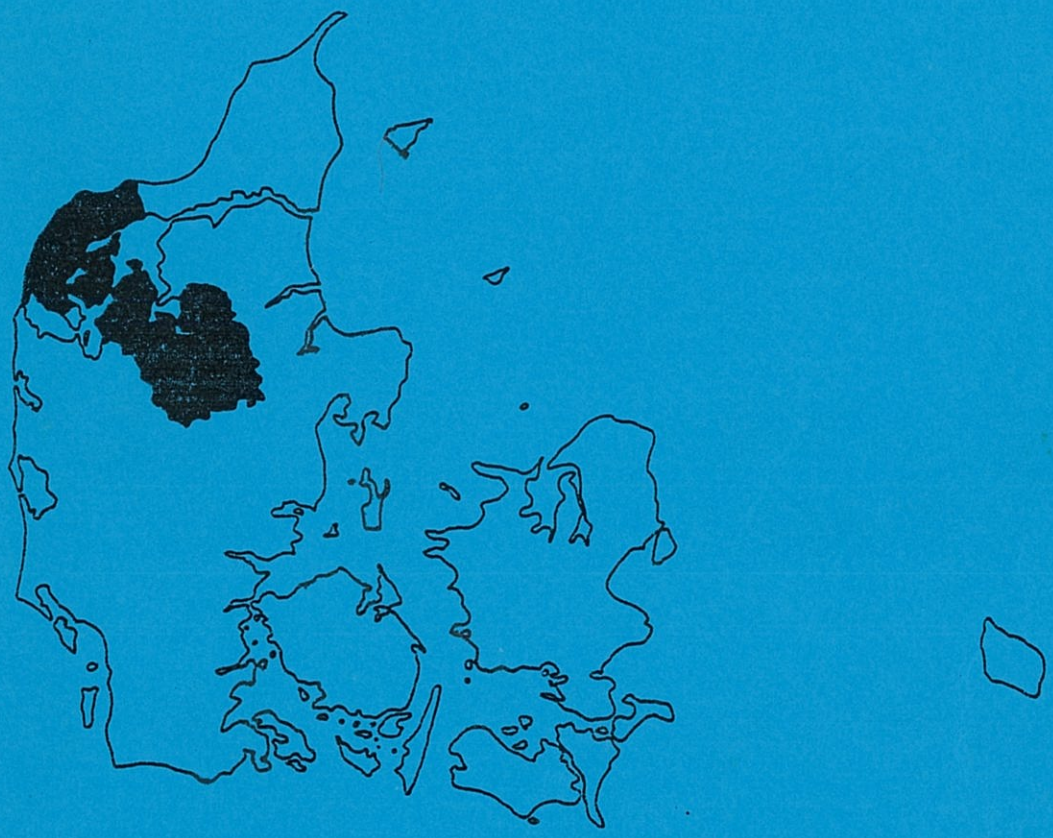
VIBORG AMTSKOMMUNE



Teknisk forvaltning
Rapport nr. 91 i miljøserien
Juli 1989

VAND-OG-KVALITETS-INSTITUTET

Miljøtilstanden i

Vandet sø 1982 - 1988

PRESSEMEDDELELSE

I Thy findes en række af landets reneste søer. En af dem er Vandet sø beliggende nordvest for Thisted. Som nabosøen Nors sø er Vandet sø forholdsvis dyb efter danske forhold, ca. 20 m. Søen udmærker sig endvidere ved at virke usædvanligt klarvandet som følge af et bundmateriale af kalk og lyst sand. Søen rummer efter danske forhold et usædvanligt varieret plante- og dyreliv.

I erkendelse af søens status iværksatte Viborg amtskommune et overvågningsprogram, der blev planlagt at skulle køre i en årrække, så en eventuel forurening kunne klarlægges. Der blev med regelmæssige mellemrum udtaget prøver i søen og dens til- og afløb i perioden 1982-88. Vandkvalitetsinstituttet har foretaget en analyse af de indsamlede oplysninger. Analysen er samlet i en teknisk rapport: "Miljøtilstanden i Vandet sø 1982-1988".

Analysen viser, at søens næringsindhold er ændret i perioden. Fosforindholdet er faldet lidt, mens kvælstofindholdet er steget. Medvirkende til sidstnævnte er muligvis en øgning af den atmosfæriske tilførsel. Søen kan stadig karakteriseres som værende meget ren og besidde de egenskaber som målsætningen Naturvidenskabeligt referenceområde fordrer. Datamaterialet viser endvidere, at det er meget nødvendigt med overvågning i en længere årrække, for at man kan blive i stand til at vurdere en miljømæssig ændring i søer af Vandet sø's størrelse.

Viborg Amtskommune

TEKNISK FORVALTNING

Amtsgården, Skottenborg 26,
Postboks 21, 8800 Viborg.
Tlf. 86 62 33 00, Telefax 86 62 39 33

Miljøstyrelsens Ferskvands-
laboratorium
Lysbrogade 52
8600 Silkeborg

Viborg, den 10 JAN. 1990

Deres ref.:

Sagsbehandler: KR/KG(117)

VA journal nr.: 8-56-33-4-88

Vedr.: Rapport om miljøtilstanden i Vandet sø 1982-88

Hermed fremsendes til orientering en rapport om miljøtilstanden i Vandet sø. Rapporten er udarbejdet af Vandkvalitetsinstituttet, ATV for Viborg amtskommune som et led i tilsynet med miljøtilstanden i amtskommunens vandområder.

Med venlig hilsen

Magnus Jørgensen
Afdelingsleder

Knud Rasmussen
Sagsbehandler

VANDKVALITETSINSTITUTTET ATV

R A P P O R T

til

VIBORG AMTSKOMMUNE

MILJØTILSTANDEN I

VANDET SØ 1982 - 1988

Sagsbehandlere:

cand.scient. Erik Koch Rasmussen
civ.ing. Henrik Larsen
civ.ing. Erik Aagaard Hansen
stud.scient. Lillian Andersen
lic.scient. Kirsten Olrik, Miljøbiologisk Laboratorium

Sagsnr.: 900819

Dato: 1989-04-14/AAW

ISBN 87-87762-68-4

HOVEDKONTOR
AGERN ALLÉ 11
FORSKNINGSCENTRET
DK-2970 HØRSHOLM
TELEFON 02 86 52 11
TELEFAX 02 86 72 73
TELEX 37874 VKICPH
TELEGRAMADRESSE WATERQUALITY HOERSHOLM

ÅRHUS-AFDELING
FORSKERPARKEN
GUSTAV WIEDSVEJ 10
DK-8000 ÅRHUS C
TELEFON 06 20 20 00
06 20 20 11 / 2100
TELEFAX 06 20 12 22

INDHOLDSFORTEGNELSE

B I L A G

0. RESUME

På baggrund af vandkemiske data og planktonprøver fra perioden 1982 - 88, en undersøgelse af bredvegetationen i 1988 samt geologiske data fra en lang årrække, er der foretaget en miljømæssig vurdering af udviklingen og tilstanden i Vandet Sø.

0.1 Hydrogeologiske forhold

Vandet Sø er beliggende i et område med ret komplicerede geologiske forhold. Nordøst, øst og syd for søen udgøres de øverste aflejringer fortrinsvis af moræneler. Vest for søen er disse aflejringer overlejret af sand. Under moræneaflejringerne findes kridt- og kalkaflejringer, som udgør de primære grundvandsmagasiner i området.

Vurderinger af grundvandspotentialerne og de geologiske forhold viser, at der sandsynligvis er en god hydraulisk forbindelse mellem grundvandet og vandvoluminet i søen, og da den overfladiske vandtilførsel til søen er beskeden, har grundvandsstrømningerne relativ stor betydning for søens vand- og stofbalance. I området foregår en kraftig grundvandsindvinding, som sandsynligvis påvirker grundvandsstrømningerne.

0.2 Vand- og massebalance

Vandet Sø har to overjordiske tilløb (Rind bæk og Skadkær bæk) og et afløb (Klitmøller å). Herudover bidrager nettonedbøren (nedbør -fordampning) og grundvandsbevægelser til vand- og stofbalancen.

Vandløbenes samlede vandtilførsel var i gennemsnit ca. 3,5 mio. m^3/år i perioden fra 1982 til 1987. I samme periode var tilførslen fra nettonedbøren ca. 1,7 mio. m^3/år, og fraførslen via Klitmøller å var i gennemsnit ca. 8,7 mio. m^3/år. Forskellen på til- og fraførsel er tilskrevet nettogrundvandsindsivning, som i gennemsnit er beregnet til ca. 4 mio. m^3/år. Med et vandvolumen i søen på ca. 45 mio. m^3 viser denne vandbalance, at middelopholdstiden er ca. 5 år.

Vandet sø er relativt svagt belastet med næringssalte. Det ses bl.a. af, at den største kilde til belastningen er atmosfæren, som bidrager med ca. 9,6 t N/år og 0,2 t P/år. Vandløbene transporterer ca. 6,8 t N/år og 0,13 t P/år til søen, mens nettogrundvandsindsivningen tilfører søen ca. 4,1 t N/år og 0,025 t P/år. Via Skadkær bæk udledes spildevand fra ca. 30 PE, som er den eneste kendte direkte spildevandstilførsel til søen. Grundvandsbidraget er meget usikkert bestemt.

Via Klitmøller å fraføres ca. 2,7 t N/år og 0,3 t P/år .

Ifølge denne balance tilbageholdes hvert år ca. 17,8 t N og 0,055 t P i søen.

0.3 Tilstandsbeskrivelse af søen

På trods af at Vandet Sø er temmelig dyb med dybder op til 20 m, forekommer der kun sjældent en lagdeling af vandmasserne. Dette hænger formodentlig sammen med den vindeksponerede beliggenhed kun ca. 4 km fra Jyllands vestkyst.

Som en følge af bl.a den gode omrøring af vandmasserne 2222er iltforholdene i søen generelt gode. Kun to gange er der målt under 8 mg O_2/l, heraf én gang 3,0 mg O_2/l. Den kritiske grænse for fisk er ca. 4 mg O_2/l. Der er ikke observeret tegn på nogen generel ændring af iltindholdet i søen over perioden fra 1982 til 1988.

pH i søen ligger typisk på ca. 8 med kun små udsving. To gange er der målt pH over 9.

Koncentrationen af totalfosfor i søen er faldet i perioden 1982-88. Dette gælder både sommer- og vinterværdier. Samtidig er koncentrationen af totalkvælstof steget i søen. Denne udvikling i de totale koncentrationer af næringsstofferne er nogenlunde parallel til udviklingen i de uorganiske fraktioner.

På trods af stigningen i kvælstofkoncentrationen er næringssaltniveauet i søen lavt efter danske forhold. Totalfosforkoncentrationen er ca. 20 µg P/l, mens totalkvælstofkoncentrationen er ca. 500 µg N/l, værdierne varierer dog over året.

De uorganiske fraktioner er endnu lavere, og antyder, at planteplanktonets vækst kan være begrænset af mangel på næringssalte. Der er næppe tvivl om, at søen i forårsperioden er P-begrænset. I sommer- og efterårsperioden tyder N/P-forholdet på, at søen i

1982 var N-begrænset, men at dette har ændret sig i takt med de ændrede næringssaltsniveauer, således at søen nu er P-begrænset indtil juli og lejlighedsvis N-begrænset efter juli.

De lave næringssaltniveauer afspejles i en lav biomasse af phytoplankton i søen. Maksimumværdien for klorofyl-a koncentrationen er 15 µg/l, hvilket er lavt for en dansk sø. Der er ikke konstateret nogen ændring af det generelle niveau for klorofyl-a indholdet i perioden 1982-88. Den generelt lave biomasse forhindrer dog ikke, at primærproduktionen på enkelte dage, hvor forholdene frembyder gode vækstbetingelser, kan være temmelig høj, op til 2200 mg C/m^2/døgn.

Lysforholdene i Vandet Sø er relativt gode. Sommersigtdybden i søen varierer mellem ca. 3,2 m og 3,8 m uden nogen statistisk signifikant udvikling i perioden.

0.4 Phytoplankton

Mængde og sammensætningen af phytoplankton i Vandet Sø er styret af cirkulationsforholdene, lysforholdene samt søens lave næringssaltkoncentrationer.

Vandet Søs phytoplankton er specielt på flere måder. Det har en lav biomasse (gsn. april-oktober 1987 = 3,95 mm^3/l), der placerer Vandet Sø blandt de reneste alkaliske søer i Danmark. Endvidere er der en artssammensætning, hvori indgår mange eutrofe arter, også blandt de kvantitativt vigtige, samt til tider større forekomster af mesotrofe arter. I alt fandtes 82 arter i 1987, hvoraf 26 er kvantitativt vigtige. Endvidere fandtes 14 arter, der tilhører grupper, der almindeligvis regnes som "rentvandsindikatorer": furealger, gulalger, desmidiacé-grønalger og kiselalgen Attheya. Af disse er 5 kvantitativt vigtige.

I 1982 er store kiselalger den vigtigste komponent (79% af gsn. biomasse april-oktober). Disse arter tåler svingende lysforhold og dybdenedblanding under den fotiske zone. De har derved en konkurrencefordel netop i en dybdeopblandet, næringsfattig sø som Vandet Sø, fordi de passerer et stort vandvolumen, de kan optage næring fra.

I stagnationsperioderne i maj og juli 1982 dominerer i stedet flagellater. Kiselalgerne vender herefter atter tilbage og dominerer fuldstændig phytoplanktonet resten af året.

I 1987 er søen isdækket til slutningen af april. Det kiselalgesamfund, der hører til den totalcirkulerede

tilstand, er derfor svagt udviklet. I stedet findes små flagellater (rekylalger, volvocale grønalger og stilkalger) under isen. I stedet for forårs- og efterårsmaximum kommer ét stort sensommermaximum i august-september (11 mm^3/l) domineret af kvælstoffixerende blågrønalger. I oktober kommer et kiselalgemaximum af Attheya zachariasi, der kan vokse ved lavere næringssaltkoncentrationer end de kiselalger, der dominerer i 1982. Det er som om der forekommer sammenpresning af phytoplankton udviklingen til et kortvarigt, stort sensommermaximum, der til gengæld har højere maximalbiomasse end tilsvarende maximum i 1982.

Phytoplankton i Vandet Sø, med sin lave biomasse og sin artssammensætning, hvori indgår flere rentvandsarter, lever op til søens målsætning som naturvidenskabeligt referenceområde.

De bevaringsværdige elementer i søens phytoplankton er det rene kiselalgesamfund, især kiselalgen Attheya zachariasi samt gulalger, Dinobryon sociale m.fl., og desmidiacé-grønalger.

Hvis søen skulle blive næringssaltberiget, vil biomassen stige, og der vil ske en forskydning i artssammensætning til fordel for trådformede blågrønalger. Rentvandsarterne Attheya zachariasi og Dinobryon sociale m.fl. vil gå tilbage og tilsidst helt forsvinde.

0.5 Zooplankton

Zooplanktonbiomassen i 1987 varierer mellem minimum 0,2 mg våd vægt/l i april og maksima på 9,5 mg/l i juli og 7,5 mg/l i november, adskilt af et mellemliggende sensommerminimum på under 2 mg/l.

Zooplanktonets biomasse er lille, men er i stand til ved græsning at regulere phytoplanktonets biomasse i forårsmånederne og til at nedgræsse mængden af alger i juni-juli og igen i oktober-november. Kun i august-september er græsningen så lille, mellem 5% og 10% af phytoplanktonbiomassen, at der produceres et større overskud af alger. Dette skyldes en forudgående fødemangel, der har reduceret zooplanktonbestanden, en reduktion i antallet af store cladocerer på grund af fiskepredation, og endelig at phytoplanktonet næsten udelukkende består af blågrønalger større end 50 µm, d.v.s. kvalitativt en dårlig føde for zooplankton. Zooplanktonet er ikke særlig artsrigt, men ret diverst indenfor grupperne rotatorier og cladocerer. Der kan identificeres 8 ciliat-, 15 rotatorie-, 8 cladocera- og 4 copepodarter.

Den talrigeste gruppe er epiplanktiske ciliater, klokkedyr siddende på Anabaena-kolonier. Ciliater er imidlertid af underordnet betydning i biomasse. Blandt rotatorier er Keratella cochlearis dominerende i antal, og Asplanchna priodonta og Kellicottia longispina i biomasse. Eudiaptomus graciloides er det talrigeste krebsdyr, mens Daphnia galeata er dominerende i såvel krebsdyrenes som det samlede zooplanktons biomasse. Også i græsning er denne art dominerende, idet den står for 65% af det totale zooplanktons fødeoptagelse fra april til november.

Et plankton, hvor zooplankton i de fleste måneder af året er i stand til at regulere mængden af phytoplankton, og hvor omvendt phytoplanktonkoncentrationen i forår og forsommer er begrænsende for zooplanktonvæksten, findes kun i oligo-mesotrofe søer.

Den ændring af phytoplankton, der kan forventes ved en næringssaltberigelse af søen, d.v.s. en stigende biomasse og en forskydning mod flere trådformede blågrønalger, vil betyde, at perioderne med græsningskontrol vil blive kortere, og at zooplankton i højere grad vil blive domineret af de mindre cladocerer, specielt D. cucullata og Chydorus sphaericus.

0.6 Empiriske sammenhænge

Der er opstillet og testet forskellige modeller til beskrivelse af vandkvaliteten i Vandet Sø som funktion af centrale vandkemiske parametre. Vandkvaliteten beskrives ved koncentrationen af klorofyl-a eller ved sommersigtdybden, mens de uafhængige variable er totalkoncentrationen af kvælstof henholdsvis fosfor, koncentrationen af suspenderet stof samt - ved beskrivelsen af sigtdybden - klorofyl-a indholdet.

Resultaterne af regressionsanalyserne for Vandet Sø er sammenlignet med tilsvarende analyser, som Miljøstyrelsen har foretaget på datamateriale fra en lang række danske søer.

Af analyseresultaterne fremgår det, at der ikke er nogen sammenhæng mellem klorofyl-a indholdet og kvælstofkoncentrationen i søen. Sammenhængen mellem fosforkoncentrationen og klorofyl-a indholdet er bedre, omend ikke overbevisende. Kun bundværdierne af totalfosfor viser signifikant sammenhæng med klorofyl-a indholdet. Dette kan skyldes, at græsningen på phytoplankton i overfladen er så stor, at det påvirker klorofyl-a indholdet uden tilsvarende at påvirke totalfosforkoncentrationen.

De fundne relationer i klorofyl-modellerne ligger tæt på de af Miljøstyrelsen fundne, blot er signifikansen af sammenhængene i Vandet Sø ikke nær så høj som i Miljøstyrelsens undersøgelse.

Klorofyl-a indholdet er den eneste parameter, der signifikant kan beskrive variationen i sigtdybden. Kvalitativt kan også variationen i totalfosforkoncentrationen beskrive variationen i sigtdybden, men for det første er sammenhængen ikke signifikant, og for det andet ligger de opnåede konstanter langt fra, hvad Miljøstyrelsen har fundet. Regressionsanalysen af sammenhængen mellem totalkvælstofkoncentrationen og sigtdybden fører til det resultat, at sigtdybden stiger med stigende kvælstofkoncentration, hvilket må tolkes som at algerne kun i mindre omfang er N-begrænset.

Samlet understreger dette endnu en gang, at N- og P-koncentrationerne er under forandring, således at algerne har en faldende adgang til fosfor og en stigende adgang til kvælstof.

0.7 Litoralindex

I begyndelsen af oktober 1988 blev litoralindexet bestemt på 3 stationer. Disse lå mellem 3 og 3-4, hvilket placerer Vandet Sø mellem middel eutrofe til eutrofe søer. Dette står i modsætning til de registrerede lave næringsstofkoncentrationer. Et mere nuanceret billede ville måske danne sig ved gentagne prøvetagninger.

1. INDLEDNING

1.1 BAGGRUND

Viborg Amtskommune har bedt Vandkvalitetsinstituttet, ATV (VKI) om at foretage en vurdering af den miljømæssige tilstand og udvikling i Vandet Sø på baggrund af data indsamlet i perioden 1982 - 88.

I denne periode har Viborg Amtskommune jævnligt indsamlet planktonprøver og foretaget måling af vandkemiske parametre. I samarbejde med Det Danske Hedeselskab har Viborg Amtskommune foretaget målinger i tilløb og afløb fra søen. VKI har i 1988 foretaget en kvantitativ kortlægning af bredvegetationen i søen og Miljøbiologisk Laboratorium har undersøgt planktonprøver fra søen.

Viborg Amtskommune har med denne undersøgelse ønsket dels at få etableret et referencemateriale for fremtidige undersøgelser af søen og dels at få dokumenteret, om der er sket ændringer i søens kemiske og biologiske tilstand i perioden 1982 - 88.

1.2 FORMÅL

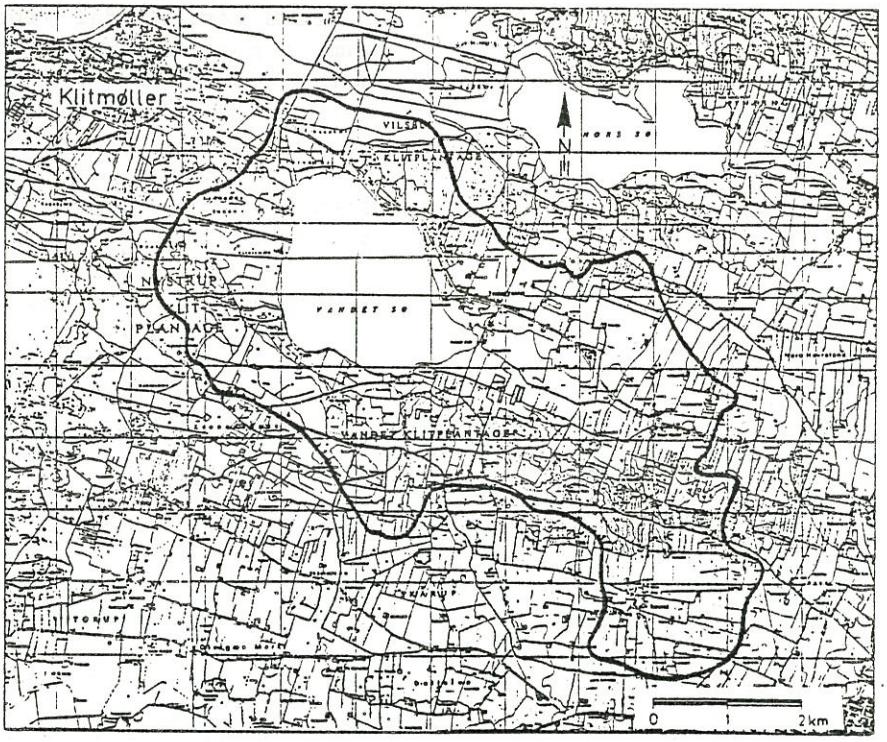
Undersøgelsens formål har været:

- at beskrive søens nuværende miljømæssige tilstand
- at undersøge og beskrive eventuelle ændringer i søens miljømæssige tilstand i perioden 1982 -88 og dokumentere resultaterne statistisk.

2. BESKRIVELSE AF SØEN

2.1 BELIGGENHED

Vandet Sø ligger i Viborg Amtskommune ca. 10 km nordvest for Thisted og ca. 4 km fra Vesterhavet, se figur 2.1.



Figur 2.1 Beliggenhed af Vandet Sø samt topografisk opland.

De geologiske forhold i området er meget særprægede med markante forkastninger og brudlinier /1/, som har stor betydning for bl.a. søens vandbalance og stadig kan ses som klinter langs søens nordlige bred. De geologiske forhold er nærmere behandlet i kapitel 3.

Området øst for søen anvendes fortrinsvis til landbrugsdrift, mens de øvrige arealer rundt om søen fortrinsvis er beplantede plantageområder.

Bebyggelsen i området koncentrerer sig om Vr. Vandet ved den østlige bred af søen samt Ør. Vandet, ca. 2 km sydøst for søen. Umiddelbart syd for søen ligger nogle få gårde. Ialt udgør bebyggelsen i det topografiske opland næppe mere end 1000 personer.

2.2 MORFOMETRI

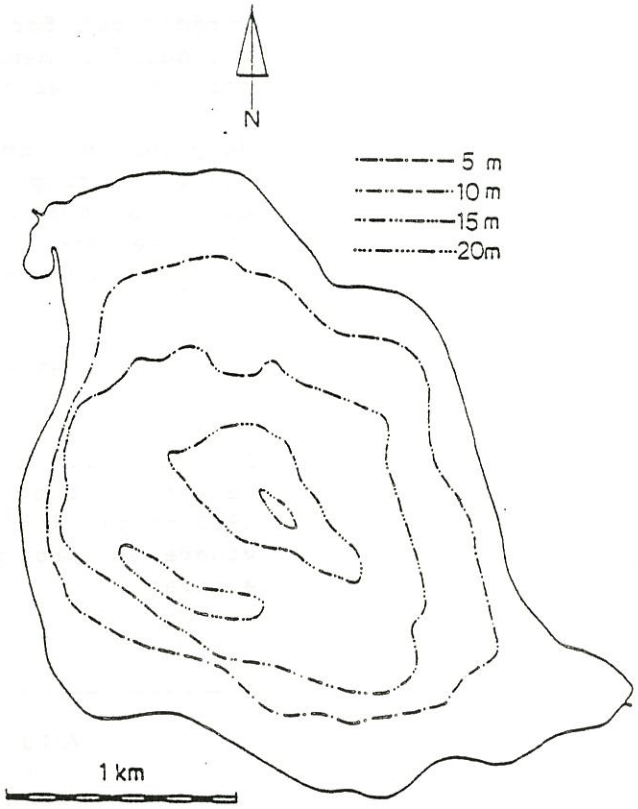
Den så vidt vides eneste eksisterende opmåling af Vandet Sø blev foretaget af Geodætisk Institut i 1932 og gav det i tabel 2.1 viste resultat /1/. Endvidere er det topografiske opland og opholdstiden angivet.

Areal ha	Volumen m^3	Max. dybde m	Mid. dybde m	Top. opl km^2	Opholds-tid år
480	$45 \cdot 10^6$	20,5	9,4	27	4-5

Tabel 2.1 Morfometriske data for Vandet Sø.

Ifølge /1/ blev søens vandspejl i sidste halvdel af 1960'erne sænket ca. en halv meter, hvorfor disse må antages at være ændret en smule.

Dybdeforholdene i søen er vist på figur 2.2.



Figur 2.2 Dybdeforhold i Vandet Sø. Kilde: /1/.

Lige midt i søen findes en fordybning, hvor maksimumdybden på ca. 20 m opnås, og sydvest herfor findes en mindre fordybning med dybder op til ca. 17 m. Mellem de to fordybninger er dybden ca. 12 m.

Vandet Sø har to overjordiske tilløb, Skadkær bæk og Rind bæk. Skadkær bæk er en kanal, der løber ud i søens sydøstlige hjørne, mens Rind bæk er en mindre å af ca. 2 km's længde, der løber ud i søen midt på den sydlige bred.

Klitmøller å, som har sit udløb i Vesterhavet ved Klitmøller, er det eneste overjordiske afløb fra søen. Åen udgår fra søens nordvestlige hjørne.

3. HYDROGEOLOGI

3.1 GEOLOGI

Oplysninger om jordlagsfølgen i undergrunden i området omkring Vandet Sø fremgår af Danmarks Geologiske Undersøgelsers (DGU) geologiske basisdatakort (1117II og 1116I).

Nordøst, øst og syd for Vandet Sø udgøres de øverste aflejringer af istidsaflejringer af moræneler og i enkelte boringer sand. Istidsaflejringerne har en ringe mægtighed, typisk 0-5 m. Vest for søen er istidsaflejringerne overlejret af marine sandaflejringer og flyvesand (klit). I enkelte boringer langs søens afløb har istidsaflejringerne en langt større mægtighed.

Under istidsaflejringerne består undergrunden vest, nord og øst for Vandet Sø af kridtaflejringer fra Senon. Syd for søen går disse aflejringer over i kalk fra Danienetagen. Disse kalk- og kridtforekomster udgør de primære grundvandsreservoirer (grundvandsmagasiner) i området.

Bundkoterne i Vandet Sø når ned til ca. kote -8 (vandspejl ca. kote +12,5). Sammenholdes dette med, at koten til kalken i de nærmeste boringer ved søen når op til ca. kote +15, må der antages at være en god hydraulisk forbindelse mellem grundvandsreservoirerne i området og vandvoluminet i Vandet Sø.

3.2 STØRRE VANDINDVINDINGER

Udover enkelt-indvindinger og mindre vandværker i landsbyerne er der tre større vandindvindinger i området, jævnfør figur 3.1.

Thisted flyttede i begyndelsen af 70'erne en del af vandindvindingen ud til to kildepladser:

- Bavn (sydvest for Skinnerup).
  Indvinding 1987: 3.687.530 m^3.

- Vang.
  Indvinding 1987: 1.346.410 m^3.

Klitmøllers vandværk indvinder ca. 1,5 km vest for Vandet Sø. Indvinding 1987: 188.000 m^3.

Disse tre indvindinger befinder sig netop indenfor det topografiske opland til Vandet Sø og må antages at have indflydelse på søens tilstrømning af vand.

Et område øst for Vandet Sø er inddæmmet areal. Afvandingen af dette område må antages at have medført en grundvandssænkning. Området afvandes via en pumpestation ved Vandetvej til Vandet Sø.

3.3 GRUNDVANDSPOTENTIALER

Følgende oplysninger ligger til grund for vurdering af og optegning af grundvandspotentialeforholdene i området:

- Oplysninger om grundvandsstand fra de geologiske basisdatakort. Oplysningerne er optegnet ved udførelsen af brønde og boringer eller ved registreringen af disse. Grundvandsspejlet er sjældent indnivelleret. Registreringen er foretaget på forskellige årstider.

- I 1984 foretog Viborg amtskommune kemiske analyser for næringssalte m.v. i grundvandet i to testområder, hvoraf det ene omfatter ca. 100 boringer eller brønde mellem Vandet Sø og Thisted. I forbindelse med vandprøveudtagningen blev vandstand i brønde eller boringer registreret. Nivellement blev ikke foretaget.

- Grundvandsstand ved bredderne af Vandet og Nors søer i disses afløb samt ved Vestkysten og i Limfjorden antages at svare til overfladevandstanden her.

Ovenstående oplysninger rummer en række usikkerheder, bl.a.:

- Klimatiske eller menneskeskabte langtidspåvirkninger af grundvandsspejlet er ikke taget i betragtning, i og med dataene er spredt over en lang årrække.

- Grundvandsspejlet er målt på forskellige årstider. Vandspejlet vides fra månedlige regi-

streringer af Viborg amtskommune (DGU arkiv nr. 22.368 og 30.757) at variere 1-3 meter pr. år.

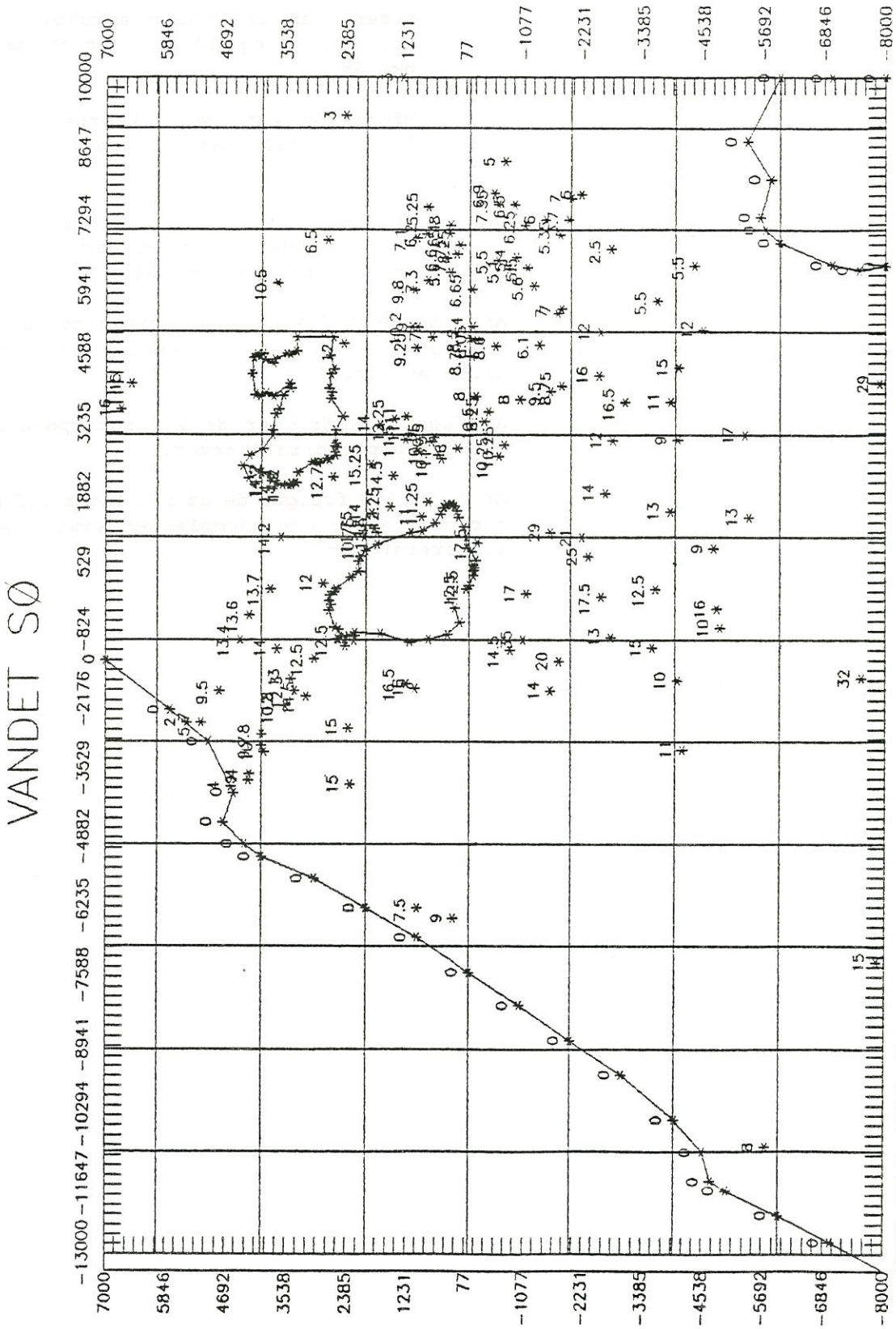
- Mindre væsentlige usikkerheder skyldes manglende nivellementer og påvirkninger fra luftrykket.

De indsamlede oplysninger vurderes dog at kunne anvendes til en overordnet vurdering af grundvandsstanden og af grundvandsskellenes beliggenhed.

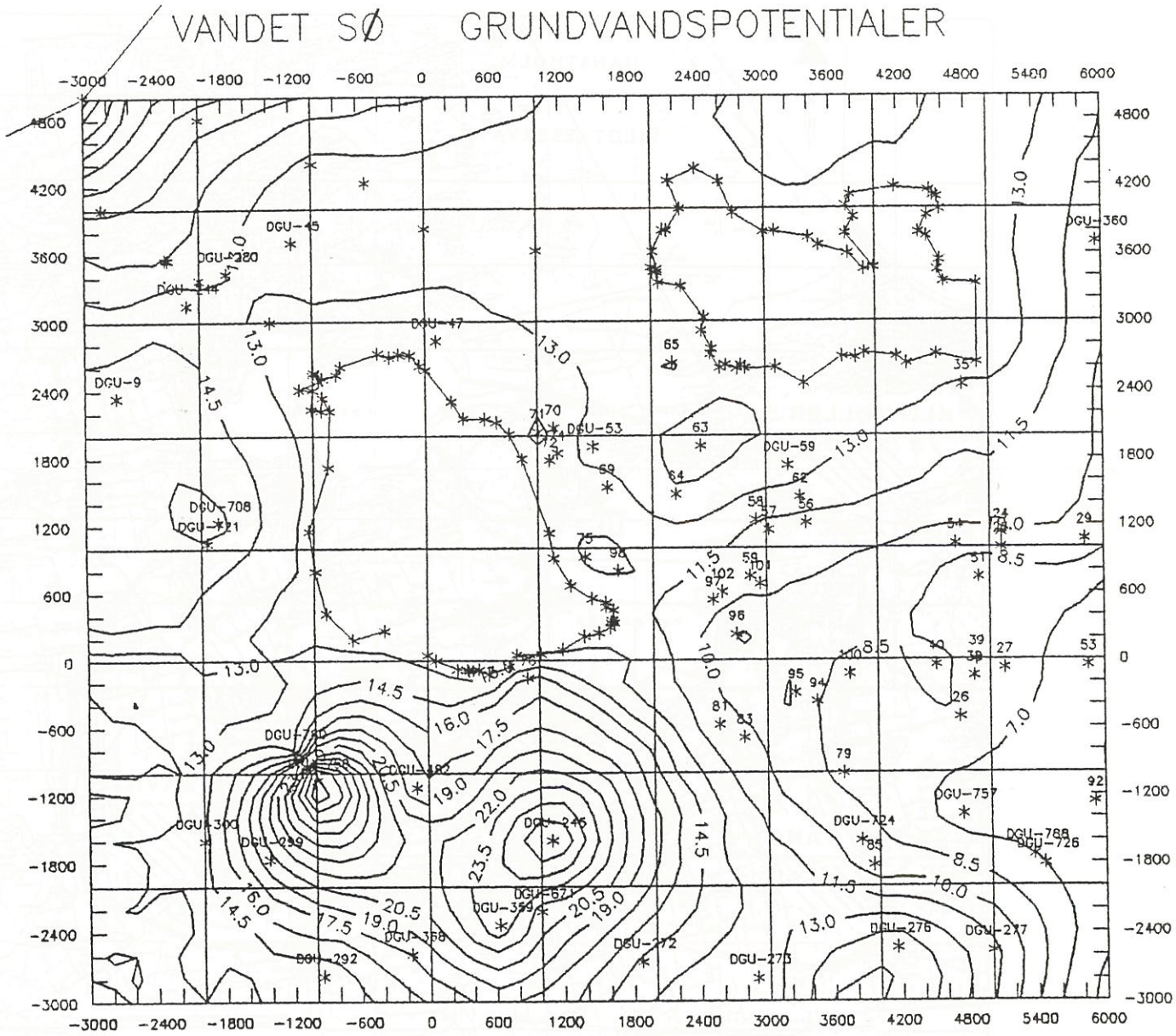
Af figur 3.1 fremgår de datapunkter og registrerede vandspejle, der er anvendt ved optegningen af grundvandsspejl.

Af figur 3.2 fremgår de ved interpolation beregnede grundvandspotentialekurver.

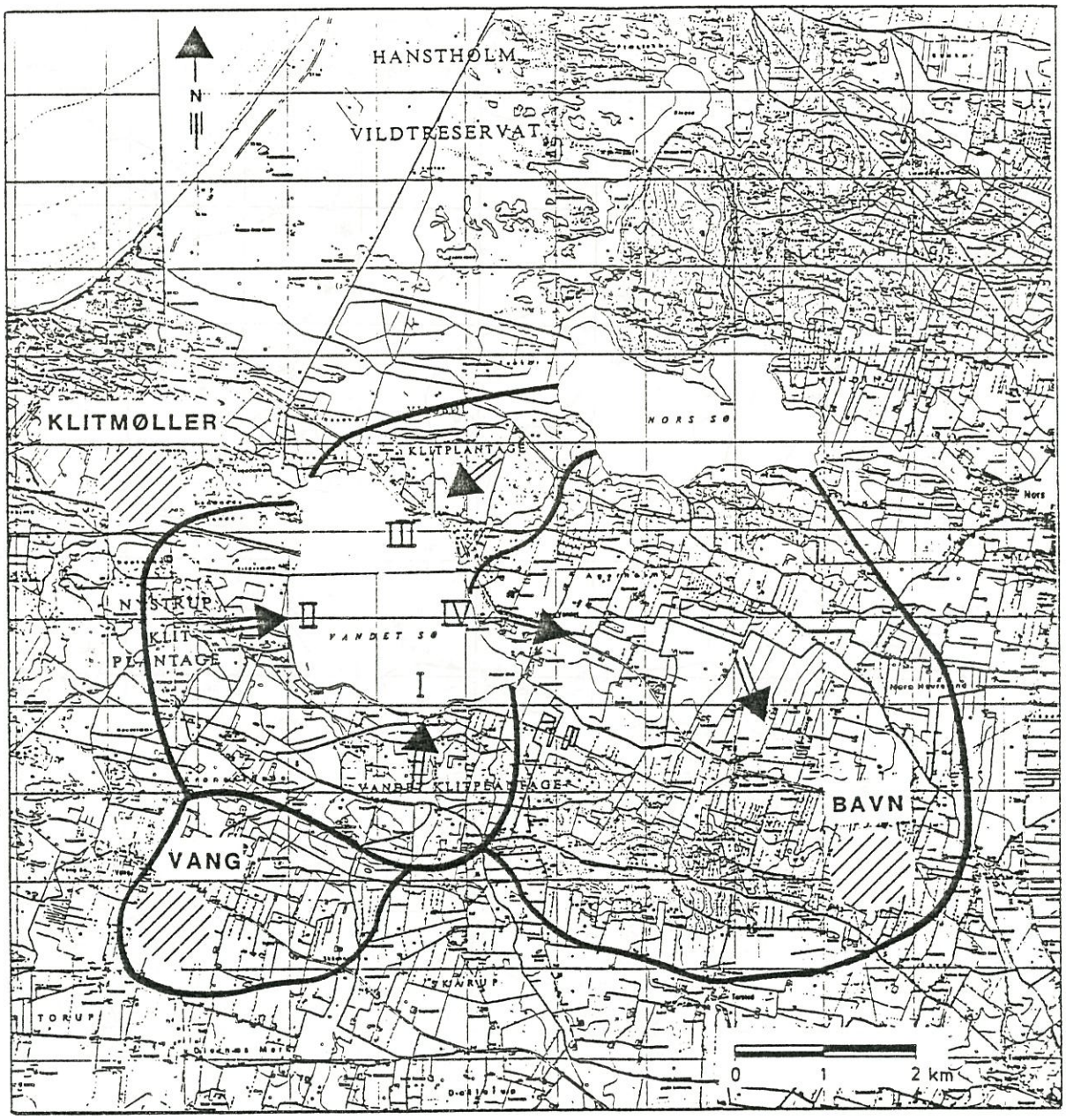
Af figur 3.3 fremgår de ud fra figur 3.2 skønnede placeringer af grundvandsoplandet samt grundvandsstrømningsretninger.



