havlus" (parasitter fra saltvand), hvilket viser at ørrederne er nylig ankommet fra Limfjoden, idet parasitteren ikke tåler mere end 36-48 timers ophold i ferskvand.

Ål

Der blev fanget et stort antal ål, 61 stk. Trods den næstsørste CPUE (vægt) værdi udgør ål kun 5 % p.g.a. den totale dominans af skalle. Et større antal af ålene har "blomkålssyge" (papillomose), der ses som svulster. Sygdommen er formenlig forårsaget af virus, men den egenlige årsag er ikke fastlagt, og sygdommen kan ikke umiddelbart tilskrives søens tilstand.

Iøjnefaldene er fangstens størrelsesfordeling, der tyder på dominans af unge ål på mindre end 30 cm. Størrelsessstrukturen kan antyde gode indvandringsforhold og et kraftigt fiskeritryk på ål over mindstemål.

Sammenlignende kan fiskebestanden i Lemvig Sø karakteriseres som værende stærkt påvirket af eutrofiering og saltvandsindtrængning.

På baggrund af undersøgelseerne i 1988 og 1989 må Lemvig Sø betragtes som en næringsssalibelastet sø der er karakteriseret ved høje næringsstilkoncentrationer, ringe sigtbarhed og biologisk ustabilitet. Basis målsætningen (B) om et alsidigt plante- og dyreliv er derfor ikke opfyldt.

Et væsentligt problem for udviklingen i søens tilstand er den forholdsvis store fosfortilbageholdelse, der i 1989 udgjorde ca. 36 % af den samlede eksterne belastning. Fosfortilbageholdelsen skyldes især den ringe vandudskiftning i sommerperioden samtlig med at store mængder af fosfat frigives fra sedimentet. Fosfor ophobes i vandmasserne og medfører meget høje fosfatkoncentrationer.

Dette betyder, at fosfor næppe på noget tidspunkt er begrænsende for fytoplanktonproduktionen. Derimod er kvælstof i 1989 begrænsende fra juni til oktober. 1989 var dog usædvanlig nedbørsfattig og perioder med kvælstofbegrænsning i 1988 var tilsyneladende også af betydelig kortere varighed end i 1989.

Selvom fytoplanktonets mængde og arts sammensætning er karakteristisk for en næringsrig lavvandet sø er biomassen alligevel relativt lille set i relation til de høje næringsstofkoncentrationer. Til sammenligning kan nævnes Kilen ved Stuer der har et tilsvarende næringsstofniveau som Lemvig Sø. Kilen fytoplanktonbiomasse er gennemsnitlig dobbelt så stor og sigtvidden næsten kun det halve i forhold til Lemvig Sø. Årsagen skal formodentlig ses i relation til søernes zooplanktonsamfund. Zooplankton biomassen er af samme størrelsesorden i de 2 søer, men i Kilen er der næsten ingen cladocerer sandsynligvis p.g.a., at Kilen er en brakvands sø. Idet cladocerne er de mest effektive fytoplanktongræssere, er fødeoptagelsen og dermed græsningsraten langt højere i Lemvig Sø end i Kilen. Zooplanktonet i Lemvig Sø har derfor en regulerende effekt på fytoplanktonet selvom zooplanktonet græsses af den store population af skalle og mysider. Mysiderne udgør dog også et godt fødegrundlag for skallen, og mysisidernes tilstedeværelse kan dermed medføre reduktion af skal-lens græsningstryk på zooplankton.

Sigtbarheden i Lemvig Sø er trods zooplanktonets græsningspotentiale alligevel dårlig og betyder, at søen ikke har nogen bundvegetation eller rovfisk, såsom gedde og aborre, der primært jager byttet ved hjælp af synet. Det kan i den forbindelse diskuteres, hvorvidt et direkte indgreb i fiskebestanden (biomanipulation) kan forbedre tilstanden. En kraftig befiskning af skalle og evt. udsætning af rovfisk kan forbedre zooplanktonets regulerende effekt på fytoplanktonet. For at et sådant indgreb ikke kun skal have en midlertidig positiv virkning på tilstanden, må den eksterne og interne belastning dog først reduceres betydeligt.

Begrænsning i den eksterne belastning kan foretages ved total fjernelse af spildevandsudledningen fra regnvandsudløb og spredt bebyggelse. Hermed reduceres ca. 35 % af fosforbelastningen. Landbruget bidrager med en stor del af næringsstoffsiltførslen, specielt kvælstof (87 %) men også fosfor (43 %). Det er ikke på nuværende tidspunkt muligt at vurdere en eventuel fremtidig reduktion i belastningen fra landbrugsoplandet som følge af vandmiljøplanen.

Det må formodes, at den forholdsvist store udvekslingsforpujle i sedimentet er resultatet af flere års spildevands- og landbrugsbelastning og, at der fortsat vil ske en akkumulering af fosfor med mindre indgreb reducerer belastningen væsentligt. En generel tilstandsforbedring som følge af reduktioner i belastningen vil derfor først vise sig efter en årtække p.g.a. den interne belastning.

Idet jern synes at være en styrende faktor for fosforfritagelsen fra sedimentet i Lemvig Sø vil bedre iltforhold ved bunden dog efterhånden mindske fosforfritagelsen. Bedre iltforhold kan skabes ved reduktion af fytoplanktonproduktionen (biomanipulation) og ved etablering af bundvegetation.

Vandudveksling med Lem Vig vil specielt i sommerperioden kunne betyde, at en del af den ophobede fosfor i vandmasserne udskylles. Den forhøjede salinitet vil dog samtidig ændre fiskebestanden og zooplankton sammensætningen radikalt, og vandudveksling med Lem Vig kan på den baggrund ikke anbefales.

En kombineret belastningsreduktion og fjernelse af kultursedimentet på søns dybde del vil sandsynligvis få en hurtig og mærkbar effekt på søns tilstand.

- 1/ Miljøstyrelsen 1989. Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Miljøprojekt, 115.
- 2/ Kristensen, P., B. Kronvang, E. Jeppesen, P. Græsbøll, M. Eriksen, A. Rebsdorff, A. Bruhn, M. Søndergård 1990. Ferske vandområder - vandløb, kilder og søer. Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport nr. 5.
- 3/ Miljøstyrelsen 1988. Metodeudvikling til fiskeundersøgelser i danske søer.
- 4/ Kristensen, P., M. Søndergård, E. Jeppesen, E. Mortensen, A. Rebsdorff 1990. Prøvetagning og analysemetoder i søer: overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU nr. 1.
- 5/ Ringkjøbing amtskommune. Stubbergård Sø og Ferring Sø 1989. Fiskeundersøgelse - Rapport.
- - 1990. Husby Sø og Nørre Sø 1988. - Rapport.
- Viborg amtskommune og Århus amtskommune 1989. Fisk i Hinge Sø, 1988. - Rapport.
- Århus amtskommune 1989. Fisk i Bryrup Langsø, 1988. - Rapport.
- - 1988. Fisk i Øm Sø, 1988. - Rapport
- - 1989. Fisk i Ravn Sø, 1988. - Rapport.
- - 1989. Fisk i Brabrand Sø, 1988. - Rapport.
- Vestsjællands amtskommune 1990. Magle Sø ved Brorfeld. Fiskeundersøgelse se 1989.
- Fiskeøkologisk Laboratorium 1989. Skriftlig meddelelse vedr. CPUe - værdier: Arreskov Sø, Frederiksborg Slotssø, Søbygård Sø, Væng Sø og Borup Sø.