Figur 3.1 Angivelse af punkter og vandstande, der er medtaget ved optegningen af grundvandspotentialer.



Figur 3.2 Grundvandspotentialer.



Figur 3.3 Grundvandsoplande, strømningsretninger, beregningstværsnit og de tre større kildepladser.

Der sker grundvandsstrømning til Vandet Sø fra syd, sydvest og nord. Oplandet mod nord omfatter muligvis Nors Sø, således at der sker grundvandsstrømning fra denne til Vandet Sø.

Grundvandsstrømning fra Vandet Sø sker mod øst mod det inddæmmede område og Bavn kildeplads ved Skinnerup.

Der sker næppe grundvandsstrømning fra søen mod vest langs afløbet fra søen.

3.4 GRUNDVANDSSTRØMNING, VANDBALANCER

Beregning af grundvandsind- og udstrømning til søen baseres på følgende:

$$Q = L \cdot T \cdot I$$

hvor:

L = Længden af det tværsnit, hvorigennem strømningen beregnes (m).

T = Transmissiviteten, der angiver det grundvandsførende lags vandføringsevne (m^2/s).

I = Trykgradienten, svarende til hældningen på grundvandsspejlet (m/m).

Q = Grundvandsstrømningen over beregningstværsnittet (m^3/s).

Transmissiviteten (T) måles og beregnes ved prøvepumpningsforsøg. Ved den hydrogeologiske kortlægning er T-værdier skønnet ud fra boringernes specifikke ydelse (m^3/h pr. meter sænkning), hvor oplysninger om denne findes. Umiddelbart omkring Vandet Sø er transmissiviteten således skønnet til $1\text{-}5 \cdot 10^{-3}$ m^2/s. Dette er baseret på ganske få boringer i området.

Ved Bavn og Vang kildepladser, der må antages at have mere omhyggeligt udførte boringer, er T-værdien væsentligt større ($30\text{-}40 \cdot 10^{-3}$ m^2/s).

Endvidere er T-værdier baseret på målinger i kalkboringer ofte lavere end den faktiske T-værdi for kalkformationen. Dette skyldes, at vandføringsevnen i kalk for en stor del skyldes revner og sprækker, som under tryksænkning ved pumpning klapper sammen.

Det vurderes således, at T-værdien omkring Vandet Sø ikke kan bestemmes med sikkerhed udfra de tilgængelige data. T-værdien er tidligere skønnet til $1\text{-}5 \cdot 10^{-3}$ m^3/s, men det vurderes, at værdien kan være væsentligt større.

4. VANDBALANCE

Som tidligere nævnt er der to overjordiske tilløb til Vandet Sø (Skadkær bæk og Rind bæk) og et afløb (Klitmøller å). Herudover bidrager nedbør, fordampning, diffus overfladisk afstrømning og grundvandsbevægelser til søens vandbalance.

Vandtransporten i vandløbene er vurderet ud fra målinger foretaget af Det Danske Hedeselskab og Viborg Amtskommune.

Bidraget fra nedbør og fordampning er vurderet ud fra data fra Statens Planteavlsforsøg og Meteorologisk Institut.

Diffus overfladisk afstrømning er der set bort fra i denne undersøgelse. Der foreligger ingen data for dette bidrag.

Grundvandsbevægelser blev på et meget tidligt tidspunkt i undersøgelsen forudset at ville være af stor betydning for vandbalancen og er vurderet ud fra vandboringer.

4.1 VANDLØB

Der foreligger en del målinger af vandføring og stofkoncentrationer i Klitmøller å fra perioden 1982 - 88, mens der kun for 1982 foreligger et tilstrækkeligt antal vandføringsmålinger til at estimere vandtransporten i Skadkær bæk. Dog kan man få et indtryk af vandføringen ud fra strømforbrug for pumpestationen i Skadkær bæk lige opstrøms søen.

I tabel 4.1 er vist den beregnede vandtransport i Klitmøller å. Transporten er beregnet ved trapezintegration (se bilag 4.1), hvorved vandføringen antages at variere lineært mellem målingerne. Vandføringen pr. 1.1 og 31.12. er beregnet på baggrund af den sidste måling før og den første måling efter den pågældende dato, hvis der er foretaget målinger rimeligt tæt på årsskiftet. Hvis dette ikke er tilfældet, er vandføringen pr. 1.1. sat lig med første måling og pr. 31.12. lig med sidste måling i året.

År	Ant. målinger	Vandtransport (mill. m^3)
1982	11	8,5
1983	3	-
1984	11	9,6
1985	10	7,7
1986	10	8,6
1987	12	9,0

Tabel 4.1 Vandtransport i Klitmøller å 1982 - 87.

For Skadkær bæk er vandtransporten for 1982 vist i tabel 4.2.

År	Ant. målinger	Vandtransport (mill. m^3)
1982	6	1,8

Tabel 4.2 Vandtransport i Skadkær bæk 1982.

Til sammenligning er i tabel 4.3 vist de oppumpede vandmængder ved pumpestationen ved Vandetvej, beregnet på baggrund af strømforbrug (se bilag 4.2).

År	Oppumpet vandmængde (mio. m^3)
1982	1,8
1983	3,2
1984	2,4
1985	1,3
1986	1,3
1987	0,6
1988	2,0

Tabel 4.3 Oppumpede vandmængder fra pumpestationen ved Vandetvej. Opgjort fra sep. - sep.

Som det ses, svarer den målte transport i 1982 til den oppumpede vandmængde fra pumpestationen. Hvis både transporten og oppumpningen antages at være korrekt estimerede, betyder det, at Skadkær bæk ikke er vandførende opstrøms pumpestationen. Dette er ikke helt tilfældet, men der er ingen tvivl om, at langt den overvejende del af vandtransporten stammer fra oppumpningen. I betragtning af de relativt store usikkerheder på transportberegningerne samt på vurderingen af de oppumpede vandmængder antages det derfor, at vandtransporten i Skadkær bæk kan repræsenteres af de oppumpede vandmængder.

Der foreligger ikke målinger til vurdering af vandtransporten i Rind bæk, det andet overfladiske tilløb til søen. Det topografiske oplandsareal til vandløbet er 3,3 km^2, og på baggrund af afstrømningstal fra Årup å er vandtransporten i Rind bæk vurderet indirekte. Arealanvendelsen er mere præget af jordbrugsinteresser i oplandet til Årup å, mens grundvandsindvindingen er en del større i oplandet til Rind bæk. Dette taler for, at afstrømningen i Rind bæk i hvert fald ikke er større end i Årup å.

I tabel 4.3 er vist vandtransporten i Rind bæk, beregnet på grundlag af afstrømningen i Årup å. Middelafstrømningen i perioden 1927 - 1987 var 12,8 $l/s \cdot km^2$.

År	Afstr. Årup å $l/s \cdot km^2$	Vandtransport Rind bæk mio. m^3
1982	16,4	1,7
1983	17,2	1,8
1984	15,6	1,6
1985	14,6	1,5
1986	14,9	1,6
1987	14,3	1,5

Tabel 4.3 Vandtransport i Rind bæk, 1982 - 87.

4.2 NEDBØR OG FORDAMPNING

I Vestjylland, hvor der er et relativt stort overskud af nedbør i forhold til fordampning, kan bidraget til vandbalancen fra nettonedbøren (nedbør - fordamp-

ning) blive betragteligt. På baggrund af data fra Statens Planteavlsforsøg /2/,/3/ og Meteorologisk Institut /4/ om nedbør og fordampning i området er nettonedbørens bidrag til vandtilførslen til Vandet Sø vurderet og vist i tabel 4.4.

År	Nedbør mm	Fordampning mm	Netto-nedbør mm	Netto-tilførsel mill. m^3
1982	821	540	281	1,3
1983	967	477	490	2,4
1984	816	535	281	1,3
1985	721	502	219	1,1
1986	868	486	382	1,8
1987	858	405	453	2,2

Tabel 4.4 Nedbør, fordampning og nettonedbør ved Silstrup for perioden 1982 - 87 og bidrag til vandbalancen for Vandet Sø.

4.4 SAMMENFATNING

På baggrund af enkeltbidragene beskrevet i de foregående afsnit kan der opstilles en vandbalance for Vandet Sø. Vandbalancen er vist i tabel 4.5. Grundvandsbidraget er beregnet som forskellen mellem den fraførte vandmængde og summen af de øvrige tilførsler.

	Tilførsel				Fraførsel
	Skadkær	Rind	Nettonedb.	Grundvand	Klitmøller å
År	mio. m^3				
1982	1,8	1,7	1,3	3,7	8,5
1983	3,2	1,8	2,4	-	-
1984	2,4	1,6	1,3	4,3	9,6
1985	1,3	1,5	1,1	3,8	7,7
1986	1,3	1,6	1,8	3,9	8,6
1987	0,6	1,5	2,2	4,7	9,0

Tabel 4.5 Vandbalance for Vandet Sø 1982 - 87.

Som det fremgår af tabellen, må nettogrundvandsindsivningen tilskrives en årlig vandtilførsel til søen på ca. 4 mio. m^3, hvilket ligger i overkanten af det i afsnit 3.4 angivne interval for skønnet af grundvandsindsivningen. Imidlertid kan usikkerheden på transmissiviteterne i de vandførende lag sagtens forklare denne uoverensstemmelse. Endvidere er der som tidligere nævnt ikke taget hensyn til diffus overfladisk afstrømning til søen. Det betyder, at det beregnede grundvandsbidrag reelt er summen af diffus overfladisk afstrømning og grundvandsindsivning.

Som illustration af, at diffus overfladisk afstrømning kan udgøre en væsentlig del af vandtilstrømningen til søen kan følgende overslag betragtes:

Under forudsætning af, at diffus afstrømning sker fra arealer, der ligger mindre end 1 km fra søbredden, og at søen betragtes som cirkelformet, udgør arealet hvorfra denne afstrømning sker, ca. 10 km^2.

Idet det antages, at en vandmængde svarende til nettonedbøren afstrømmer diffust på overfladen, har den diffuse overfladiske afstrømning været ca. 3,5 mio. m^3/år i gennemsnit over perioden 1982-87.

Selv om antagelsen om 100% afstrømning af nettonedbøren er overestimeret, giver regnestykket alligevel et indtryk af, at en betragtelig del af det, der i tabel 4.5 er angivet som grundvandsbidrag, kan være diffus overfladisk afstrømning.

5. NÆRINGSSALTBALANCE

I dette kapitel er foretaget en opgørelse over de mængder kvælstof og fosfor, der tilføres og fraføres Vandet Sø.

Stofferne tilføres søen fra atmosfæren, vandløbene, diffus overfladisk afstrømning, spildevandsudledninger og grundvandsindsivninger og fraføres søen via Klitmøller å og grundvandsudsivninger.

Som i vandbalancen er der set bort fra diffus overfladisk afstrømning. Endvidere er der set bort fra luftformig kvælstofudveksling med atmosfæren.

5.1 STOFTRANSPORT I VANDLØB

For Klitmøller å foreligger samhørende målinger af vandføring og næringssaltkoncentrationer fra perioden 1982 -87, mens tilsvarende data for Skadkær bæk foreligger for 1982.

I tabel 5.1 er vist den beregnede næringssalttransport i Klitmøller å. Transporten er beregnet ved at multiplicere samhørende værdier af vandføring og stofkoncentration og foretage trapezintegration over hele året (se bilag 4.1).

År	Antal VF-målinger	Antal NP-målinger	N-transport t N	P-transport t P
1982	11	8	2,7	0,3
1983	3	3	-	-
1984	11	11	6,0	0,6
1985	10	11	7,1	0,4
1986	10	11	4,5	0,3
1987	12	12	6,2	0,3

Tabel 5.1 Næringssalttransport i Klitmøller å 1982-87.

Tilsvarende er stoftransporten i tilløbet, Skadkær bæk, vist i tabel 5.2. Her foreligger stofkoncentrationsmålinger fra 1982 og fra 1985 - 87, men desværre kun vandføringsmålinger fra 1982.

År	Antal VF-målinger	Antal NP-målinger	N-transport t N	P-transport t P
1982	6	17	6,3	0,1

Tabel 5.2 Næringssalttransport i Skadkær bæk, 1982.

Stoftransporten i Rind bæk kan ikke bestemmes på grundlag af målinger og må derfor estimeres ud fra erfaringstal. Ifølge NPO-redegørelsen /5/ er afstrømningen via vandløb på Klosterheden, der som afstrømningsområde betragtet kan sammenlignes med området omkring Rind bæk, ca. 1,5 kg N/ha/år og ca. 0,1 kg P/ha/år. Med et opland på 3,3 km^2 svarer denne afstrømning til en stoftransport på 0,5 t N/år og 0,03 t P/år i Rind Bæk.

5.2 NÆRINGSSALTTILFØRSEL FRA ATMOSFÆREN

Ifølge NPO-redegørelsen /5/ er den gennemsnitlige kvælstofdeposition fra atmosfæren for hele landet ca. 20 kg N/ha/år. Belastningen med fosfor er dårligt undersøgt, men målinger ved Tange antyder, at den årlige belastning er ca. 0,4 kg P/ha/år. Med udgangspunkt i disse belastningstal kan tilførslen fra atmosfæren til Vandet Sø opgøres til 9,6 t N/år og 0,2 t P/år.

5.3 STOFTRANSPORT VIA GRUNDVANDET

For at få en korrekt vurdering af grundvandsbevægelsernes indflydelse på næringssaltbalancen i Vandet Sø skal der fastlægges koncentrationsniveauer for kvælstof og fosfor i både ind- og udsivende grundvand. Det har ikke været muligt i denne undersøgelse. For det første fordi det ikke er sikkert, præcist hvor, og i hvor store mængder, grundvandet strømmer ind og ud, og for det andet fordi der er store usikkerheder på fastlæggelsen af koncentrationerne i grundvandet.

Problemet med de varierende koncentrationer gælder især kvælstof. Som illustration kan det nævnes, at kvælstofkoncentrationen i tre tætliggende boringer lige syd for Vandet Sø varierede med en faktor på op til 500.

Næringssaltindholdet i det indsivende grundvand i område I (se figur 3.3) er estimeret ud fra boringerne 76 og 77 ved den østlige del af søens sydlige bred. For område III nord for Vester Vandet er koncentrationerne estimeret ud fra boringerne 70, 71, 73 og 74. For område I er mediankoncentrationerne 10,2 µg N/l og 7,2 µg P/l, mens de er 4483 µg N/l og 3,0 µg P/l i område III. Næringssaltindholdet i grundvandet i område II er i mangel af data sat til gennemsnittet af medianværdierne for områderne I og III.

I tabel 5.3 er vist indholdet i boringerne samt medianværdierne.

Boringerne 72 og 77 ligger også i de områder, hvorfra grundvandsindsivningen formodes at ske, men de ligger begge i ca. 5 meters dybde, hvilket er langt over den dybde, hvorfra grundvandet formodes at sive ind i søen. For en del af de anvendte boringer er dybden ikke angivet, hvilket kan betyde en stor usikkerhed på de angivne koncentrationer.

Boring nr.	N-indhold µg N/l	P-indhold µg P/l
Område I:		
76	11,3	12,1
78	9,0	2,3
Medianværdi:	10,2	7,2
Område III:		
70	926	1,6
71	1513	6,1
73	7452	3,4
74	11516	2,5
Medianværdi:	4483	3,0

Tabel 5.3 Estimerede næringssaltkoncentrationer i indsivende grundvand.

Ved opgørelsen af grundvandstransporten af næringssalte er der yderligere det problem, at kun nettogrundvandsindsivningen er bestemt i vandbalancen. Af opgørelsen af grundvandsstrømmene i tabel 3.1 fremgår det imidlertid, at udsivningen er ubetydelig i forhold til de samlede strømme. I det følgende er udsivningen derfor negligeret, og bruttoindsivningen sættes lig gennemsnittet af nettoindsivningen fundet i tabel 4.5 (3,9 mio. m^3/år).

Indsivningen fra delområderne I - III er sat til de øvre grænser i tabel 3.1, idet summen af disse er 3,9 mio. m^3. Næringssalttransporten med grundvandet kan med disse forudsætninger opgøres som vist i tabel 5.4.

Om-råde	Vand-mængde mio. m^3/år	N-indhold µg N/l	N-transp. t N/år	P-indhold µg P/l	P-transp. t P/år
I	2,37	10,2	0,0	7,2	0,017
II	1,18	2247	2,7	5,1	0,006
III	0,32	4483	1,4	3,0	0,002
Total	3,87		4,1		0,025

Tabel 5.4 Estimeret næringssalttransport via grundvand.

Som det også var tilfældet med vandbalancen bidrager negligeringen af overfladisk afstrømning til usikkerheden på stofbalancen, idet N- og P-koncentrationerne i grundvandet er forskellig fra koncentrationerne i det diffust afstrømmende vand.

5.4 BELASTNING FRA SPILDEVAND

Af egentlige samlede spildevandsudledninger findes kun to i oplandet til Vandet Sø, nemlig anlæggene i Vr. Vandet og Ør. Vandet.

Anlægget i Vr. Vandet er et nedsivningsanlæg med kapacitet til 50 personækvivalenter (PE) og er i øjeblikket belastet med ca. 40 PE. Da anlægget er placeret i det område, hvor grundvandet bevæger sig væk fra Vandet Sø, er det tvivlsomt, om spildevandsudledningen overhovedet belaster søen.

Anlægget i Ør. Vandet er en trix-tank med kapacitet til 100 PE og er i øjeblikket belastet af skolen i Ør. Vandet samt nogle få huse, ialt ca. 30 PE. Fra Ør. Vandet ledes spildevandet til Skadkær Bæk, hvorfra det føres til Vandet Sø. Bidraget er derfor allerede medregnet under stoftransporten i Skadkær Bæk.

Næringssaltudledningen med husholdningsspildevand udgør ca. 4,4 kg N/PE/år og ca. 1,5 kg P/PE/år, svarende til ca. 0,3 t N/år og 0,1 t P/år fra de to anlæg tilsammen.

Spildevandet fra den øvrige bebyggelse i området må formodes at blive udledt til septictanke eller sandfiltre. I den udstrækning dette spildevand løber ud i Vandet Sø, sker det via nedsivning til grundvandet, og bidraget er derfor i princippet inkluderet i grundvandsbelastningen af søen.

5.5 SAMMENFATNING

Der kan kun opstilles en massebalance for næringssalte for 1982, idet data fra de øvrige år er utilstrækkelige. For 1982 er balancen vist i tabel 5.5.

Kilde	N-transport t/år	P-transport t/år
Tilførsel:		
Skadkær bæk	6,3	0,1
Rind bæk	0,5	0,03
Atmosfæren	9,6	0,2
Grundvand	4,1	0,025
Fraførsel:		
Klitmøller å	2,7	0,3
Netto-tilførsel	17,8	0,055

Tabel 5.5 Næringssaltbalance for Vandet Sø, 1982.

En nettotilførsel på 17,8 t N/år og 0,055 t P/år svarer til en årlig forøgelse af koncentrationerne i søvandet på henholdsvis 400 µg N/l og 1 µg P/l, hvis al tilført næringsstof antages at befinde sig i vandfasen.

Imidlertid vil der ske en denitrifikation og en fosforimmobilisering i sedimentet.

Omregnet svarer kvælstoftabet til en denitrifikation på 3,5 g N/m^2/år, hvilket er lavt i forhold til eutrofe danske søer /13/, /14/, /15/, men en nitratfjernelse, der er på linie med, hvad der er målt i den oligotrofe Hampen Sø /16/.

For fosfors vedkommende udgør tilbageholdelsen ca. 20% af belastningen, hvilket er lidt lavere end hvad de gængse P-retentionsmodeller angiver /12/.

Tages usikkerheden på bestemmelsen af belastning og vandbalance med i betragtningerne, synes der at være

god overensstemmelse mellem de estimerede N- og P-tilbageholdelser, og hvad der kan forventes at findes i en næringsfattig sø.

6. SØENS TILSTANDSUDVIKLING 1982 - 88

I det følgende er redegjort for udviklingen i de vandkemiske parametre samt plankton- og vegetationsforholdene i perioden fra 1982 til 1988. Vurderingen bygger på målinger i Vandet Sø samt afløbet, Klitmøller å. Fra begyndelsen af 1983 og frem til midten af 1985 er der dog ikke foretaget målinger i søen. Endvidere blev målingerne af uorganiske næringssalte i afløbet - bortset fra to målinger i 1984 - først påbegyndt i 1985. I de øvrige år er der foretaget ca. 10 årlige vandkemiske målinger - en overflade- og en bundprøve ved hver prøvetagning i søen. En enkelt gang i 1986 og ved flere prøvetagninger i 1987 blev der imidlertid ikke taget separat overflade- og bundprøve til analyse for næringssalte i søen, men i stedet en blandingsprøve af overflade- og bundvand.

6.1 STATISTISK DATABEHANDLING

Ved den statistiske behandling er data delt i to grupper: En gruppe omfattende sommerværdier (1. maj-30. september) og en gruppe omfattende vinterværdier (1. oktober - 30. april). Årsagen hertil er, at de fleste vandkemiske parametre udviser en markant årstidsvariation, der kan maskere eventuelle udviklingstendenser fra år til år, hvis der ikke tages hensyn hertil ved de statistiske tests.

For nogle af nøgleparametrene (total-N, total-P, klorofyl-a og sigtdybden) er der udført variansanalysetests til undersøgelse af, om middelværdierne kan antages at være ens igennem perioden. Hvor intet andet er nævnt, er alle tests udført på 5% signifikansniveau.

På grund af den begrænsede datamængde omfatter den statistiske behandling kun overfladeværdier, og de omtalte blandingsprøver er derfor svære at inddrage i behandlingen. For at afhjælpe dette problem er der for total-N og total-P konstrueret overflade- og bundværdier ud fra blandingsprøverne efter følgende retningslinier: I de måneder, hvor der blev taget blandingsprøver, blev det gennemsnitlige forhold

mellem bund- og overfladeværdier beregnet, og de konstruerede værdier blev fastsat, så de opfyldte dette krav. Overfladeværdier for total-N og total-P blev sat til henholdsvis 88% og 94% af blandingsprøvens værdi, og bundværdier tilsvarende til henholdsvis 112% og 106%. Denne konstruktion er kun rimelig, fordi søen ikke er lagdelt.

Endvidere er to målinger, som er foretaget i vintrene 1981/82 og 1984/85, hvor der ellers ikke blev foretaget målinger, i variansanalyserne medregnet under vintrene 1982/83 og 1985/86 for på denne måde at udnytte så mange af de indsamlede data som muligt. Derimod er de medtaget under de faktiske måleperioder i beregningsskemaerne i bilag 6.2 - 6.4.

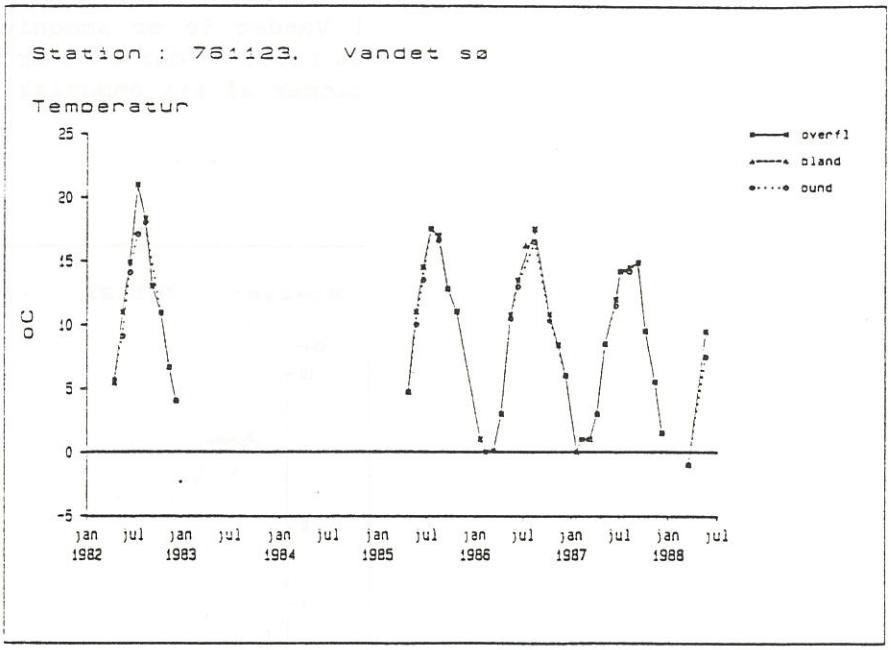
For en del parametre er også målinger i afløbet fra Vandet Sø, Klitmøller å, inddraget i vurderingen af tilstanden, idet søen kan regnes for godt opblandet, således at målinger fra åen også kan antages at repræsentere tilstanden i søen.

6.2 TEMPERATUR, ILT OG pH

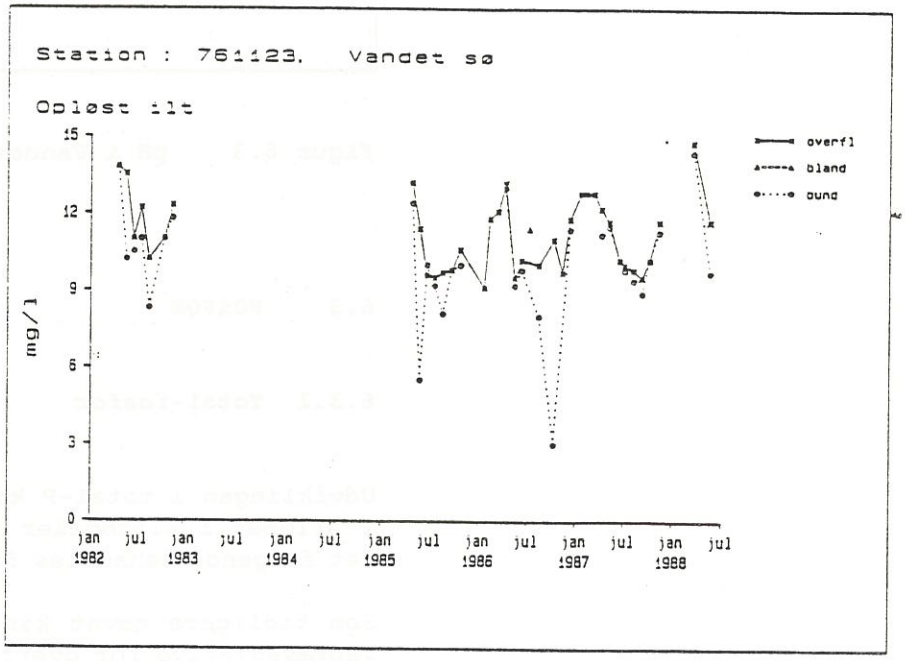
På trods af de store dybder, der forekommer i Vandet Sø, er søen næsten aldrig lagdelt. Som det fremgår af figur 6.1, er forskellen på overflade- og bundtemperatur i sommerperioden højest et par grader Celsius, men det er ikke hvert år, der overhovedet kan registreres nogen forskel. I maj og juli 1982 er der tendens til korte stagnationsperioder. Endvidere er der stagnerende vand, når søen er isdækket. Dette fremgår ikke af målingerne, da der i vinterperioden typisk kun er taget prøver i overfladen. Grunden til det manglende temperaturspringlag er sandsynligvis søens beliggenhed tæt ved Jyllands vestkyst, hvor den stærke vindpåvirkning konstant sørger for god omrøring af vandmassen, således at springlagsdannelsen sjældent får tid til at forløbe til ende.

Generelt er der ikke den samme overensstemmelse mellem overflade- og bundværdier, når det gælder iltindholdet (se figur 6.2). Om sommeren eller i efteråret er der i enkelte af de undersøgte år registreret væsentligt lavere iltindhold ved bunden end ved overfladen. Dog er der kun én gang målt mindre end 4 mg O_2/l, (3,0 mg O_2/l i 1986), hvilket regnes for den kritiske grænse for mange fisk. Kun yderligere én måling (i 1985) er under 8 mg O_2/l, så alt i alt må iltforholdene i Vandet Sø betegnes som gode. Også i overfladen forekommer de laveste iltkoncentrationer om sommeren eller i efteråret, men ganske som ventet er her ingen kritisk lave målinger. De laveste ligger på ca. 9 mg O_2/l. Der er ingen tegn på ændring af det generelle

niveau af iltkoncentrationen i perioden 1982 - 87. I ingen af de to situationer med de laveste iltindhold var søen lagdelt.

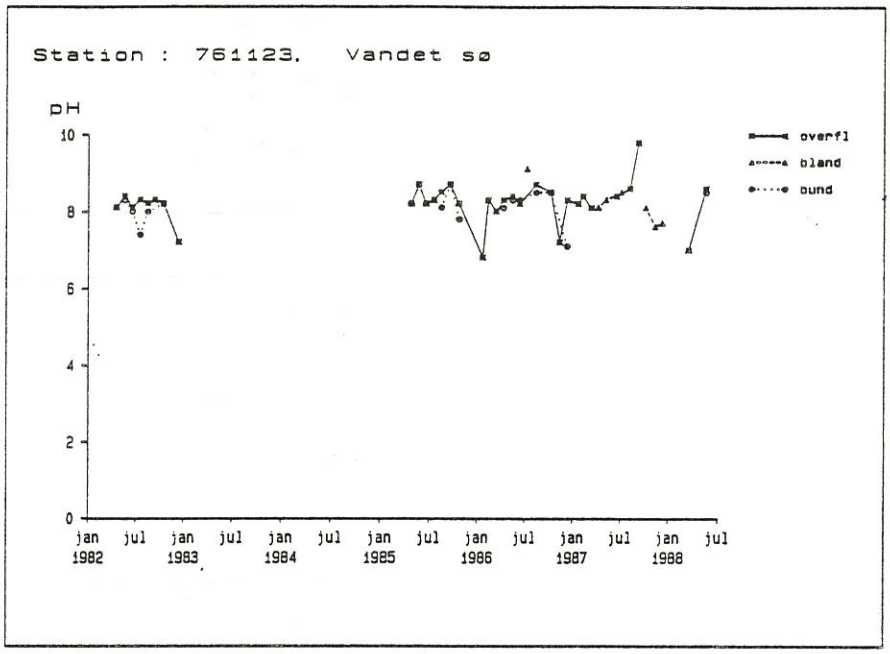


Figur 6.1 Temperatur i Vandet Sø 1982 - 87.



Figur 6.2 Iltindhold i Vandet Sø 1982 - 87.

Med hensyn til pH er der ingen årstidsvariation og heller ingen udvikling i perioden 1982 - 87. pH ligger næsten konstant på ca. 8 med en meget lille variation til begge sider (se figur 6.3). Den lavest målte værdi er 6,8, mens der to gange er målt pH større end 9. Ved så høje pH findes en stor del af ammonium- + ammoniak-N som fri ammoniak, der er en stærk gift. I Vandet Sø er ammonium + ammoniak-N indholdet dog så lavt, at der ikke er forekommet toksiske koncentrationer af fri ammoniak ved nogen af pH-målingerne.



Figur 6.3 pH i Vandet Sø 1982 - 87.

6.3 FOSFOR

6.3.1 Total-fosfor

Udviklingen i total-P koncentrationen i Vandet Sø og i afløbet i Klitmøller å er vist i bilag 6.1-6.3. I det følgende behandles fortrinsvis overfladeværdierne.

Som tidligere nævnt kan afløbets værdier regnes for repræsentative for overfladeværdierne i søen på grund af det manglende springlag.

Generelt er overflade- og bundværdier i søen nogenlunde ens, bortset fra enkelte sensommerperioder, hvor bundværdierne har været højere end overfladeværdierne.

På begge stationer ses på figurerne tydeligt et jævnt og konstant fald i niveauet for overfladeværdierne fra 1982 til 1987, selv om dette fald overlejres af en kraftig årstidsvariation. Resultatet af variansanalyserne er vist i bilag 6.5, og det fremgår heraf, at det umiddelbare visuelle indtryk statistisk kan bekræftes for stationen i Vandet Sø, idet koncentrationen af total-P i overfladen ikke kan antages at være ens fra år til år. Ud fra kurveforløbene (bilag 6.2 og 6.3) synes der at være en sammenhæng mellem fosforindhold og årstal, både for sommer- og vinterværdier. I 1982 var sommermedianen for total-P i søen 50 µg P/l, mens den i 1987 var faldet til 19 µg P/l. For vintermedianen er der tale om et fald fra 32 til 19 µg P/l. Også maximumsværdierne er faldet gennem perioden.

For stationen i afløbet fra Vandet Sø kan der ikke påvises nogen forskel mellem sommerværdierne af total-P over perioden. Der har ikke været nogen entydig forskel mellem sommermedianerne, som har svinget mellem 44 µg P/l i 1986 og 94 µg P/l i 1984. Dog har der været en tendens til, at maximumsværdierne er blevet mindre. I modsætning til sommerværdierne er der en signifikant forskel mellem vinterværdierne fra 1982 til 1988. Medianen var nogenlunde konstant 40 µg P/l fra 1982/83 til 1985/86, mens den herefter er faldet til 27 µg P/l i 1987/88.

Betragtes resultaterne fra Vandet Sø og afløbet under et, er der antydninger af, at total-P koncentrationen er faldet i søen over perioden.

Dette fald kan skyldes en reduktion i fosforbelastningen af søen, f.eks. fra tidligere nu nedlagte ulovlige direkte eller indirekte udledninger til søen. Det er dog ret store reduktioner i udledningen, der skal til for at forklare den store nedgang: En koncentrationsreduktion på f.eks 10 µg P/l i en fuldt opblandet sø med et volumen på 45 mill. m^3 svarer til en reduktion i fosforindholdet i vandet på ca. 450 kg P, eller den samme mængde, som årligt udledes af ca. 300 personer.

6.3.2 Ortho-fosfat

Udviklingen i koncentrationen af orthofosfat i Vandet Sø og i afløbet er vist i bilag 6.1 - 6.3. I det følgende behandles fortrinsvis overfladeværdierne. Kun i sommerperioden i 1982 var bundværdierne højere end overfladeværdierne.

På stationen i søen er der ikke et tydeligt fald i orthofosfat-koncentrationen, som der er for total-P. Koncentrationen er svingende med de laveste værdier i 1986. orthofosfat-koncentrationen i afløbet synes visuelt vurderet at være faldende over perioden. Sommermedianværdien samt maksimalværdierne er da også faldet fra 1985 til 1987, men dette er imidlertid ikke tilfældet for vinterværdierne. I betragtning af, at der kun er målt over 3 år, kan den tilsyneladende faldende tendens ikke skelnes fra naturlige variationer.

I søen er vinterværdierne højest, mens det modsatte er tilfældet i afløbet. Generelt er der ingen god overensstemmelse mellem værdierne i afløbet og i søen. Koncentrationen af orthofosfat er tilsyneladende højest i afløbet.

I afløbet er sommermedianen faldet fra 25 µg P/l i 1985 til 19 µg P/l i 1987, mens vintermedianen har varieret mellem 5 og 19 µg P/l. I søen har sommermedianen varieret mellem 7 og 11 µg P/l, mens vintermedianen har varieret mellem 6 og 14 µg P/l.

6.4 KVÆLSTOF

6.4.1 Total-kvælstof

I bilag 6.1 - 6.3 er vist udviklingen i total-N koncentrationen i Vandet Sø og afløbet, Klitmøller å, for perioden 1982 - 1988. I det følgende er fortrinsvis overfladeværdierne behandlet.

Vurderet ud fra figurerne er der på begge stationer sket en stigning i niveauet af total-N siden 1982. Igen slører den kraftige årstidsvariation billedet en smule, men den modsatte tendens af udviklingen for total-P gør sig gældende: Både de årlige minimums- og maximumsværdier er stigende. En enkelt gang i 1985 er der registreret en dobbelt så høj total-N koncentration i Klitmøller å som på noget andet tidspunkt.

Generelt gælder for stationen i søen, at variationen i koncentrationen i bundvandet følger variationen i overfladevandet, bortset fra 1986, hvor total-N i bundvandet var en del højere end i overfladen. I de øvrige år har der kun været ringe forskel på overflade- og bundværdier.

Variansanalyser har vist, at koncentrationen af total-N i overfladen i sommerperioden har ændret sig i løbet af perioden, mens det ikke er tilfældet for vinterværdierne. Sommerværdierne steg fra 340 µg N/l i 1982 til 690 µg N/l i 1985, hvor den højeste median forekom. Herefter er sommermedianen aftaget til 475 µg N/l i 1987.

For vinterværdiernes vedkommende forekom den laveste median i søen også i begyndelsen af perioden, nemlig i 1982/83, hvor medianen var 300 ug N/l. Fra 1985/86 til 1987/88 var medianen nogenlunde konstant ca. 600 µg N/l. Den tilsyneladende store stigning fra 1982/83 til slutningen af perioden er som før nævnt ikke statistisk signifikant.

I Klitmøller å ses nogenlunde samme tendens. Sommermedianen i 1982 på 340 µg N/l var den laveste, mens den i 1984 var steget til 800 µg N/l. I 1985 og 1986 faldt sommermedianen, mens den i 1987 igen steg til 730 µg N/l. Vintermedianerne ligger på nogenlunde ens niveau omkring 580 µg N/l, undtagen medianen for 1987/88, som er 850 µg N/l. Selv om den ikke er statistisk signifikant, er der således tegn på en stigning i vinterkoncentrationen af total-N i løbet af det sidste par år.

Denne tendens bestyrkes af, at også minimums- og maximumsværdierne ser ud til at være steget i perioden.

6.4.2 Nitrit- + nitrat-kvælstof

Årstidsvariationen og den tidsmæssige udvikling er vist i bilag 6.1-6.3. I det følgende behandles fortrinsvis overfladeværdier.

Årstidsvariationen viser, at de højeste værdier af nitrit + nitrat forekommer i vinterperioden. Dette skyldes, at en del af nitrit + nitrat i sommerperioden er bundet i partikulært materiale (f.eks. phytoplankton) og derved bliver filtreret fra før analysen.

Generelt synes der at være sket en stigning i indholdet af nitrit + nitrat fra periodens start i både Vandet Sø og dens afløb, Klitmøller å. Der er en god overensstemmelse mellem målingerne på de to stationer.

Forskellen mellem overflade- og bundværdier i søen er mindre end for total-N. I både søen og afløbet er maximumsværdierne steget fra år til år, undtagen i afløbet i 1987. I 1982 blev der i Vandet Sø ikke målt over 100 µg N/l, mens der for 1988 ikke foreligger målinger under 400 µg N/l. Der er dog kun målt til og med 17.5.88.

I 1982 var sommermedianen på stationen i søen 15 µg N/l, mens den i 1986 var steget til 160 µg N/l. I 1987 faldt niveauet tilsyneladende igen til 41 µg N/l, men to af de fem sommerværdier er blandingsprøver. Imidlertid er der som nævnt ikke stor forskel på overflade- og bundværdier, så det lave niveau synes reelt nok, uden dog at kunne rokke ved det generelt stigende niveau, som synes at fortsætte i 1988. Vintermedianen var i Vandet Sø i 1982/83 21 µg N/l, hvorefter den er steget til 240 µg N/l i 1987/88.

I afløbet, Klitmøller å, ses den samme tendens til generel stigning i sommermedianen bortset fra 1987. Der er dog kun målinger fra tre år, hvorfor tendensen er mere usikker. For vinterværdiernes vedkommende er der en tydelig tendens til stigning, også i maximumsværdierne.

6.4.3 Ammonium- + ammoniak-kvælstof

Årstidsvariationen og den tidsmæssige udvikling af ammonium + ammoniak er vist i bilag 6.1-6.3. I det følgende behandles fortrinsvis overfladeværdierne.

Indholdet af ammonium + ammoniak er mere svingende i løbet af året end de andre kvælstoffraktioner, og der er ofte stor forskel på overflade- og bundværdier i søen. I andre søer ses høje værdier af ammonium + ammoniak i forbindelse med lavt iltindhold om sommeren, idet den mineraliserede ammonium + ammoniak så ikke kan oxideres til nitrat. Imidlertid er dette ikke en sandsynlig forklaring i Vandet Sø, da iltforholdene her er gode. Datamaterialet giver ingen muligheder for forklaring af de periodevise høje koncentrationer af ammonium + ammoniak.

I søen ser overfladeværdierne ud til at være steget fra 1982, hvor sommermedianen var 6 µg N/l, til 1985, hvor medianen var 19 µg N/l. Herefter er niveauet faldet til 13 µg N/l i 1987. Dette mønster følges af udviklingen i maximumsværdierne.

Også i afløbet var sommermedianen i 1985 den højeste, (43 µg N/l), men udviklingen her er ikke lige så

entydig. Dog er maximumsværdierne faldet konstant i de sidste tre år, også for vinterværdierne. For vinterværdierne er der sket et fald i medianen fra 100 µg N/l i 1985/86 til 33 µg N/l i 1987/88.

Overensstemmelsen mellem de to stationer er dårlig. Generelt har Klitmøller Å de højeste værdier.

6.5 N/P-FORHOLDET

Årstidsvariationen og den tidsmæssige udvikling af N/P-forholdet i Vandet Sø samt i Klitmøller å er vist i bilag 6.1 - 6.3. I det følgende behandles kun overfladeværdierne.

N/P-forholdet er beregnet som forholdet mellem de uorganiske næringssaltkoncentrationer ((nitrit + nitrat + ammonium + ammoniak)/orthofosfat). Forholdet angiver, hvilket af de to næringssalte, der kan være potentielt begrænsende for væksthastigheden af phytoplankton under normale omstændigheder. Forudsat at algerne ikke "luksusoptager" fosfor, opbygges kvælstof og fosfor i algernes celler i vægtforholdet N:P = 7:1. Det betyder, at hvis N/P-forholdet er mindre end 7, vil kvælstof være i relativt underskud i forhold til fosfor. Hvis N/P-forholdet er større end 7, er fosfor i underskud.

For at enten kvælstof eller fosfor kan være begrænsende for væksthastigheden er det dog også nødvendigt, at den absolutte koncentration af det pågældende næringssalt er lav. Selv opfyldelsen af denne betingelse er imidlertid ikke tilstrækkelig til med sikkerhed at kunne fastslå, at det pågældende næringssalt er begrænsende. Omsætningshastigheden kan være så hurtig, at algerne kan få tilstrækkelig næring selv ved meget lave koncentrationer. Man må derfor nøjes med at konstatere, at et bestemt næringssalt kan være <u>potentielt</u> begrænsende. Hvorvidt det rent faktisk er begrænsende, kan kun konkrete bioassay-forsøg afgøre.

De absolutte uorganiske koncentrationer i Vandet Sø er for begge stoffer så lave, at de hver for sig udemærket kunne være begrænsende.

Af figurerne ses en kraftig årstidsvariation i N/P-forholdet. I sommerperioden er N/P-forholdet lavt, mens det om vinteren er betydeligt højere. Dette er et mønster, der generelt ses i de danske vandområder. De høje værdier i vinterperioden skyldes den relativt kvælstofrige arealafstrømning, som fortrinsvis finder sted i denne periode. De lave værdier i sommerperioden skyldes, at kvælstof på dette tidspunkt denitrificeres

samt at det optages og indbygges i planter og phytoplankton. Tilstrømningen af fosfor er mere jævnt fordelt over året. Den interessante periode er sommerperioden, fordi næsten hele årets primærproduktion finder sted her.

I sommerperioden har median N/P-forholdet på stationen i Vandet Sø udviklet sig fra lave værdier i 1982, N/P = 3,1. henimod en værdi på omkring 7 og derover. Hvor N/P-forholdet ikke ved nogen måling var over 7 i sommeren 1982, er der i perioden 1985-1987 en klar tendens til, at N/P-forholdet er over 7 i forsommeren og under eller omkring 7 i eftersommeren.

Udviklingen i N/P-forholdet er sammenfaldende med og delvis forårsaget af det stigende kvælstofindhold og det faldende fosforindhold over perioden.

Regressionen af klorofyl-a med henholdsvis total-N og -P understøtter denne tolkning, idet der er stigende, men ikke signifikant sammenhæng mellem sommer klorofyl-a og total fosfor, hvorimod der ikke er nogen fornuftig sammenhæng mellem klorofyl-a og total-N. Et skift i begrænsende stof i løbet af sommeren kunne forklare de tilsyneladende manglende sammenhænge mellem klorofyl og næringsstof.

På stationen i Klitmøller å varierer N/P-forholdet i sommerperioden mellem 2,9 og 4,2 over den målte periode 1985-87, hvilket er lavere end i søen. Dette er imidlertid en naturlig konsekvens af, at fosfatindholdet i åen er højere om sommeren end i søen. I vinterperioden varierer N/P-forholdet mellem 7,7 og 32,2.

På baggrund af N/P-forholdene danner der sig et billede af, at søen i 1982 var kvælstofbegrænset. Fra 1985 og til i dag syntes dette billede at være ændret til, at algerne i forsommeren er P-begrænset, hvorimod de nok snarere er N-begrænset i efterårsperioden.

6.6 KLOROFYL-A

I bilag 6.1 - 6.3 er vist udviklingen i klorofyl-a i Vandet Sø. Der er ikke målt klorofyl-a i Klitmøller å. I det følgende behandles kun overfladeværdierne.

Koncentrationen af klorofyl-a varierer meget i løbet af året. Om vinteren og i foråret er koncentrationen af klorofyl-a lav. I løbet af kort tid vokser klorofyl-a koncentrationen imidlertid om sommeren til høje koncentrationer, hvorefter den i løbet af efteråret eller den tidlige vinter aftager igen, når pri-

mærproduktionen falder. For 1986 ses dog et atypisk forløb, idet koncentrationen af klorofyl-a er lav igennem hele sommeren og først stiger i oktober måned. Det normale forårsmaximum, som ses i de fleste søer, ser ud til at mangle i Vandet Sø.

Der er ikke fundet nogen statistisk signifikant forskel på indholdet af klorofyl-a i de forskellige sommer- og vinterperioder.

Sommermedianen af klorofyl-a varierer mellem 4 og 11 µg/l, mens vintermedianen varierer mellem 5 og 15 µg/l. De næsten ens niveauer for sommer- og vinterværdier må tages som et udtryk for enten, at årstidsvariationen ikke følger den foretagne opdeling i sommer- og vinterperioder, eller at der reelt ikke er nogen årstidsafhængighed for klorofyl-a.

Lave værdier i forsommeren kombineret med relativt høje værdier i det sene efterår slører således billedet. Dominans af forskellige algesamfund på forskellige årstider kan også sløre billeder. Drivende faktorer til disse skift i plantesamfund er formodentlig varierende tilgængelighed af næringsstoffer på grund af varierende opblanding samt det forhold, at zooplankton til tider evner at græsse phytoplankton ned på et lavt niveau.

6.7 SIGTDYBDE

I bilag 6.1 - 6.3 er vist årstidsvariationen og den tidsmæssige udvikling i sigtdybden i søen.

Umiddelbart kunne det se ud til, at sigtdybden er steget lidt i perioden fra 1982 til 1988. Både for sommer- og vinterværdierne er sigtdybden i starten af perioden den laveste. De relativt store årstidsvariationer, som ses for klorofyl-a, genfindes ikke i sigtdybden, bortset fra 1987. Her faldt sigtdybden kraftigt, samtidig med, at koncentrationen af klorofyl-a steg, og da klorofyl-a senere på året faldt, steg sigtdybden kraftigt igen. Ofte er der i dybe søer med god lysgennemtrængning omvendt proportionalitet mellem sigtdybde og klorofyl-a indholdet.

Medianen for sommersigtdybden varierer mellem 3,2 m i 1982 og 3,8 m i 1986. Vintersigtdybden varierer mellem 3,4 m i 1982/83 og 4,9 m i 1987/88.

Det umiddelbare indtryk af en stigende sigtdybde kan imidlertid ikke bekræftes ved en variansanalyse på 5% signifikansniveau. Dog er vintersigtdybdernemen ikke sommersigtdybderne - forskellige på et 10%

signifikansniveau, hvilket kan tages som et tegn på, at vintersigtdybden meget vel kan være steget siden 1982/83.

6.8 PRIMÆRPRODUKTION

For primærproduktionen foreligger kun meget få data. Der er foretaget ni målinger af produktionen pr. kvadratmeter pr. døgn i søen i 1982 og fem i 1985. Den maksimale primærproduktion pr. kubikmeter pr. time blev målt samtidig - dog kun to gange i 1985. Målingerne fordeler sig på to sommerperioder og tre vinterperioder. Resultaterne er vist i bilag 6.1-6.3.

På grundlag af så få målinger kan den tidsmæssige udvikling over perioden fra 1982 til 1988 ikke vurderes.

På trods af det lave antal målinger tegner der sig alligevel et billede af, hvorledes primærproduktionen varierer over året. Om vinteren og om foråret er den arealspecifikke primærproduktion lav, i overensstemmelse med de dårlige lysforhold på dette tidspunkt af året. Niveauet lå i 1982 på 236 mg C/m^2/døgn og i 1985 på 12 mg C/m^2/døgn. I løbet af sommeren stiger niveauet til 1064 mg C/m^2/døgn i 1982 og 2199 mg C/m^2/døgn i 1985. Hen på efteråret aftager produktionen igen i takt med knapheden på lys og næringssalte.

I vinteren og om foråret, hvor lysindstrålingen endnu er ringe, er den maksimale primærproduktion tilsvarende lav (ca. 10 mg C/m^3/t). Derefter stiger produktionen kraftigt i løbet af sommeren. Overraskende er det dog, at den maksimale produktion fortsætter med at stige helt til december måned, hvor lysindstrålingen er faldet igen efter sommerens maximum. Dette kan ikke forklares ud fra de foreliggende data. På dette tidspunkt er den maksimale primærproduktion 56 mg C/m^3/t.

6.9 SAMMENFATNING

Vandet Sø er uden egentlig lagdeling på noget tidspunkt af året på grund af den vindeksponerede beliggenhed. Dette er en medvirkende årsag til, at iltforholdene i søen er gode. Kun to gange er der målt iltindhold mindre end 8 mg O_2/l.

Koncentrationerne af næringssaltene kvælstof og fosfor er meget lave sammenlignet med hovedparten af de danske søer. Totalkoncentrationen af fosfor varierer mellem 10 og 200 µg P/l (kun fire værdier over 100 µg P/l) med en faldende tendens i perioden fra 1982 til 1988. Totalkoncentrationen af kvælstof varierer mellem 150 og 1500 µg N/l (en enkelt gang er der dog målt 2500 µg N/l i afløbet) med en stigende tendens. Som følge af den manglende lagdeling er der ingen udtalt forskel mellem overflade- og bundværdier.

Koncentrationerne af uorganisk bundne næringssalte, som umiddelbart kan optages af planter og plankton, er ligeledes lave. For uorganisk fosfor, ortofosfat, varierer koncentrationen mellem 0 og 40 µg P/l (en enkelt måling på 60 µg P/l i afløbet). Uorganisk kvælstof, som er summen af nitrit- + nitrat-N og ammonium- + ammoniak-N, varierer mellem 0 og 700 µg N/l.

Disse lave koncentrationer af næringssalte giver anledning til lave værdier af klorofyl-a. Indholdet varierer mellem 1 og 30 µg/l. Som en konsekvens heraf er lysforholdene i søen gode, og der er målt sigtdybder på mellem 2 og 7 meter med typiske værdier på ca. 4 meter.

For at belyse udviklingen i perioden 1982 - 88 er der foretaget variansanalysetests, med det formål at undersøge om niveuaerne årene imellem kan antages at være ens eller forskellige. Resultaterne af disse analyser er vist i tabel 6.1 og 6.2. I tabellerne er angivet, om de forskellige parametre varierer signifikant fra år til år eller ej. Sommerværdier repræsenterer perioden fra 1.5. til 30.9. og vinterværdier den øvrige del af året.

	Total-N	Total-P	Sigtdybde	Klorofyl-a
Sommer	Sign.	Sign.	Ikke sign.	Ikke sign.
Vinter	Ikke sign.	Sign.	Ikke sign.	Ikke sign.

Tabel 6.1 Resultater af variansanalyser for station 761123 i Vandet Sø. Signifikansniveau 5%.

	Total-N	Total-P
Sommer	Sign.	Ikke sign.
Vinter	Ikke sign.	Sign.

Tabel 6.2 Resultater af variansanalyser for station 760006 i Klitmøller å. Signifikansniveau 5%.

Varianslysen viser, at både vinter- og sommerfosforkoncentrationen er forskellig årene imellem for stationen i søen. En tilsvarende forskel i afløbets fosforkoncentration kan kun påvises i vinterperioden.

Udviklingen bedømt ud fra kurveforløbet tyder på, at fosforkoncentrationen er faldet over perioden.

Endvidere ses det, at kvælstofkoncentrationen er forskellig i sommerperioden på begge stationer.

Ud fra kurveforløbet synes kvælstofindholdet at være stigende over perioden om sommeren.

Hverken sigtdybden eller koncentrationen af klorofyl-a har ændret sig signifikant i perioden.

Sammenholdt med udviklingen i de absolutte næringssaltkoncentrationer giver variansanalyserne og kurveforløbet en indikation af, at søen kan være skiftet eller er på vej til at skifte fra at være potentielt kvælstofbegrænset om sommeren til nu at være potentielt fosforbegrænset.

7. PLANKTON

7.1. PHYTOPLANKTON

Biomasse, artssammensætning og succession af de kvantitativt vigtige phytoplanktonarter i Vandet Sø beskrives i det følgende dels ud fra en sammenligning af planktonundersøgelser fra to meteorologisk meget forskellige år: 1982 og 1987 (/1/ og nærværende rapport), dels ud fra en sammenligning af nogle hovedtal fra 1987-undersøgelsen med tilsvarende tal fra planktonundersøgelser i andre søer med forskellig eutrofigrad, omrøringstype og dybde.

7.1.2 Phytoplankton biomasse (figur 7.1-7.2 og tabel 7.1-7.2)

1982: Den gennemsnitlige phytoplankton biomasse (april-oktober) er 5 mm^3/l. Minimum i februar 1 mm^3/l og maximum maj-juni 7-8 mm^3/l. I juli-august optræder et minimum med 1-2 mm^3/l i forbindelse med en kortvarig springlagsdannelse. Derefter sker der fornyet vækst med et sent maximum i december: 7 mm^3/l.

Kiselalger dominerer og udgør gsn. 79% af phytoplankton biomassen (april-oktober). Deres betydning er mindst under sommerminimum i juni-august (36-39%). I maj udgør de 68% af phytoplankton maximum, resten af året 88-96%.

Gulalger og furealger er de næstvigtigste grupper (hhv. 7% og 6% af gsn. biomasse april-oktober). Gulalger har maximum i maj og furealger i juli.

1987: Den gennemsnitlige phytoplankton biomasse (april-oktober) er 3.9 mm^3/l. Minimum i februar 0.1 mm^3/l og maximum i september 11 mm^3/l. Biomassen er meget lav til og med maj, 0.1 - 0.9 mm^3/l og igen i november-december, 0.2 - 0.4 mm^3/l.

De vigtigste grupper er blågrønalger og gulalger. Dernæst følger kiselalger.
Blågrønalger udgør 82% af september maximum.
I det følgende gennemgås phytoplanktonudviklingen

fra årstid til årstid (figur 7.3 - 7.4 og tabel 7.1-2).

Februar-marts:

Både i 1982 og 1987 er biomassen lav.

1982: I 1982 dominerer store kiselalger, der tåler dybdenedblanding og dårlige lysforhold.

1987: I 1987 dominerer små flagellater, der kan holde sig svævende i stagnerende vand under is (stilkalger, gulalger, volvocale grønalger) samt trådformede blågrønalger, der ligeledes kan holde sig svævende, selvom vandmassen er stillestående.

Disse to samfund fra henholdsvis 1982 og 1987 repræsenterer hver sine lys- og cirkulationsforhold. Kiselalgerne en mild vinter med dybdecirkulation i søen og nedblanding i mørke, flagellaterne og blågrønalgerne en streng vinter med lang tids isdækning og stagnerende vand under isen.

April-juni

1982: Der optræder kiselalgemaximum i perioden april-juni: 4.2 - 7.4 mm^3/l. Store arter, der tåler de svingende lysforhold som følger med dybdenedblanding, dominerer. I maj stagnerer vandmassen, og der opbygges et midlertidigt temperaturspringlag. På denne tid af året og ved de lave næringssaltkoncentrationer fremmer det gulalger, der når maximum på 2.1 mm^3/l. I juli opblandes vandmassen atter, og kiselalger dominerer med 87%. De udgør årets biomasse maximum. Samtidig falder orthofosfatfosfor til < 10 µg/l.

1987: I 1987 er forårskiselalgerne betydeligt svagere udviklet end i 1982. De findes i små mængder i perioden april-juni: 0.2 - 0.4 mm^3/l. Gulalgemaximum er forsinket ca. 1 måned i forhold til 1982, til juni og er lidt mindre end i 1982: 1.4 mm^3/l.

Den sandsynligste årsag til, at kiselalgerne er svagt udviklet og gulalgerne forsinket i deres forekomst i 1987, er den strenge vinter med isdækning til slutningen af april og temperaturer flere grader under normalen i maj-juni (bortset fra en kort periode i begyndelsen af maj).

Juli-august

1982: I juli 1982 findes atter en stagnationsperiode med opbygning af temperaturspringlag. Det medfører et drastisk fald i phytoplankton biomassen og et skift i artssammensætning fra et rent kiselalgesamfund til et blandingssamfund med dominans af furealgen Ceratium

hirundinella, der er specialist i stagnerende varmt vand. Den er en god svømmer og kan stille sig, hvor lys/næringsforhold er bedst. Endvidere blågrønalger, der i noget svagere grad også kan regulere deres position i vandmassen. Samtidig findes stadig nogle kiselalger (Fragilaria) og chlorococcale grønalger, der ofte kommer til i begyndelsen af en stagnations- og klarvandsperiode. Dette blandingssamfund ses stadig i august, men er da under nedbrydning. Biomassen i augst 1982 er lav, 1.4 mm^3/l, kun lidt over den laveste målte vinterbiomasse.

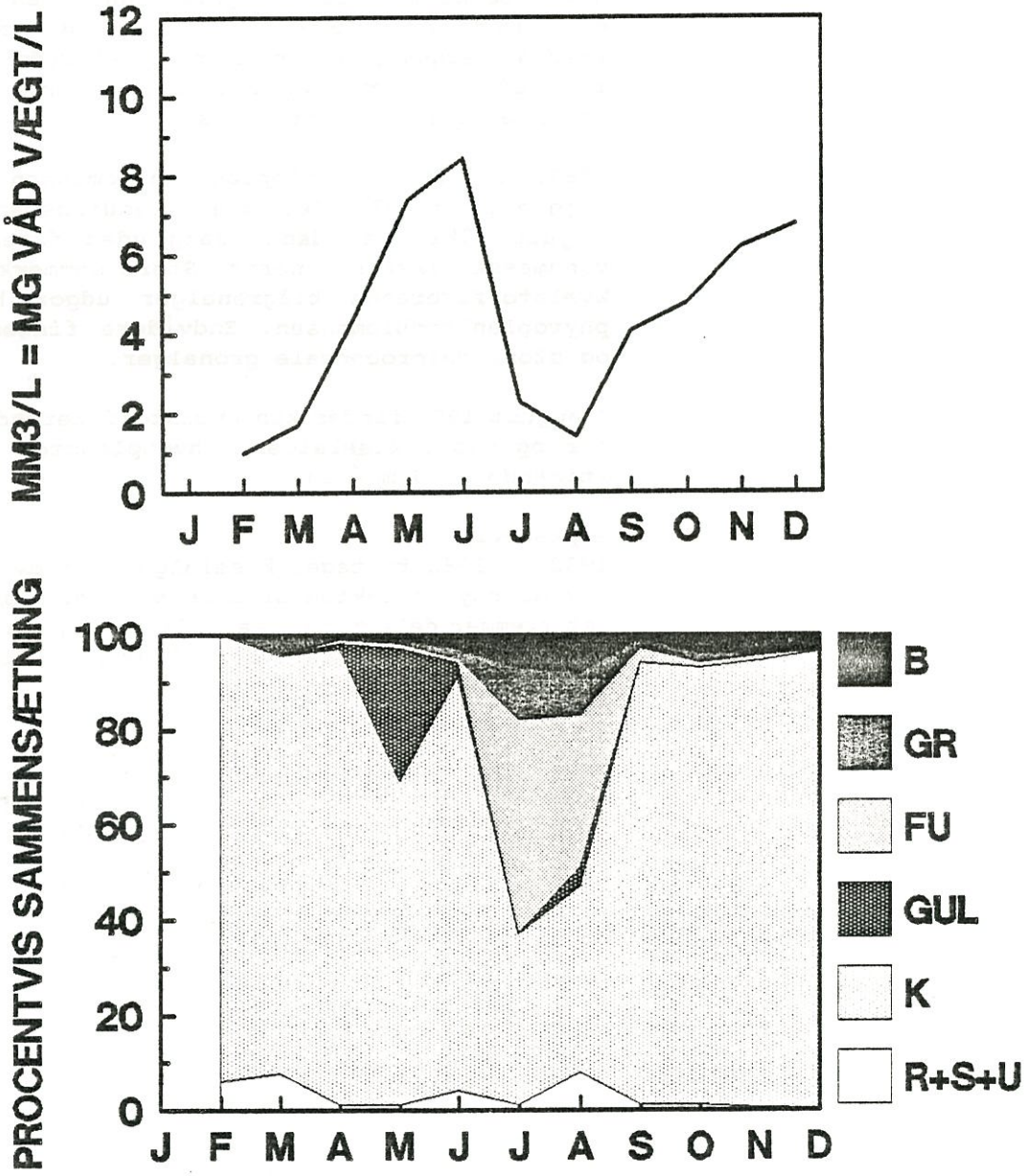
1987: I 1987 er phytoplanktonbiomassen i juli lidt højere end i 1982. Det er et blandingssamfund ligesom i juli 1982, men denne gang uden furealger, fordi vandmassen ikke stagnerer. Store sommerkiselalger og kvælstoffixerende blågrønalger udgør hver 47% af phytoplanktonbiomassen. Endvidere findes rekylalger og store chlorococcale grønalger.

I august 1987 findes kun kvælstoffixerende blågrønalger og store kiselalger. Phytoplankton biomassen er stigende (7.9 mm^3/l).

September
1982: I 1982 tiltager kiselalgerne i mængde og udgør 93% af phytoplankton biomassen. Opblandingen er god. Det fremmer dels næringssaltudveksling mellem overflade og bund og dels arter, der tåler at nedblandes under den fotiske zone.

VANDET SØ

PHYTOPLANKTON BIOMASSE 1982

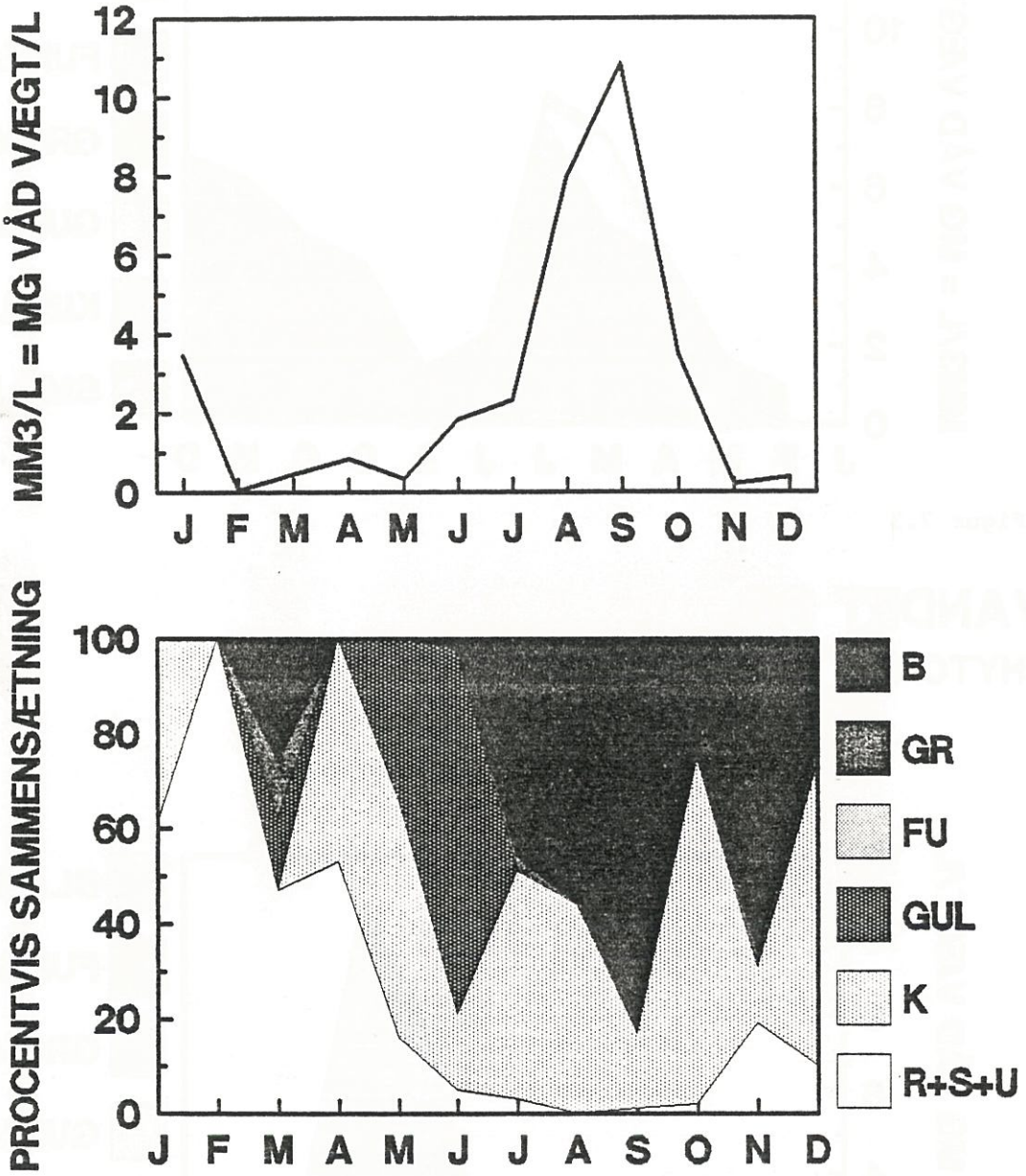


B = Blågrønalger
GR = Grønalger
FU = Furealger
GUL = Gulalger
K = Kiselalger
R+S+U = Rekylalger + stilkalger + ubestemte arter < 20 µm

Figur 7.1

VANDET SØ

PHYTOPLANKTON BIOMASSE 1987

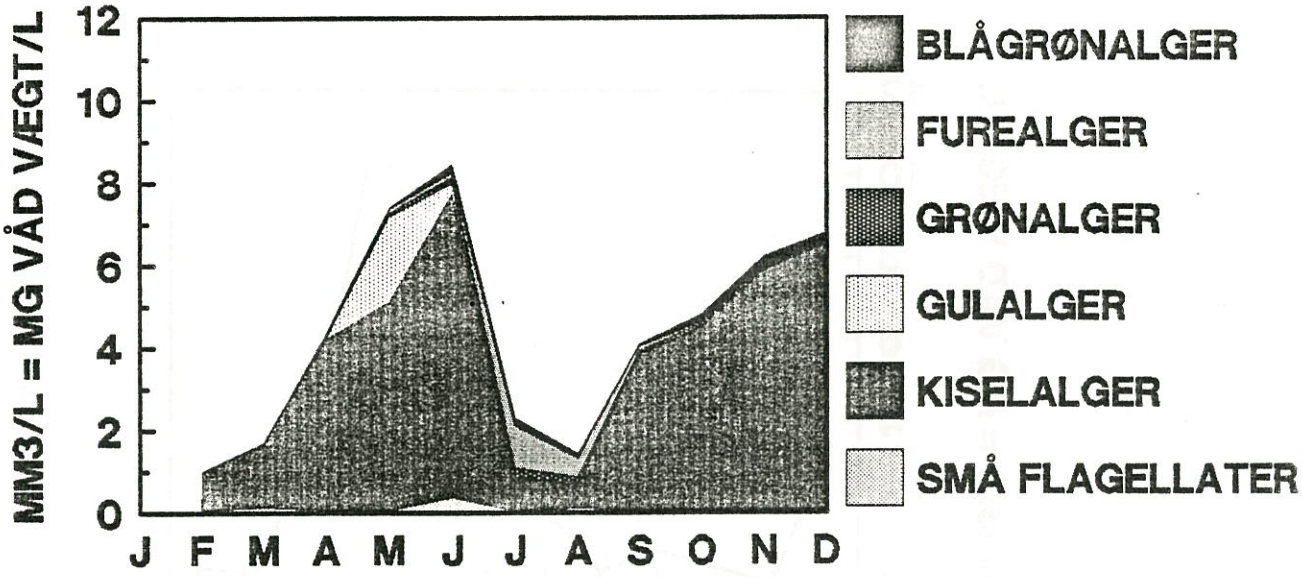


B = Blågrønalger
GR = Grønalger
FU = Furealger
GUL = Gulalger
K = Kiselalger
R+S+U = Rekylalger + stilkalger + ubestemte arter < 20 µm

Figur 7.2

VANDET SØ

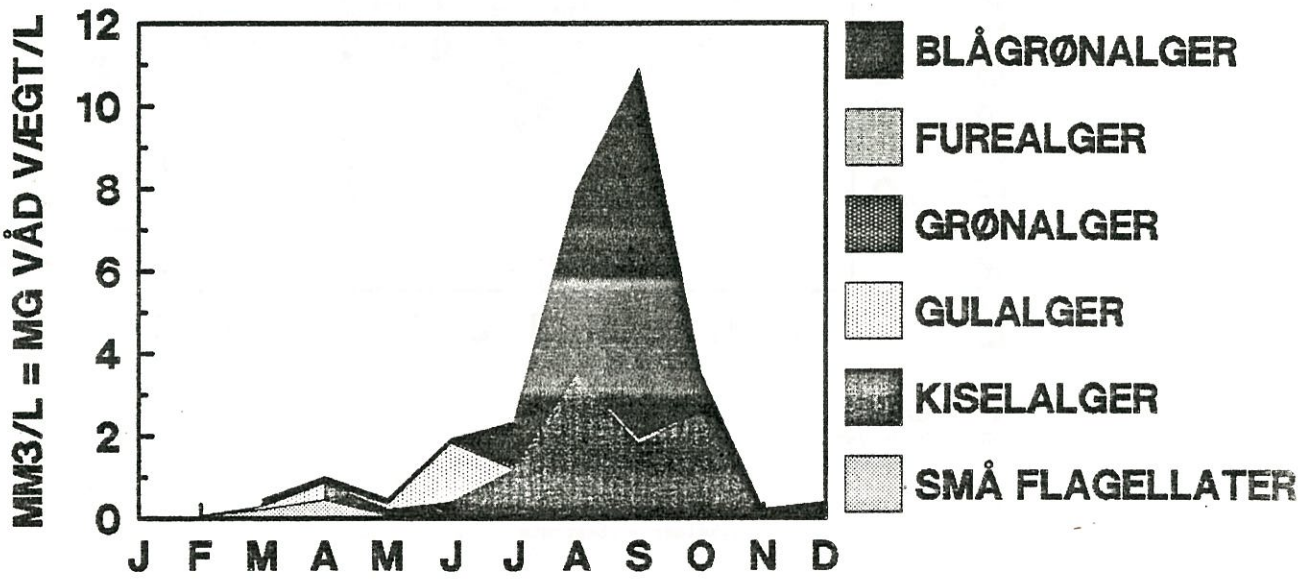
PHYTOPLANKTON BIOMASSE 1982



Figur 7.3

VANDET SØ

PHYTOPLANKTON BIOMASSE 1987



Figur 7.4

VANDET SØ 1982
ÅRSTIDSVARIATION AF DOMINERENDE OG SUBDOMINERENDE PHYTOPLANKTONGRUPPER

Måned:		mm3/l	% andel af biomasse
Februar	Kiselalger	0.9	94
	Ubestemte arter < 20 µm	0.06	6
Marts	Kiselalger	1.5	88
	Ubestemte arter < 20 µm	0.1	7
April	Kiselalger	4.2	96
Maj	Kiselalger	5.1	68
	Gulalger	2.1	28
Juni	Kiselalger	7.4	87
Juli	Furealger	1	45
	Kiselalger	0.8	36
	Grønalger	0.3	11
	Blågrønalger	0.2	7
August	Kiselalger	0.6	39
	Furealger	0.5	32
	Grønalger	0.13	9
	Ubestemte arter < 20 µm	0.11	8
September	Kiselalger	3.8	93
	Furealger	0.1	3
	Grønalger	0.08	2
Oktober	Kiselalger	4.4	92
	Blågrønalger	0.2	4
	Grønalger	0.1	2
	Furealger	0.05	1
November	Kiselalger	5.8	94
	Blågrønalger	0.2	4
	Furealger	0.04	1
December	Kiselalger	6.5	96
	Blågrønalger	0.2	3
Gennemsnit april-oktober:			
	Kiselalger	3.7	79
	Gulalger	0.35	7
	Furealger	0.27	6
	Grønalger	0.13	3
	Total biomasse	4.7	

Tabel 7.1

1987: I 1987 findes phytoplankton årsmaximum i september. Det er større end i 1982, 11 mm^3/l, og består af 82% kvælstoffixerende blågrønalger. Temperaturen i september 1987 er over normalen (i modsætning til tidligere på året). I Vandet Sø er temperaturen i september ca. 2°C højere end i september 1982. Høj temperatur og kvælstofbegrænsning er en sandsynlig årsag til det - for en næringsfattig sø som Vandet Sø - store blågrønalgemaximum i september 1987. Det er som om den svage phytoplanktonudvikling i den kolde for- og højsommer 1987 har bevirket en forsinket udnyttelse af næringen, der i løbet af en kort periode i august-september omsættes i blågrønalger.

VANDET SØ 1987
ÅRSTIDSVARIATION AF DOMINERENDE OG SUBDOMINERENDE PHYTOPLANKTONGRUPPER

Måned:		mm3/l	% andel af biomasse
Februar	Rekylalger	0.05	83
	Stilkalger	0.01	17
Marts	Stilkalger	0.22	47
	Blågrønalger	0.12	26
	Gulalger	0.07	15
	Volvocale grønalger	0.06	12
April	Kiselalger	0.4	47
	Stilkalger	0.36	43
	Rekylalger	0.08	10
Maj	Kiselalger	0.16	50
	Gulalger	0.11	34
	Stilkalger	0.05	16
Juni	Gulalger	1.4	77
	Kiselalger	0.3	16
	Rekylalger	0.1	5
Juli	Kiselalger	1.1	47
	Blågrønalger	1.1	47
	Chlorococcale grønalger m.fl.	0.08	3
	Rekylalger	0.07	3
August	Blågrønalger	4.4	56
	Kiselalger	3.5	44
September	Blågrønalger	8.9	82
	Kiselalger	1.8	16
Oktober	Kiselalger	2.6	73
	Blågrønalger	0.9	25
November	Blågrønalger	0.14	66
	Rekylalger	0.04	19
	Kiselalger	0.03	12
December	Kiselalger	0.25	64
	Blågrønalger	0.09	23
	Rekylalger	0.04	10
Gennemsnit april-oktober:			
	Blågrønalger	2.2	56
	Kiselalger	1.4	35
	Gulalger	0.24	6
	Total biomasse	3.95	

Tabel 7.2

Oktober-december

1982: Kiselalgerne tiltager jævnt i denne periode og har et sent maximum i december. Det er omtrent lige så stort, som kiselalgemaximum i juni. I hele perioden udgør de over 92% af phytoplankton biomassen.

1987: I oktober 1987 er der et maximum på 3 mm^3/l af kiselalgen Attheya zachariasi. Den alene udgør da 73% af phytoplanktonbiomassen. Den er ledsaget af kvælstoffixerende blågrønalger (25%). I november-december 1987 er biomassen lav, først domineret af ikke-kvælstoffixerende blågrønalger, dernæst af store kiselalger.

PHYTOPLANKTON MINIMUM ARTSANTAL I 7 DANSKE SØER

PHYTOPLANKTON GRUPPER:	Vandet Sø 1987	Esrum Sø 1986	Maglesø v. Brorfelde 1986	Hald Sø 1986	Tissø 1987	Mossø Østbassin 1986	Arresø 1986
Blågrønalger	10	14	9	12	13	14	12
Kiselalger	16	19	11	14	16	23	6
(heraf centriske)	(7)	(6)	(5)	(6)	(5)	(9)	(2)
Rekylalger	3	4	4	3	4	4	3
Gulalger	7	3	16	2	4	4	
Gulgrønalger							1
Furealger	7	5	7	3	5	4	2
Prymnesiophyceae	1			1	1	1	
Grønalger:							
Chlorococcales	24	28	18	18	38	20	34
Desmidiaceae	6	4	7	7	6	6	3
Andre	7	7	3	6	6	6	3
Øjealger	1		2			2	1
Andre arter i alt	82	85	78	66	93	84	65
Nygaard planktonkvotient, Q	7	12	4.6	5.1	9.3	7.5	16.3
Phytoplankton biomasse gsn. marts-april - okt/nov mg/l	3.95	1.9	2	4.5	7.8	9.8	25.9

Tabel 7.3

I gennemsnit for april til og med oktober er phytoplankton biomassen i 1987 lavere end i 1982, på trods af det store blågrønalgemaximum i august-september. Det store blågrønalgemaximum i september 1987 kan altså ikke tages som noget tegn på eutrofiering i søen.

7.1.3 Phytoplankton artssammensætning og succession (figur 7.5 - 7.14, bilag 7.1.1 og 7.1.5)

Phytoplankton i Vandet Sø er artsrigt. I 1987 er bestemt 82 arter, hvoraf 26 er kvantitativt vigtige. Af de kvantitativt vigtige tilhører 5 arter grupper, der normalt regnes som "rentvandsindikatorer". Resten af de kvantitativt vigtige arter er almindelige i næringsrige, dybvandede søer. I alt er der 14 arter, som tilhører de grupper, der hører til "rentvandsindikatorerne": furealger, gulalger, desmidiacé-grønalger og kiselalgen Attheya.

I tabel 7.3 er artsantal, gennemsnitlige total biomasse og Nygaards planktonkvotient fra Vandet Sø 1987 sammenlignet med tilsvarende tal fra 6 andre søer af forskellig eutrofigrad, cirkulation og dybde. Det

VANDET SØ 1982
PHYTOPLANKTON ARTSSUCCESSION
DOMINANT OG SUBDOMINANTER BIOMASSE MM3/L OG PROCENT AF TOTAL PHYTOPLANKTON BIOMASSE

		mm3/l	%
Februar	Cyclotella	0.7	70
	Melosira binderana	0.1	11
	Stephanodiscus astraea	0.1	11
Marts	Cyclotella	0.9	51
	Stephanodiscus astraea	0.3	17
	Melosira binderana	0.2	14
April	Cyclotella	2.7	61
	Stephanodiscus astraea	0.9	21
	Melosira cfr. italica	0.5	12
Maj	Cyclotella	2.9	40
	Dinobryon	2.1	28
	Stephanodiscus astraea	1.8	24
Juni	Stephanodiscus astraea	5.5	65
	Melosira cfr. italica	1.5	18
	Dinobryon	0.3	3
	Melosira binderana	0.3	3
Juli	Ceratium hirundinella	1	44
	Melosira cfr. italica	0.4	18
	Stephanodiscus astraea	0.2	8
	Gomphosphaeria naegeliana	0.2	8
August	Ceratium hirundinella	0.5	31
	Melosira cfr. italica	0.3	21
	Cyclotella	0.2	13
	Microcystis	0.1	5
	Melosira binderana	0.1	5
September	Melosira binderana	2.3	57
	Melosira cfr. italica	1.1	28
	Stephanodiscus astraea	0.3	7
Oktober	Stephanodiscus astraea	2.7	56
	Melosira binderana	0.9	18
	Melosira cfr. italica	0.4	9
	Cyclotella	0.3	7
November	Melosira binderana	3.2	52
	Stephanodiscus astraea	2.3	37
	Cyclotella	0.3	4
December	Melosira binderana	6.4	95
Gennemsnit af april-oktober:			
	Stephanodiscus astraea	1.6	34
	Cyclotella	0.9	19
	Melosira cfr. italica	0.6	13
	Melosira binderana	0.6	13
	Dinobryon	0.3	7
	Ceratium hirundinella	0.2	5

Tabel 7.4

ses, at den gennemsnitlige biomasse er lidt større end i Esrum Sø og Maglesø v. Brorfelde, der begge er stagnerende i sommerperioden og relativt upåvirkede af næringssaltilførsler. Maglesø v. Brorfelde har væsentligt flere rentvandsarter end Vandet Sø (29 arter), men også flere eutrofiindikatorer. Esrum Sø har en phytoplanktonsammensætning, der er mere eutrof end Vandet Sø, men en lav phytoplanktonbiomasse på grund af sin store dybde. Tissø og Mossø Østbassin er dybvandede og normalt total-cirkulerede ligesom Vandet Sø, men mere næringsrige. De har begge en væsentlig højere phytoplankton biomasse.