BILAG

Bilag 1. Analyseprogram, apparatur og databehandling

1.1 Fysisk-kemiske parametre

1.2 Måleudstyr

1.3 Sedimentundersøgelse

1.4. Bearbejdning af biologiske data

1.4.1 Fytoplankton

1.4.2 Zooplankton

1.4.3 Fisk

Bilag 2. Fysisk - kemiske data

Bilag 2.1 Middel, maksimum og minimumsværdier for samtlige vand-fysisk-kemiske målte variable. 1989.

Bilag 2.2 Samtlige målte variable i søvand 1989

Bilag 2.3 Sedimentkemi og stationskort

Bilag 3. Fytoplankton data materiale

3.1 Volumenbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper.

3.2 Volumenbiomasse fordelt på arter.

3.3 Artsliste og individantal per ml

3.4 Dokumentationsmateriale for beregning af fytoplankton volumener.

Bilag 4. Zooplankton data materiale.

4.1 Artsliste og individantal per ml.

4.2 Biomasse samt procentvis fordeling

4.3 Total fødeoptagelse og procentvis fordeling

4.4 Anvendte formler til volumen og biomasse beregninger

Kortbilag 1. Dybdekort

Bilag 1 Analyseprogram, apparatur og databehandling

1.1 Fysiske-kemiske parametre

Feltmålinger.

Søer: Sigtdybde - Vind og vejrforhold - Ilt - Temperatur - pH - Konduktivitet
- Salinitet

Tilløb: Temperatur - Vandføring

Laboratorieanalyser.

Søer:

Analyse

pH

DS 287

Alkalinitet

DS 253

Konduktivitet

DS 288

Nitrit + nitrat - N

DS 223

Ammonium-N

DS 224

Total - N

DS 221

Fosfat - P

DS 291

Total - P

DS 292

COD, partikulær

DS 217

Suspendert stof, SS, tørvægt

DS 207

Glødetab, SS

DS 207

Klorofyl a

DS 2201

Silicium

Lokal

Tilløb:

Analyse

Metode

pH

DS 287

Alkalinitet

DS 253

Konduktivitet

DS 288

Nitrit + nitrat - N

DS 233

Ammonium - N

DS 224

Total - N

DS 221

Prøven til kemisk analyse er en blandingsprøve fra overfladen, sigtdybden og 2 x sigtdybden. Prøvetagningsstationen er angivet på kort 2.1.

1.2 Måleudstyr.

Søer: 3 liter hjerteklapvandhenter - 25 cm SECCI skive - Ilimåler WTW OXI 191 - pH meter WTW pH 196 - Konduktivitetmåler WTW LF 191 - 140 my planktonnet (zooplankton) - 20 my planktonnet (fytoplankton) - Filtreringsapparat til zooplankton med 90 my filterindsats.

Tilløb: OTT vingelinstrument - Kviksølvstermometer

1.3 Sediment

På 3 stationer (A,B og C , bilag 2.3) er der i efteråret 1989 udtaget sedimentprøver med stangbundhenter til kemiske analyser. Hver prøve er analyseret for tørstofindhold, glødetab, calcium jern, total kvælstof, total fosfor, adsorberet fosfor, Al+Fe bundet fosfor, kalkbundet fosfor i 7 dybder. Resultaterne af den sedimentkemiske undersøgelse er angivet i tabel (bilag 2.3) med angivelse af stationer og fraktioneringsdybder. I efteråret 1990 blev der udtaget en række sedimentstøjler til kortlægning af de forskellige sedimenttyper, udsende og lugt. Sedimentstøjlerne blev udtaget på stationerne vist i bilag 2.3.

1.4 Bearbejdning af biologiske data

1.4.1 Fytoplankton

De kvantitative fytoplanktonprøver er udtaget fra samme blandingsprøve som til den kemiske prøve.

Til kvantitativ opgørelse er prøverne sedimenteret i 5 ml og 2,5 ml tællekarne samt 0,125 ml mikrokamre og optalt i et Leitz Labovet omvendt mikroskop med fasekontrast.

De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Arter, der er for små til at kunne artsbestemmes på fixerede jodprøver i lysmikroskop, samt arter, der er for fåtallige til at blive talt særskilt, er samlet i størrelsesgrupper. Desuden er der for hver prøvetagningsdag på basis af vandprøver + netprøver udarbejdet en liste over samtlige fundne slægter og arter (bilag 3.3)

Dimensioner, benyttede formel til volumenberegningerne samt de beregnede volumener for hver af de talte arter findes i bilag 3.4. De opgivne dimensioner og standardafvigelser er beregnet på basis af 10 målinger af hver art i hver prøve. Opstilling og volumenberegning af mange kolonidannede blågrønalger er et problem. Bl.a. har Microcystis- og Aphanothece-kolonier ofte en meget kompliceret geometrisk form. Det er derfor, at hensyn til volumenberegningerne, nødvendigt at opdele disse i delkolonier, der kan tilnærmes en simpel geometrisk form (kugle). Flere af de kolonidannede blågrønalger er desuden mere eller mindre løse eller med cellerne mere eller mindre spredt i geléen. Deres volumen er derfor reduceret med en skønnet faktor, der er angivet i bilag 3.4 ved hver af de pågældende arter.

1.4.2 Zooplankton

Zooplankton prøver er udtaget på 3 stationer i 3 dybder per station. Placeringen af målestationerne i søen fremgår af kort 2.1.

Placering af zooplankton stationerne er indenfor de 20 % af søens areal, som ligger mellem 70 og 90 % grænserne på hypsografierne regnet fra land mod størst dybde (se figur 3.1).

Den samlede prøvestørrelse er 5.4 l, hvoraf 4.5 l filtreres gennem et 0.90 µ filter og 0.9 l sedimenteres. Den filtrerede prøve er filtreret i felten og filtreret med lugol. Sedimentationprøven hensesættes straks efter hjemkomsten til sedimentation i spidsglas med fikseringsvæskens lugol i mindst 24 timer.

Til den kvantitative opgørelse er anvendt Leitz Labovet omvendt mikroskop med fasekontrast. Cladocerer og copepoder er talt på på den 90 µy filtrerede prøve. Rotatorierne og ciliaterne tælles på den sedimenterede prøve.

Benyttede formel til volumen og biomasse beregninger af de pågældende arter er givet i bilag 4.4.