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTSSUCCESSION
DOMINANT OG SUBDOMINANTER BIOMASSE MM3/L OG PROCENT AF TOTAL PHYTOPLANKTON BIOMASSE

		mm3/l	%
Februar	Rhodomonas minuta	0.1	83
	Chrysochromulina parva	0.01	17
Marts	Chrysochromulina parva	0.2	47
	Lyngbya contorta	0.1	26
	Synura	0.07	15
	Chlamydomonas	0.06	13
April	Chrysochromulina parva	0.4	43
	Rhodomonas + Katablepharis	0.08	10
	Stephanodiscus astraea	0.4	43
Maj	Dinobryon sociale	0.1	34
	Asterionella formosa	0.1	34
	Chrysochromulina parva	0.05	16
	Cyclotella/Stephanodiscus hantzschii	0.05	16
Juni	Dinobryon sociale	1.4	77
	Fragilaria crotonensis	0.3	16
	Rhodomonas minuta	0.09	5
Juli	Fragilaria crotonensis	1	47
	Anabaena spiroides	1	47
August	Anabaena spiroides	6	44
	Stephanodiscus astraea	3	36
September	Anabaena spiroides	8	78
	Attheya zachariasi	2	15
	Aphanizomenon flos-aquae	0.5	5
	Asterionella formosa	0.2	2
Oktober	Attheya zachariasi	2.6	73
	Aphanizomenon flos-aquae	0.8	22
	Anabaena spiroides		3
November	Gomphosphaeria naegeliana	0.1	66
	Asterionella formosa	0.03	12
	Closterium acutum var.variabile	0.01	3
December	Stephanodiscus astraea	0.2	62
	Gomphosphaeria naegeliana	0.09	23
	Closterium acutum var. variabile	0.01	3
Gennemsnit april-oktober:			
	Anabaena spiroides	1.9	49
	Attheya zachariasi	0.6	15
	Stephanodiscus astraea	0.5	13
	Dinobryon sociale	0.24	6
	Fragilaria crotonensis	0.2	5
	Aphanizomenon flos-aquae	0.2	5

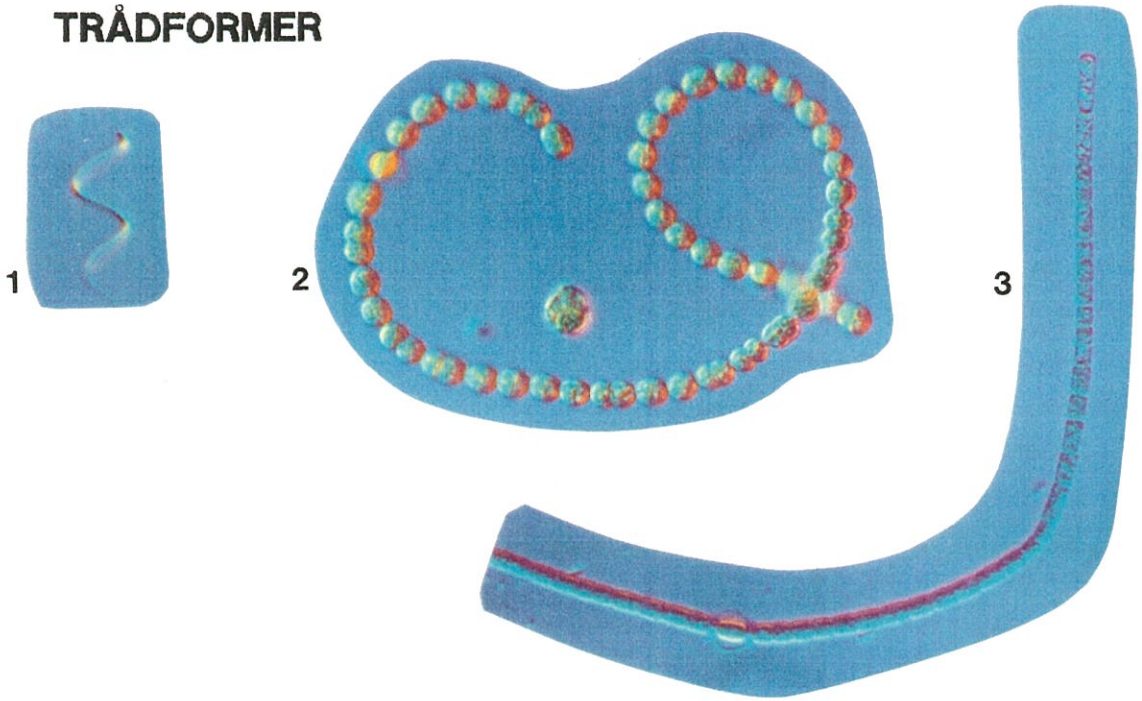
Tabel 7.5

Vandet Søs phytoplankton hører altså til i den rene ende af alkaliske søer, men er, sandsynligvis på grund af sin store dybde og næsten permanente cirkulation, fattigere på arter indenfor gulalger og desmidiacé-grønalger end f.eks. Maglesø v. Brorfelde. Den har derimod en væsentlig større forekomst af rentvandskiselalgen Attheya zachariasi end set i nogen anden nyere dansk planktonundersøgelse.

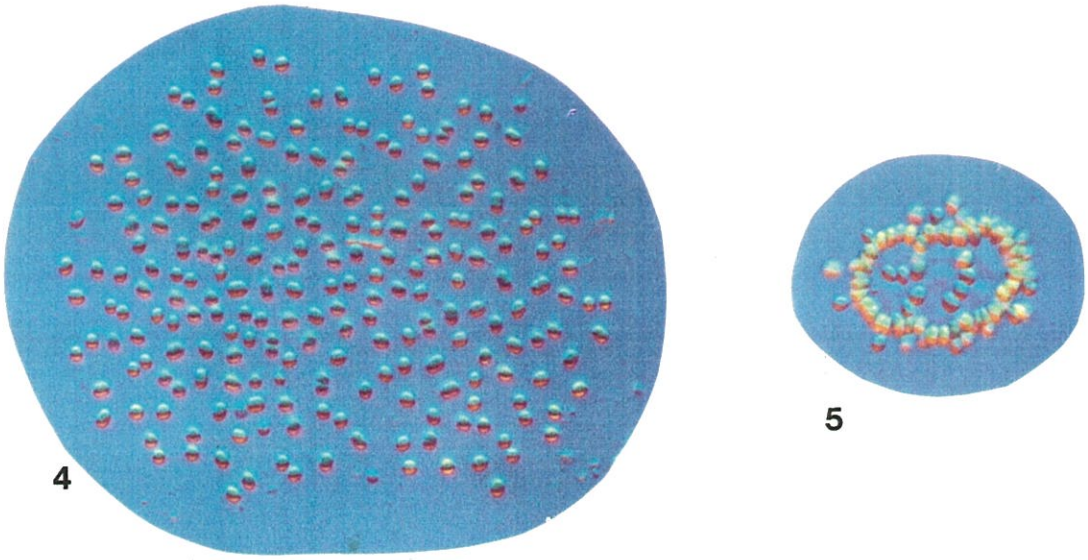
De kvantitativt vigtigste arter i Vandet Sø er arter af små flagellater (rekylalger, stilkalger, volvocale grønalger), kiselalger, gulalger, chlorococcale grøn-alger, furealger, blågrønalger og desmidiacé-grønalger, nævnt i den rækkefølge, hvori de optræder i 1987.

BLÅGRØNALGER

TRÅDFORMER



KOLONIFORMER

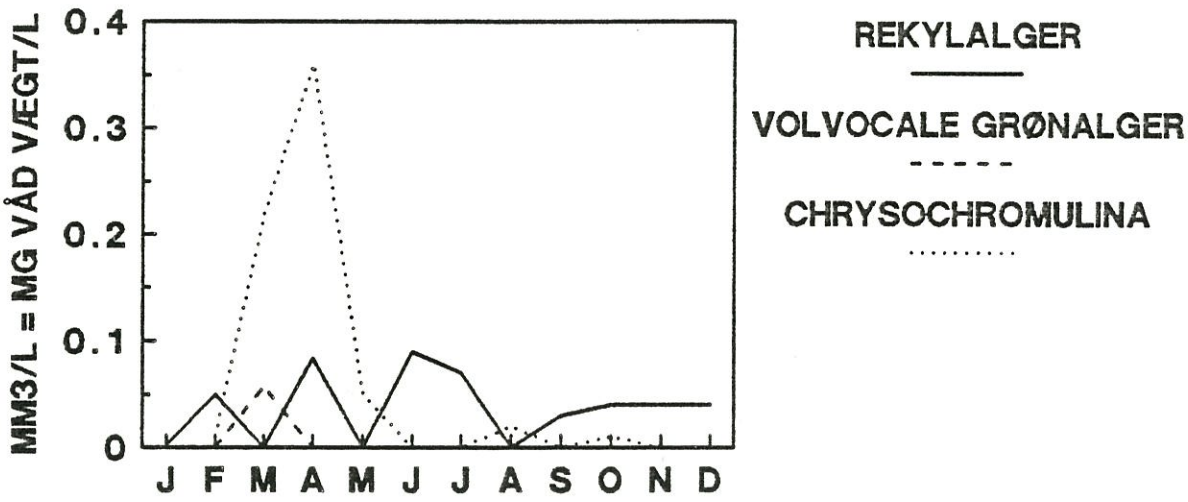


Figur 7.6

Vandet Sø 1987
Phytoplankton 700x forst.

Blågrønalger
1-3: **Trådformer:** 1: Lyngbya contorta (ikke N_2-fixerende) 9/3-1987, 2: Anabaena cfr. spiroides (N_2-fixerende) 7/9-1987, 3: Aphanizomenon flos-aquae (N_2-fixerende) 5/10-1987.
4-5: **Koloniformer:** 4: Aphanothece sp.$_2$ 5/8-1987, 5: Gomphosphaeria naegeliana 5/8-1987.
(Foto: Jeanne Lind)

VANDET SØ
SMÅ FLAGELLATER 1987



Figur 7.7

SMÅ FLAGELLATER (rekylalger, stilkalger og volvocale grønalger) (figur 7.5 og 7.7)

Gennemsnitsdimensioner 4-12 um.

Disse grupper omtales under ét, fordi de i Vandet Sø optræder som ét samfund under isen i februar-april 1987. De er i stand til at holde sig svømmende i vandmassen og bliver på trods af deres ringe størrelse ikke græsset af zooplankton, hvis aktivitet er lav i denne periode på grund af lav temperatur.

De udgør hele biomassen i februar og 60% i marts. De har maximum i april, i alt 0.5 mm^3/l (53%).

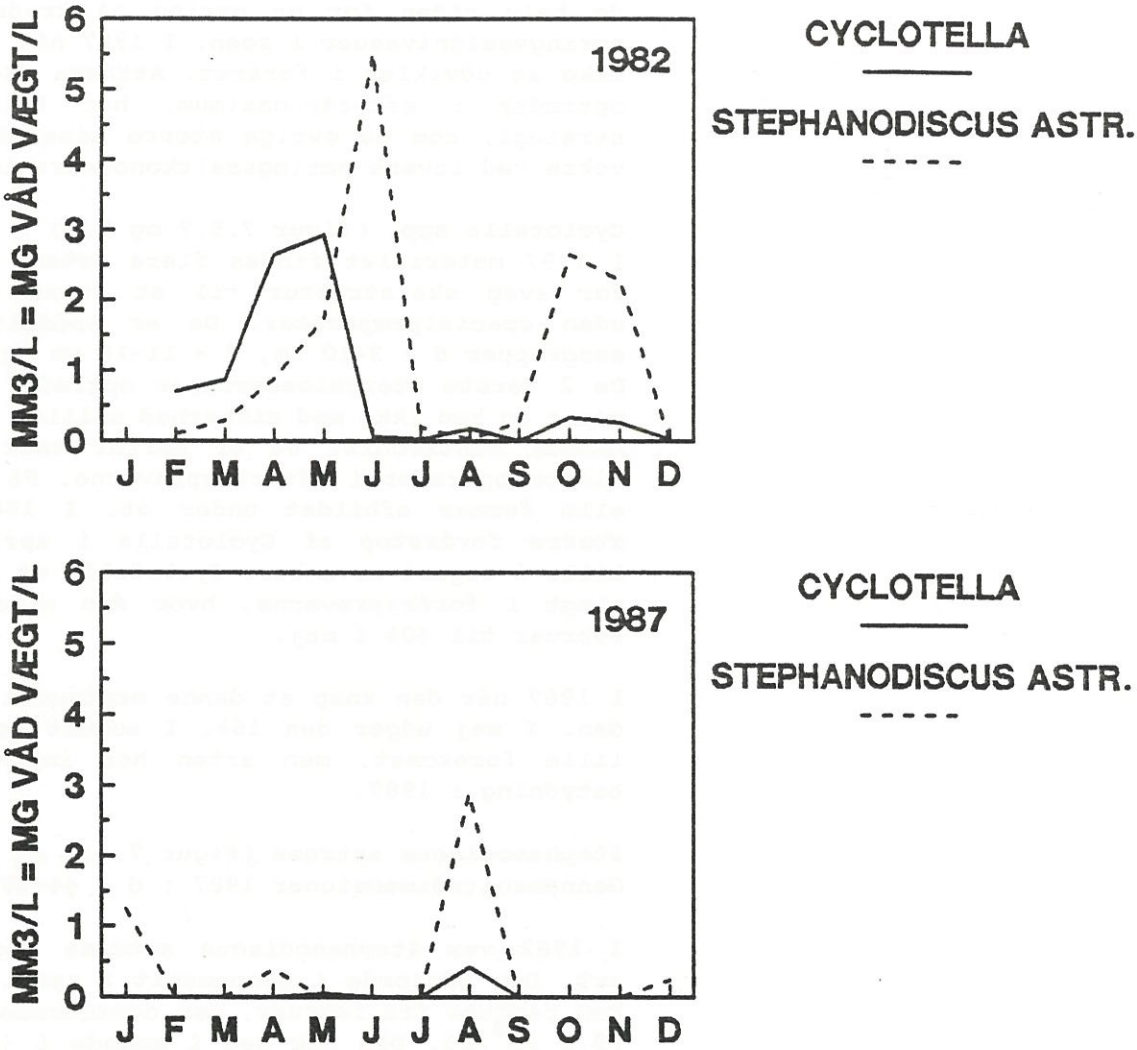
I 1982 er de slet ikke fundet, sandsynligvis fordi søen ikke har været permanent isdækket. At der ikke er fundet rekylalger overhovedet, er dog uforklarligt. Måske er de registreret systematisk under "øvrige flagellater".

KISELAGER (figur 7.8 - 7.10)

I 1982 er kiselalger den kvantitativt vigtigste phytoplankton gruppe med en gennemsnitsbiomasse april-oktober på 3.7 mm^3/l = 79%. De dominerer hele året, fraset stagnationsperioden i juli.

VANDET SØ

KISELALGER



Figur 7.8

Kiselalgernes succession i 1982 ses af tabel 7.4. Cyclotella er vigtigst februar-maj 1982, derefter Stephanodiscus astraea/Melosira italica i juni-august og sidst Melosira binderana i september-december.

I 1987 er kiselalgerne svagere udviklet. De udgør gsn. 1.4 mm^3/l = 35%. De får først kvantitativ betydning sent på året, med et maximum i august af Stephanodiscus astraea og Cyclotella spp. Årsmaximum af kiselalger i 1987 er i oktober og består af Attheya zachariasi (tabel 7.5). I 1987 er bestemt 16 kiselalgearter.

Kiselalgesamfundene i 1982 og 1987 er meget forskellige. De dominerende arter i 1982 er store arter, der tåler svingende lysforhold og at blive cirkuleret ned i dybden. De tåler ikke egentlig næringssalt stress, men fordi de cirkuleres i vandmassen, udsættes de hele tiden for ny næring på trods af de lave næringssaltniveauer i søen. I 1987 når dette samfund ikke at udvikles i foråret. Attheya zachariasi, der optræder i efterårsmaximum, har til dels samme strategi, som de øvrige større kiselalger, men kan vokse ved lavere næringssaltkoncentrationer.

Cyclotella spp. (figur 7.5.7 og 7.8)
I 1987 materialet findes flere arter, der alle har for svag skalstruktur til at kunne artsbestemmes uden specialpræparater. De er inddelt i størrelsesgrupper d = 3-10 um, d = 11-18 um og d= > 15 um. De 2 første størrelsesgrupper optræder i forårsprøverne og kan ikke med sikkerhed skilles fra Stephanodiscus hantzschii. De er derfor talt sammen. Den sidste optræder i efterårsprøverne. På figur 7.8 er alle former afbildet under ét. I 1982 findes en større forårstop af Cyclotella i april-maj og én lille i august-november. Cyclotella er den vigtigste slægt i forårsprøverne, hvor den udgør fra 70% i februar til 40% i maj.

I 1987 når den knap at danne maximum i forårsperioden. I maj udgør den 16%. I august kommer igen en lille forekomst, men arten har ingen kvantitativ betydning i 1987.

Stephanodiscus astraea (figur 7.5.6 og 7.8)
Gennemsnitsdimensioner 1987 : d = 44-49 um

I 1982 var Stephanodiscus astraea søens vigtigste art. Den udgjorde i gennemsnit i april-oktober 34%. Den fandtes fra februar, men dominerede først i juni (5.5 mm^3/l). Den gik ned i mængde i juli-september og kom igen som én af de vigtigste arter i efterårsmaximum (2.7 mm^3/l i september).

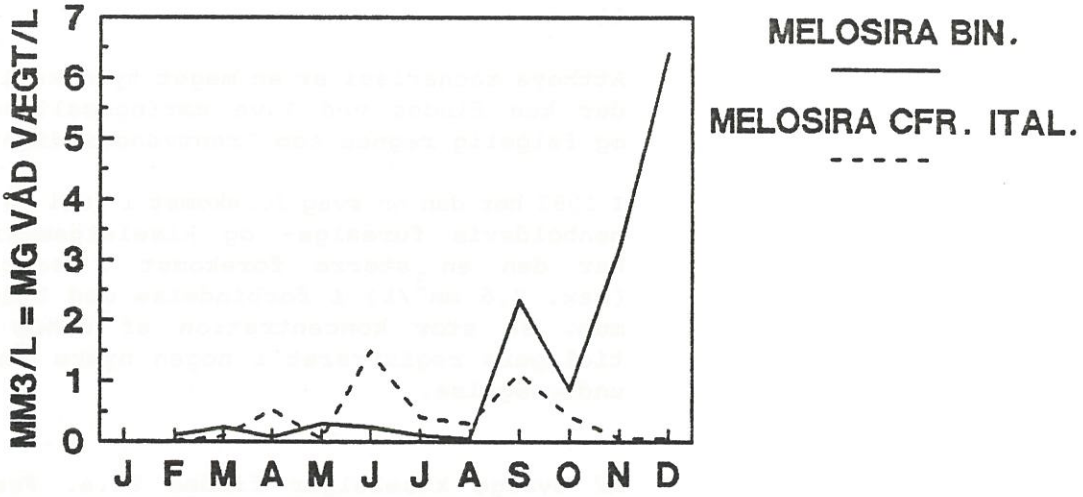
I 1987 havde den et svagt forårsmaximum i april (0.4 mm^3/l) og et større i august (3 mm^3/l), på størrelse med dens efterårsmaximum i 1982.

Melosira spp. (figur 7.9)
I 1982 er Melosira en vigtig del af phytoplanktonet, især i efterårsperioden. I 1987 har Melosira ingen kvantitativ betydning.

Melosira binderana findes i februar-marts og maj 1987 i små mængder og igen fra august og året ud. Den er søens vigtigste art i november-december. I december 1982 har den maximum = 6.4 mm^3/l.

VANDET SØ

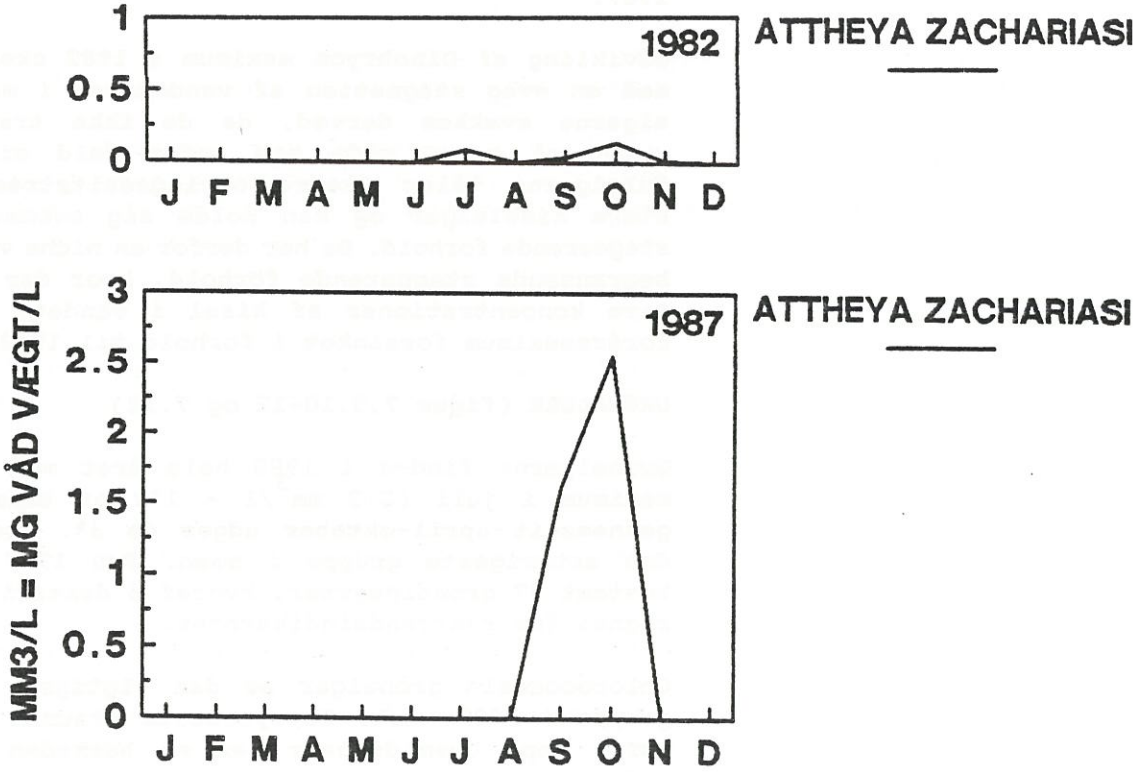
KISELALGER 1982



Figur 7.9

VANDET SØ

KISELALGER



Figur 7.10

Melosira italica har en mere beskeden forekomst med tre små toppe i hhv april, juni og september 1982.

Attheya zachariasi (figur 7.10)
Gennemsnitsdimensioner 1987: l = 52-60 um, d = 10-16 um.

Attheya zachariasi er en meget tyndskallet kiselalge, der kan findes ved lave næringssaltkoncentrationer og følgelig regnes som "rentvandsindikator".

I 1982 har den en svag forekomst i juli og oktober under henholdsvis furealge- og kiselalgemaximum. I 1987 har den en større forekomst i september-oktober (max. 2.6 mm^3/l) i forbindelse med blågrønalgemaximum. Så stor koncentration af denne art er ikke tidligere registreret i nogen nyere dansk planktonundersøgelse.

Af øvrige kiselalger findes bl.a. Fragilaria construens og Fragilaria crotonensis (figur 7.5.8-7.5.9).

GULALGER (figur 7.5.4-5 og 7.11)

Gulalger optræder både i 1982 og 1987 med et større forårsmaximum og et mindre sensommermaximum. De udgør begge år 6-7% af den gennemsnitlige biomasse april-oktober. I 1982 er de næstvigtigste gruppe, i 1987 tredievigtigste. I alt findes 7 gulalgearter i 1987.

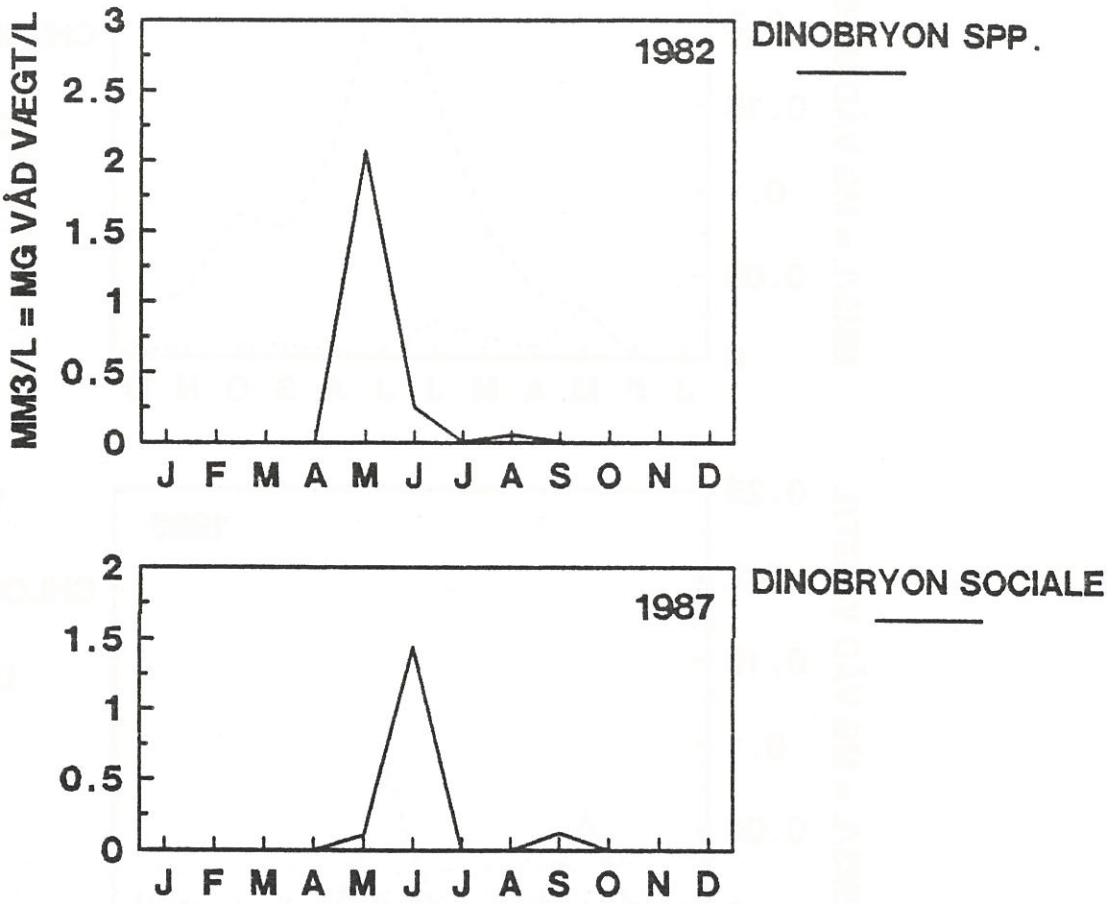
Udvikling af Dinobryon maximum i 1982 sker samtidig med en svag stagnation af vandmassen i maj. Kiselalgerne svækkes derved, da de ikke transporteres rundt på samme måde som under fuld cirkulation. Gulalgerne tåler større næringssaltstress end de store kiselalger og kan holde sig svømmende under stagnerende forhold. De har derfor en niche ved næringsbegrænsende stagnerende forhold, hvor der stadig er lave koncentrationer af kisel i vandet. I 1987 er forårsmaximum forsinket i forhold til 1982.

GRØNALGER (figur 7.5.10-12 og 7.12)

Grønalgerne findes i 1982 hele året med et mindre maximum i juli (0.3 mm^3/l = 11% af biomassen). I gennemsnit april-oktober udgør de 3%. Grønalger er den artsrigeste gruppe i søen. Fra 1987 er i alt bestemt 37 grønalgearter, hvoraf 6 desmidiaceer, der regnes for rentvandsindikatorer.

Chlorococcale grønalger er den vigtigste grønalgegruppe i 1982, især Botryococcus braunii og Pediastrum spp. Desmidiaceer har en beskeden forekomst med maximum i marts og juni. Volvocale grønalger findes ikke i 1982.

VANDET SØ
GULALGER



Figur 7.11

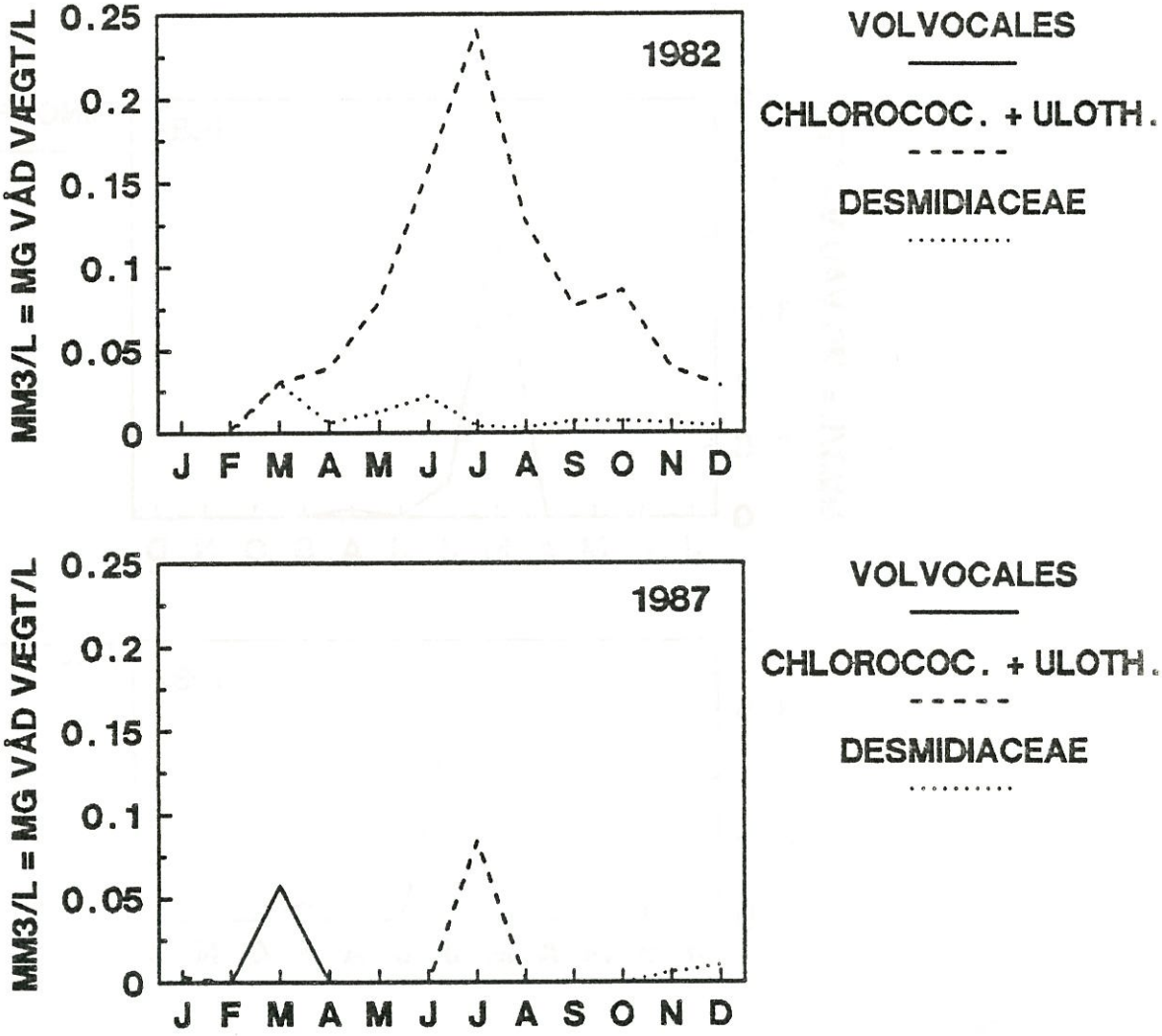
I 1987 er grønalgernes betydning meget lille. I marts findes volvocale grønalger (Chlamydomonas spp.) under isen (0.06 mm^3/l). I november-december optræder et desmidiacé-maximum af Closterium acutum var. variabile (0.01 mm^3/l). Ingen af de store chlorococcale sommerformer findes i målelige mængder. Grønalger er den artsrigeste gruppe i søen.

De grønalgesamfund, der er fundet i Vandet Sø, repræsenterer 3 forskellige livsformer:

Chlamydomonas (Volvocales)

er små, hurtigtvoksende flagellater, der kan holde sig svømmende. De findes under isen i marts 1987 sammen med bl.a. rekylalger og stilkalger.

VANDET SØ
GRØNALGER



Figur 7.12

Chlorococ. + Uloth. = Chlorococcales + Ulothricales

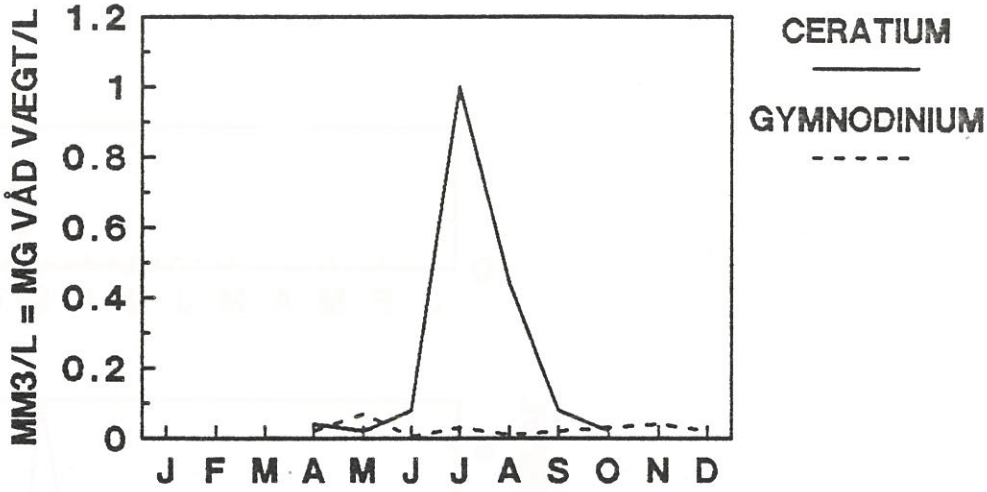
Botryococcus, Pediastrum (Chlorococcales)

Større, næringskrævende arter, der optræder, når vandmassen er ved at stagnere, kiselalgerne synker til bunds og græsningstrykket fra zooplankton er højt. De findes under sommerstagnationen i 1982.

Desmidiaceae

Større arter, der tåler næringssaltstress. Findes i mindre mængder og til forskellige årstider. Både 1982 og 1987. Maximum december 1987 (Closterium acutum var. variabile, 0.01 mm^3/l).

VANDET SØ
FUREALGER 1982



Figur 7.13

FUREALGER (figur 7.13)

Furealger er ikke nogen kvantitativ vigtig gruppe i Vandet Sø. I 1982 findes Gymnodinium spp. og Ceratium hirundinella dog i målelige mængder.

Gymnodinium spp.

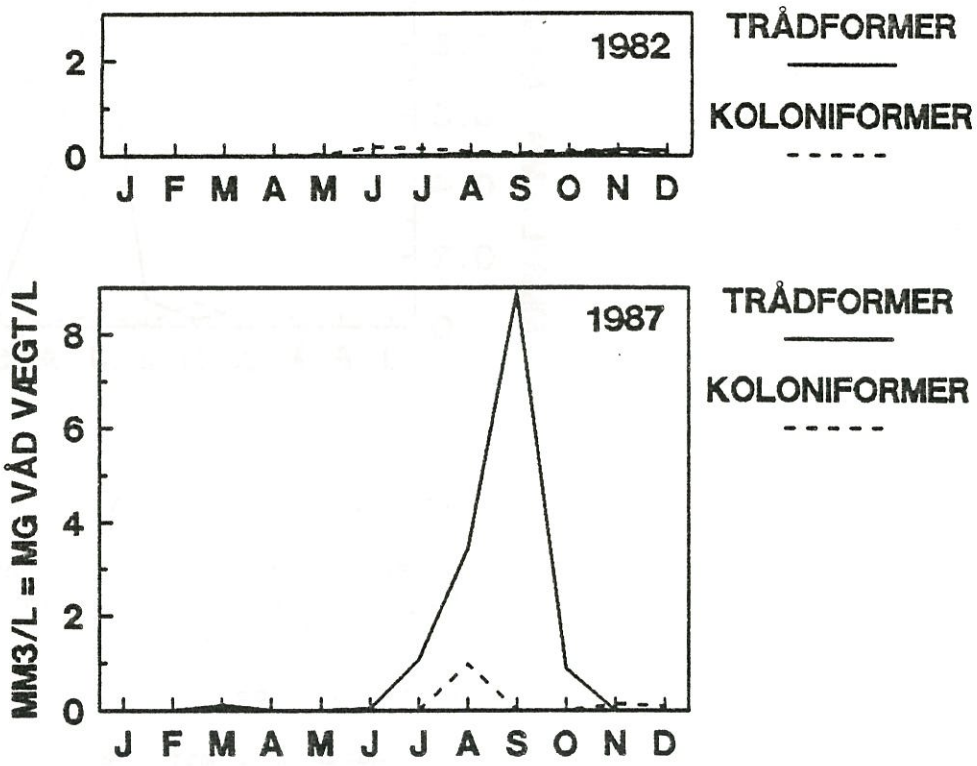
har maximum i maj 1982 (= 0.07 mm^3/l) sammen med Dinobryon og har vel samme strategi som denne. Vertikalvandringer i stagnerende vand der ikke er for varmt. Da cirkulationen begynder igen i juni, forsvinder den og optræder senere på året i endnu mindre mængde.

Ceratium hirundinella

findes fra april til og med oktober 1982 med et maximum i juli (= 1 mm^3/l). Resten af perioden er koncentrationen meget lav (< 0.1 mm^3/l). Dens maximum finder sted samtidig med stagnation af vandmassen i juli. Dens strategi er selvbevægelighed i (varmt), stagnerende vand med højt græsningstryk og næringslagdeling. Den danner langt større maxima i søer, der er stabilt lagdelte i sommerperioden, f.eks. Hald Sø, hvor den har kunnet danne monokulturer med enorme biomasser (f.eks. i 1982 = 41 mm^3/l).

I 1987, hvor Vandet Sø ikke har nogen stagnationsperiode efter isen er forsvundet, findes Ceratium ikke i målelige mængder.

VANDET SØ
BLÅGRØNALGER



Figur 7.14

BLÅGRØNALGER (figur 7.14)

I 1982 er blågrønalgernes betydning ringe. I 1987 er de den kvantitativt vigtigste gruppe med en gennemsnitlig biomasse på 2.2 mm^3/l = 56% af den totale biomasse. I alt findes 10 blågrønalgearter i 1987. Heraf 5 kvantitativt vigtige.

Blågrønalgerne kan morfologisk og funktionelt deles i trådformer og koloniformer. Trådformerne kan igen deles i kvælstoffixerende og ikke-kvælstoffixerende.

De tynde ikke-kvælstoffixerende blågrønalge-trådformer optræder ofte, når isen ligger længe. I næringsrige søer kan de danne masseforekomster. Det gør de ikke i Vandet Sø. De kolonidannende Gomphosphaeria-arter findes hyppigst i sommerperioder inden der evt. opstår kvælstofmangel. Deres forekomst i Vandet Sø er sparsom. De kvælstoffixerende arter

kræver fosfor. De kvælstoffixerende arter betyder intet for biomassen i 1982, men derimod i 1987. Det skyldes sandsynligvis dårlige vækstforhold forår og højsommer 1987 på grund af lav temperatur, kraftig regn og dårlige lysforhold. Væksten af forårs- og højsommeralgerne er derfor hæmmet. September er derimod varm, og søen får en kortvarig voldsom opblomstring af sensommeralger. Blågrønalgernes relativt store maximum i september = 8.9 mm^3/l betyder ikke, at søen er blevet mere næringsrig, kun at de vejrmæssige forhold i 1987 har været usædvanlige.

Ikke-kvælstoffixerende trådformer:

Lyngbya contorta (figur 7.6.1) findes i marts 1987 under isen (0.12 mm^3/l = 26%).

Koloniformer:

Gomphosphaeria ad naegeliana (figur 7.6.5)
Gennemsnitsdiameter: 26-28 um.
Der er muligvis 2 arter, som ikke er adskilt ved tællingen.

Gomphosphaeria optræder med et svagt maximum i juni-juli 1982 (= 0.2 mm^3/l) og et lidt større i august 1987 (= 1 mm^3/l). Kvantitativt vigtig er den ikke på noget tidspunkt.

Af andre koloniformer findes Aphanothece clathrata (figur 7.6.4).

Trådformede, kvælstoffixerende blågrønalger
De vigtigste arter er Anabaena spiroides og Aphanizomenon flos-aquae. Begge kan optræde under kvælstofbegrænsende forhold. Anabaena kommer ofte før Aphanizomenon i successionen, også i Vandet Sø, både 1982 og 1987. Muligvis har Anabaena større krav til næring (fosfor) end Aphanizomenon.

Anabaena spiroides (figur 7.6.2)
Findes i meget små mængder i 1982 fra april til og med november. Maximum 0.03 mm^3/l i august 1982.

I 1987 findes den fra juni til og med oktober med maximum i august-september = 8.4 mm^3/l. Den udgør 49% af den gennemsnitlige biomasse fra perioden april-oktober og er dermed den vigtigste alge i 1987.

Aphanizomenon flos-aquae (figur 7.6.3)
I 1982 findes denne art fra juni og året ud med maximum i november-december = 0.14 mm^3/l.

I 1987 optræder den først i september-oktober med maximum 0.8 mm^3/l i oktober.

7.1.4 Toksiske phytoplanktonarter

Af de kvantitativt vigtige arter, der findes i Vandet Sø 1987, er kun Aphanizomenon flos-aquae kendt som toksinproducent af en saxitoxin-lignende nervegift. Den er ikke hidtil konstateret giftig i Danmark; med sikkerhed kun i Nordamerika. Den har dog optrådt i toksisk vandblomst i Skotland /6/. Den er fundet i meget lav koncentration i Vandet Sø.

Anabaena spiroides, der er den kvantitativt vigtigste art, kendes ikke i toksisk form. Det gør derimod den nærtstående art Anabaena flos-aquae, der kan producere både en nervegift (alkaloid), en levergift (peptid) og flere ubestemte gifte. Da der opdages flere og flere toksiske former, jo flere blågrønalger, der undersøges, burde der nok foretages en toksicitets-analyse af Anabaena spiroides vandblomst i Vandet Sø, hvis den optræder igen i større mængder.

7.1.5 Phytoplankton egnethed som føde for zooplankton

Figur 7.15 og 7.16 viser Vandet Søs phytoplankton opdelt i størrelsesklasser til vurdering af dets anvendelighed som føde for zooplankton.

Diameter < 20 umer fødemæssigt direkte tilgængelige for selv mindre herbivore zooplanktonformer.

Diameter 20-50 umer fødemæssigt direkte tilgængelige for de fleste zooplanktonformer.

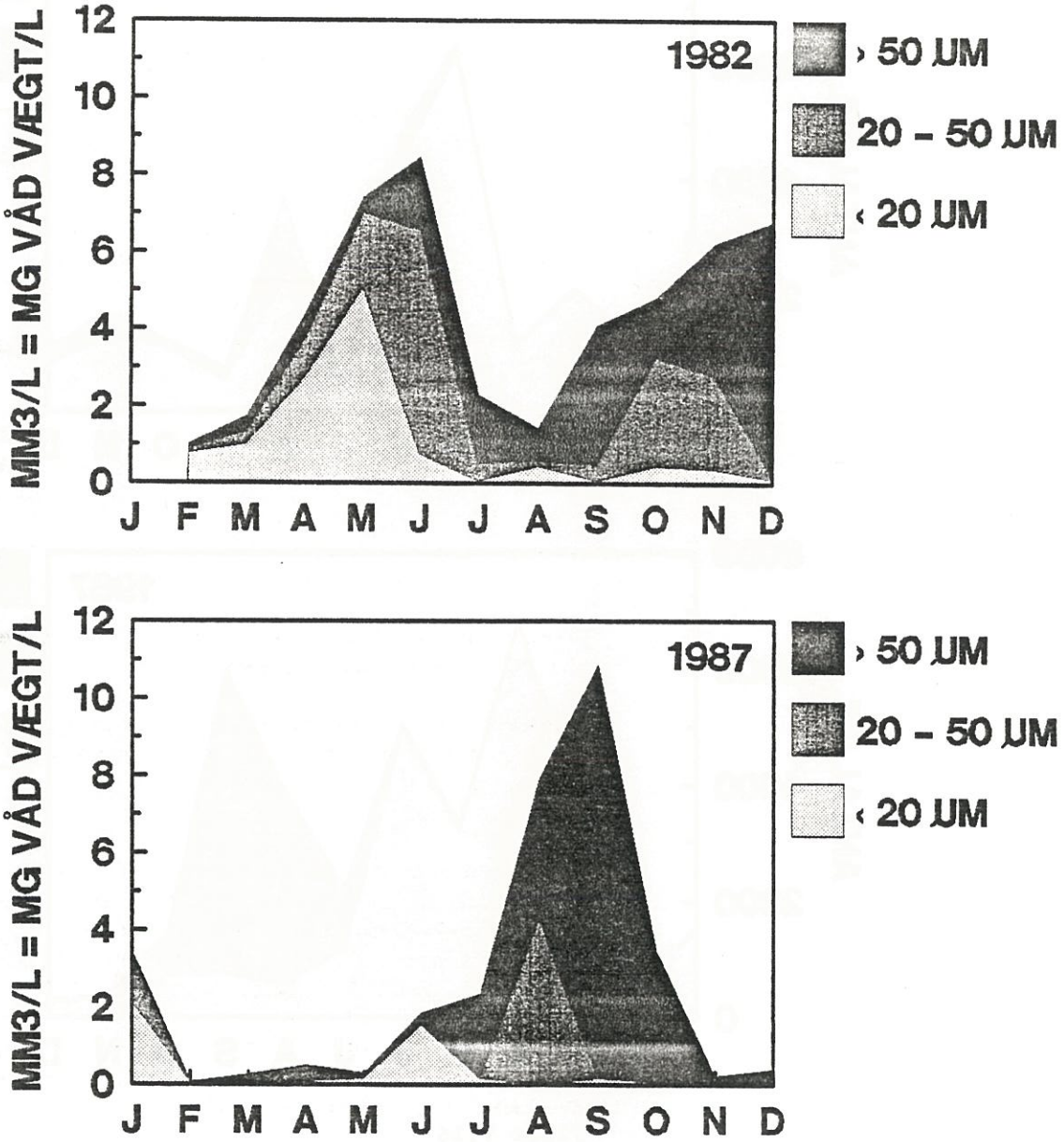
Diameter > 50 umer vanskeligt tilgængelige for de fleste zooplanktonformer. Disse phytoplanktonformer skal enten fraktioneres eller omsættes via flagellater eller bakterier.

Figurerne viser dels volumenbiomasse, dels antal individer indenfor de 3 størrelsesgrupper. Der er stor forskel på de 2 år. I 1982 er i gennemsnit 67% af biomassen på tilgængelig form (< 50 um). I 1987 er denne fraktion helt nede på 26%. I 1982 findes størstedelen af de tilgængelige arter i forårs-perioden. I 1987 er de små og mellemstore former-foruden at være færre - også forskubbet i deres forekomst til juni og august.

Begge år er der et skifte fra små former i forårs-perioden til store former hen på sommeren og efteråret. Det er bl.a. en tilpasning til et højt græsningstryk, men også en tilpasning til højere temperatur, idet store arter har et lavere overflade/volumenforhold og derved respirerer mindre end små arter.

VANDET SØ

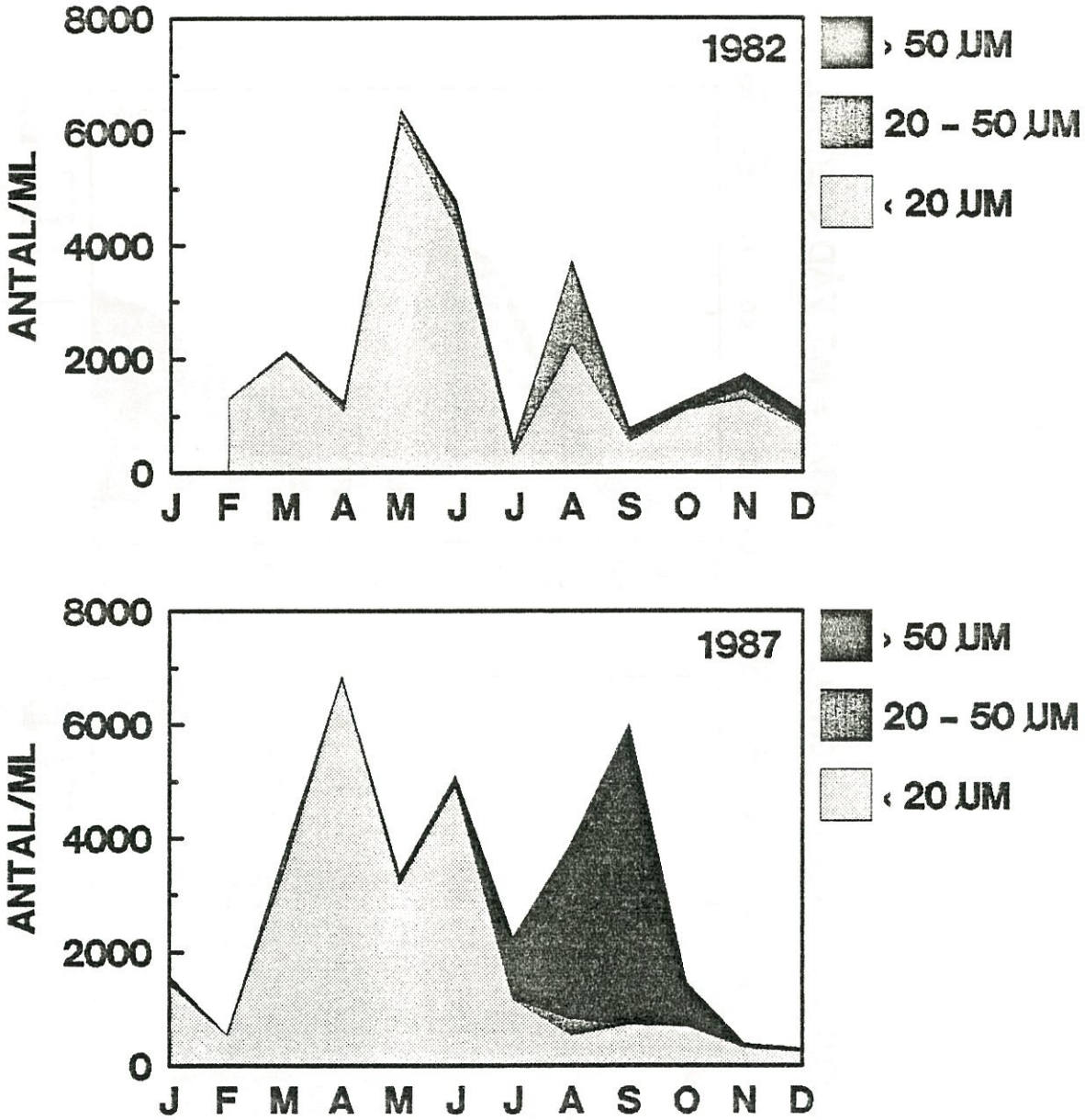
PHYTOPLANKTON STØRRELSESFORDELING



Figur 7.15
Respirationen stiger med temperaturen og får særlig betydning for arter, der enten passivt nedblandes i dybder under den fotiske zone eller selv vandrer derned efter næring.

VANDET SØ

PHYTOPLANKTON STØRRELSESFORDELING



Figur 7.16

Næringsforholdene for zooplankton har altså været betydeligt bedre i 1982 end i 1987 og er begge år bedre i første del af vækstsæsonen end i sidste del.

7.2 ZOOPLANKTON

7.2.1 Zooplankton biomasse

Zooplanktonets biomasse og sammensætning gennem året ses af figur 7.17 og bilag 7.2.1 og 7.2.2.

Den totale zooplankton biomasse stiger fra et vinterminimum på 0.19 mg våd vægt/l i april til et maksimum på 9.5 mg/l i juli. I august-september falder biomassen til 1.3 og 1.9 mg/l henholdsvis, hvorefter den stiger til et nyt maksimum i november.

I gennemsnit for månederne april-november udgør cladocererne 68% af den totale zooplanktonbiomasse med Daphnia galeata som vigtigste art, idet denne udgør 73% af den samlede cladocera-biomasse. Copepoderne udgør 29% af det samlede zooplankton med Eudiaptomus graciloides som den helt dominerende art, idet den udgør 75% af copepodbiomassen, mens de cyclopoide copepoder kun udgør en meget lille del af zooplanktonet. Ciliaterne udgør 1% og rotatorierne 2% af den samlede zooplanktonbiomasse.

Eudiaptomus graciloides forekommer gennem hele året i en population, der ikke udviser de store variationer i biomasse gennem vækstsæsonen, i modsætning til Daphnia galeata, der forekommer i to helt adskilte populationer i juni-juli, henholdsvis oktober-november.

I forårsmånederne er copepoderne dominerende med Eudiaptomus graciloides som vigtigste art. I maj er Bosmina eneste cladocera, og i denne måned er de mindste zooplanktonorganismer, ciliater og rotatorier, betydningsfulde med andele på 19% og 13% af den totale biomasse.

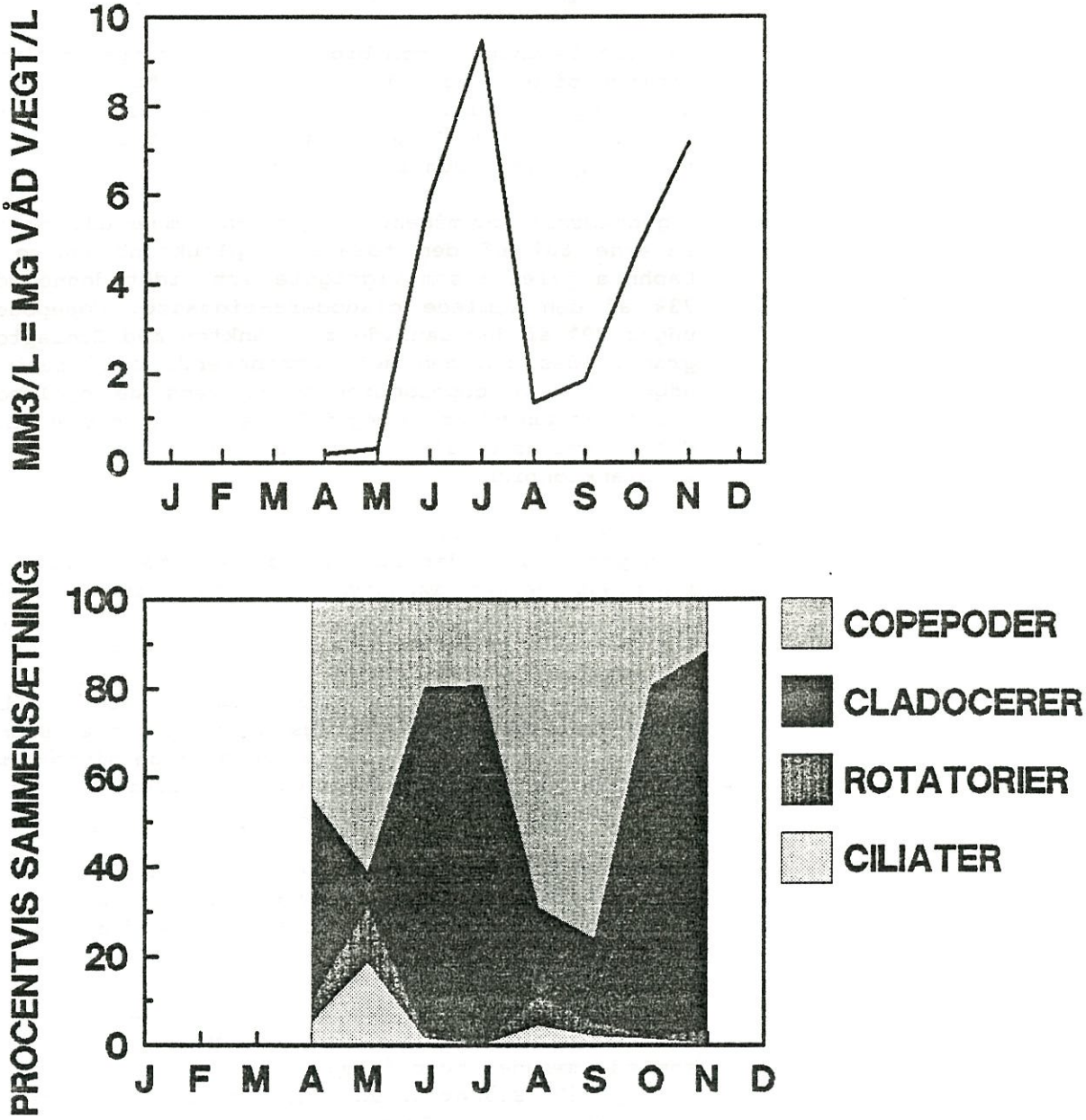
Biomassemaksimet i juni-juli er domineret af cladocerer. Dette skyldes først og fremmest opvækst af den store dafnieart, Daphnia galeata, som udgør 81% af cladocererne i juli.

I august-september er den totale zooplankton biomasse domineret af copepoder med 69% og 76% hhv. af den samlede mængde, hvoraf Eudiaptomus graciloides udgør 82% og 74%. Blandt cladocererne er Daphnia cucullata vigtigste art med 58% og 62% af biomassen henholdsvis

I oktober og november er det igen cladocerer, der er den dominerende gruppe, idet de udgør 78% og 85% henholdsvis af den totale zooplankton biomasse, og igen er det den store art, Daphnia galeata, der er dominerende med mere end 86% af cladocerernes biomasse.

VANDET SØ

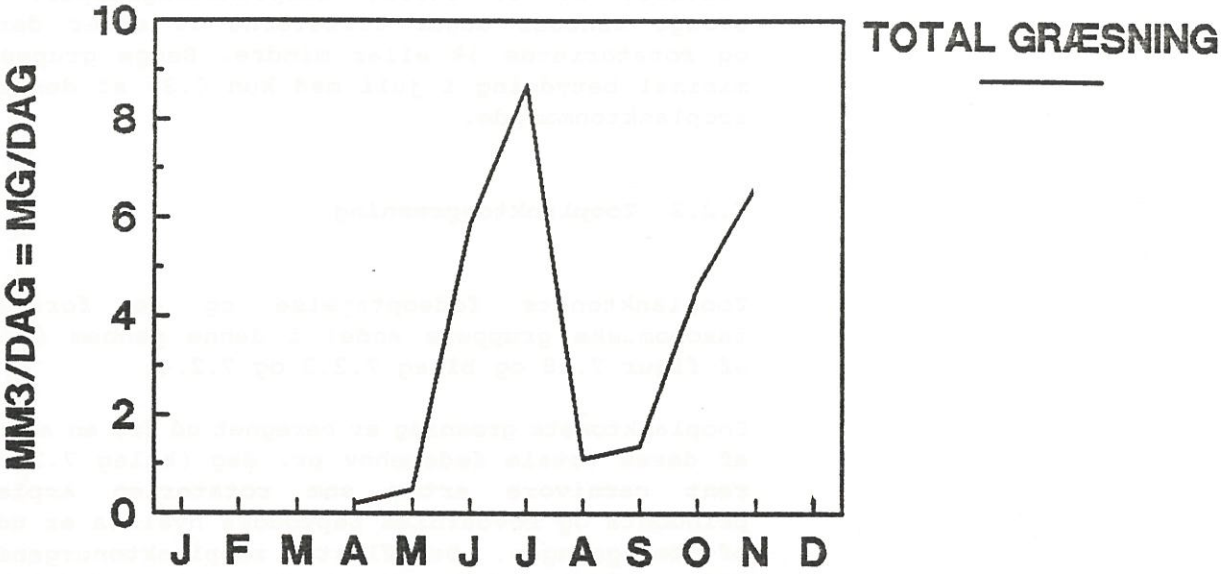
TOTAL ZOOPLANKTON BIOMASSE 1987



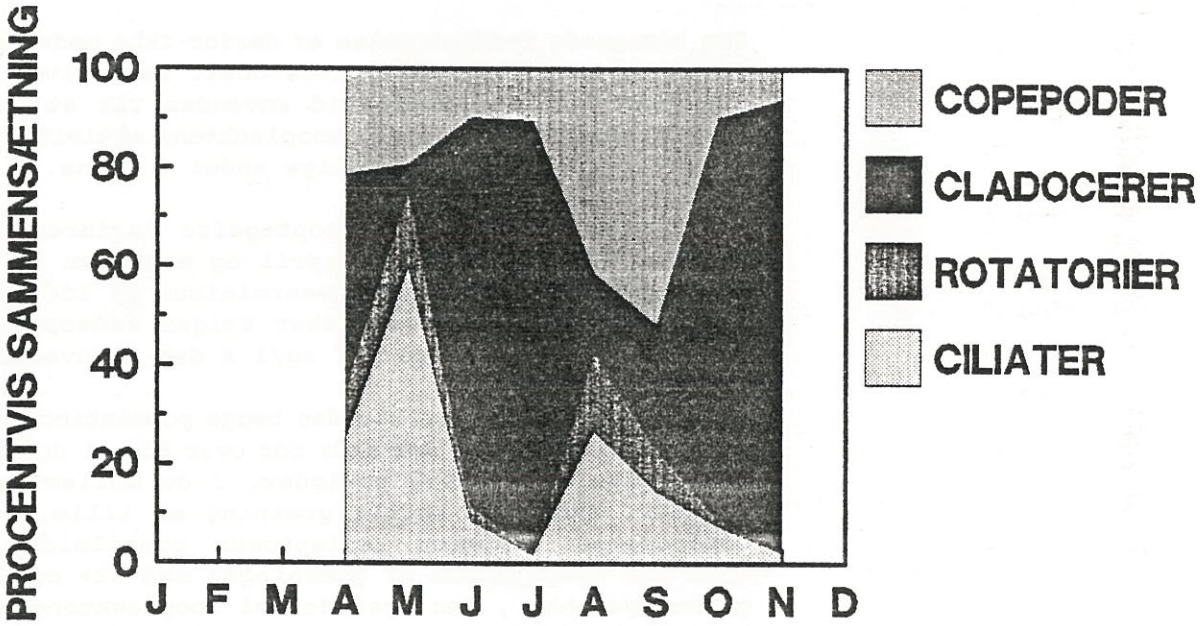
Figur 7.17

VANDET SØ

ZOOPLANKTON FØDEOPTAGELSE 1987



OPTAGET VÅD VÆGT/DAG



ZOOPLANKTONGRUPPERNES PROCENTVISE ANDEL I GRÆSNINGEN

Figur 7.18

Ciliaters og rotatoriers andel af zooplanktonbiomassen er lille gennem hele året bortset fra maj, hvor den høje procentdel af disse grupper primært skyldes fraværet af de større zooplanktongrupper. I de øvrige måneder udgør ciliaterne 5% eller derunder og rotatorierne 6% eller mindre. Begge grupper har minimal betydning i juli med kun 0.3% af den totale zooplanktonmængde.

7.2.2 Zooplanktongræsning

Zooplanktonets fødeoptagelse og de forskellige taxonomiske gruppers andel i denne gennem året ses af figur 7.18 og bilag 7.2.3 og 7.2.4.

Zooplanktonets græsning er beregnet ud fra en antagelse af deres totale fødebehov pr. dag (bilag 7.2.5). De rent carnivore arter som rotatorien Asplanchna priodonta og rovdafnien Leptodora hyalina er udeladt af beregningen. De fleste zooplanktonorganismers føde består af både alger, detritus og bakterier i varierende forhold, samt eventuelt også rov. Bl.a. regnes de cyclopoide copepoder for omnivore, idet de både kan tage byttedyr og alger. I hvilket forhold vides derimod ikke, dog stiger andelen af rov i føden med dyrets alder.

Den beregnede fødeoptagelse er derfor ikke nødvendigvis en ren græsning på phytoplanktonet. De angivne græsningsværdier kan imidlertid anvendes til at vurdere betydningen af det totale zooplanktons aktivitet, samt de enkelte arters sandsynlige andel i denne.

Zooplanktonets totale fødeoptagelse varierer mellem minimum 0.2 mg/l x dag i april og maksimum 8.7 mg x dag i juli. Efter et sensommerminimum på lidt over 1 mg/l x dag i august-september stiger fødeoptagelsen til et nyt maksimum på 6.7 mg/l x dag i november.

De to græsningsmaksima skyldes begge populationsmaksima af Daphnia galeata, der står for over 80% af den totale fødeoptagelse i disse perioder. I de mellemliggende måneder, hvor den totale græsning er lille, er det copepoderne, primært Eudiaptomus graciloides, der står for hovedparten af græsningen med 42% og 52% af græsningen hhv., men også de små zooplanktongrupper, ciliater og hjuldyr, gør sig gældende i disse måneder.

Ciliaters og rotatoriers andel i det totale zooplanktons fødeoptagelse er af væsentlig betydning i forårs- og sensommermånederne. For begge disse grupper gælder imidlertid, at deres græsning i absolutte tal ikke varierer meget gennem året, så deres varierende andel i den totale græsning, skyldes først og fremmest de øvrige gruppers variationer.

Ciliater står for 8% af den totale zooplanktongræsning i gennemsnit for april til november. Maksimum er 60% i maj og 27% i august, mens minimum er 2% i juli og november.

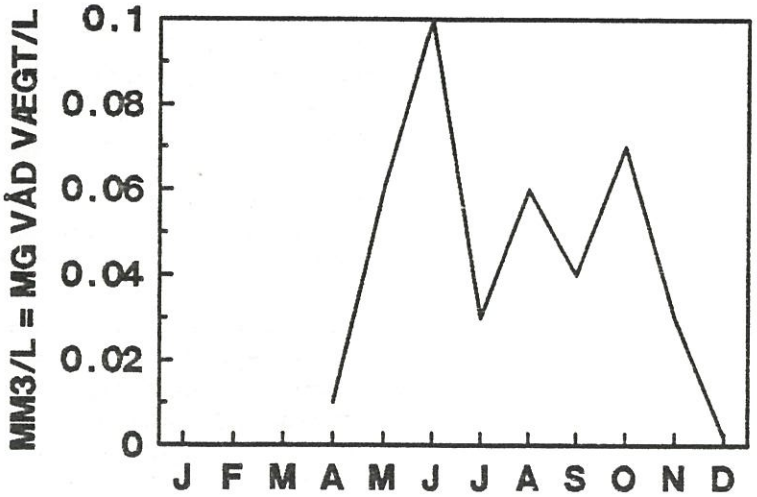
Rotatoriernes andel af fødeoptagelsen er gennemsnitlig 4% i april-november. Maksimum er for denne gruppe 16% i maj og august, mens minimum på 0.1% forekommmer i oktober.

Bedømt efter andel i den totale fødeoptagelse er cladocererne endnu mere dominerende end efter andel i biomasse. Deres græsning er i gennemsnit 73% af den totale i gennemsnit for april-november, med maksimale andele på 87% i juli og 91% i november, der først og fremmest skyldes Daphnia galeata. Denne art alene står for 72% af cladocerernes græsning, svarende til 46% af det samlede zooplanktons fødeoptagelse.

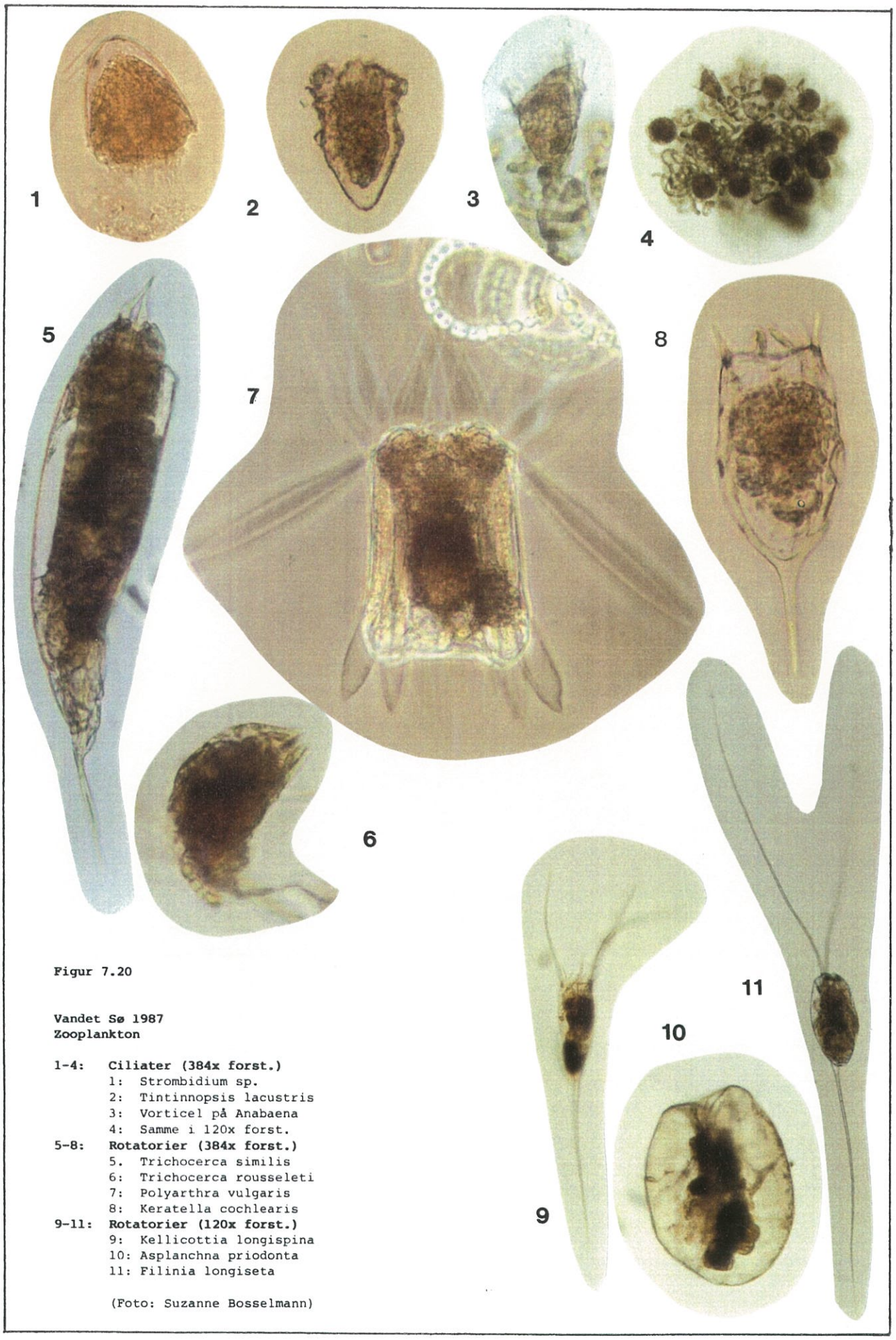
Copepodernes andel i den totale græsning er 15% i gennemsnit for april til september, med maksimum i august og september på 42% og 52% hhv. I september og oktober er de cyclopoide copepoders andel af copepodernes fødeoptagelse oppe på maksimale 26% og 28%, hvilket betyder en eventuel overvurdering af den totale fødeoptagelse i disse måneder. Minimum 6% findes i november.

Zooplanktonet har altså maksimal biomasse og græsning i juni-juli og i efterårsmånederne oktober-november, adskilt af et klart sensommerminimum i august-september. Dette to-toppede mønster findes igen hos den enkelte art, mest udpræget hos Daphnia galeata, Daphnia hyalina og, trods mindre udtalt, også hos copepoderne Eudiaptomus graciloides og Mesocyclops leuckarti.

CILIATER 1987



Figur 7.19



Figur 7.20

Vandet Sø 1987
Zooplankton

1-4: Ciliater (384x forst.)
1: Strombidium sp.
2: Tintinnopsis lacustris
3: Vorticel på Anabaena
4: Samme i 120x forst.

5-8: Rotatorier (384x forst.)
5. Trichocerca similis
6: Trichocerca rousseleti
7: Polyarthra vulgaris
8: Keratella cochlearis

9-11: Rotatorier (120x forst.)
9: Kellicottia longispina
10: Asplanchna priodonta
11: Filinia longiseta

(Foto: Suzanne Bosselmann)

Figur 7.21

Vandet Sø 1987
Zooplankton

12-15: Cladocerer (48x forst.)
12: Bosmina coregoni
13: Daphnia galeata
14: Daphnia cucullata
15: Diaphanosoma brachyurum

16-20: Copepoder (48x forst.)
16: Mesocyclops copepodit
17: Mesocyclops leuckarti ♂
18: Eudiaptomus graciloides ♀ med spermatoforer
19: Eudiaptomus graciloides ♂
20: Eudiaptomus copepodit C II

(Foto: Suzanne Bosselmann)

7.2.3 Artssammensætning og succession

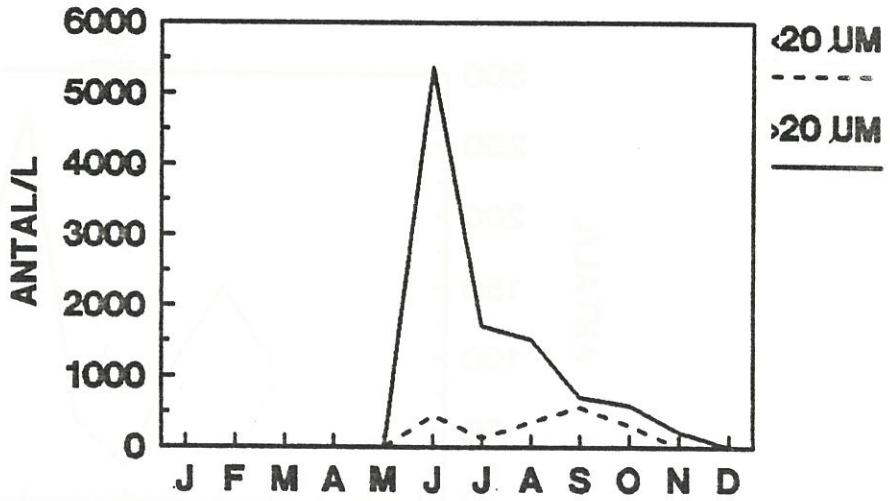
CILIATER (figur 7.19 og 7.20, bilag 7.2.7 og 7.2.8)

Ciliaterne har et biomassemaksimum på 0.07 mg/l i oktober, mens mindre maksima på 0.06 mg/l findes i maj og august. Biomassen varierede ellers mellem 0.002 mg/l i december og 0.03 mg/l i juli og november.

Ciliater udgør maksimalt 19% af den totale zooplanktonbiomasse i maj måned. Resten af året overstiger deres andel ikke 5%, som findes i april og juni, og i juli er deres andel kun 0.3% af den samlede biomasse.

Gruppen epiplanktiske ciliater > 40 um (figur 7.22) er dominerende i individantal, med et maksimalt antal individer på 5370 ind/l i juni svarende til 75.5 ug/l, og generelt et højt niveau gennem sommermånederne. De fleste af dyrene i denne gruppe sidder på kolonier af Anabaena flos-aquae.

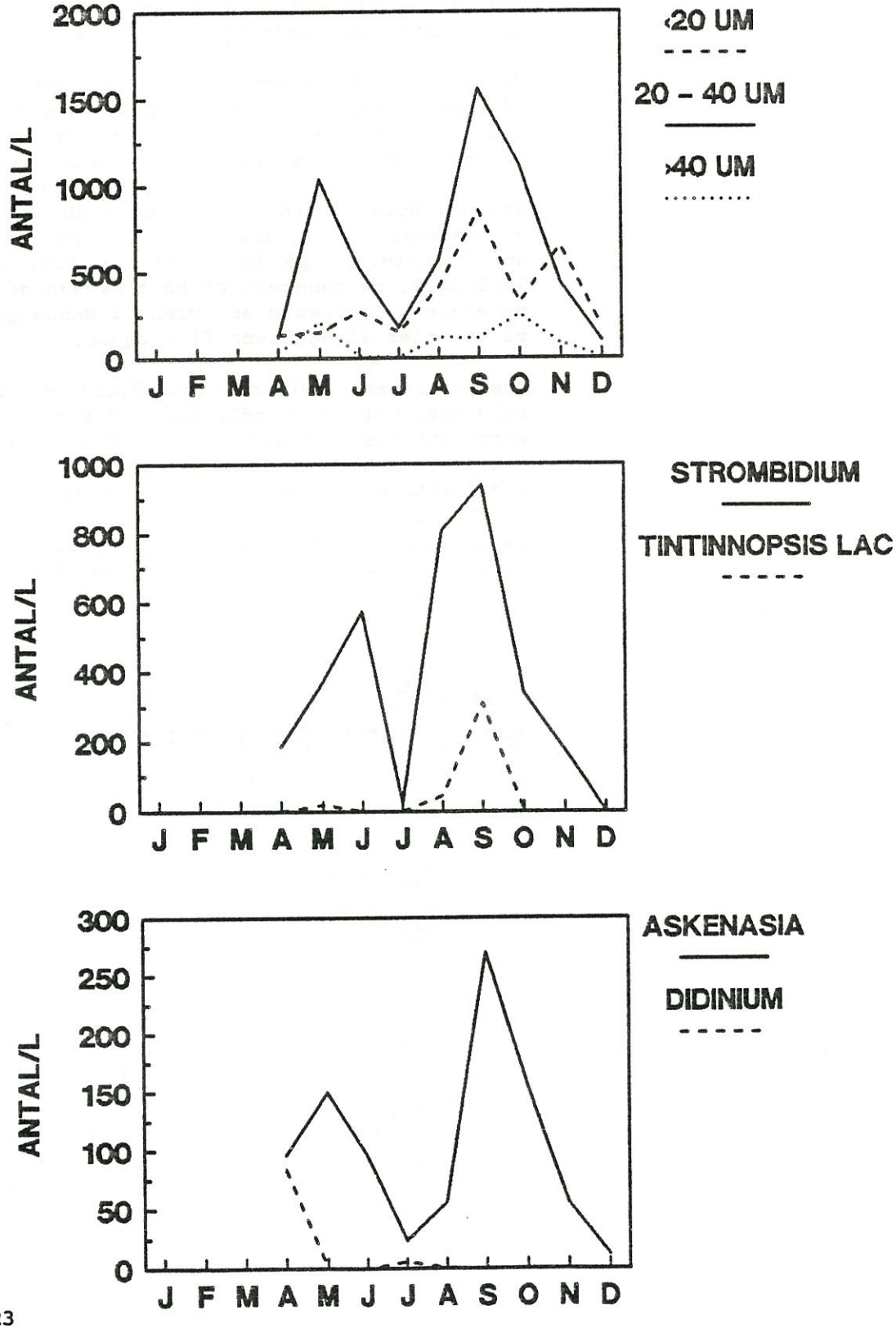
Også ciliater 20-40 um (figur 7.23) er talrige gennem hele året med flest individer 1560 ind/l i august, mens deres største biomasse findes i oktober med 17.5 ug/l. Ciliater < 20 um findes oftest i ringere tal end de lidt større ciliater. Deres maksimale antal, 860 ind/l findes i september, svarende til en biomasse på 3.6 ug/l. Det skal understreges, at størrelsesgrupperne, især de fritsvømmende arter, kan dække over flere forskellige arter.



Figur 7.22

VANDET SØ

CILIATER 1987



Figur 7.23

De almindeligst forekommmende af de slægter, der kan identificeres, er Askenasia og Strombidium (figur 7.23), men igen gælder det, at der forekommer flere arter indenfor samme slægt.

Strombidium har maksimal forekomst i september med 940 ind/l og maksimal biomasse, 16.1 ug/l, i august.

Askenasia har maksimale individantal, 150 ind/l i maj og 270 ind/l i september, mens maksima af biomasse findes i juni, 3.2 ug/l, og i oktober, 4.8 ug/l.

Mindre hyppige arter er Tintinnopsis lacustris, som findes i maj og august-september, med det største antal individer, 310 ind/l i september, svarende til 5.2 ug/l.

Epistylis rotans findes i august-september i individtal på hhv. 18 ind/l og 6 ind/l.

Derudover findes Tintinnidium fluviatile i april, Euplotes patella og Didinium i april, samt Coleps i oktober.

ROTATORIA (figur 7.20 og 7.24, bilag 7.2.7 og 7.2.8)

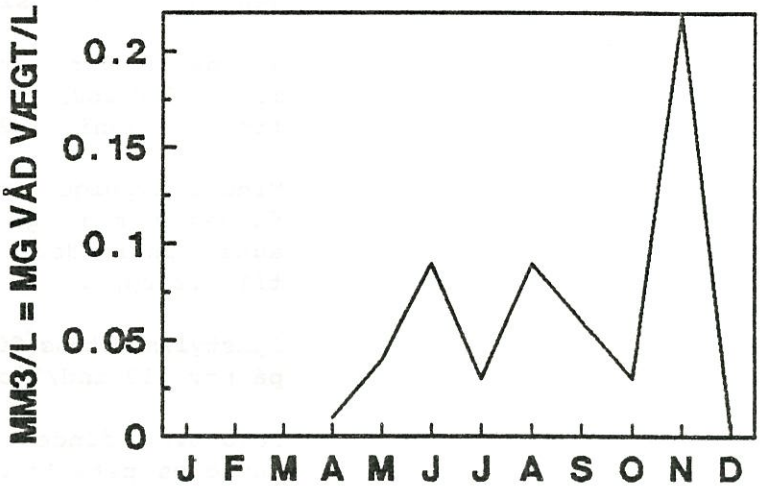
Der er fundet i alt 15 arter af rotatorier, hvoraf de 13 er fundet i flere på hinanden følgende måneder, altså dannende sammenhængende populationer. Kun slægten Synchaete kan ikke artsbestemmes, og derudover findes nogle få eksemplarer af rotatorier, som ikke kan bestemmes til slægt.