1.4.3 Fisk.

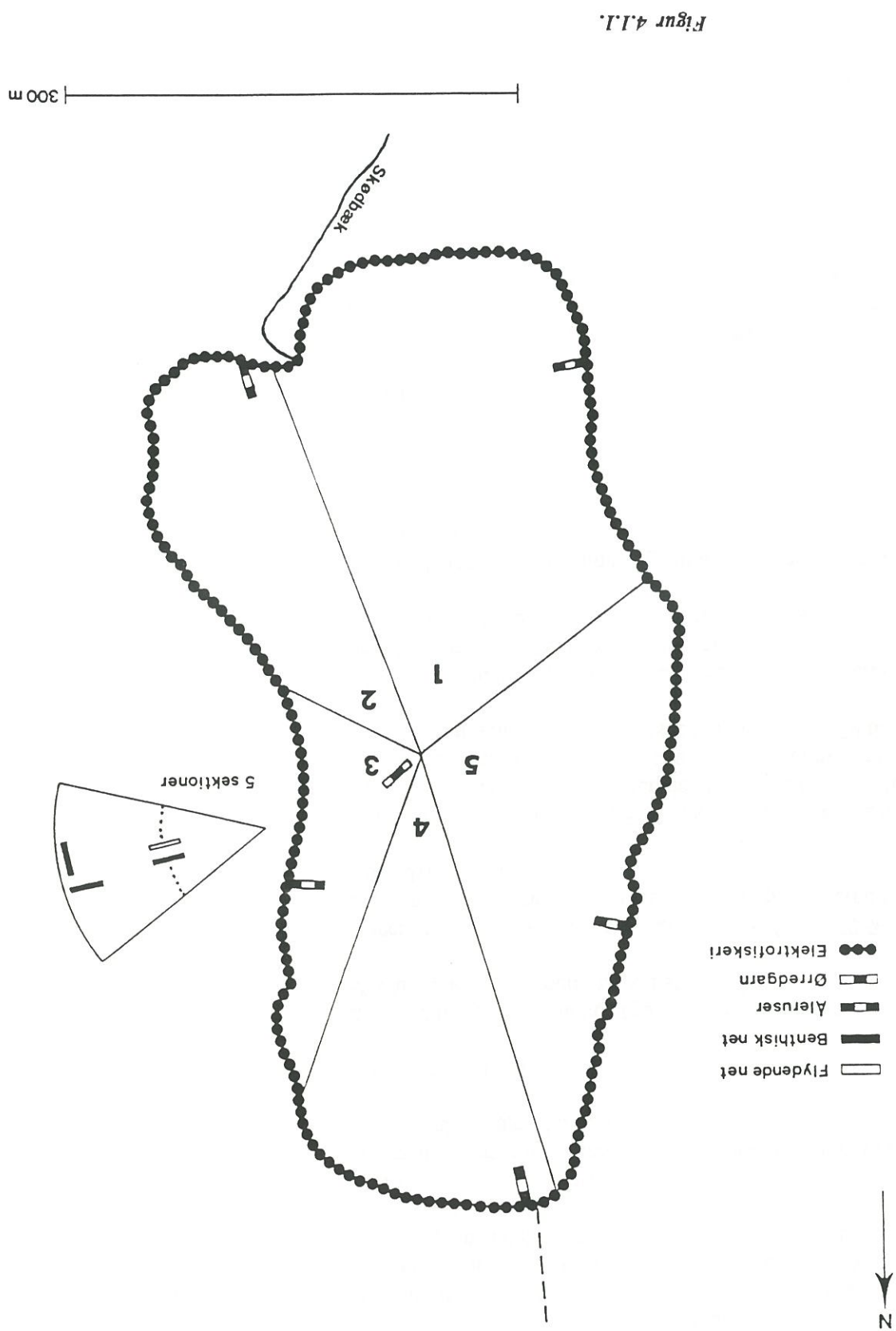
Fiskeundersøgelsen blev udført efter en standardiseret fremgangsmåde - det såkaldte "normalprogram" af Miljøstyrelsen, 1988.

Lemvig Sø blev inddelt i 5 sektioner og befisket med 5 biologiske oversigtsgarn pr. sektion i et døgn. Placeringen af fangstredskaberne fremgår af figur 1.4.1. Der blev endvidere elektrifisket i 45 minutter pr. sektion langs rørsumpen og fisket med kasteruse i hver sektion i 3 døgn.

Fangsten blev for hvert redskab opgjort sektionssvis efter arter og de enkelte fisk blev målt med 5 millimeters nøjagtighed. Hver enkelt arts samlede vægt blev målt med 1 grams nøjagtighed.

Til beregning af alder og vækst blev der udtaget skælpøver fra mindst 2 individer pr. cm-gruppe.

Der henvises iøvrigt til teknisk anvisning fra DMU nr. 1 (Dannmarks miljøundersøgelser 1990) for en mere udførlig beskrivelse af prøvetagning og analysemetoder i søer (4).



Figur 4.1.1.

Bilag 2 Fysisk - kemiske data

Bilag 2. 1 Tabel over gennemsnitlige målte variable i Lemvig Sø og Skodbæk 1989

	Lemvig Sø 1989				Skodbæk 1989			
	Gennemsnit		år		Gennemsnit		år	
	max	min	max	min	max	min	max	min
pH (lab)	8,340	8,540	9,15	7,440	7,810		9,110	7,380
lit mg/l, overl.	11,650	10,840	13,80	8,600				
lit mg/l, bund	11,410	10,140	13,60	2,300				
Konduktivitet mS/cm, overl.	1,920	1,640	3,94	0,740	0,054		0,072	0,045
Konduktivitet mS/cm, bund	1,950	1,640	3,95	0,740				
Alkalinitet, tot mækv/l	2,740	2,770	3,21	2,190	2,820		3,510	1,400
Susp. stof mg/l	16,450	22,100	38,00	1,000				
Gl. lab susp. stof mg/l	9,580	13,730	26,00	1,000				
Stigdybde, m	0,740	0,600	2,00	0,400				
NO ₂ - NO ₃ - N, mg/l	2,190	0,520	7,30	0,025	4,220	1,130	11,000	0,210
NH ₄ - N, mg/l	0,035	0,006	0,18	0,000	0,097	0,043	0,430	0,006
Total N, mg/l	3,220	1,760	8,00	1,100	4,900	1,800	13,000	1,000
PO ₄ - P, lit mg/l	0,100	0,150	0,28	0,001	0,072	0,074	0,140	0,045
Total P, mg/l	0,240	0,330	0,46	0,770	0,170	0,130	0,890	0,048
COD, mg/l *	11,060	14,300	23,00	4,000	21,730	22,040	62,000	12,000
Silicium, mg/l	3,980	3,090	5,60	0,300	4,420	3,630	6,200	2,000
Klorofyl a, mg/m ³	51,000	60,000	93,00	7,800				
Calcium, mg/l					66,000	66,000	85,000	54,000
Total jern, mg/l					0,830	0,459	7,300	0,290
Jern, lit mg/l					0,255	0,306	0,450	0,070
Vandføring, mg/l					66,000	5,000		

* COD er målt som partikulær i Lemvig Sø og total COD i Skodbæk.

Bilag 2. 2 Samtlige målte variable i søvand 1989

Parameter	Stations-	lit	lit	pH	Temp. pH lab.	Temp.	Sigt-	Alkali-	Konduktivitet	Total
dybde	overfl	bund	overfl	bund	overfl	bund	dybde	nitet	overfl	bund
Enhed	mg/l	mg/l	mg/l	cel.	m	mval/l	m s m-l	mg/l	mg/l	mg/l
Dato										

890130	13.10	13.40	8.00	8.24	5.3	5.3	2.2	2.98	2.29	2.32	4.8
890228	3.9	12.30	12.80	7.00	7.1	8.02	4.0	0.5	2.58	2.43	5.8
890330	3.25	12.60	12.70	7.10	7.3	8.21	7.8	0.6	2.31	1.19	6.4
890418	3.5	13.00	13.10	8.80	8.8	8.71	10.4	1	2.55	0.98	4.6
890502	3.5	13.40	13.3	9.14	9.13	8.95	10.5	0.75	2.7	0.88	3.7
890516	3.35	13.30	13.60	9.10	9.15	9.15	13.6	0.6	2.73	0.84	2.6
890601	3.85	10.50	10.50	9.10	8.91	13.9	13.8	0.45	2.31	0.74	1.7
890613	3.6	11.40	2.30	9.00	8.86	18.7	16.1	0.5	2.31		1.3
890629	4	8.6	7.7	8.36	7.44	18.9	18	0.7	2.61	0.81	1.3
890720	3.3	10.8	11.2	8.8	8.27	15.6	15.6	0.65	2.84	1.16	1.1
890802	4	9.7	9.8	8.4	8.44	15.1	15.1	0.75	2.96	1.355	1.3
890815	3.5	9.4	9.6	8.3	8.56	17.2	17.2	0.55	3	3.94	1.1
890830	3.3	11.5	11.7	9	8.56	15.2	15.1	0.45	3.11	2.05	1.2
890913	3.2	10	10	8.6	8.53	14.4	14.4	0.4	3.21	2	1.4
890928	3.5	10.5	10.9	8.16	8.45	14.2	14.3	0.5	3.19	2.31	1.3
891009	3.8	10.1	10.8	8.2	8.36	10.4	10.4	0.55	3.21	2.38	1.2
891030	4	11.6	12.3	8	8.38	10	10	0.8	2.76	2.88	2.1
891127	3.7	13.8	12.9		7.98	2.7	2.5	1.2	2.94	2.61	4.9
891227	4	12.9	12.6	7.5		4.8	4.7	0.8	2.19	1.81	8

Parameter	Nitrit+ Ammoniak+	Nitrat-N ammonium-	Total fosfor	Ortho-fosfat	Silicium	Susp. stof TS	Gjædetab	Klorofyl a Partikulær
Enhed	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/m3
Prøvedybde	Bl.	Bl.	Bl.	Bl.	Bl.	susp. stof	Bl.	Bl.
Dato								

890130	4.6	0.1	0.078	0.078	5.5	9.4	2.4	7.8	4
890228	5.4	0.1	0.12	0.037	4.5	24	7.5	11	5
890330	5.3	0.22	0.12	0.033	3.9	8.8	7.8	19	4.4
890418	4	0.005	0.077	0.001	2.8	6.2	3.8	29	10
890502	2.6	0.005	0.095	0.008	2.3	19	11	39	9.2
890516	1.3	0	0.14	0.003	1.8	38	16	79	14
890601	< .005	0.024	0.31	0.052	0.3	34	22	90	10
890613	<.005	0.004	0.28	0.15	0.9	19	12	47	15
890629	0.005	0.003	0.44	0.28	2.5	14	10	38.2	15
890720	<0.005	0.003	0.44	0.24	3.2	19	15	52	14
890802	<0.005	0.004	0.48	0.24	4.1	23	9.2	61	16
890815	<0.005	0.007	0.38	0.17	4.4	18	9.8	57	10
890830	0.009	<0.001	0.39	0.16	5	24	16	59	19
890913	<0.005	0.009	0.41	0.18	5.4	30	26	90	18
890928	<0.005	0.004	0.4	0.15	5.6	21	14	79	23
891009	<0.005	0.003	0.3	0.096	5.4	18.3	8.3	89	16
891030	0.88	0.006	0.2	0.064	5.2	11.4	9.4	93	12
891127	4.1	0.1	0.13	0.051	5.4	<	<	39	5.5
891227	7.3	0.18	0.14	0.065	5.2	9.4	5.8	31	5.3

Bl.: Blandingsprøve fra overlade, sigtdybde og 2 gange sigtdybde

Analyselaboratorium Holstebro Levnedsmiddel kontrol

LEMVIG SØ 1989 FYTOPLANKTON BIOMASSE mm3/l = mg vådvægt/l Blandingsprøver: 0.2m, v og 2v																			
Dato:										GSN APR-OKT									
31.1	28.2	18.4	2.5	16.5	1.6	13.6	29.6	20.7	2.8	15.8	30.8	13.9	28.9	9.10	30.10	27.11	27.12		
NOSTOCOPHYCEAE – BLAGRØNALGE																			
						0.45	2.72	1.79	3.57	1.63	4.50	4.28	0.57	0.70	0.83			1.32	
CRYPTOPHYCEAE – REKYLALGER																			
0.15	0.24	0.45	0.16	0.87	0.30	0.89	0.05	0.06					0.06	0.05	0.26	0.44	1.21	0.23	
DIATOMOPHYCEAE – KISELALGER																			
0.16	0.15	0.09		2.61	4.04	1.82		1.63		0.46	0.77	1.25	0.77	2.68	0.30	0.05		1.13	
PRYMNESIOPHYCEAE – STILKALGER																			
		2.98	5.31	1.78														0.98	
EUGLENOPHYCEAE – ØJELALGER																			
								0.44	1.03	1.00	0.63	0.68	0.23	0.34	0.11			0.29	
PRASINOPHYCEAE																			
															0.16	0.20	0.06	0.01	
CHLOROPHYCEAE – GRØNALGER																			
0.10	0.04	0.05	0.07	0.50	3.11	2.74	4.64	6.17	4.11	2.86	2.36	3.34	4.45	3.01	2.10	0.76	0.36	2.79	
UBESTEMTE ARTER																			
0.18	0.22	0.70	0.53	0.48	0.43	0.28	0.59	0.72	0.59	0.68	0.95	0.94	0.50	0.82	0.47	0.10	0.17	0.64	
TOTAL FYTOPLANKTON BIOMASSE																			
0.58	0.65	4.27	6.07	6.23	7.89	6.16	8.00	10.81	9.29	6.64	9.47	10.61	6.93	7.54	4.23	1.54	1.80	7.39	

Blandingsprøver: 0.2m, v og 2v

31.1 28.2

18.4

16.5

1.6

13.6 23

20.7.6

2.8

15.8 30

13.9

28.9

8.10 30.