Rotatoriernes biomasse stiger gennem foråret til mindre maksima på 87 ug/l i juni, forårsaget primært af en stor population af Conochilus unicornis, og 85 ug/l i august, forårsaget af Trichocerca rousseleti og Trichocerca similis. I begge disse maksima indgår desuden den carnivore Asplanchna priodonta, som forårsager det absolutte maksimum af rotatorier på 215 ug/l i november.

Rotatorier udgør maksimalt 12% af den totale zooplanbiomasse. Dette findes i maj, resten af året er deres andel ikke over 6%. I juni, hvor den totale zoplanktonbiomasse er maksimal, udgør rotatorierne kun 0.3%.

I antal varierer rotatorierne mellem 12 ind/l i december og et maksimum på 736 ind/l i september. Maksimum skyldes flere små arter, Keratella cochlearis, Phompholyx sulcata og Trichocerca rousseleti.

VANDET SØ
ROTATORIER 1987



Figur 7.24

Keratella spp. (figur 7.25)

Keratella cochlearis findes hele året og er den talrigeste af rotatorierne, idet den udgør en stor del af de fundne rotatorieindivider. Den største population findes i august, 392 ind/l, svarende til en biomasse på 5 ug/l. Et mindre maksimum på 312 ind/l findes i juni, adskilt af et minimum i juli på 96 ind/l. Det maksimale antal æg findes i maj, august og oktober, samtidig med det største relative antal ægbærende individer. Flest æg, 116 æg/l, findes i august, mens flest ægbærende individer relativt findes i oktober med 38%.

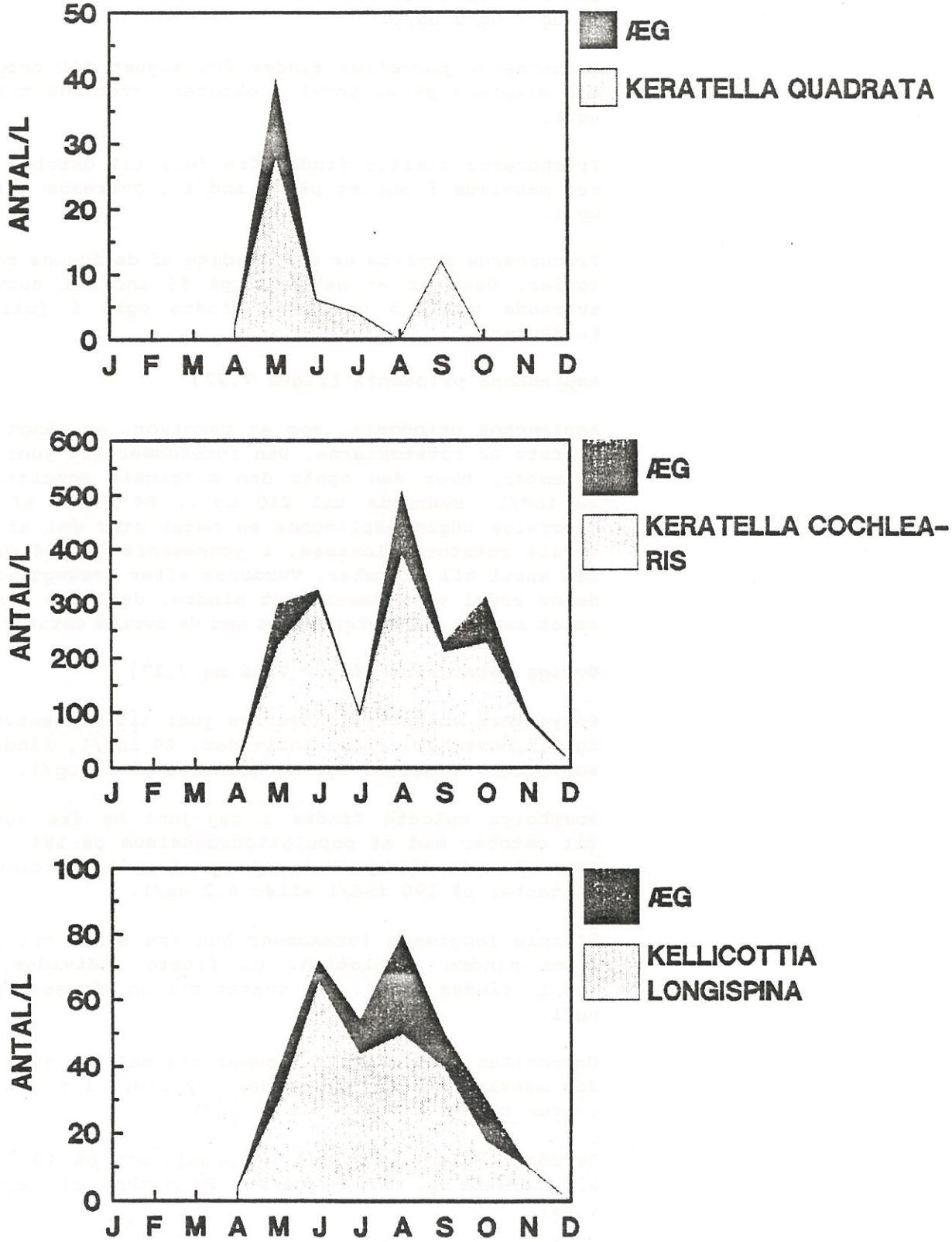
Keratella quadrata findes fra april til juli og igen i september. Maksimal population, 28 ind/l svarende til 42 ug/l, findes i maj. Ægbærende individer findes kun maj med 12 æg/l.

Kellicottia longispina (figur 7.25)

Kellicottia longispina er den næstvigtigste af de herbivore/detritivore rotatorier bedømt efter biomasse. Arten findes i alle måneder med undtagelse af december, hvor de filtrerede prøver mangler, men populationen er aldrig talrig. Den varierer mellem 2 ind/l i april og 66 ind/l i juni. Det maksimale antal svarer til en biomasse på 3.5 ug/l.

VANDET SØ

ROTATORIER 1987



Figur 7.25

Trichocerca spp. (figur 7.26)

Trichocerca rousseleti findes fra juli til november. Der findes to klare maksima, 366 ind/l i august og 184 ind/l i oktober, adskilt af et minimum på 18 ind/l i september. De tilsvarende biomassemaksima er 16 ug/l og 8 ug/l.

Trichocerca porcellus findes fra august til oktober med maksimum på 42 ind/l i oktober, svarende til 10 ug/l.

Trichocerca similis findes fra juli til oktober men med maksimum i august på 70 ind/l , svarende til 16 ug/l.

Trichocerca stylata er den mindste af de fundne rotatorier. Den har et maksimum på 84 ind/l i august, svarende til 1.5 ug/l, og findes også i juli og september.

Asplanchna priodonta (figur 7.27)

Asplanchna priodonta, som er carnivor, er langt den største af rotatorierne. Den forekommer fra juni til november, hvor den opnår den maksimale population, 12 ind/l. svarende til 210 ug/l. På grund af sin størrelse udgør Asplanchna en meget stor del af den totale rotatoriebiomasse, i gennemsnit 56% af denne fra april til november. Vurderet efter tørvægt ville denne andel være væsentligt mindre, da arten har en meget lavere tørvægtsprocent end de øvrige rotatorier.

Øvrige rotatorier (figur 7.26 og 7.27)

Polyarthra vulgaris findes fra juni til september og igen i november. Flest individer, 44 ind/l, findes i september, svarende til en biomasse på 11 ug/l.

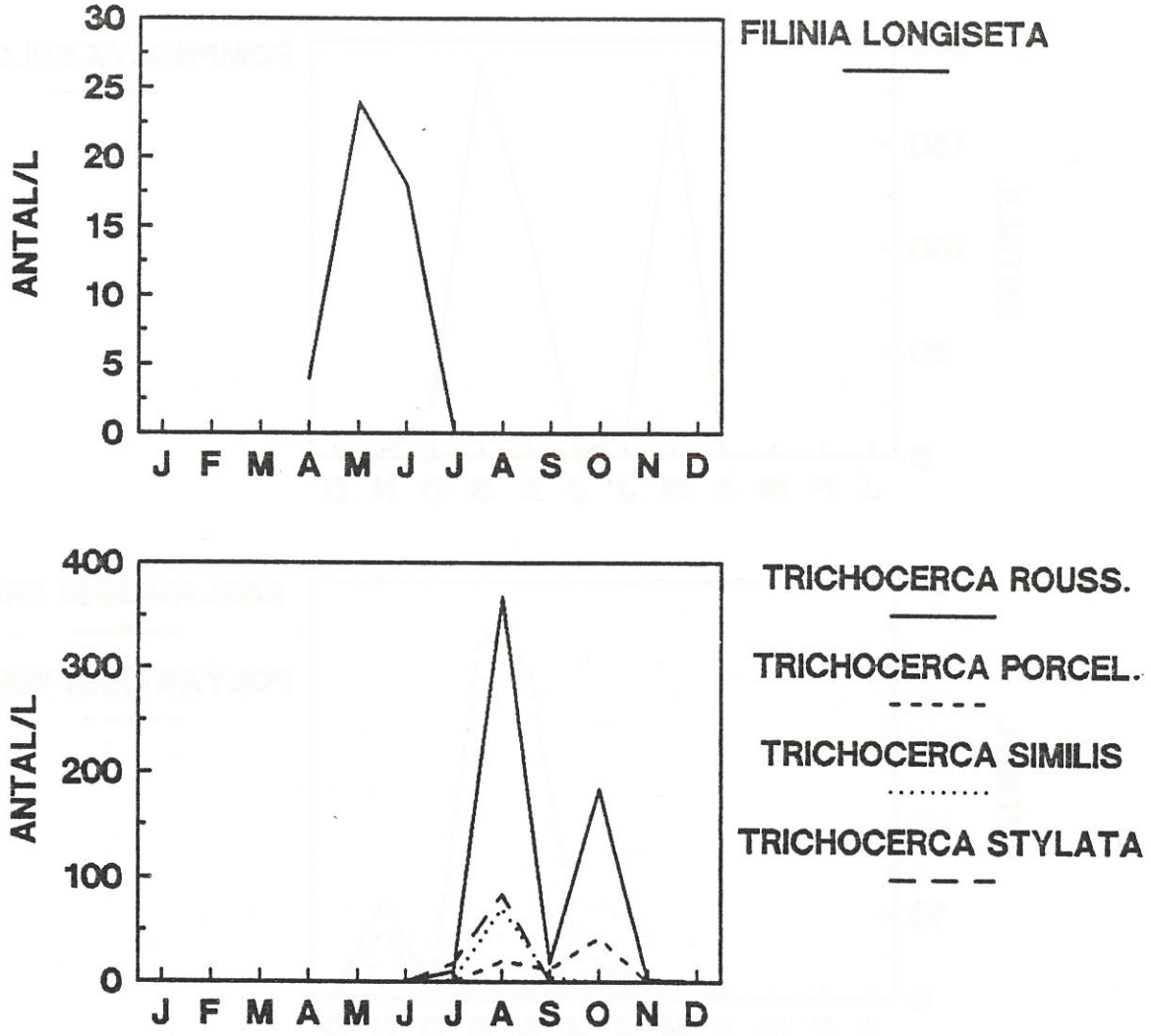
Pompholyx sulcata findes i maj-juni og fra august til oktober med et populationsmaksimum på 184 ind/l svarende til 10 ug /l i maj og et andet maksimum i september på 190 ind/l eller 6.2 ug/l.

Filinia longiseta forekommer kun fra april til juni i en mindre population. De fleste individer, 24 ind/l, findes i maj. Det svarer til en biomasse på 6 ug/l.

Conochilus unicornis forekommer fra maj til juli med det maksimalt antal individer, 42 ind/l i juni. Det svarer til en biomasse på 38 ug/l.

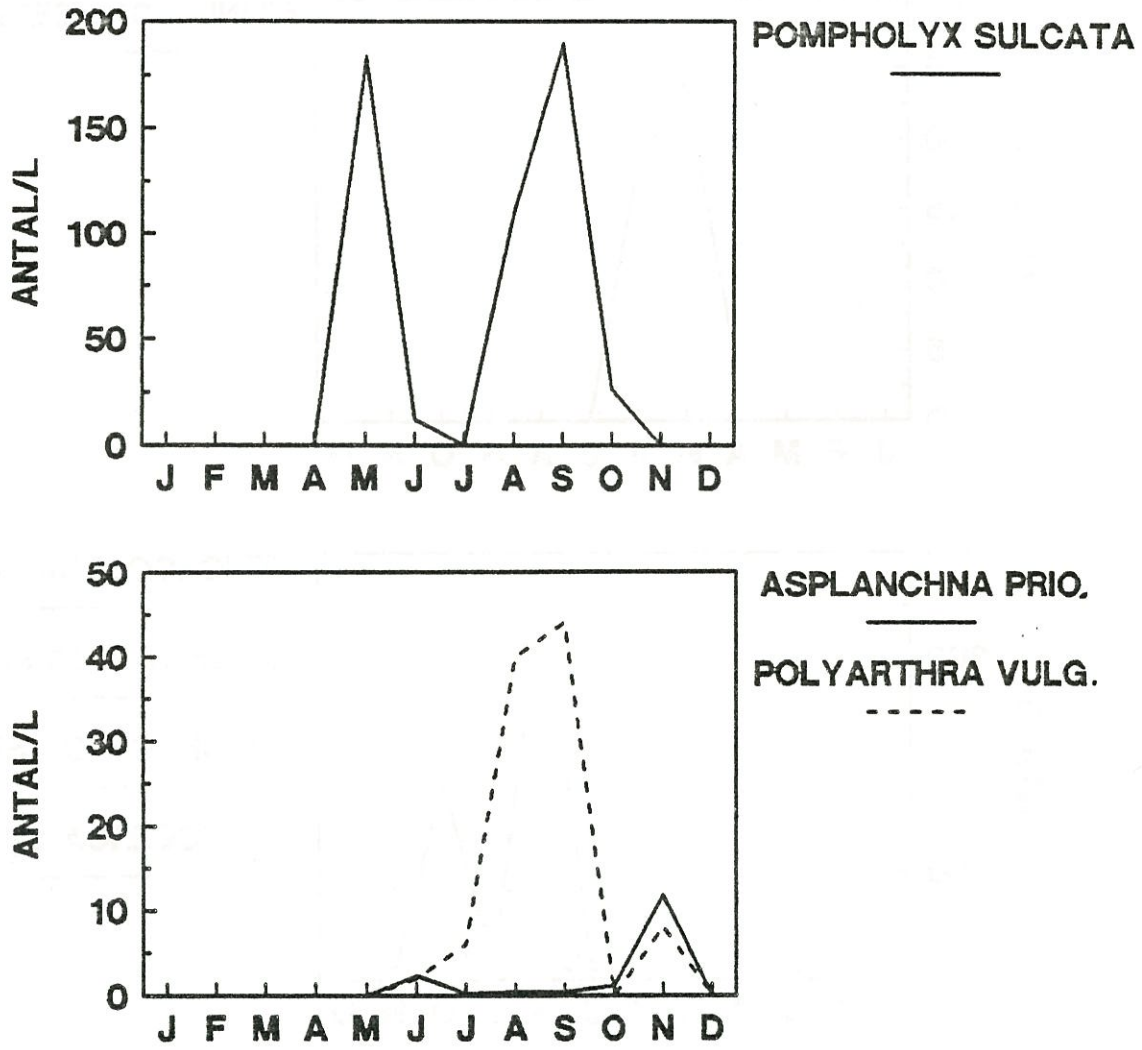
Derudover findes i april en population på 40 ind/l af Synchaete sp. samt 14 ind/l af Polyarthra dolichoptera i maj.

VANDET SØ
ROTATORIER 1987



Figur 7.26

VANDET SØ
ROTATORIER 1987



Figur 7.27

CLADOCERA (figur 7.21 og 7.28, bilag 7.2.9 og 7.2.10)

Der findes i alt 8 Cladocera arter. Af disse er Daphnia galeata den dominerende art, mens to arter, Ceriodaphnia quadrangula og dem carnivore Leptodora hyalina, kun findes i enkelte eksemplarer af underordnet betydning.

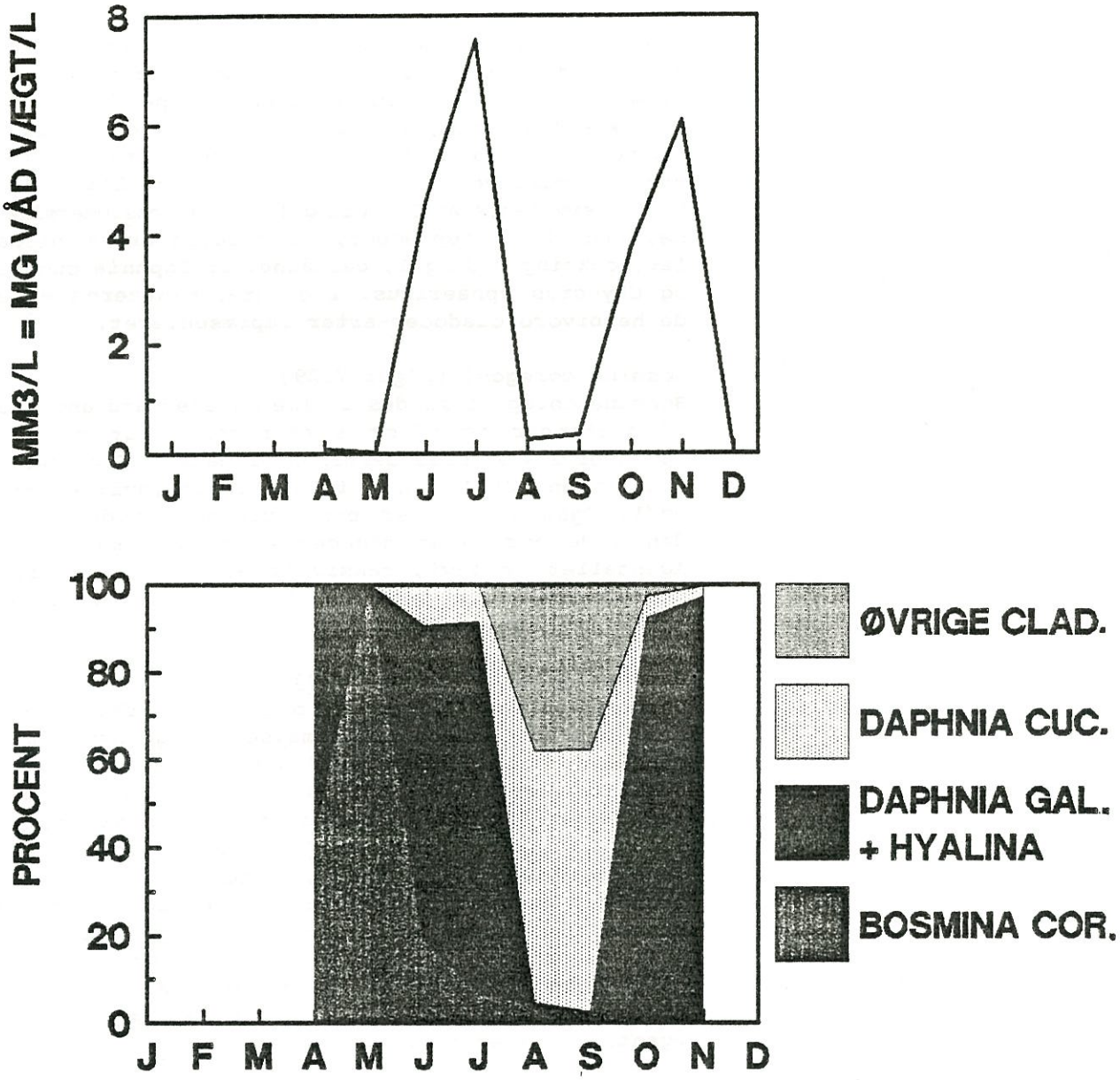
I gennemsnit for hele året udgør cladocererne 39% af den samlede zooplanktonbiomasse. Gruppen er repræsenteret hele året med en minimal biomasse på 0.02 mg/l i maj, kun bestående af Bosmina coregoni, og en maksimal biomasse på 7.6 mg/l i juni. Et andet maksimum, 6.1 mg/l, forekommer i november. Begge maksima udgøres helt overvejende af Daphnia galeata. I sensommermånederne, august og september, er cladocerernes biomasse lav, omkring 0.3 mg/l, bestående af Daphnia cucullata og Chydorus sphaericus. I efterårsmånederne er alle de herbivore cladocer-arter repræsenteret.

Bosmina coregoni (figur 7.29)
Bosmina coregoni findes i alle måneder med undtagelse af september og udgør i gennemsnit for april til november 22% af cladocerernes biomasse. Den maksimale population, 21.4 ind/l, findes i juni,hvilket er 0.9 mg/l. Også i juli er populationen betydelig, mens den i de øvrige er måneder er mindre end 2 ind/l. Ægantallet er lavt, maksimalt 4.2 æg 1 i juni. Det største relative ægantal, 1.3 æg/individ findes i april før populationens vækst.

Daphnia galeata (figur 7.29)
Daphnia galeata udgør en meget stor del, 39%, af den samlede cladocerabiomasse i gennemsnit for månederne april-november. Arten forekommer i to adskilte perioder, juni-juli og oktober-november.I den første period er det maksimale antal individer 15.8 ind/l, som findes i juli, mens maksimum i den sene periode, 24.2 ind/l, findes i november. På grund af gennemsnitligt større individer i sommermånederne findes den største biomasse, 6.1 mg/l i juli, mens populationen i november har en biomasse på 5.2 ind/l. Det maksimale antal af æg, 3 æg/l, findes i juni samtidigt med det maksimale relative ægantal, 0.3 æg/ind.

Daphnia hyalina (figur 7.29)
Daphnia hyalina findes i april, i juni-juli og igen i oktober-november. Den udgør 11% af den samlede cladocerabiomsse i månederne april-november. Populationen er altid lille med det største antal på 3 ind/l i november, hvor også den maksimale biomasse, 0.7 mg/l, findes. De fleste æg findes i juni, 3.8 æg/l, mens det største relative antal, 4 æg/ind., findes i april før populationens maksimale vækst i antal individer.

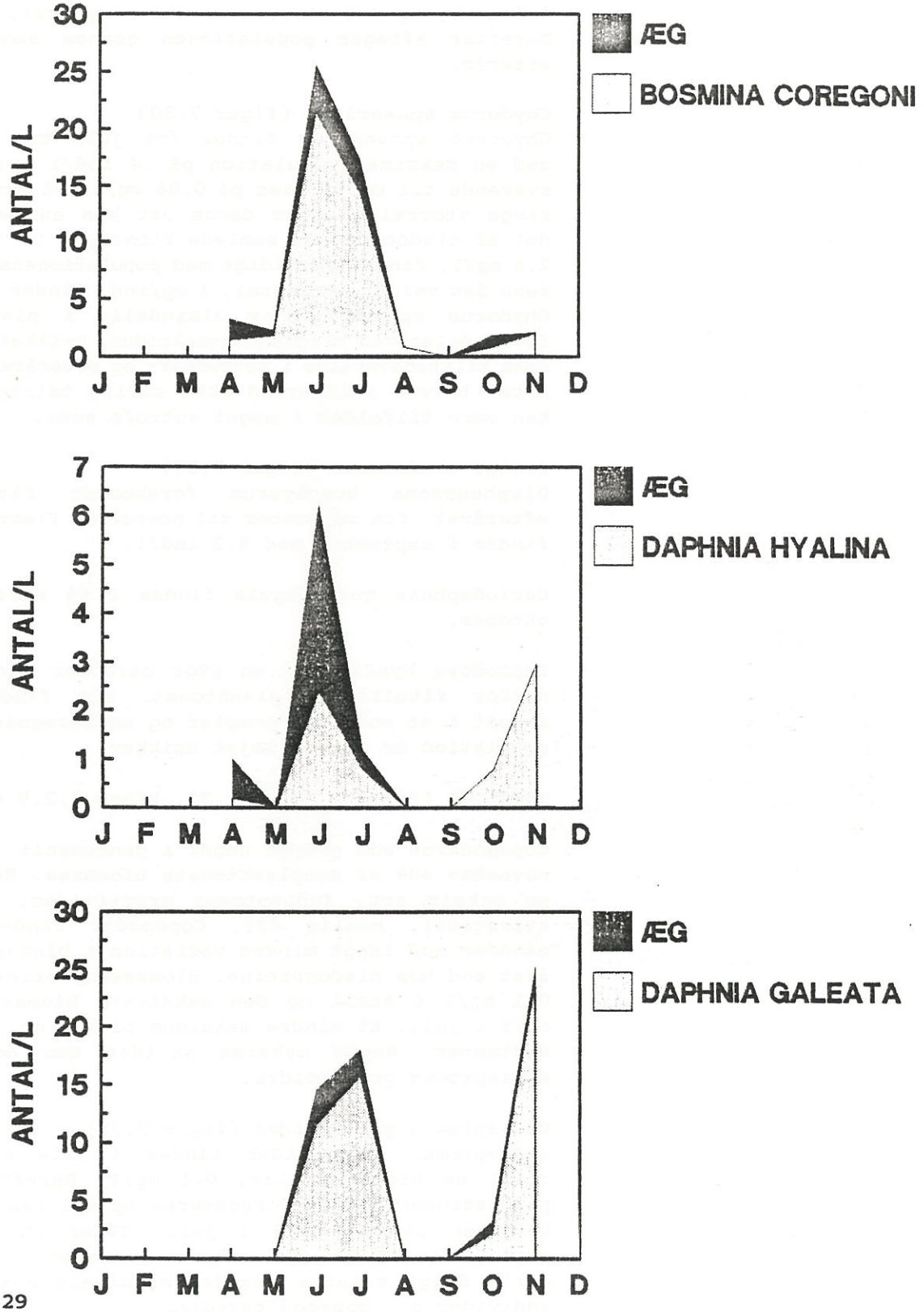
VANDET SØ
CLADOCERER 1987



Figur 7.28

VANDET SØ

CLADOCERER 1987



Figur 7.29

Daphnia cucullata (figur 7.30)
Daphnia cucullata er den mindste af dafnierne. I gennemsnit for april til november udgør den 18% af cladocerernes biomasse.Den findes fra juni til november med flest individer, 16.2 ind./l, i juni. I denne måned findes også det største absolutte ægantal, 1.8 æg/l, og det største relative ægantal, 0.1 g/l. Derefter aftager populationen gennem sensommer og efterår.

Chydorus sphaericus (figur 7.30)
Chydorus sphaericus findes fra juli til september med en maksimal population på 14 ind/l i september, svarende til en biomsse på 0.06 mg/l. På grund af sin ringe størrelse udgør denne art kun en meget lille del af cladocerernes samlede biomasse. De fleste æg, 2.6 æg/l, findes samtidigt med populationens maksimum, mens det relative ægantal, 1 æg/ind, findes i oktober. Chydorus sphaericus er almindelig i planktonet i forbindelse med blågrønalgemaksimum, hvilket forklarer dens tilstedeværelse i sensommer- og efterårsmånederne. Arten bliver imidlertid ikke særlig talrig, som det kan være tilfældet i meget eutrofe søer.

Øvrige cladocerer (figur 7.30)
Diaphanosoma brachyurum forekommer fåtalligt i efteråret, fra september til november. Flest individer findes i september med 3.2 ind/l.

Ceriodaphnia quadrangula findes i få eksemplarer i oktober.

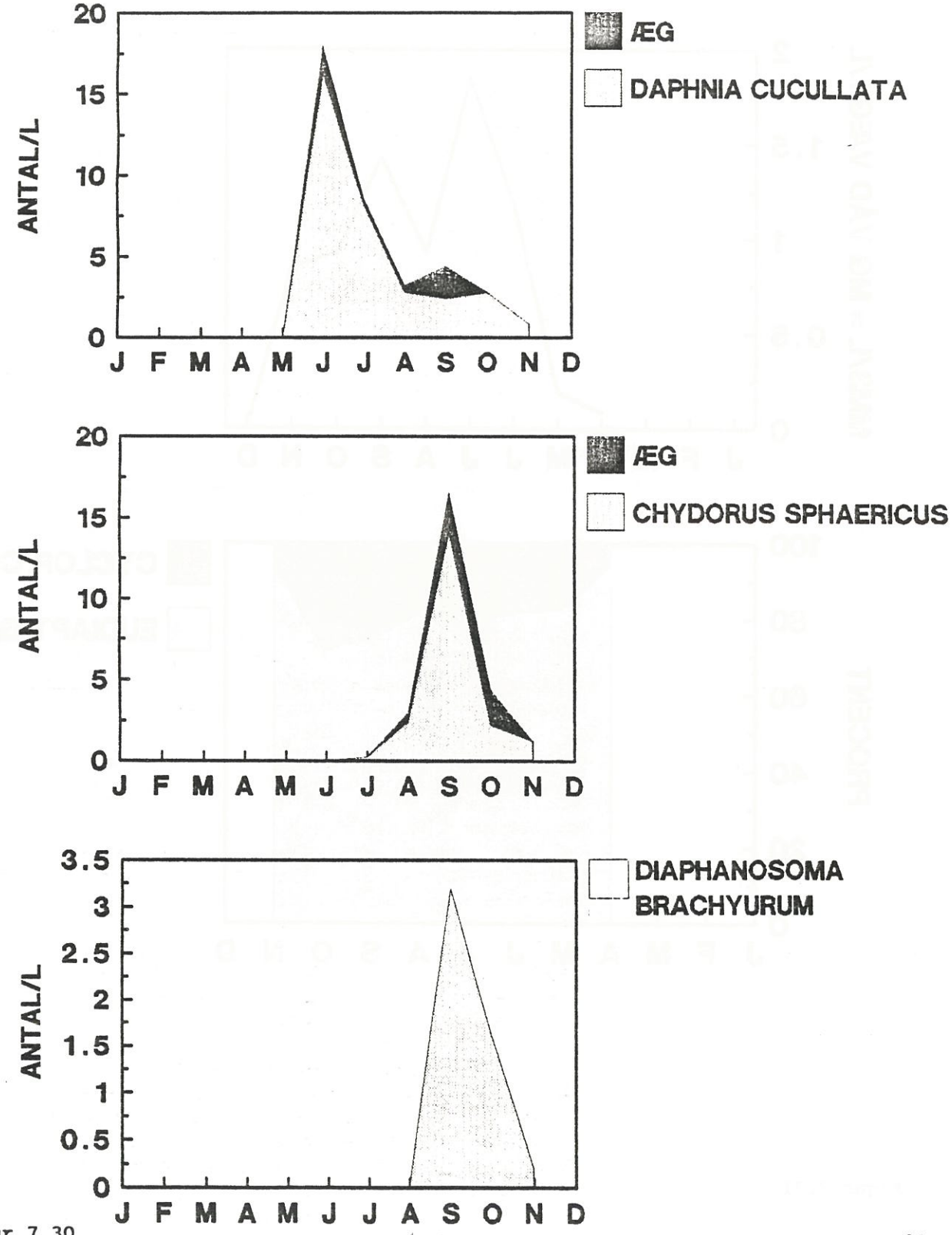
Leptodora hyalina er en stor carnivor cladocera og derfor fåtallig i planktonet. Den findes kun i august i et enkelt eksemplar og en beregning af dens population er derfor højst usikker.

COPEPODA (figur 7.21 og 7.31, bilag 7.2.9 og 7.2.10)

Copepoderne som gruppe udgør i gennemsnit for april-november 40% af zooplanktonets biomasse. Heraf udgør en enkelt art, Eudiaptomus graciloides, langt den størstedel, nemlig 83%. Copepoder findes i alle måneder med langt mindre variation i biomasse gennem året end hos cladocererne. Biomassen varierer mellem 0.1 mg/l i april og den maksimale biomasse på 1.9 mg/l i juli. Et mindre maksimum på 1.4 mg/l findes i september. Begge maksima skyldes den dominerende Eudiaptomus graciloides.

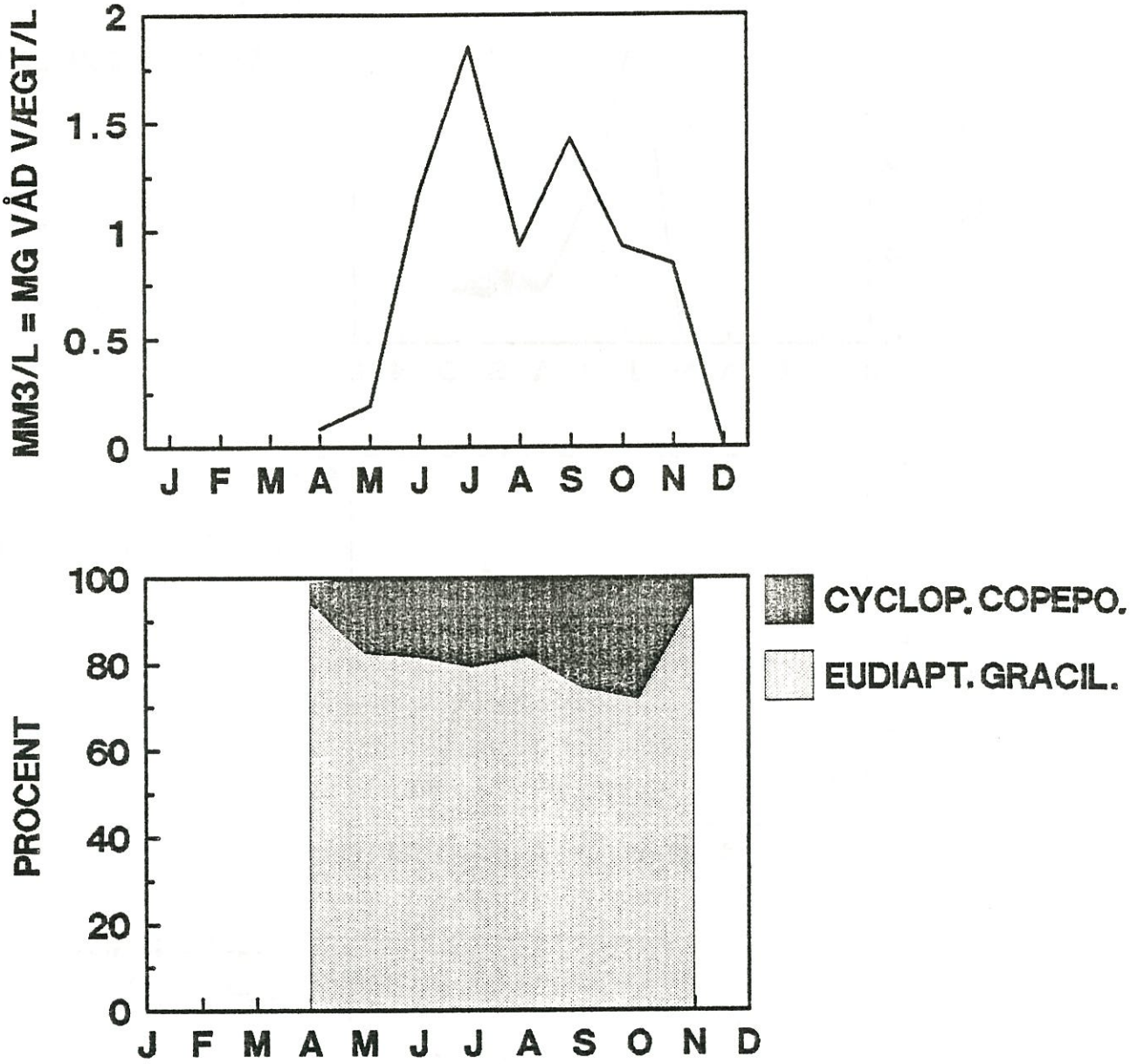
Eudiaptomus graciloides (figur 7.32)
Eudiaptomus graciloides findes i alle måneder. I april er biomassen lav, 0.1 mg/l. Derefter vokser populationen gennem forsommeren op til sin maksimale biomasse på 1.5 mg/l i juli. Efter et minimum i august findes et nyt maksimum i september på 1.1 mg/l. Begge maksima skyldes maksimalt antal voksne individer og copepoditstadier.

VANDET SØ
CLADOCERER 1987

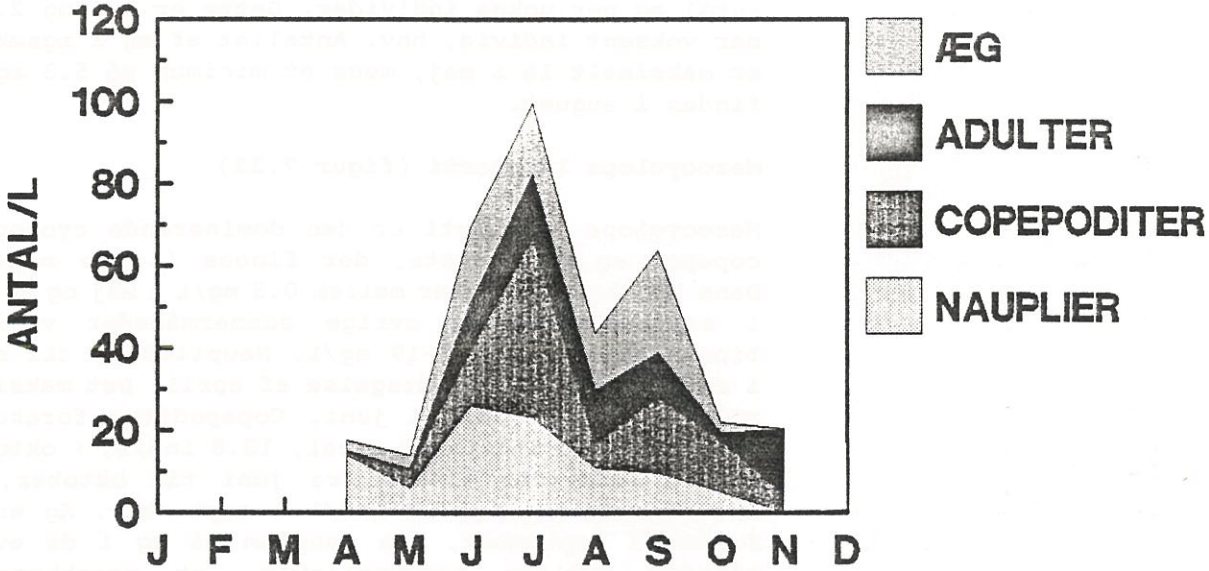


Figur 7.30

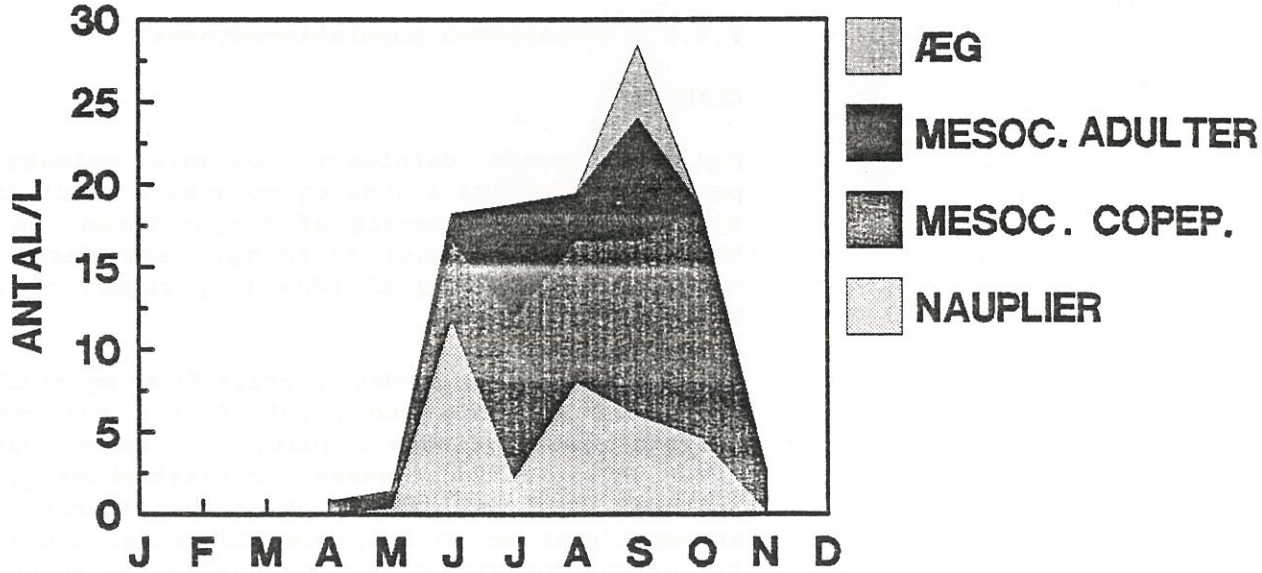
VANDET SØ
COPEPODER 1987



Figur 7.31



Figur 7.32



Figur 7.33

Nauplier er talrigest i juni-juli, med et største antal, 26 ind/l i juni, mens copepoditerne har maksimum, 4.4 ind/l i juli og igen i september, 18.6 ind/l. De voksne individer er altid ret fåtallige, flest findes i juni, 15.2 ind/l, og i november, 16.4 ind/l. Flest æg findes i juni med 18.2 æg/l og i september med 24.8 æg/l, samtidig med det største antal æg per vokne individer. Dette er 1.6 og 2.2 æg per voksent individ, hhv. Antallet af æg i ægsækkene er maksimalt 16 i maj, mens et minimum på 5.3 æg/sæk findes i august.