27.11

27.12

APR-OKT

GSN

[illegible]

LEMVIG SØ 1989

FYTOPLANKTON BIOMASSE mm3/l = mg vådvægt/l

Blandingsprøver: 0.2m, v og 2v

Dato: 31.1 28.2 18.4 2.5 16.5 1.6 13.6 29.6 20.7 2.8 15.8 30.8 13.9 28.9 9.10 30.10 27.11 27.12

GSN
APR-OKT

CHLOROPHYCEAE – GRØNALGER

Volvocales:

Chlamydomonas sp. < 10 µm

0.16

0.01

Ulothricales:

Ubestemt ulothric, 1–5 celled (cells)

1.79 1.08 0.93

0.35

Chlorococcales:

Chlorella sp. +

0.05 0.02

0.09 0.71 0.44 0.12 0.50

0.36 0.52 0.35 0.17 0.09 0.02

0.24

Dictyosphaerium subaeolatum

0.01

0.02 0.03 0.03

0.03

0.87 0.85

0.01

Monoraphidium contortum

1.76

0.25

Coelastrum astroideum

0.15 0.29 0.22 0.10 0.12

0.11 0.19 0.09 0.05 0.33 0.55 0.06

0.10

Dictyosphaerium pulchellum

0.17 0.09

0.71

0.07

Tetrastrum staurogeniaeforme

0.26 0.21 0.50 0.62 0.30 0.10 0.21 0.14 0.34 0.23 0.21

0.23

Oocystis sp.

0.06 0.09

0.01

Lagerheimia genevensis

0.15 0.06

0.02

Tetraedron minimum

0.29 1.32 1.26 0.86 0.39 0.72 0.68 0.86 1.22 1.67 1.74 0.81 0.05 0.07

0.74

Scenedesmus spp.

0.14 0.29 0.59 1.31 0.69 0.26 0.15 0.35 0.23 0.24

0.35

Pediastrum spp.

0.27 0.06 0.25 0.14 0.25 0.34 0.35 0.40 0.67 0.35 0.10 0.02 0.14

0.20

Andre chlorococcaler < 5 µm

0.05 0.02 0.04 0.04 0.09 0.27 0.19 0.15 0.20 0.04 0.55 0.31 0.52 0.32 0.14 0.39 0.10 0.08

0.21

Andre chlorococcaler > 5 µm

0.10 0.04 0.05 0.07 0.50 3.11 2.74 4.64 6.17 4.11 2.86 2.36 3.34 4.45 3.01 2.10 0.76 0.36

2.79

Grønalgertalt

UBESTEMTE ARTER SAMT ARTER, DER VAR FOR FATALIGE TIL AT BLIVE TALT SÆRSKILT

Diameter < 5 µm

0.04 0.03 0.45 0.31 0.18 0.23 0.10 0.34 0.31 0.21 0.45 0.34 0.35 0.22 0.39 0.21 0.03 0.05

0.31

Diameter 5–10 µm

0.08 0.13 0.19 0.22 0.29 0.20 0.18 0.25 0.41 0.38 0.22 0.50 0.59 0.28 0.43 0.25 0.07 0.13

0.32

Diameter > 10 µm

0.06 0.06 0.06

0.11

0.01

Ubestemt ialt

0.18 0.22 0.70 0.53 0.48 0.43 0.28 0.59 0.72 0.59 0.68 0.95 0.94 0.50 0.82 0.47 0.10 0.17

0.64

TOTAL FYTOPLANKTON BIOMASSE

0.58 0.65 4.27 6.07 6.23 7.89 6.16 8.00 10.81 9.29 6.64 9.47 10.61 6.93 7.54 4.23 1.54 1.80

7.39

LEMVIG SØ 1989		2																		
FYTOPLANKTON ARTSLISTE OG ALTAL/ml																				
Dato:	31.1	28.2	18.4	2.5	16.5	1.6	13.6	29.6	20.7	2.8	15.8	30.8	13.9	28.9	9.10	30.10	27.11	27.12		
DIATOMOPHYCEAE – KISELALGER																				
Centriske kiselalger:																				
Stephanodiscus hantzschii	980	770	460	X	16000	46000	22000	X	X	X	3000	6200	11000	8400	20000	2300	400	X	X	
Melosira varians			X	X	X	X	X	X	X	X								X	X	
Stephanodiscus astraea					X	X	X	X	1800	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cyclotella sp.						X	X	X												
Melosira sp.							X													
Pennate kiselalger:																				
Nitzschia acicularis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Nitzschia sp.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Synedra ulna		X	X	X	X	X														
Diatoma elongatum			X	X																
Gyrosigma sp.					X															
Navicula sp.					X	X	X			X	X	X	X						X	
Rhizosolenia curvata					X															
Fragilaria construens							X													
Cymatopleura solea									X											
Asterionella formosa																X	X		X	
82040200																				
TRIBOPHYCEAE – GULGRØNALGER																				
Pseudostaurastrum limneticum																				
Goniochloris mutica					X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Goniochloris sp.						X	X	X	X		X	X	X	X						
PRYMNESIOPHYCEAE – STILKALGER																				
Chrysoschromulina parva	X	X	37000	76000	42000	X	X	X	X	X	X	5200	2500	7100	X	X	X			
EUGLENOPHYCEAE – ØJELALGER																				
Euglena sp.								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Trachelomonas volvocina/volvocinopsis + sp.								X	290	670	830	790	730	240	310	110		X		
Phacus sp.									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Lepocinclis sp.												X	X	X	X			X		
Colasium simplex												X	X	X						
PRASINOPHYCEAE																				
Nephroselmis sp.											X	X	X	X	X	2700	2900	890		
122010000																				

122010000

82040200

LEMVIG SØ 1989

FYTOPLANKTON ARTSLISTE OG ALTAL/ml

4

Dato:

31.128.218.42.516.51.613.629.620.72.815.830.813.928.99.1030.1027.1127.12

CHLOROPHYCEAE – GRØNALGER

Chlorococcales, fort.:

Monoraphidium sp.

Scenedesmus bicaudatus

Scenedesmus ecorinis

Tetraedron minimum

Acinastrium hantzschii

Lagerheimia subsalsaciliata

Scenedesmus linearis

Sphaerocystis schroeteri

Ankrya judayi

Kirchneriella contorta

Scenedesmus aculeolatus

Scenedesmus disciformis

Scenedesmus sp.

Crucigeniella apiculata

Tetrachlorella alternans

Westella botryoides

Francheta sp.

Scenedesmus denticulatus

Scenedesmus serratus

Crucigenia tetrapedia

Ankistodesmus bibrarianus

Lagerheimia bratislaviensis

Scenedesmus spp. (celler)

Pediastrum spp.

Andre chlorococcaler < 5 µm

Andre chlorococcaler > 5 µm

Desmidiaceae:

Staurastrum tetracerum

Cosmarium sp.

Closterium acutum var. linea

Staurastrum sp.

Closterium acutum var. variabile

UBESTEMTE ARTER SAMT ARTER, DER VAR FOR FATALIGE TIL AT BLIVE TAL T SÆRSKILT

Diameter < 5 µm

Diameter 5–10 µm

Diameter > 10 µm

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ARTERNE'S DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. μm OG μm^3

d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, s.t.d. = standard afvigelse.

Dato:	31.1	28.2	18.4	2.5	16.5	1.6	13.6	29.6	20.7	2.8	15.8	30.8	13.9	28.9	9.10	30.10	27.11	27.12
-------	------	------	------	-----	------	-----	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

NOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER

Anabaena flos-aquae (celler)

cylinder

9

St.

d.

volumen

3.6
0.4
4.4
0.9
43

Woronichinia compacta/ruzickae
(før *Gomphosphaeria pusilla*)

kuglėska!

d,koloni

st.d.

1,celle

st.d.

volumen

17.1	18.6	15.3	16.3	16.4	17.1	16.3	16.6	17.5	18.1
3.8	2.3	1.6	2	3.1	3.2	3.3	1.3	2	2.1
3.1	2.9	3	3.1	3	3.1	3.1	3.1	3	3.1
0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	1	0.3	0.3
1200	1400	920	1100	1100	1200	1100	1100	1200	1300

Aphanothece clathrata/Microcystis
incerta (delkolonier)

kugle x 0.2

५

st.d.

volumen

16.6	15.3	13.4	
4.2	4.1	3.1	
480	380	260	260

Merismopodia tenuissima
kassé x 0.8

—

st.d.

9

st.d.

5

st.d.

volumen

9.6	8.5	8.8
0.6	0.9	0.8
5.4	5.5	5.8
0.5	0.6	0.6
1.2	1.1	1.1
0.1	0.1	0.1
53	40	43

Blågrøneligende celler ca. $1\ \mu\text{m}$
kugle med d sat til $1\ \mu\text{m}$
volumen

0.5 0.5 0.5 0.5

LEMVIG SØ 1989

ARTERNE'S DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. μm OG μm^3

d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, st.d. = standard afvigelse.

Dato:	31.1	28.2	18.4	2.5	16.5	1.6	13.6	29.6	20.7	2.8	15.8	30.8	13.9	28.9	9.10	30.10	27.11	27.12
-------	------	------	------	-----	------	-----	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

CRYPTOPHYCEAE - REKYLALGER

Cryptomonas sp. <20 μm rotations ellipsoide med $h = b/2$

l	16.1																14.8	15.5
st.d.	1																1.6	1.2
b	8.5																7.8	8.3
st.d.	1																0.9	0.6
volumen	300	300	300													240	240	290

Cryptomonas sp. >20 μm rotations ellipsoide med $h = b/2$

l			32.6	27.3														
st.d.			9.9	4.3														
b			14.8	13														
st.d.			3.2	1.6														
volumen			1900	1200														

Rhodomonas lacustris
efter Willén 1976

d	6.3		5.5	5.1	4.9	4.8								5.2		4.8		5.5
st.d.	0.7		0.8	0.7	0.3	0.6								0.4		0.4		0.6
l	11.9		9.9	9.4	9.1	9.6								10.1		9.3		10.2
st.d.	1		1.2	1.3	1.2	0.7								1.2		0.3		1.3
volumen	160	160	110	110	82	71	74	74	74					97	97	73	73	110

DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER
Stephanodiscus hantzschii

cylinder																		
d	6.8	7.5		6.3	5.1	5						6.2	6	5.5	5.3	5.7		
st.d.	0.6	0.9		0.9	0.9	0.5						1	0.6	0.5	0.6	0.8		
h	4.4	4.2		5	4.2	4						4.9	4.7	4.7	4.1	4.8		
st.d.	0.6	0.5		0.4	1	0.4						1.4	0.8	0.7	1	0.6		
volumen	160	200	200	160	89	83						150	120	110	92	130	130	130

ARTERENES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. μm OG μm^3
d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, st.d. = standard afvigelse.

d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, st.d. = standard afvigelse.

Dato:	31.1	28.2	18.4	2.5	16.5	1.6	13.6	29.6	20.7	2.8	15.8	30.8	13.9	28.9	9.10	30.10	27.11	27.12
-------	------	------	------	-----	------	-----	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

PRASINOPHYCEAE

Nephroselmis sp.

rotations ellipsoide med $h = b/2$

9

st.d.	1.1	0.7
-------	-----	-----

	6.2	7.1
p		

std.	1.1	0.8
------	-----	-----

58	70	70
----	----	----

CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER

Chlamydomonas sp. < 10 μ m

rotations ellipsoïde med $h = b/2$

06

0.3 0.3

0.0
std.

160
Volumen

Ubestemt ulothriral, 1-5 celler (celler)

cylinder

25
26
27

1.0
p.18

Q. 2. The following are the marks obtained by 10 students in a test. Find the mean marks.

6. *What is the purpose of the study?*

151
151
151
newspaper

Chlorella sp. +

Nicholsonaeum subsolitarium
Orinoctia sp. ?

Ericyospristerium subobolitarium

[illegible]

LEMVIG SØ 1989

ARTERNES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. μm OG μm^3

d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, st.d. = standard afvigelse.

Dato:

31.128.218.42.516.51.613.629.620.72.815.830.813.928.99.1030.1027.1127.12

CHLOROPHYCEAE – GRØNALGER, forte.

Monoraphidium contortum

rotations ellipsoide med h = b

l

23.2

19.1

19.1

20.4

21.4

st.d.

2.1

2.6

4

4.3

4.7

b

1.1

1

1

1

1.2

st.d.

0.3

0.3

0.3

0.2

0.5

volumen

13

10

10

11

18

Coelastrum astroideum

kugle

d

13.8

st.d.

3.4

volumen

1400

1400

1400

Dityosphaerium pulchellum (celler)

kugle

d

3.7

3.7

3.3

4.1

4.3

st.d.

0.9

0.9

0.6

0.9

0.9

volumen

24

24

24

19

36

Tetrastrum staurogeniaeforme

kasse med b = l

l

7.7

7.1

st.d.

1.9

1.2

h = d af celle

3.9

3.5

st.d.

1

0.6

volumen

220

180

Oocystis sp. (celler)

rotations ellipsoide med h = b

l

9.3

9.6

9.4

9.3

9.3

8.8

9.9

st.d.

1.1

3.7

1.5

1.8

1.7

2

2.2

b

6.1

6

6.1

5.2

6.3

5.9

5.8

st.d.

1.7

2.5

1.7

1.1

1.8

1.9

1.2

volumen

190

190

190

140

200

200

160

180

180

6

LEMWIG SØ 1989

ARTERNES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV, µm OG µm³

$d = \text{diameter}$, $l = \text{længde}$, $b = \text{bredde}$, $h = \text{højde}$, st.d. = standard afvigelse.

Dato: 31.1 28.2 18.4 2.5 16.5 1.6 13.6 29.6 20.7 2.8 15.8 30.8 13.9 28.9 9.10 30.10 27.11 27.12

CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER, forts.