Mesocyclops leuckarti (figur 7.33)

Mesocyclops leuckarti er den dominerende cyclopoide copepod og den eneste, der findes i alle måneder. Dens biomasse varierer mellem 0.5 mg/l i maj og 23 mg/l i september. I de øvrige sommermåneder varierer biomassen omkring 18-19 mg/l. Nauplier er til stede i alle måneder med undtagelse af april. Det maksimale antal er 11.8 ind/l i juni. Copepoditer forekommer hele året med maksimalt antal, 13.8 ind/l, i oktober. Voksne individer findes fra juni til oktober, med det største antal, 7.4 ind/l i september. Æg er kun fundet i september, men manglen på æg i de øvrige måneder skyldes sandsynligvis, at ægsækkene er faldet fra hinanden ved filtreringen.

Øvrige copepoder
Voksne individer af Cyclops strenuus er fundet i enkelte eksemplarer i juni og december, og enkelte copepoditer af Cyclops er fundet i juni.

Få voksne individer af Eucyclops serrulatus er fundet i juli. Disse er mest sandsynligt ført ud fra littoralzonen.

7.2.4 Zooplankton populationsdynamik

CLADOCERA

Den dominerende dafnieart, Daphnia galeata, har populationsmaksima i juni og november. Populationens tilsynekomst er afhængig af temperaturen, da denne bestemmer hvileæggenes klækning, mens deres vækst herefter er afhængig af både temperatur, og fødens kvalitet og mængde.

Hos Daphnia galeata findes relativt flest æg umiddelbart før eller samtidig med populationens maksima. Det største ægantal findes i juni, hvor føden, vurderet efter phytoplanktonbiomasse, er tilstrækkelig. Populationen i juli er med til at græsse algerne ned, og sandsynligvis er en følgende fødemangel medvirkende til artens forsvinden før begyndelsen af august.

Længdemålinger af Daphnia galeata i juli viser en reduktion i antallet af både de største og de mindste individer. Da det desuden ses, at phytoplanktonkoncentrationerne i august og september er tilstrækkelige til at kunne opretholde en Daphnia-population, må det antages, at artens fravær i disse måneder skyldes både predation fra fisk og en hæmmende effekt af de dominerende blågrønalger.

Efter et nyt algemaksimum i september findes Daphnia galeata igen i oktober. Et nyt populationsmaksimum i november vil efter al sandsynlighed forsvinde kort tid efter prøvetagningen på grund af den meget lave algekoncentration, der er forårsaget af cladocerernes græsning.

Daphnia hyalina følger samme mønster som Daphnia galeata med totalt fravær i august-september, og maksimale populationer i juni og november.

Den mindre art, Daphnia cucullata, har ligeledes et populationsmaksimum i juni og en nedgang i antal i juli, men arten overlever i august og september, selvom populationen bliver formindsket. Af længdemålinger fremgår det, at også denne art reduceres i antal af både manglende rekruttering af nye individer og predation på de største individer. På grund af sin størrelse er arten imidlertid mindre udsat for predation fra fisk, som foretrækker de større Daphnia-arter. Uden denne størrelsesspecifikke predation ville Daphnia cucullata blive udkonkurreret af de større arter.

COPEPODER

Eudiaptomus graciloides

Tidsintervallerne mellem prøvetagningerne er lange i forhold til dyrenes generationstid. Forskellige generationer kan derfor være vanskelige at adskille i dette materiale ud fra antal individer i de forskellige udviklingsstadier alene, men kombineret med længdemålinger af copepoditer og voksne gennem året ses følgende udvikling af populationen:

De få overvintrende voksne individer producerer æg i de tidlige forårsmåneder. De klækkede individer findes i de sene naupliestadier i april-maj, som copepoditer i maj, og som voksne individer i juni-juli. Denne første generations produktion af æg ses også i juni-juli. Æggene udvikles til nauplier også i løbet af juni-juli, til copepoditer i juni-august og til voksne individer i juli-september. Denne anden generation producerer æg i august-september. Tredie generation starter som nauplier i august-november, tidlige copepoditstadier findes fra september og senere copepoditstadier fra oktober. Udviklingen til voksne individer finder sted fra oktober og

indtil det sene efterår. Disse voksne vil så begynde deres ægproduktion i løbet af vinteren.

Eudiaptomus graciloides er i tidligere undersøgelser fra danske søer fundet af have en sommergeneration og en vintergeneration. I disse tilfælde har udviklingen af sommergeneration været forsinket i juli-august, hvilket har været tilskrevet fødeforholdene i disse måneder. Også i Vandet sø findes en længere udviklingstid for copepoditstadierne i juli-august, end det er tilfældet i maj-juni på trods af den lavere temperatur i disse måneder. Dette kan skyldes, at koncentrationerne af alger i juli er lav, og at andelen af blågrønalger i begge måneder er høj.

Individstørrelsen hos copepoderne regnes generelt for omvendt proportionalt med temperaturen under opvæksten. Den store individstørrelse i forårsgenerationen skyldes den lave temperatur i foråret, trods en meget lav fødekoncentration i disse måneder. Anden generation er vokset op under bedre fødeforhold, mens også under højere temperaturer, og er følgelig af mindre størrelse individuelt. Tredie generation er vokset op under højere temperatur end første generation og med en føde, der i mængde er rigelig, men i kvalitet må anses for dårligere, da den er domineret af blågrønalger. Alligevel er individerne i denne generation de absolut største, idet de i vægt overstiger sommergenerationen med 30-40% og forårsgenerationen med 15-20%.

Mesocyclops leuckarti
Det almindelige populationsmønster hos Mesocyclops leuckarti er, at dyrene overvintrer i det 5. copepoditstadium, udvikles til voksne individer i foråret, som producerer æg i maj-juni. Denne generation vokser op i løbet af sommeren, producerer æg i efteråret og danner dermed en ny vintergeneration af copepoditer. Populationen i Vandet sø synes at følge dette mønster, omend populationen er lille og vanskelig at tolke på grund af prøvetagningsintervallernes længde.

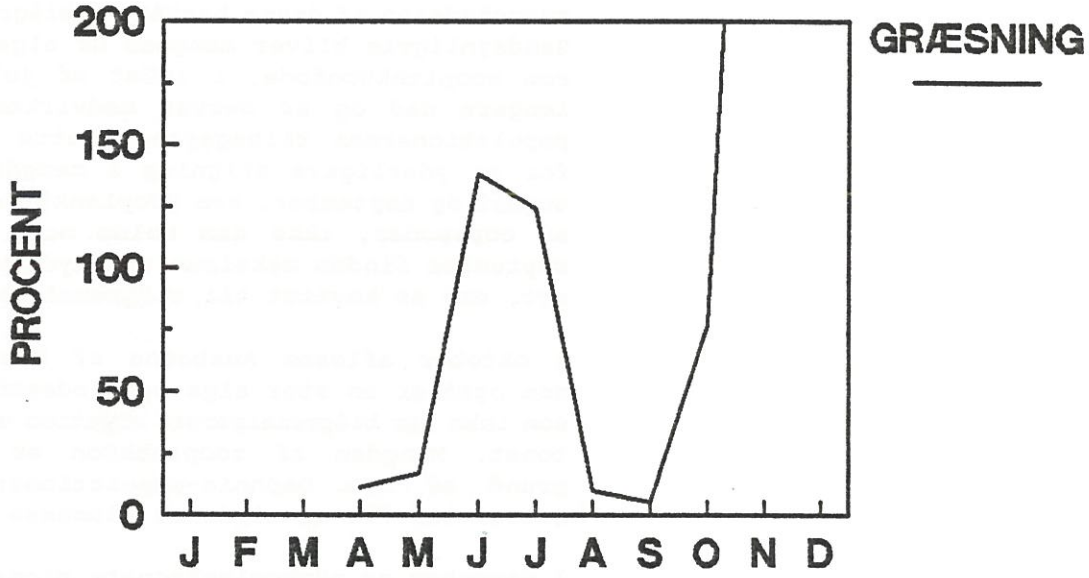
7.2.5 Relationer mellem phytoplankton og zooplankton

Figur 7.34 viser zooplanktonets fødeoptagelse pr. dag i procent af phytoplanktonets biomasse.

Sammenligningerne i det nedenstående mellem phyto- og zooplankton er for algernes vedkommende baseret på klorofylmålinger, da disse, ligesom zooplankton, stammer fra blandingsprøver af hele vandsøjlen. Den relative fordeling af alger i forskellige størrelser er imidlertid baseret på volumenberegningerne.

VANDET SØ

ZOOPLANKTON FØDEOPTAGELSE 1987



PROCENT AF PHYTOPLANKTON BIOMASSE
ZOOPLANKTON KULSTOF*100 / PHYTOPLANKTON KULSTOF

Figur 7.34

Algekoncentrationer lavere end 200-400 ug C/l svarende til 0.8-1.6 mg våd vægt/l regnes for begrænsende for både cladocerers og copepoders fødeoptagelse, idet niveauet afhænger af bl.a. algernes størrelse.

I april og maj er phytoplanktonkoncentrationen under dette begrænsende niveau, d.v.s. at zooplanktonet lever under suboptimale forhold. Omvendt er græsningen kun 11 %/dag og 17 %/dag af algemængden, det vil sige at zooplanktonet ikke kan græsse algerne ned, men eventuelt være regulerende for deres biomasse, hvis produktionen er lav. Phytoplanktonet består hovedsagelig af arter, der må betragtes som velegnet zooplanktonføde, idet 99% og 66% hhv. af algerne er mindre end 50 um.

De lave phytoplanktonkoncentrationer i foråret er årsagen til det sene maksimum i zooplanktonbiomassen. I juni er phytoplanktonmængden stadig under den begrænsende koncentration, bedømt efter klorofylmålingerne, mens zooplanktonet er vokset til en mængde, der kan græsse 133% af algebiomassen pr. dag. Phytoplanktonet består hovedsagelig af Dinobryon, hvis enkelte celler er mindre end 20 um, men som er kolonidannende, samt af ligeledes kolonidannende Fragilaria. I juli er græsningen stadig høj, 99 %/dag, og zooplanktonet må derfor være kraftigt regulerende for phytoplanktonets biomasse i disse måneder, også selv om størstedelen af denne består af blågrønalgen Anabaena. Sandsynligvis bliver mængden af alger, der er egnede som zooplanktonføde, i løbet af juli græsset endnu længere ned og er derved medvirkende til Daphnia-populationernes tilbagegang. Dette giver muligheden for en yderligere stigning i mængden af Anabaena i august og september, som zooplanktonet, der domineres af copepoder, ikke kan holde nede ved græsning. I september findes maksimum af Chydorus sphaericus, en art, der er knyttet til blågrønalgemaksimum.

I oktober afløses Anabaena af kiselalgen Attheya, som også er en stor alge som fødeemne betragtet, men som ikke har blågrønalgernes negative effekt på zooplanktonet. Mængden af zooplankton er steget igen på grund af nye Daphnia-populationer og græsningen svarer til 77% af algernes biomasse pr. dag.

I november er phytoplanktonets biomasse meget lille, og sandsynligvis græsningsreguleret, idet zooplanktonets fødeoptagelse svarer til over 500% af algebiomassen pr. dag. Algerne består igen for 60%'s vedkommende af små, let tilgængelige arter. En så stor græsning kan naturligvis ikke opretholdes gennem længere tid, selv om en stor del af fødeoptagelsen eventuelt kan forklares ved detritus og bakterier. Det er sandsynligt,at den meget lave algekoncentration, som er langt under det begrænsende niveau, vil betyde at Daphnia efter få dage vil danne hvileæg og populationen derefter forsvinde for det år.

Zooplanktonet kan altså være med til at regulere phytoplanktonmængden i april-maj, mens det kan græsse algerne ned i juni-juli og igen i oktober-november. Et egentlig overskud af algeproduktion ses således kun i august og september. Dette giver sig imidlertid ikke udslag i noget maksimum af de mindre zooplanktongrupper, ciliater og rotatorier, som ellers ofte findes under sådanne forhold.

7.3.2 Phytoplankton

Phytoplankton i Vandet Sø er specielt på flere måder. Det har en lav biomasse, der placerer Vandet Sø blandt de reneste af Danmarks alkaliske søer, kombineret med en artssammensætning, hvori indgår mange eutrofe arter, også blandt de kvantitativt vigtige (Stephanodiscus astraea, Melosira italica, Melosira binderana, Pediastrum, Anabaena spiroides og Aphanizomenon flos-aquae), samt til tider større forekomster af mesotrofe arter (Cyclotella, Dinobryon sociale, Attheya zachariasi).

Cirkulations-kiselalgesamfund
Årsagen til det eutrofe præg i artssammensætning er sandsynligvis, at søens vand (pga vindpåvirkning) oftest cirkulerer til bunden på trods af søens store dybde (max. 20 meter). Næringssaltene kan derfor udnyttes mere effektivt af phytoplankton end i en tilsvarende sø med stagnerende vand.

Kiselalgerne Stephanodiscus astraea, Cyclotella og Melosira italica + binderana tåler de vekslende lysforhold og dybdecirkulation. Så snart vandmassen står stille et stykke tid, går dette samfund stærkt tilbage eller forsvinder helt, indtil der igen sker dybdecirkulation. Disse kiselalger er det vigtigste samfund i 1982, fraset de kortvarige stagnationsperioder.

Stagnations-flagellatsamfund
I forbindelse med stagnation i Vandet Sø ændrer phytoplankton sammensætningen sig brat. Biomassen går ned og der kommer et væsentligt element af flagellater til. Under isen i den sene vinter/tidlige forår 1987, mens zooplanktonaktiviteten er lav, kommer små, nøgne, hurtigtvoksende flagellater (bl.a. rekylalger, Chrysochromulina og volvocale grønalger). Under stagnationen i maj 1982 efter kiselalgemaximum kommer gulalgeflagellater, især Dinobryon, der er mindre græsningsfølsom pga sin koloniform end de små nøgne flagellater og mindre følsom overfor lave næringssaltkoncentrationer end kiselalgerne.

Under juli stagnationen i 1982 kommer furealgen Ceratium hirundinella, der er den største flagellat i ferskvandsphytoplankton. Den er den mindst græsningsfølsomme; den kan vandre længst efter næring og har et lavt overflade/volumenforhold, der gør den ufølsom overfor for høj respiration i det varme vand.

Forskelle mellem 1982- og 1987 phytoplankton
1987 er så forskellig vejrmæssigt fra 1982, som det næsten kan lade sig gøre og viste Vandet Søs plankton i en anden variation:

På grund af isdækning til sent i april kan det "eutrofe" kiselalgesamfund ikke udvikles i forårsperioden, men erstattes af et flagellatsamfund med ringe biomasse. Da det fortsætter med at være koldt (bortset fra en kort periode i begyndelsen af maj), går phytoplankton udviklingen langsomt. Gulalger kommer først i juni, og i juli er kiselalger og blågrønalger lige vigtige. I august-september dominerer kvælstof-fixerende blågrønalger og udvikler i denne korte periode en maximal biomasse, der er væsentlig større end den maximale biomasse i 1982. I oktober kommer et kiselalgemaximum, dog ikke af de eutrofe arter som i 1982, men af rentvandsarten Attheya zachariasi. Den tåler levere næringssaltkoncentrationer og samtidig dybdecirkulation.

Phytoplanktons størrelsessammensætning er væsentlig gunstigere for zooplankton i 1982 end i 1987, fordi der er en bredere forekomst af små arter, der kan optages af de herbivore zooplankton, lige fra februar til juli og igen fra september til december. I 1987 er den for zooplankton størrelsesmæssigt gunstige fraktion væsentlig mindre og mere sammentrængt til juni-august.

7.3.3 Zooplankton

Der er fundet i alt 15 arter af rotatorier, 8 cladocera-arter og 4 copepodarter. Derudover identificeredes 8 slægter af ciliater ud af et større antal.

Når der ses bort fra ciliaterne, er rotatorien Keratella cochlearis den talrigeste af alle zooplanktonarter. Blandt krebsdyrene er Eudiaptomus graciloides den talrigeste, mens det bedømt efter biomasse er den store dafnieart, Daphnia galeata, der dominerer. Dette gælder i endnu højere grad for deres andel i zooplanktonets totale fødeoptagelse, som er det mest direkte udtryk for zooplanktonets aktivitet.

Rotatorier
Bortset fra den carnivore Asplanchna priodonta, som udgør en stor del af den samlede rotatoriebiomasse, er rotatorierne karakteriseret ved, at flertallet af de fundne arter er med til at opbygge den samlede rotatoriebiomasse. Samme tendens, d.v.s. et ret diverst rotatoriesamfund, kommer til udtryk, når antal af individer betragtes.

Keratella cochlearis er den talrigeste af rotatorierne; men bedømt efter biomasse er også Kellicottia longispina en betydende art. En dominans af denne art er almindelig i mindre produktive søer.

Cladocerer
Daphnia galeata dominerer blandt cladocererne, men også Bosmina coregoni, Daphnia cucullata og Daphnia hyalina betyder en del i den gennemsnitlige biomasse. I august og september findes kun den mindre art Daphnia cucullata. Dette skyldes dels predation fra fiskeyngel, dels at zooplanktonet i juli har græsset deres fødeunderlag ned under den koncentration, hvor dyrenes optimale fødeoptagelse kan opretholdes.

Chydorus sphaericus, der er almindelig i forbindelse med blågrønalger, findes i sensommeren, men ikke i stort antal. Diaphanosoma brachyurum, som kan danne betydelige populationer i lavproduktive søer, findes imidlertid også kun i en lille population. Begge disse arter har deres maksimale populationer under de større dafniers fravær i august-september.

Copepoder
Copepoderne er karakteriseret ved en helt total dominans af Eudiaptomus graciloides, mens de cyclopoide copepoder altid udgør en mindre del af gruppen. Artsantallet i denne gruppe er ringe.

Zooplanktonbiomasse og græsningseffekt på phytoplankton

Zooplanktonbiomassen er lille sammenlignet med andre danske søer. Det gælder både gennemsnittet i de produktive måneder og det absolutte biomassemaksimum. Sammenlignelige niveauer findes i Hald Sø /7/, Maglesø /8/, Tissø /9/ og Vedsø /10/. I forholdet mellem phyto- og zooplankton kan Vandet Sø sammenlignes med de tre førstnævnte søer, idet zooplanktonet i disse søer er i stand til at regulere eller nedgræsse phytoplanktonet i både forår-forsommer og efterår. Dette er derimod aldrig tilfældet i den meget eutrofe Vedsø.

I Vandet Sø findes zooplanktonmaksimet og dermed nedgræsningen sent i 1987, sandsynligvis på grund af de meteorologiske forhold dette år, som forårsager et meget sent algemaksimum. Specielt for Vandet Sø dette år er således også den lave algekoncentration, som er begrænsende for zooplanktonets vækst helt op til juli.

En egentlig overskudsprodukton af alger findes kun i august og september, hvor græsningen kun udgør 5-10% af algebiomassen pr. dag. Den ringe græsning skyldes en reduktion af antallet af Daphnia, som igen skyldes

en nedgræsning af algemængden i juli, en størrelsesspecifik predation fra fiskeyngel, og endelig et phytoplankton domineret af blågrønalger, som kvalitativt er dårlig zooplanktonføde.

7.4 VURDERING AF PLANKTONSAMFUNDET I RELATION TIL MÅLSÆTNING FOR KVALITET OG ANVENDELSE AF VANDET SØ

Vandet Sø er målsat som naturvidenskabeligt referenceområde, som alkalisk rentvandssø.

Phytoplankton

Phytoplankton i Vandet Sø lever i artssammensætning og lav biomasse (gsn. 3.9 - 4.7 mm^3/l) op til denne målsætning, selvom det til dels er et andet (og måske mindre interessant plankton), end der findes i de alkaliske rentvandssøer, der er mere kendte (Slåen Sø, Almind Sø, Esrum Sø). Det skyldes stærk vindeksponering og totalcirkulation af Vandet Sø. Men også det forhold gør søen til noget særligt. Andre søer, der er dybe og totalcirkulerede, f.eks. Mossø Østbassin og Tissø i Vestsjælland, har væsentlig større phytoplankton biomasse med blågrønalger som en væsentlig komponent, og der mangler de rentvandsarter, som findes i Vandet Sø: bl.a. kiselalgen Attheya zachariasi og gulalgen Dinobryon sociale.

Det rene kiselalgesamfund, især Attheya zachariasi, gulalgerne samt arter af desmidiaceer hører til de bevaringsværdige elementer i søens phytoplankton. Hvis søen blev mere næringsrig, ville biomassen stige og kiselalger i større udstrækning skulle dele plads med trådformede blågrønalger, som f.eks. i Flyndersø. Attheya zachariasi og Dinobryon sociale m.fl. ville gå stærkt tilbage og tilsidst helt forsvinde.

Zooplankton

Et zooplanktonsamfund, som en stor del af året er i stand til at kontrollere eller i perioder nedgræsse phytoplankton, og hvor omvendt koncentrationen af phytoplankton i længere perioder er begrænsende for zooplanktonets vækst, er karakteristisk for oligotrofe-mesotrofe søer. Det samme gælder den fundne artssammensætning, når der ses bort fra det relativt store antal af Chydorus sphaericus i sensommeren, som er knyttet til blågrønalgemaksimet i 1987. Denne tilstand er bevaringsværdig.

Hvis søen blev mere eutrof, ville de små cladocerer, Chydorus sphaericus og Daphnia cucullata, tage til

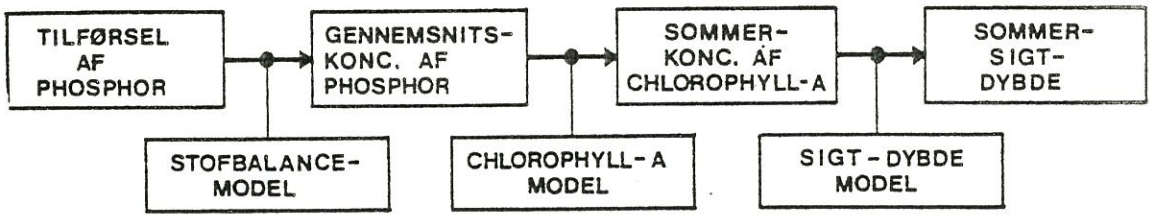
på bekostning af de større arter, Daphnia galeata og Daphnia hyalina, som er mere effektive græssere, og de cyclopoide copepoder ville blive talrigere i forhold til Eudiaptomus graciloides. Desuden ville de perioder, hvor zooplankton kan nedgræsse eller blot regulere phytoplankton biomassen, blive kortere.

8. EMPIRISKE SAMMENHÆNGE

8.1 Simple modeller

I forbindelse med et NPO projekt foretager Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium en revurdering af simple sømodeller. Et af målene er at finde sammenhænge mellem belastningen og den resulterende vandkvalitet, se figur 8.1.

Ved udgivelsen af denne rapport er der, ud fra data fra ca. 500 søer, etableret forskellige empiriske sammenhænge mellem næringsstofindhold og klorofylindhold samt mellem næringsstofindhold og seccidybde, d.v.s. forslag til klorofyl- og sigtdybdemodeller.



Figur 8.1 Principskitse for eutrofieringsmodel.

Som udganspunkt er der anvendt de samme sammenhænge ved regressionerne på datamaterialet fra Vandet sø, som beskrevet i /11/. På denne måde er det muligt at sammenligne resultaterne.

De anvendte modeller er alle af typen $Y=aX^b$, som kan transformeres til lineære modeller af typen

$$Ln(Y)=Ln(X)\cdot b + Ln(a).$$

Ved bedømmelsen af de forskellige reggressioner er der stillet følgende spørgsmål:

- Kan reggressionen antages at være lineær (F test, 2,5 % niveau) ?
- Kan eksponenten b antages at være forskellig fra 0 (t-test, 2,5 % niveau) ?
- Svarer modelkonstanterne til, hvad der er fundet i andre danske søer?
- Har modeludtrykket nogen biologisk mening?

I de følgende afsnit behandles klorofylmodellerne og sigtdybdemodellerne særskilt.

8.2 KLOROFYLMODELLER

Sammenhængen mellem klorofyl a koncentrationen og totalfosfor- henholdsvis totalkvælstofkoncentrationen er vist i tabel 8.1 og tabel 8.2.

Oprindelse	Formel	Bemærkinger	Antal Målinger	R	Signifikans Line-aritet	b#0
B & H	$CH=1824.TP^{1,406}$	Dybe, P begrænsede	11	0,98	+	+
MST	$CH=193.TP^{0,85}$	Lave søer, $TP<0,2\ g/m^3$	775	0,52	+	+
MST	$MCH=105,9.MTP^{0,58}$	Overvægt lavv. søer	394	0,53	+	+
MST	$CH=62,2.TP^{0,41}$	Middeldybde = 9,4 m	1331	0,40	+	+
Vandet	$CH=25,5.TP^{0,37}$	Middeldybde = 9,4 m	18	0,31	-	-
Vandet	$MCH=10,0.MTP^{0,09}$	Urealistisk	4	0,12	-	-
Vandet	$CHb=190.TPb^{0,92}$	Bundværdier	14	0,66	+	+

Tabel 8.1 Regressioner mellem sommerværdier (1/5-1/10) af klorofyl-a (CH) og total P (TP) i Vandet sø sammenlignet med andre danske søer.

B & H: Brøgger og Heinzelmann /12/
MST: Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium /11/
MCH og MTP: Sommermedianværdier af CH og TP
CHb og TPb: Bundværdier, dvs over 14 m.

Oprindelse	Formel	Bemærkinger	Antal Målinger	R	Signifikans Line-aritet	b#0
MST	$CH=26,9.TN^{0,66}$	Overvægt lavv. søer	1748	0,37	+	+
MST	$MCH=24,3.MTN^{0,82}$	Overvægt lavv. søer	1748	0,37	+	+
MST	$CH=24,4.TN^{0,54}$	Middeldybde=9,4 m	1331	0,35	+	+
Vandet	$CH=6,1.TN^{-0,24}$	Urealistisk, 9,4 m	17	0,15	-	-
Vandet	$MCH=4,4.MTN^{-0,71}$	Urealistisk	4	0,15	-	-
Vandet	$CHb=9,3.TNb^{-0,18}$	Bund, urealistisk	14	0,18	-	-

Tabel 8.2 Regressioner mellem sommerværdier (1/5-1/10) af klorofyl-a (CH) og total N (TN) i Vandet Sø sammenlignet med andre danske søer.

MST: Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium /11/
MCH og MTN: Sommermedianværdier af CH og TN

Der er ingen signifikant sammenhæng mellem koncentrationen af klorofyl-a og koncentrationen af totalfosfor i overfladen af Vandet Sø.

Den empirisk fundne relation er dog nogenlunde i overensstemmelse med den relation, der angives i /11/ for søer med samme middeldybde som Vandet Sø. Derimod er der dårlig overensstemmelse med den relation, som er fundet af Brøgger & Heinzelmann /12/ for dybe fosforbegrænsede søer.

Ser man derimod kun på bundværdierne af totalfosfor i Vandet Sø, er der signifikant sammenhæng mellem disse og klorofyl-a koncentrationen, og den empirisk fundne relation er næsten identisk med Miljøstyrelsens relation for lavvandede søer med lavt totalfosforindhold /11/.

For kvælstofs vedkommende giver ingen af de empirisk fundne relationer statistisk signifikante sammenhænge med koncentrationen af klorofyl-a, hverken i overfladen eller i bundvandet.

De fundne relationer giver biologisk set ingen mening, idet klorofyl-a koncentrationen falder med stigende totalkvælstofkoncentration. På denne baggrund kan det fastslås, at totalkvælstof kun i ringe grad har indflydelse på phytoplanktonproduktionen.

Det udelukker dog ikke, at kvælstof i visse kortere perioder kan være begrænsende for phytoplanktonproduktionen.

Relationerne og de statistiske regressionsanalyser giver intet entydigt svar på, hvordan klorofyl-a koncentrationen afhænger af næringssaltkoncentrationerne. Sammenholdt med de absolutte koncentrationsniveauer af næringssaltene peger resultaterne imidlertid i retning af, at fosfor er det næringsstof, der primært er begrænsende for phytoplanktonproduktionen.

Sammenkædes de opnåede regressioner med udviklingen i total-P og -N koncentrationerne fra 1982 til 1988 er der et sammenfald, idet total-P er faldende (P begrænsning) hvorimod total-N er stigende. Parallelt hermed er der sket en udvikling i N/P-forholdet, idet dette var lavt i 1982 (N-begrænsning), hvorimod det i 1985-1987 var højt i forsommeren (P-begrænsning) og relativt lavt i eftersommeren (mulig N-begrænsning). Regressionerne afspejler således koncentrationsudviklingen af de to næringsstoffer i sommerperioden.

Når kun bundværdierne viser signifikante sammenhænge, kan det hænge sammen med, at græsningen på phytoplankton i overfladen er så stor, at det influerer på klorofyl-a koncentrationen uden tilsvarende at påvirke totalfosforkoncentrationen. Dette kan dog ikke verificeres med det foreliggende datamateriale.

8.3 Sigtdybdemodeller

Resultaterne af reggressionerne af sigtdybden mod henholdsvis klorofyl-a (CH), suspenderet stof (SS) samt total-N og total-P er angivet i tabel 8.3 og 8.4.

Den eneste parameter, som signifikant kan beskrive sigtdybden, er vandets indhold af klorofyl efterfulgt af modeludtrykket for suspenderet stof, der er tæt på at være signifikant.

Modeludtrykkene med total-P og -N som uafhængige variable er ikke signifikante, hvilket er at forvente, da regressionerne mellem næringsstofferne og klorofyl-a indholdet heller ikke er signifikante.

Oprindelse	Formel	Bemærkinger	Antal Målinger	R	Signifikans Line-aritet	b#0
		Sigtdybde - CH				
B & H	$1/SY=0,093.CH^{0,622}$	Overvægt dybe søer	-	-	+	+
MST	$1/SY=0,249.CH^{0,41}$	Overvægt lavv. søer	1556	0,72	+	+
MST	$1/SY=0,20.CH^{0,34}$	Middeldybde=9,4 m	1204	0,81	+	+
Vandet	$1/SY=0,19.CH^{0,259}$	Middeldybde=9,4 m	17	0,61	+	+
Vandet	$1/MSY=0,23.MCH^{0,12}$	Middeldybde=9,4 m	4	0,72	-	-
		Sigtdybde - SS				
MST	$1/SY=0,19.SS^{0,68}$	Lavvandede søer	775	0,85	+	+
MST	$1/SY=0,17.SS^{0,62}$	Middeldybde=9,4 m	585	0,90	+	+
Vandet	$1/SY=0,23.SS^{0,25}$	Middeldybde=9,4 m	17	0,45	(-)	(-)

(-): Sammenhængen er på grænsen til statistisk signifikant

Tabel 8.3 Regressioner mellem sommerværdier (1/5-1/10) af sigtdybde (SY), klorofyl-a (CH), og suspenderet stof (SS) i Vandet sø og andre danske søer.

B & H: Brøgger og Heinzelmann /12/
MST: Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium /11/
MSY og MCH: Sommermedianværdier af SY og CH

Sammenlignes modelkonstanterne fundet i Vandet sø med de tilsvarende udtryk fundet af Brøgger og Heintzelmann /12/ og Ferskvandslaboratoriet /11/ er der rimelig overensstemmelse med Ferskvandslaboratoriets modelkonstanter for sigtdybdens afhængighed af klorofylindholdet, når der tages hensyn til søens middeldybde.

B & H's modelkonstanter passer derimod ikke på Vandet Sø.

Det forhold, at klorofylindholdet er bedre til at beskrive lysnedtrængningen i vandet, tyder på, at det suspenderede stofs evne til at adsorbere og sprede lys varierer. Partiklernes forskellige indhold af pigmenter samt varierende størrelser af alger og lermineraler kan være årsagen. Lysspredningen er således afhængig af partiklernes overflade, der ændres med kvadratet på diameteren.

Sammenholdes Ferskvandslaboratoriets model med den tilsvarende for Vandet Sø er b (eksponenten) ca. halvt så stor, samtidig med at regressionskoefficienten ligeledes er det halve for Vandet Søs vedkommende.

I en "gennemsnitlig" eutrof dansk sø vil det suspenderede stof være domineret af alger, som har nogle relativt veldefinerede optiske egenskaber.

I Vandet Sø er algebiomassen lille, hvorved en større del af det suspenderede materiale består af partikler og stoffer, der må antages at have nogle mere varierende lysegenskaber end alger.

Modellen for sigtdybde med total-P som uafhængig variabel viser for Vandets Søs vedkommende en faldende sigtdybde med en stigende TP-koncentration, hvilket kan forklares med, at algernes vækst afhænger af fosformængden.

Modelkonstanterne er imidlertid kun ca. det halve af de tilsvarende fundet af Ferskvandslaboratoriet, samtidig med at variationen i TP kun kan forklare ca. 5 % af variationen i sigtdybden mod 42 % i Ferskvandslaboratoriets reggression.

Andre faktorer end TP er således i væsentlig grad bestemmende for lysnedtrængningen i Vandet sø.

Oprindelse	Formel	Bemærkinger	Antal Målinger	R	Signifikans Line-aritet	b#0
		Sigtdybde - TP				
MST	$1/SY=1,99.TP^{0,33}$	Overvægt lavv. søer	2606	0,49	+	+
MST	$1/MSY=2,0.1MTP^{0,35}$	Overvægt lavv. søer	704	0,56	+	+
MST	$1/SY=0,90.TP^{0,21}$	Middeldybde=9,4 m	2152	0,65	+	+
Vandet	$1/SY=0,47.TP^{0,11}$	Middeldybde=9,4 m	17	0,22	-	-
Vandet	$1/MSY=0,40.MTP^{0,10}$	Middeldybde=9,4 m	4	0,73	-	-
		Sigtdybde - TN				
MST	$1/SY=0,86.TN^{0,49}$	Overvægt lavv. søer	2510	0,45	+	+
MST	$1/MSY=0,769.MTN^{0,58}$	Overvægt lavv. søer	702	0,56	+	+
MST	$1/SY=0,515.TN^{0,32}$	Middeldybde=9,4 m	2056	0,64	+	+
Vandet	$1/SY=0,29.TN^{-0,14}$	Urealistisk	17	0,20	-	-
Vandet	$1/MSY=0,26.MTN^{-0,13}$	Urealistisk	4	0,56	-	-

Tabel 8.4 Regressioner mellem sommerværdier (1/5-1/10) af sigtdybde (SY), total P (TP) og total N (TN) i Vandet Sø og andre danske søer.

B & H: Brøgger og Heinzelmann /12/
MST: Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium /11/
MSY, MTP og MTN: Sommermedianværdier af SY, TP og TN

Med sigtdybdens afhængighed af klorofylindholdet in mente kan zooplanktons større evne til at kontrollere planteplankton i Vandet Sø være årsagen, idet klorofylmængden formodentlig mindskes relativt meget ved græsningen, hvorimod TP-mængden ikke ændres. Det forhold, at det suspenderede stofs indhold af pigmenter tilsyneladende varierer, passer med denne forklaring.

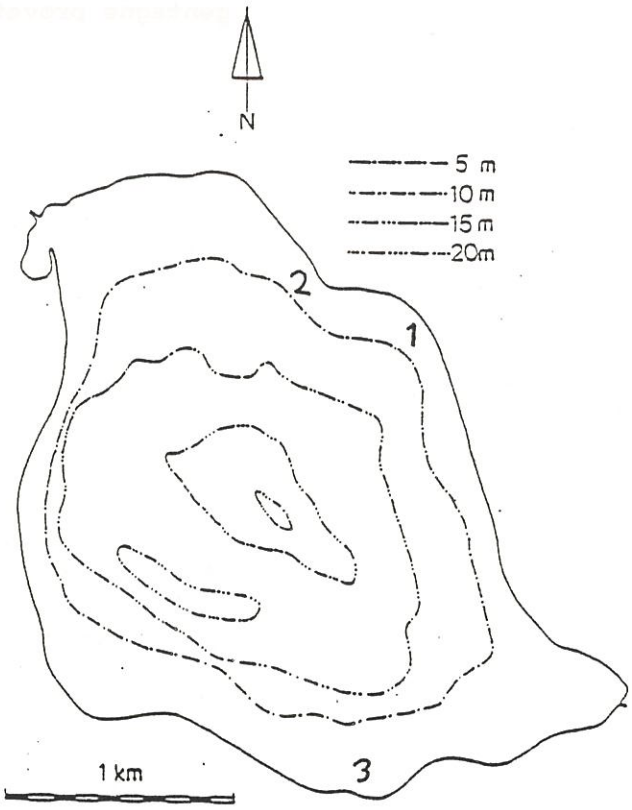
Andre årsagssammenhænge skal dog ikke udelukkes.

Ud fra regressionen mellem sigtdybde og TN viser der sig at være en forøget sigtdybde ved stigende TN koncentration. Dette er biologisk urealistisk og underbygger påstanden om, at kvælstof kun i mindre grad er begrænsende for planktonproduktionen.

9. LITTERAL-INDEX

Store områder af søens litteralzone er dækket af bevoksninger med kransnålalger, dette gælder således kyststrækningen mellem Vester Vandet og udløbet ved Klitmøller Å.

I forbindelse med afrapporteringen af data fra 1982-87 blev der i begyndelsen af oktober 1988 foretaget en bestemmelse af litteralfaunaen på tre lokaliteter, se figur 9.1



Figur 9.1 Placering af litteralfaunastationer 1988.

På grundlag af artslisten er litteral beregnet til at ligge på 3 for station 1 og 2 og 3-4 for station 3. Station 3 ligger ud for Rind bæk, hvilket kan være årsag til det lide højere indeks.Artsliste og indeksberegninger findes i bilag 8.1-8.4.

Indekset inddeler søerne i gruppe fra 1 til 5 med første gruppe i den rene ende og gruppe 5 med de stærkt eutrofierede søer. Et index på 3 placerer Vandet Sø imellem søer med middel eutrof til eutrof status, f.eks. Esrom Sø og Ørnsø.

Umiddelbart skulle man forvente, at Vandet Sø ville have et lavere indeks på grund af de lave næringsstof-koncentrationer. Imidlertid er søen speciel, idet der sker en hurtigere regenerering af næringsstoffer på grund af den manglende lagdeling. Dette kan have været en medvirkende årsag til de uventede høje index.

Et mere nuanceret billede ville måske danne sig ved gentagne prøvetagninger.

10. REFERENCER

/1/ Bach, Flemming (1982):
Planteplankton i Vandet Sø.
Speciale i Hydrobiologi.
Botanisk Institut, Århus Universitet, 1982.

/2/ Statens Planteavlsforsøg (1987):
Jordbrugsmeteorogisk årsoversigt.

/3/ Statens Planteavlsforsøg (1986):
Meddelelser fra Statens Planteavlsforsøg.

/4/ Meteorologisk Institut (1988):
Mundtlige oplysninger om nedbøren ved Silstrup målestation.

/5/ Miljøstyrelsen (1984):
NPO-redegørelsen.

/6/ Richard, D.S., K.A. Beattie & G.A. Codd (1983):
Toxicity of Cyanobacterial Blooms from Scottish Freshwaters.
Env. Tech. Letters, Vol. 4, pp. 371-382, 1983.

/7/ Olrik, K., Nauwerck, A. & A. Sørensen, (1986):
Phyto- og zooplankton i Hald Sø 1985. - Udført for Viborg Amtskommune,
Vand- og Miljøvæsenet. Rapport nr 51, 1986.

/8/ Olrik, K. & A. Nauwerck, (1985):
Phyto- og zooplankton i Vedsø 1984. - Udført for Viborg Amtskommune.
Miljøbiologisk Laboratorium, Humlebæk.

/9/ Olrik, K., Sørensen, A. & S. Bosselmann, (1988):
Phyto- og zooplankton i Tissø 1987.
Udført for Vestsjællands Amts kommune.
Miljøbiologisk Laboratorium, Humlebæk.

/10/ Olrik, K. & A. Nauwerck, 1987:
Phyto- og zooplankton i Maglesø v. Brorfelde.
Udført for Vestsjællands Amtskommune.
Miljøbiologisk Laboratorium, Humlebæk.

/11/ Miljøstyrelsen (1988):
Revurdering af simple sømodeller.
Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium.
NPO-projekt 4.5. Midtvejsrapport nr. 25.7.88.

/12/ Brøgger, J. & F. Heintzelmann (1979):
Sørestaurering. Simple stofbalance- og eutrofieringsmodellers anvendelse
i recipientplanlægning.
Miljøprojekt 16, 1979.

/13/ Andersen, F.Ø. (1981):
Oxygen and Nitrate Respiration in a Reed Swamp Sediment from an Autrophic Lake.
Holarc. Ecol. 4, 66-72, 1981.