Lagerheimia genevensis

rotations ellipsoide med $h = b$

l 5.2 5.4

st.d. 0.2 0.8

b 2.6 2.9

st.d. 0.2 0.8

volumen 17 22

Tetraedron minimum

kasse med $b = l$ og $h = l/3$

l 7.9

st.d. 1.2

volumen 160 160

Scenedesmus spp. (celler)

rotations ellipsoide med $h = b$

l 8.9 8.1 8.3 9.1 9.1 9.2 7.7 7.8 8.7 8.4 8.4 8.9 11.2

st.d. 1.6 2 1.5 1.6 1.2 1.6 1.1 0.8 1.2 1.3 1.9 1.9 2.7

b 3.3 3 2.8 2.7 2.9 2.7 2.9 2.8 2.7 2.7 3.1 3.1 3.4

st.d. 0.9 1 0.5 0.4 0.5 0.6 0.5 0.6 0.4 0.6 0.8 0.8 1

volumen 51 40 35 38 38 38 32 33 36 35 41 44 44 65

Pediastrum spp.

cylinder med $h = 1/3 \times d$ (af celle)

d af coenoble (d)

st.d. 19.9 20.1 23.2 20.4 5 15.6 18.4 18.9 19.4

d af celle (l) 4.8 6.5 6.5 5 3.9 4.1 5.3 3.1

st.d. 5 5.6 6.8 5.9 6.1 6.2 6.4 6.6

volumen (π/4xd² x l/3) 0.9 1.6 1.6 1.1 1.1 1.3 1.6 1.4

Andre chlorococcales < 5 µm

kugle med d sat til 3.5µm

volumen 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22

Andre chlorococcales > 5 µm

kugle med d sat til 7.5µm

volumen 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22

LEMVIG SØ 1989																			7
ARTERNES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. μm OG μm^3																			
d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, $\sigma, d.$ = standard afvigelse.																			
Dato:	31.1	28.2	18.4	2.5	16.5	1.6	13.6	29.6	20.7	2.8	15.8	30.8	13.9	28.9	9.10	30.10	27.11	27.12	
UBESTEMTE ARTER SAMT ARTER, DER VAR FOR FATALIGE TIL AT BLIVE TALT SÆRSKILT																			
Diameter $< 5 \mu\text{m}$																			
kugle med d sat til $3.5 \mu\text{m}$	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
volumen																			
Diameter $5-10 \mu\text{m}$																			
kugle med d sat til $7.5 \mu\text{m}$	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	
volumen																			
Diameter $> 10 \mu\text{m}$																			
kugle med d sat til $15 \mu\text{m}$	1760	1760	1760																
volumen												1760							

Bilag 4.1. (side 1)

ZOOPLANKTON indvidental / l - (x = < 1 ind./l) - Lemvig Sø 1989																			
Dato	31/1	28/2	30/3	18/4	2/5	16/5	1/6	13/6	29/6	20/7	2/8	15/8	30/8	13/9	28/9	9/10	30/10	27/11	27/12
CILATER																			
Strombidium										230		3630							
< 20 um					122				2356	24900		44500	844	1644	1550	13320	4266	3911	888
> 20 um					32		2140	3644	1067	1600		7650							
Askenasia sp.										320		1100							
Tintinider										780		2860							
ROTATORIER																			
Brachionus urceolaris			3				x												
B. calyciflorus	4	5	4		46					x									
Keratella cochlearis teca										13	42	52							
K. quadrata	4		15	360	853	x 1				153		95							
Trichocerca pusilla										x									
Polyarthra vulgaris	4	1	4	69	1		10			x		37							
Filinia longiseta					2					x									
Pompholyx sulcata				58								x							
Conochilus unicornis										73		102							

x = mindre end 1 individ / l

Bilag 4.1. (side 2)

ZOOPLANKTON indvidental / l - (x = < 1 ind./l) - Lemvig Sø 1989																			
Dato	31/1	28/2	30/3	18/4	2/5	16/5	1/6	13/6	29/6	20/7	2/8	15/8	30/8	13/9	28/9	9/10	30/10	27/11	27/12
CLADOCERER																			
Diaphanosoma brachyurum								5	10	32	27	18	9						
Bosmina longirostris	x		x	11	20	53	914	204	x	207	120	23	7						
Daphnia galeata					x	1	42	84	53	69	18	1							
Ceriodaphnia quadrangula								8	12	20	4	1							
COPEPODER																			
nauplier	2,6		7	102	40	322	289	311	196	116	138	189	104	44	60	24	38	13	4
Eudiaptomus sp. copepoditer				48	25			22	78	1	9		2	9					
adulte									22					6					
hun									9					4					
han									13					2					

Bilag 4.1. (side 3)

ZOOPLANKTON indvidental / 1 - (x = < 1 ind./l) - Lemvig Sø 1989																			
Dato	31/1	28/2	30/3	18/4	2/5	16/5	1/6	13/6	29/6	20/7	2/8	15/8	30/8	13/9	28/9	9/10	30/10	27/11	27/12
Mesocyclops leuckarti copepoditer									18	58	20	23	88	128	16	4			
adulte										5	10	20		2	4				
hun																			
han																			
Cyclops vicinus copepoditer					88	50	288	111	25	81	129	18	28	21	21	22	4	9	4
adulte					18	3				32	4	4	11	5	10	15	4	4	2
hun					15						4		7	4	5	11	2	2	2
han					3								4	1	5	4	2	2	

Bilag 4.2. (side 1)

ZOOPLANKTON BIOMASSE -µg / l (tørvegt) - Lemvig Sø 1989																				
Dato	31/1	28/2	30/3	18/4	2/5	16/5	1/6	13/6	29/6	20/7	2/8	15/8	30/8	13/9	28/9	9/10	30/10	27/11	27/12	Gns. maj-okt.
ROTATORIER	1	1	2	21	56		1			13		1								7
B. calyciflorus	1	1			13															13
Keratella cochlearis teca										X		X								X
K. quadrata	X		1	18	43					8		X								17
Trichocerca pusilla			X																	0
Polyarthra vulgaris	X		1	3			1					1								1
Pompholyx sulcata				1																0
Conochilus unicornis										5		X								3
CLADOCERER				2	16	48	1370	778	289	894	267	80	29							343
Diaphanosoma brachyurum								9		76	12	46	26							34
Bosmina longirostris				2	16	48	1020	270		250	150	24	3							223
Daphnia galeata							350	491	289	540	104	10								297
Ceriodaphnia quadrangula								8		28	1	X								9

X = mindre end 1 ug / l

Bilag 4.2. (side 2)

ZOOPLANKTON BIOMASSE - µg / l (tørvegt) - Lemvig Sø 1989																				
Dato	31/1	28/2	30/3	18/4	2/5	16/5	1/6	13/6	29/6	20/7	2/8	15/8	30/8	13/9	28/9	9/10	30/10	27/11	27/12	Gns. maj- okt.
COPEPODER	1		3	59	1109	656	1015	1426	581	712	1416	289	1050	651	513	563	142	179	76	856
Nauplier	1		3	51	20	161	145	156	98	58	69	95	52	22	30	12	19	6	2	82
Eudiaptomus sp				8	29			34	248	4	18	4		56						36
copepoditer				8	29			34	139	4	18	4		19						35
adulte									110					37						73
Mesocyclops leuckartii									40	120	110	120	70	233	53	6				68
copepoditer									40	20	60	80	70	221	28	6				74
adulte										100	50	40		12	25					45
Cyclops vicinus					1060	495	870	1236	195	530	1219	71	928	340	430	545	123	173	74	670
copepoditer					763	439	870	1236	195	330	1129	40	700	230	325	222	37	83	32	569
adulte					297	56				200	90	30	228	110	105	323	86	90	42	140
Total zooplankton biomasse	2	1	5	82	1181	704	2385	2204	871	1619	1683	371	1079	651	513	563	142	179	76	1206

Bilag 4.2. (side 3)

ZOOPLANKTON BIOMASSE - procentvis fordeling - Løngvig Sø 1989																			
Dato	31/1	28/2	30/3	18/4	2/5	16/5	1/6	13/6	29/6	20/7	2/8	15/8	30/8	13/9	28/9	9/10	30/10	27/11	27/12
ROTATORIER	44	100	33	26	5					1		X							
CLADOCERER				2	1	7	57	35	33	55	16	22	3						21
Diaphanosoma brachyurum i % af cladocerer								1		9	5	57	91						18
Bosmina longirostris i % af cladocerer				100	100	100	75	35		28	56	30	10						48
Daphnia galeata i % af cladocerer							26	63	100	60	39	13							33
Ceriodaphnia quadrangula i % af cladocerer								1		3	X	X							1
COPEPODER	56		68	72	94	93	43	65	67	44	84	78	97	100	100	100	100	100	79
Nauplier i % af copepoder	100		100	86	2	25	14	11	17	8	5	33	5	3	6	2	13	3	12
Eudiaptomus sp i % af copepoder				14	3			2	43	1	1	1		9					5
Mesocyclops leuckarti i % af copepoder									7	17	8	42	7	36	10	1			11
Cyclops vicinus i % af copepoder					96	76	86	87	34	74	86	24	88	52	84	97	87	97	72

X = mindre end 1 %

Bilag 4.3. (side 1)

ZOOPLANKTON FØDEOPTAGELSE -mg / l (vådvægt) - Lemvig Sø 1989																				
Dato	31/1	28/2	30/3	18/4	2/5	16/5	1/6	13/6	29/6	20/7	2/8	15/8	30/8	13/9	28/9	9/10	30/10	27/11	27/12	Gns. maj- okt.
ROTATORIER	0,02	0,03	0,03	0,42	1,12		0,01			0,26		0,03								0,1
CLADOCERER				0,02	0,16	0,48	13,70	7,78	2,89	8,94	2,67	0,80	0,29							3,4
Diaphanosoma brachyurum								0,09		0,76	0,12	0,46	0,26							0,2
Bosmina longirostris				0,02	0,16	0,48	10,20	2,70		2,50	1,50	0,24	0,03							1,6
Daphnia galeata							3,50	4,91	2,89	5,40	1,04	0,10								1,6
Ceriodaphnia quadrangula								0,08		0,28	0,01									0,0
COPEPODER	0,01		0,02	0,30	5,55	3,28	5,07	7,13	2,91	3,56	7,08	1,45	5,25	3,25	2,57	2,82	0,71	0,90	0,38	4,3
Nauplier	0,01		0,02	0,26	0,10	0,81	0,72	0,78	0,49	0,29	0,35	0,48	0,26	0,11	0,15	0,06	0,10	0,03	0,01	0,4
Eudiaptomus sp				0,04	0,14			0,17	1,24	0,02	0,09	0,02		0,28						0,2
Mesocyclops leuckarti									0,20	0,60	0,55	0,60	0,35	1,16	0,27	0,03				0,3
Cyclops vicinus					5,30	2,47	4,35	6,18	0,98	2,65	6,10	0,35	4,64	1,70	2,15	2,73	0,62	0,87	0,37	3,4
Total Fødeoptagelse	0,03	0,03	0,05	0,74	6,82	3,76	18,79	14,91	5,80	12,76	9,75	2,27	5,54	3,25	2,57	2,82	0,71	0,90	0,38	7,8
Fytoplankton biomasse	0,58	0,65		4,27	6,07	6,23	7,89	6,16	8,00	10,81	9,29	6,64	9,47	10,61	6,93	7,54	4,23	1,54	1,80	8,0
Blågrønalgler i % af fytoplanktonbiomasse								0,45	2,72	1,79	3,57	1,63	4,50	4,28	0,57	0,70	0,83			2,4
Zoopl. græsning	5	4		17	112	60	238	242	73	118	105	34	59	31	37	37	17	58	21	101

Bilag 4.3 (side 2)

ZOOPLANKTON FØDEOPTAGELSE - procentvis fordeling - Lemvig Sø 1989																				
Dato	31/1	28/2	30/3	18/4	2/5	16/5	1/6	13/6	29/6	20/7	2/8	15/8	30/8	13/9	28/9	9/10	30/10	27/11	27/12	Gns. maj- okt.
ROTATORIER	76	100	66	58	16		X			2		1								2
CLADOCERER				2	2	13	73	52	50	70	27	35	5							30
Diaphanosoma brachyurum i % af cladocerer								1		9	5	57	91							18
Bosmina longirostris i % af cladocerer				100	100	100	75	35		28	56	230	10							48
Daphnia galeata i % af cladocerer							26	63	100	60	39	13								33
Ceriodaphnia quadrangula i % af cladocerer								1		3	X	X								1
COPEPODER	24		34	40	81	87	27	48	50	28	73	64	95	100	100	100	100	100	100	68
Nauplier i % af copepoder	100		100	86	2	25	14	11	17	8	5	33	5	3	6	2	13	3	3	12
Eudiaptomus sp i % af copepoder				14	3			2	43	1	1	1		9						5
Mesocyclops leuckartii i % af copepoder									7	17	8	42	7	36	10	1				11
Cyclops vicinus i % af copepoder					96	76	86	87	34	74	86	24	88	52	84	97	87	97	97	72

Bilag 4.4. Anvendte formler til volumen og biomasseberegninger.

Rotatorier: Til beregning af rotatorie volumen anvendes formlen $a \times l^b$,
 l = længden i my meter og a og b er konstanter (se nedenfor)

	a	b
Keratella cochlearis	0,03	3
K. quadrata	0,22	3
Polyarthra vulgaris	0,28	3
Trichocerca pusilla	0,13	3
Pompholyx sulcata	0,1	3
Conochilus unicornis	0,26	3

Med en massefylde på 1 og de givne konstanter a og b er volumenet lig med mg. vådvægt. Tørvægten beregnes ud fra en standard tørvægtsprocent på 10 .

Cladocerer og copepoder:

Til beregning af tørvægten (TV, my gram) af cladocerer og copepoder anvendes længdemålinger (L, mm) og formlen $TV = a \times L^b$, a og b er konstanter (se nedenfor). Der anvendes standardvægt for nauplier (0,5 ug)

	a	b
Bosmina longirostris	26,58	3,13
Diaphanosoma brachyurum	5,07	3,05
Daphnia galeata	9,26	2,55
Ceriodaphnia quadrangula	12,93	3,34
Eudiaptomus gracilis	3,466	2,26
Cyclops vicinus	11,41	1,97
Mesocyclops leuckartia	3,56	1,97

LEMWIG KOMMUNE, RINGKJØBING AMT



© RINGKJØBING AMTSRÅD og THORKILD HØY

Publiceret af landinspektør Thorkild Høy sept. 1989

Luftfoto: Scankort I/S 28.5.1988

ved vandspejl 0,3 m over DNN (GM)

Ekkolodning företaget juli 1989

Ydergrænse for rørsump

1:4000