/14/ Andersen J.M. (1977):
Rates of Denitrification of Undisturbed Sediment from six Lakes as a Function of Nitrate Concentration, Oxygen and Temperature.
Arch.Hydrobiol. 80, 147-159. 1977.

/15/ Andersen, J.M. (1974):
Nitrogen and Phosphorus Budgets and the Role of Sediments in six Shallow Danish Lakes.
Arch.Hydrobiol. 74, 4. pp. 528-550, 1974.

/16/ Tiren, T. (1976):
Denitrification in Sediment-Water Systems of Various Types of Lakes.
Interaction between Sediment and Fresh Water.
Amsterdan 6-10th September 1976.

VANDKVALITETSINSTITUTTET ATV

R A P P O R T

til

VIBORG AMTSKOMMUNE

MILJØTILSTANDEN I

VANDET SØ 1982 - 1988

B I L A G S D E L

Sagsbehandlere:

cand.scient. Erik Koch Rasmussen
civ.ing. Henrik Larsen
civ.ing. Erik Aagaard Hansen
stud.scient. Lillian Andersen
lic.scient. Kirsten Olrik, Miljøbiologisk Laboratorium

Sagsnr.: 900819

Dato: 1989-04-14/AAW

HOVEDKONTOR
AGERN ALLÉ 11
FORSKNINGSCENTRET
DK-2970 HØRSHOLM
TELEFON 02 86 52 11
TELEFAX 02 86 72 73
TELEX 37874 VKICPH
TELEGRAMADRESSE WATERQUALITY HOERSHOLM

ÅRHUS-AFDELING
FORSKERPARKEN
GUSTAV WIEDSVEJ 10
DK-8000 ÅRHUS C
TELEFON 06 20 20 00
06 20 20 11 / 2100
TELEFAX 06 20 12 22

INDHOLDSFORTEGNELSE

B I L A G

BILAG 4.1

Vand- og stoftransport i tilløb til og afløb fra Vandet Sø

Transporten er beregnet ved trapez-integration på baggrund af Hedeselskabets og Viborg Amtskommunes målinger.

Vandføringen og stoftransporten antages at variere lineært mellem målingerne. Hvis der er foretaget målinger rimeligt tæt på årsskiftet, er vandføringen og stofkoncentrationen pr. 1.1 og 31.12. beregnet på grundlag af den sidste måling før og den første måling efter årsskiftet. Er dette ikke tilfældet, er vandføringen og stofkoncentrationen pr. 1.1. og 31.12. sat lig med den første måling, henholdsvis sidste måling i året.

I tabellerne angiver decimaltal i kolonnerne for vandføring og stofkoncentrationer, at værdien ikke er målt men beregnet ved lineær interpolation.

I det følgende er givet en forklaring til betydningen af kolonerne i tabellerne i dette bilag. (I overensstemmelse med det ovennævnte kan "prøvetagning" både betyde en reel prøvetagning og en konstrueret værdi):

År:	Årstal
Dato:	Dato for prøvetagning
Dage:	Antal dage fra sidste prøvetagning
Q:	Vandføring ved prøvetagning
Q,mid:	Middelvandføring siden sidste prøvetagning
Volumen:	Vandtransport siden sidste prøvetagning
C,TN:	Total-N koncentrationen ved prøvetagning
Q*C,TN:	Kvælstoftransport ved prøvetagning
Q*C,mid:	Gennemsnitlig kvælstoftransport pr. døgn siden sidste prøvetagning
N-trans.:	Kvælstoftransport siden sidste prøvetagning
C,TP:	Total-P koncentrationen ved prøvetagning
Q*C,TP:	Fosfortransport ved prøvetagning
Q*C,mid:	Gennemsnitlig fosfortransport pr. døgn siden sidste prøvetagning
P-trans.:	Fosfortransport siden sidste prøvetagning

BILAG 4.2

Beregning af oppumpede vandmængder fra Skadkær pumpestation.

Beregningerne er foretaget på baggrund af det målte el-forbrug til pumpningen samt en vurdering af pumpernes virkningsgrad anslået af fabrikanten af pumperne, Lykkegård Maskinfabrik i Fjerritslev på Fyn.

Pumpekarakteristikken er givet ved:

$$P = Q \cdot H \cdot \varrho \cdot g / \eta$$

hvor

P er pumpens effekt (W)
Q er pumpehastigheden (m^3/s)
H er løftehøjden (m)
ϱ er pumpevæskens massefylde (kg/m^3)
g er tyngdeaccelerationen (m/s^2)
η er pumpens totale virkningsgrad (dimensionsløs).

Ligningen for pumpekarakteristikken kan omformes til at give det oppumpede vandvolumen som resultat:

$$V = 3{,}6 \cdot 10^3 \cdot \eta \cdot E / (H \cdot \varrho \cdot g)$$

hvor

E er el-forbruget (kWh).

Med virkningsgraden anslået til 0,52, ϱ = 1000 kg $/m^3$, H = 2,5 m og g = 9,81 m/s^2 kan de oppumpede vandmængder beregnes efter formlen:

$$V = 76{,}33\ m^3/kWh \cdot E$$

I tabel B4.2 er vist de målte el-forbrug samt de heraf beregnede oppumpede vandmængder. Det skal bemærkes, at el-forbruget er opgjort fra september til september.

Skadkær bæk, Vr. Vandet, station 760007, (TILLØB)

År	Dato	Dage	Q	Q,mid	Volumen	C,TN	Q*C,TN	Q*C,mid	N-trans.	C,TP	Q*C,TP	Q*C,mid	P-trans.
			l/s	l/s	1000 m3	mg/m3	kg N/d	kg N/d	kg N	mg/m3	kg P/d	kg P/d	kg P
1982	01/01/82		102			3900	34.4			20	0.18		
1982	15/02/82	46	102.0	102.0	405	3900	34.4	34.4	1581.0	20	0.18	0.18	8.1
1982	15/03/82	28	102.0	102.0	247	3800	33.5	33.9	950.0	74	0.65	0.41	11.6
1982	15/04/82	31	102.0	102.0	273	4500	39.7	36.6	1133.8	60	0.53	0.59	18.3
1982	19/04/82	4	102	102.0	35	2200	19.4	29.5	118.1	44	0.39	0.46	1.8
1982	11/05/82	22	58.7	80.4	153	4400	22.3	20.9	458.9	170	0.86	0.63	13.8
1982	17/05/82	6	46.9	52.8	27	5200	21.1	21.7	130.2	74	0.30	0.58	3.5
1982	19/05/82	2	43	45.0	8	5200	19.3	20.2	40.4	130	0.48	0.39	0.8
1982	16/06/82	28	20.8	31.9	77	1000	1.8	10.6	295.6	92	0.17	0.32	9.1
1982	17/06/82	1	20	20.4	2	5100	8.8	5.3	5.3	120	0.21	0.19	0.2
1982	08/07/82	21	12.2	16.1	29	930	1.0	4.9	102.8	200	0.21	0.21	4.4
1982	16/07/82	8	9.3	10.7	7	740	0.6	0.8	6.3	120	0.10	0.15	1.2
1982	10/08/82	25	0	4.6	10	328.7	0.0	0.3	7.4	66.8	0.00	0.05	1.2
1982	16/08/82	6	0.0	0.0	0	230	0.0	0.0	0.0	54	0.00	0.00	0.0
1982	09/09/82	24	0	0.0	0	401.4	0.0	0.0	0.0	43.7	0.00	0.00	0.0
1982	13/09/82	4	3.5	1.7	1	430	0.1	0.1	0.3	42	0.01	0.01	0.0
1982	15/10/82	32	31.3	17.4	48	1000	2.7	1.4	45.3	64	0.17	0.09	3.0
1982	18/11/82	34	60.8	46.0	135	4500	23.6	13.2	447.6	92	0.48	0.33	11.1
1982	09/12/82	21	79	69.9	127	4700	32.1	27.9	584.9	68	0.46	0.47	9.9
1982	13/12/82	4	87.9	83.5	29	4900	37.2	34.7	138.6	62	0.47	0.47	1.9
1982	31/12/82	18	128.1	108.0	168	4964.3	55.0	46.1	829.7	80.6	0.89	0.68	12.3
1983	07/02/83		213			5100				120			
Total transport, 1982:					1782				6876.2				112.2

Klitmøller å, Kvadderkær, station 760006, (AFLØB)

År	Dato	Dage	Q	Q,mid	Volumen	C,TN	Q*C,TN	Q*C,mid	N-trans.	C,TP	Q*C,TP	Q*C,mid	P-trans.
			l/s	l/s	1000 m3	mg/m3	kg N/d	kg N/d	kg N	mg/m3	kg P/d	kg P/d	kg P
1982	01/01/82		448			140	5.4			20	0.77		
1982	04/03/82	63	448	448.0	2439	140	5.4	5.4	341.4	20	0.77	0.77	48.8
1982	01/04/82	28	414	431.0	1043	140	5.0	5.2	146.0	20	0.72	0.74	20.9
1982	19/04/82	18	329	371.5	578	140	4.0	4.5	80.9	20	0.57	0.64	11.6
1982	11/05/82	22	283	306.0	582	330	8.1	6.0	132.5	40	0.98	0.77	17.0
1982	19/05/82	8	256	269.5	186	340	7.5	7.8	62.4	58	1.28	1.13	9.0
1982	17/06/82	29	98	177.0	443	470	4.0	5.7	166.7	50	0.42	0.85	24.7
1982	08/07/82	21	94	96.0	174	510	4.1	4.1	85.3	200	1.62	1.02	21.5
1982	10/08/82	33	0	47.0	134	190	0.0	2.1	68.3	46	0.00	0.81	26.8
1982	09/09/82	30	0	0.0	0	344.8	0.0	0.0	0.0	47.3	0.00	0.00	0.0
1982	11/11/82	63	339	169.5	923	670	19.6	9.8	618.2	50	1.46	0.73	46.1
1982	09/12/82	28	483	411.0	994	440	18.4	19.0	531.8	34	1.42	1.44	40.4
1982	31/12/82	22	547.9	515.5	980	539.0	25.5	21.9	482.6	35.5	1.68	1.55	34.1
1983	07/02/83		660			710				38			
Total transport, 1982:					8475				2716.1				300.9

Klitmøller å, Kvadderkær, station 760006, (AFLØB)

År	Dato	Dage	Q l/s	Q,mid l/s	Volumen 1000 m3	C,TN mg/m3	Q*C,TN kg N/d	Q*C,mid kg N/d	N-trans. kg N	C,TP mg/m3	Q*C,TP kg P/d	Q*C,mid kg P/d	P-trans. kg P
1984	01/01/84		620			560	30.0			38	2.04		
1984	01/02/84	32	620	620.0	1714	560	30.0	30.0	959.9	38	2.04	2.0	65.1
1984	02/02/84	1	622.5	621.3	54	560	30.1	30.1	30.1	38	2.04	2.0	2.0
1984	28/03/84	55	762	692.3	3290	850	56.0	43.0	2367.3	88	5.79	3.9	215.5
1984	26/04/84	29	296	529.0	1325	160	4.1	30.0	870.8	38	0.97	3.4	98.1
1984	24/05/84	28	216	256.0	619	560	10.5	7.3	203.6	160	2.99	2.0	55.4
1984	20/06/84	27	51	133.5	311	640	2.8	6.6	179.2	68	0.30	1.6	44.4
1984	25/07/84	35	9	30.0	91	820	0.6	1.7	60.5	88	0.07	0.2	6.4
1984	22/08/84	28	2	5.5	13	920	0.2	0.4	11.2	150	0.03	0.0	1.3
1984	17/09/84	26	4	3.0	7	800	0.3	0.2	5.7	94	0.03	0.0	0.8
1984	22/10/84	35	214	109.0	330	580	10.7	5.5	192.5	66	1.22	0.6	21.9
1984	26/11/84	35	342	278.0	841	330	9.8	10.2	358.3	50	1.48	1.3	47.2
1984	20/12/84	24	325	333.5	692	990	27.8	18.8	450.6	32	0.90	1.2	28.5
1984	31/12/84	11	335.2	330.1	314	930.9	27.0	27.4	301.2	34.0	0.99	0.9	10.4
1985	12/02/85		375			700				42	1.36		
Total transport, 1984:					9600				5990.7				597.1

Klitmøller å, Kvadderkær, station 760006, (AFLØB)

År	Dato	Dage	Q l/s	Q,mid l/s	Volumen 1000 m3	C,TN mg/m3	Q*C,TN kg N/d	Q*C,mid kg N/d	N-trans. kg N	C,TP mg/m3	Q*C,TP kg P/d	Q*C,mid kg P/d	P-trans. kg P
1984	20/12/84		325			990	27.8			32	0.90		
1985	01/01/85		336.1			925.6	26.9			34.2	0.99		
1985	12/02/85	43	375	355.6	1321	700	22.7	24.8	1065.5	42	1.36	1.2	50.6
1985	20/03/85	36	368	371.5	1156	740	23.5	23.1	831.8	34	1.08	1.2	44.0
1985	24/04/85	35	313	340.5	1030	487.2	13.2	18.4	642.3	39.8	1.08	1.1	37.8
1985	25/04/85	1	310.0	311.5	27	480	12.9	13.0	13.0	40	1.07	1.1	1.1
1985	28/05/85	33	211	260.5	743	800	14.6	13.7	452.8	54	0.98	1.0	33.9
1985	26/06/85	29	130.1	170.5	427	640	7.2	10.9	315.8	98	1.10	1.0	30.2
1985	29/07/85	33	38	84.0	240	580	1.9	4.5	150.1	38	0.12	0.6	20.2
1985	28/08/85	30	57	47.5	123	490	2.4	2.2	64.8	110	0.54	0.3	10.0
1985	18/09/85	21	59	58.0	105	460	2.3	2.4	50.0	69	0.35	0.4	9.4
1985	09/10/85	21	287	173.0	314	570	14.1	8.2	173.0	37	0.92	0.6	13.3
1985	11/11/85	33	183	235.0	670	820	13.0	13.5	447.1	44	0.70	0.8	26.6
1985	11/12/85	30	372	277.5	719	2500	80.4	46.7	1399.8	76	2.44	1.6	47.1
1985	31/12/85	20	626.9	499.4	863	1288.6	69.8	75.1	1501.4	50.9	2.75	2.6	52.0
1986	15/01/86		818			380				32	2.26		
Total transport, 1985:					7737				7107.3				376.2

Klitmøller å, Kvadderkær, station 760006, (AFLØB)

År	Dato	Dage	Q l/s	Q,mid l/s	Volumen 1000 m3	C,TN mg/m3	Q*C,TN kg N/d	Q*C,mid kg N/d	N-trans. kg N	C,TP mg/m3	Q*C,TP kg P/d	Q*C,mid kg P/d	P-trans. kg P
1985	11/12/85		372			2500	80.4			76	2.44		
1986	01/01/86		639.6			1228.0	67.9			49.6	2.74		
1986	15/01/86	15	818	728.8	945	380	26.9	47.4	710.4	32	2.26	2.5	37.5
1986	21/02/86	37	661.9	740.0	2365	540	30.9	28.9	1068.2	25	1.43	1.8	68.3
1986	20/03/86	27	548	605.0	1411	700	33.1	32.0	864.3	50	2.37	1.9	51.3
1986	22/04/86	33	420	484.0	1380	390	14.2	23.6	780.4	57	2.07	2.2	73.2
1986	21/05/86	29	315	367.5	921	400	10.9	12.5	363.1	35	0.95	1.5	43.8
1986	25/06/86	35	124	219.5	664	650	7.0	8.9	312.4	61	0.65	0.8	28.1
1986	21/07/86	26	15	69.5	156	1200	1.6	4.3	110.7	44	0.06	0.4	9.2
1986	20/08/86	30	0	7.5	19	600	0.0	0.8	23.3	43	0.00	0.0	0.9
1986	29/09/86	40	0	0.0	0	651.4	0.0	0.0	0.0	49.9	0.00	0.0	0.0
1986	29/10/86	30	44	22.0	57	690	2.6	1.3	39.3	55	0.21	0.1	3.1
1986	19/11/86	21	98.0	71.0	129	650	5.5	4.1	85.3	28	0.24	0.2	4.7
1986	10/12/86	21	152	125.0	227	270	3.5	4.5	95.0	40	0.53	0.4	8.0
1986	31/12/86	21	207.0	179.5	326	289.1	5.2	4.4	91.5	32.0	0.57	0.5	11.5
1987	03/02/87		296			320				19	0.49		
Total transport, 1986:					8600				4544.0				339.6

Klitmøller å, Kvadderkær, station 760006, (AFLØB)

År	Dato	Dage	Q	Q,mid	Volumen	C,TN	Q*C,TN	Q*C,mid	N-trans.	C,TP	Q*C,TP	Q*C,mid	P-trans.
			l/s	l/s	1000 m3	mg/m3	kg N/d	kg N/d	kg N	mg/m3	kg P/d	kg P/d	kg P
1986	10/12/86		152			270	3.5			40	0.53		
1987	01/01/87		209.6			290.0	5.3			31.6	0.57		
1987	03/02/87	34	296	252.8	743	320	8.2	6.7	228.4	19	0.49	0.5	18.0
1987	24/02/87	21	301	298.5	542	590	15.3	11.8	247.0	37	0.96	0.7	15.2
1987	17/03/87	21	287	294.0	533	840	20.8	18.1	379.8	20	0.50	0.7	15.3
1987	07/04/87	21	353	320.0	581	520	15.9	18.3	385.2	12	0.37	0.4	9.1
1987	27/04/87	20	294	323.5	559	470	11.9	13.9	278.0	29	0.74	0.6	11.0
1987	22/06/87	56	155	224.5	1086	730	9.8	10.9	608.0	32	0.43	0.6	32.6
1987	18/08/87	57	56	105.5	520	630	3.0	6.4	365.5	73	0.35	0.4	22.3
1987	14/09/87	27	415	235.5	549	1000	35.9	19.5	525.2	84	3.01	1.7	45.4
1987	05/10/87	21	269	342.0	621	1200	27.9	31.9	669.3	27	0.63	1.8	38.2
1987	28/10/87	23	368	318.5	633	880	28.0	27.9	642.5	43	1.37	1.0	22.9
1987	16/11/87	19	497	432.5	710	850	36.5	32.2	612.6	46	1.98	1.7	31.8
1987	08/12/87	22	460	478.5	910	570	22.7	29.6	650.7	30	1.19	1.6	34.8
1987	31/12/87	23	546.0	503.0	1000	619.3	29.2	25.9	596.5	22.9	1.08	1.1	26.1
1988	19/01/88		617			660				17			
Total transport, 1987:					8985				6188.7				322.8

År	El-forbrug (kWh)	Oppumpet vandmængde (mio. m^3)
1982	23697	1,8
1983	41516	3,2
1984	30810	2,4
1985	16760	1,3
1986	17300	1,3
1987	7197	0,6
1988	25836	2,0

Tabel B4.2:Beregnede oppumpede vandmængder fra Skadkær pumpestation.

BILAG 6.1

RÅDATA FRA PRØVETAGNINGER

I parameterlisten kan der være behov for forklaring af visse betegnelser. De følger her:

Stat: Stationsnummer.
(761123: Søens dybeste sted
761131: Vandet Sø, ukendt sted
760006: Afløb, Klitmøller Å
760007: Tilløb, Skadkær bæk)

Amm.-N: Ammonium/ammoniak-N

N/P: Vægtforholdet mellem de uorganiske fraktioner af kvælstof og fosfor. Beregnet som (Nitrit + nitrat-N + Amm.-N/Orthofosfat-P)

PM: Maksimal primærproduktion under optimale lysforhold.

PR: Primærproduktionen.

Stat	Dato	Dybde m	Total-N µg/l	Total-P µg/l	Nitrit-Nitrat-N µg/l	Amm.-N µg/l	Ortho-fosfat-P µg/l	N/P	Temp. °C	Opløst ilt mg/l	Sigt-dybde m.	Klorofyl a µg/l	PM mg C / m3*time	PR mg C / m2*døgn
761123	820415	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.5	.	9	236
761123	820415	0.20	400	86	76	8	17	4.9	5.4	13.8	.	7.0	.	.
761123	820415	15.00	.	.	.	.	.	.	5.7	13.8	.	.	.	.
761123	820517	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	.	7	344
761123	820517	0.20	280	22	39	1	12	3.3	11.0	13.5	.	3.0	.	.
761123	820517	4.00	.	.	.	.	.	.	10.0	.	.	.	.	.
761123	820517	7.00	.	.	.	.	.	.	9.4	.	.	.	.	.
761123	820517	17.00	230	30	13	1	21	0.7	9.1	10.2	.	6.0	.	.
761123	820616	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.0	.	28	854
761123	820616	0.20	390	50	15	6	4	5.2	14.9	11.0	.	9.0	.	.
761123	820616	16.00	470	44	42	6	11	4.4	14.1	10.5	.	15.0	.	.
761123	820716	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.2	.	18	1064
761123	820716	0.20	470	56	21	4	8	3.1	21.0	12.2	.	17.0	.	.
761123	820716	3.00	.	.	.	.	.	.	21.0	14.8	.	.	.	.
761123	820716	6.00	.	.	.	.	.	.	18.7	11.8	.	.	.	.
761123	820716	14.00	660	80	24	120	12	12.0	17.1	11.0	.	29.0	.	.
761123	820816	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.3	.	30	944
761123	820816	0.20	250	40	3	12	11	1.4	18.3	10.2	.	14.0	.	.
761123	820816	1.00	.	.	.	.	.	.	18.0	9.4	.	.	.	.
761123	820816	3.00	.	.	.	.	.	.	18.0	9.3	.	.	.	.
761123	820816	17.40	330	60	3	34	28	1.3	18.0	8.3	.	12.0	.	.
761123	820912	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.0	.	16	212
761123	820912	0.20	340	54	9	6	5	3.0	13.0	.	.	6.0	.	.
761123	821015	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.6	.	34	883
761123	821015	0.20	120	22	14	4	1	18.0	10.9	11.0	.	13.0	.	.
761123	821015	15.00	140	28	53	7	1	60.0	10.9	11.0	.	15.0	.	.
761123	821117	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	.	41	304
761123	821117	0.20	200	28	28	4	6	5.3	6.6	12.3	.	15.0	.	.
761123	821117	15.00	370	38	9	9	5	3.6	6.6	11.8	.	17.0	.	.
761123	821213	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.0	.	56	220
761123	821213	0.20	480	36	12	6	17	1.1	4.0	.	.	20.0	.	.
761123	821213	18.00	.	.	.	.	.	.	4.0	.	.	.	.	.

Stat	Dato	Dybde m	Total-N µg/l	Total-P µg/l	Nitrit-Nitrat-N µg/l	Amm.-N µg/l	Ortho-fosfat-P µg/l	N/P	Temp. °C	Opløst ilt mg/l	Sigt-dybde m.	Klorofyl a µg/l	PM mg C / m3*time	PR mg C / m2*døgn
761123	850423	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.5	.	5	12
761123	850423	0.20	640	52	140	140	4	70.0	4.7	13.2	.	4.9	.	.
761123	850423	14.00	420	32	140	63	2	101.5	4.7	12.4	.	5.6	.	.
761123	850521	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.7	.	8	470
761123	850521	0.20	940	30	110	7	18	6.5	11.0	11.4	.	3.6	.	.
761123	850521	2.00	.	.	.	.	.	.	11.0	11.4	.	.	.	.
761123	850521	7.00	.	.	.	.	.	.	10.4	11.3	.	.	.	.
761123	850521	9.00	.	.	.	.	.	.	10.4	11.3	.	.	.	.
761123	850521	14.00	.	.	.	.	.	.	10.2	11.0	.	.	.	.
761123	850521	20.00	1300	34	110	17	11	11.5	10.0	5.5	.	7.2	.	.
761123	850617	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.0	.	.	.
761123	850617	0.20	940	86	150	32	11	16.5	14.5	9.6	.	5.0	.	.
761123	850617	3.00	.	.	.	.	.	.	14.5	9.8	.	.	.	.
761123	850617	7.00	.	.	.	.	.	.	13.5	10.0	.	.	.	.
761123	850617	11.00	.	.	.	.	.	.	13.5	10.0	.	.	.	.
761123	850617	16.00	.	.	.	.	.	.	13.5	10.0	.	.	.	.
761123	850617	16.60	910	64	150	34	10	18.4	.	.	.	7.0	.	.
761123	850716	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.1	.	.	2199
761123	850716	0.20	690	54	80	30	4	27.5	17.5	9.5	.	7.0	.	.
761123	850716	4.00	.	.	.	.	.	.	17.5	9.6	.	.	.	.
761123	850716	8.00	.	.	.	.	.	.	17.5	9.4	.	.	.	.
761123	850716	14.00	.	.	.	.	.	.	17.5	9.2	.	.	.	.
761123	850716	16.00	780	54	75	52	4	31.8	17.5	9.2	.	7.0	.	.
761123	850815	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	.	.	608
761123	850815	0.20	590	56	21	1	11	2.0	17.0	9.7	.	7.2	.	.
761123	850815	14.00	.	.	.	.	.	.	16.6	8.1	.	.	.	.
761123	850815	18.80	820	76	43	22	9	7.2	.	.	.	27.0	.	.
761123	850918	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.5	.	.	375
761123	850918	0.20	500	37	76	19	24	4.0	12.8	9.8	.	15.0	.	.
761123	850918	16.80	660	51	66	22	12	7.3	12.8	9.8	.	17.0	.	.

Stat	Dato	Dybde m	Total-N µg/l	Total-P µg/l	Nitrit-Nitrat-N µg/l	Amm.-N µg/l	Ortho-fosfat-P µg/l	N/P	Temp. °C	Opløst ilt mg/l	Sigt-dybde m.	Klorofyl a µg/l	PM mg C / m3*time	PR mg C / m2*døgn
761123	851022	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.8	.	.	.
761123	851022	0.20	310	21	61	5	5	13.2	11.0	10.6	.	8.0	.	.
761123	851022	19.00	490	36	82	17	9	11.0	11.0	10.0	.	15.0	.	.
761123	860121	0.20	910	47	200	110	39	7.9	1.0	9.1	.	1.0	.	.
761123	860211	0.20	400	16	190	41	14	16.5	0.0	11.8	.	5.0	.	.
761123	860311	0.20	1000	33	280	44	16	20.3	0.1	12.1	.	2.5	.	.
761123	860409	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.6	.	.	.
761123	860409	0.20	670	59	300	13	10	31.3	3.0	13.2	.	6.0	.	.
761123	860409	12.00	1100	47	250	21	5	54.2	3.0	13.0	.	7.0	.	.
761123	860513	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.2	.	.	.
761123	860513	0.20	690	15	220	14	7	33.4	10.8	9.5	.	4.0	.	.
761123	860513	19.00	790	25	230	21	8	31.4	10.5	9.2	.	4.0	.	.
761123	860610	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.8	.	.	.
761123	860610	0.20	450	13	160	41	1	201.0	13.5	10.2	.	2.5	.	.
761123	860610	19.50	840	26	160	53	3	71.0	13.0	9.8	.	4.9	.	.
761123	860708	BLAND	1200	53	38	7	19	2.4	16.2	11.4	.	13.0	.	.
761123	860812	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.7	.	.	.
761123	860812	0.20	410	29	32	16	8	6.0	17.5	10.0	.	5.0	.	.
761123	860812	19.50	790	35	28	130	7	22.6	16.5	8.0	.	12.0	.	.
761123	861008	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.6	.	.	.
761123	861008	0.20	600	21	16	6	3	7.3	10.8	11.0	.	24.0	.	.
761123	861008	18.00	.	.	.	.	.	.	10.3	10.7	.	.	.	.
761123	861008	18.40	1300	25	20	15	4	8.8	10.3	3.0	.	11.0	.	.
761123	861111	0.20	540	22	160	69	9	25.4	8.4	9.7	.	16.0	.	.
761123	861209	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	.	.	.
761123	861209	0.20	420	18	35	15	11	4.5	6.0	11.8	.	25.0	.	.
761123	861209	16.80	540	16	82	30	12	9.3	6.0	11.4	.	29.0	.	.
761123	861209	17.00	.	.	.	.	.	.	6.0	11.4	.	.	.	.
761123	870120	0.20	580	9	410	3	9	45.9	0.0	12.8	.	3.0	.	.
761123	870209	0.20	280	19	64	30	6	15.7	1.0	12.8	.	1.0	.	.
761123	870309	0.20	590	21	110	37	6	24.5	1.0	12.8	.	3.0	.	.

Stat	Dato	Dybde m	Total-N µg/l	Total-P µg/l	Nitrit-Nitrat-N µg/l	Amm.-N µg/l	Ortho-fosfat-P µg/l	N/P	Temp. °C	Opløst ilt mg/l	Sigt-dybde m.	Klorofyl a µg/l	PM mg C / m3*time	PR mg C / m2*døgn
761123	870406	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.6	.	.	.
761123	870406	BLAND	950	14	100	24	1	124.0	.	.	.	3.0	.	.
761123	870406	0.20	.	.	.	.	.	.	3.0	12.2	.	.	.	.
761123	870406	18.40	.	.	.	.	.	.	3.0	11.2	.	.	.	.
761123	870505	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.1	.	.	.
761123	870505	BLAND	540	15	83	6	3	29.7	.	.	.	5.0	.	.
761123	870505	0.20	.	.	.	.	.	.	8.5	11.7	.	.	.	.
761123	870505	17.00	.	.	.	.	.	.	8.5	11.5	.	.	.	.
761123	870615	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.5	.	.	.
761123	870615	0.20	410	19	1	13	6	2.3	12.0	10.2	.	7.0	.	.
761123	870615	15.00	.	.	.	.	.	.	11.5	10.2	.	.	.	.
761123	870702	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.5	.	.	.
761123	870702	BLAND	350	12	13	30	4	10.8	.	.	.	8.8	.	.
761123	870702	0.20	.	.	.	.	.	.	14.2	10.0	.	.	.	.
761123	870702	14.00	.	.	.	.	.	.	14.2	9.8	.	.	.	.
761123	870805	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.5	.	.	.
761123	870805	0.20	510	32	41	8	7	7.0	14.5	9.8	.	11.0	.	.
761123	870805	12.60	.	.	.	.	.	.	14.2	9.4	.	.	.	.
761123	870907	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.9	.	.	.
761123	870907	0.20	590	21	60	36	11	8.7	14.9	9.5	.	27.0	.	.
761123	870907	1.50	.	.	.	.	.	.	14.9	8.9	.	.	.	.
761123	870907	19.40	.	.	.	.	.	.	14.9	8.9	.	.	.	.
761123	871005	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.0	.	.	.
761123	871005	BLAND	560	26	180	18	9	22.0	.	.	.	10.0	.	.
761123	871005	0.20	.	.	.	.	.	.	9.5	10.2	.	.	.	.
761123	871005	18.80	.	.	.	.	.	.	9.5	10.2	.	.	.	.
761123	871111	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.8	.	.	.
761123	871111	BLAND	490	21	140	41	12	15.1	.	.	.	2.0	.	.
761123	871111	0.20	.	.	.	.	.	.	5.5	11.7	.	.	.	.
761123	871111	19.20	.	.	.	.	.	.	5.5	11.3	.	.	.	.

Stat	Dato	Dybde	Total-N	Total-P	Nitrit-Nitrat-N	Amm.-N	Ortho-fosfat-P	N/P	Temp.	Opløst ilt	Sigt-dybde	Klorofyl a	PM mg C	PR mg C
		m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		°C	mg/l	m.	µg/l	m3*time	m2*døgn
761123	871207	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7.0	.	.	.
761123	871207	BLAND	860	21	300	59	19	18.9	.	.	.	3.0	.	.
761123	871207	0.20	.	.	.	.	.	.	1.5	.	.	.	.	.
761123	871207	17.00	.	.	.	.	.	.	1.5	.	.	.	.	.
761123	880315	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.0	.	.	.
761123	880315	0.20	1500	13	700	5	6	117.5	-1.0	14.8	.	8.0	.	.
761123	880315	5.00	.	.	.	.	.	.	-1.0	14.5	.	.	.	.
761123	880315	16.50	.	.	.	.	.	.	-1.0	14.4	.	.	.	.
761123	880517	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.4	.	.	.
761123	880517	0.20	720	23	470	18	4	122.0	9.5	11.7	.	8.0	.	.
761123	880517	1.00	.	.	.	.	.	.	9.4	11.4	.	.	.	.
761123	880517	2.00	.	.	.	.	.	.	9.4	11.3	.	.	.	.
761123	880517	4.00	.	.	.	.	.	.	9.3	11.2	.	.	.	.
761123	880517	5.00	.	.	.	.	.	.	9.3	11.3	.	.	.	.
761123	880517	10.00	.	.	.	.	.	.	9.0	11.4	.	.	.	.
761123	880517	11.00	.	.	.	.	.	.	8.5	10.9	.	.	.	.
761123	880517	12.00	.	.	.	.	.	.	8.0	11.0	.	.	.	.
761123	880517	12.80	920	19	440	18	7	65.4	7.5	9.7	.	8.0	.	.
761131	820215	0.20	430	32	64	180	15	16.3	1.9	9.8	.	1.0	.	.
761131	820315	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	55
761131	820315	0.20	420	40	83	64	16	9.2	3.0	12.4	.	6.0	.	.
761131	860909	0.20	1100	22	16	14	6	5.0	11.8	12.4	.	5.0	.	.

Stat	Dato	Dybde m	Total-N µg/l	Total-P µg/l	Nitrit-Nitrat-N µg/l	Amm.-N µg/l	Ortho-fosfat-P µg/l	N/P	Temp. °C	Opløst ilt mg/l	Sigt-dybde m.	Klorofyl a µg/l	PM mg C / m3*time	PR mg C / m2*døgn
760006	820419	.	140	20	.	.	.	.	7.5	12.7	.	.	.	.
760006	820511	.	330	40	.	.	.	.	10.0	12.1	.	.	.	.
760006	820519	.	340	58	.	.	.	.	11.9	.	.	.	.	.
760006	820617	.	470	50	.	.	.	.	12.0	9.7	.	.	.	.
760006	820708	.	510	200	.	.	.	.	15.8	7.9	.	.	.	.
760006	820810	.	190	46	.	.	.	.	16.0	5.3	.	.	.	.
760006	821111	.	670	50	.	.	.	.	10.0	10.1	.	.	.	.
760006	821209	.	440	34	.	.	.	.	3.0	12.6	.	.	.	.
760006	830207	.	710	38	.	.	.	.	1.3	13.9	.	.	.	.
760006	830307	.	370	40	.	.	.	.	2.6	12.9	.	.	.	.
760006	830405	.	730	34	.	.	.	.	3.9	12.9	.	.	.	.
760006	840202	.	560	38	.	.	.	.	0.4	13.1	.	.	.	.
760006	840328	.	850	88	.	66	.	.	4.2	14.2	.	.	.	.
760006	840426	.	160	38	.	18	.	.	10.0	14.8	.	.	.	.
760006	840524	.	560	160	.	.	.	.	13.7	10.2	.	.	.	.
760006	840620	.	640	68	.	.	.	.	16.3	8.8	.	.	.	.
760006	840725	.	820	88	.	.	.	.	15.8	8.8	.	.	.	.
760006	840822	.	920	150	.	.	.	.	17.0	3.4	.	.	.	.
760006	840917	.	800	94	.	.	.	.	8.3	9.2	.	.	.	.
760006	841022	.	580	66	.	.	.	.	6.0	12.1	.	.	.	.
760006	841126	.	330	50	.	.	.	.	4.2	10.6	.	.	.	.
760006	841220	.	990	32	.	.	.	.	2.3	11.5	.	.	.	.
760006	850212	.	700	42	60	97	5	31.4	0.4	15.1	.	.	.	.
760006	850320	.	740	34	230	130	19	18.9	2.1	15.0	.	.	.	.
760006	850425	.	480	40	76	60	0	136.0	5.6	13.1	.	.	.	.
760006	850528	.	800	54	35	17	6	8.7	17.1	9.9	.	.	.	.
760006	850626	.	640	98	46	140	58	3.2	12.8	9.9	.	.	.	.
760006	850729	.	580	38	17	9	15	1.7	17.9	8.6	.	.	.	.
760006	850828	.	490	110	87	43	25	5.2	15.6	9.4	.	.	.	.
760006	850918	.	460	69	13	48	40	1.5	12.5	9.7	.	.	.	.
760006	851009	.	570	37	3	6	2	4.5	10.3	8.6	.	.	.	.
760006	851111	.	820	44	19	190	36	5.8	5.5	11.7	.	.	.	.
760006	851211	.	2500	76	81	110	32	6.0	.	.	.	.	.	.

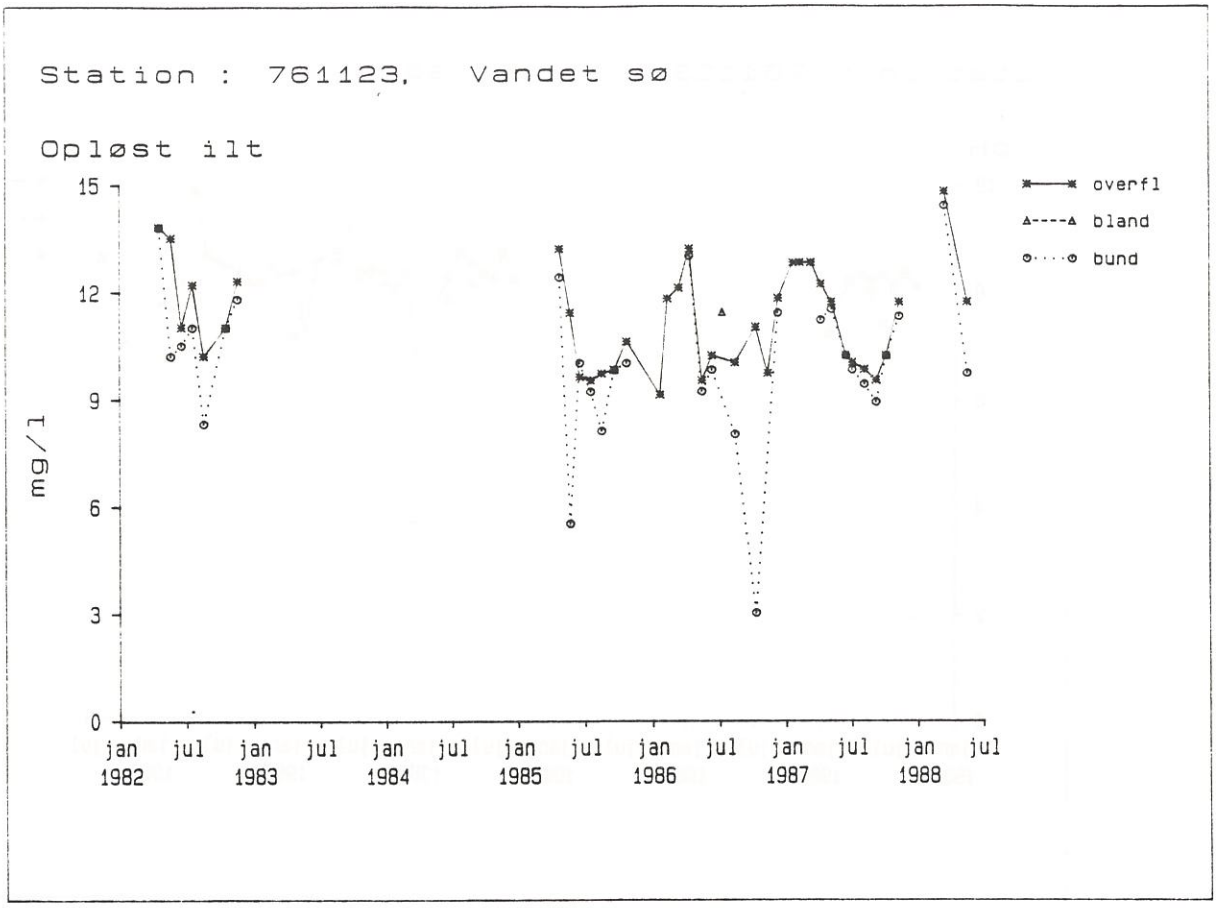
Stat	Dato	Dybde	Total-N	Total-P	Nitrit-Nitrat-N	Amm.-N	Ortho-fosfat-P	N/P	Temp.	Opløst ilt	Sigt-dybde	Klorofyl a	PM mg C	PR mg C
		m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		°C	mg/l	m.	µg/l	m3*time	m2*døgn
760006	860115	.	380	32	88	84	14	12.3	1.3	12.3	.	.	.	.
760006	860221	.	540	25	320	51	5	74.2	0.5	17.9	.	.	.	.
760006	860320	.	700	50	210	100	8	38.7	.	.	.	.	.	.
760006	860422	.	390	57	190	150	26	13.1	5.2	12.2	.	.	.	.
760006	860521	.	400	35	83	12	1	95.0	.	.	.	.	.	.
760006	860625	.	650	61	58	84	23	6.2	19.1	14.1	.	.	.	.
760006	860721	.	1200	44	42	8	23	2.2	15.4	11.9	.	.	.	.
760006	860820	.	600	43	64	10	35	2.1	.	.	.	.	.	.
760006	861029	.	690	55	67	120	37	5.1	9.5	5.8	.	.	.	.
760006	861119	.	650	28	81	64	21	6.9	6.6	10.4	.	.	.	.
760006	861210	.	270	40	59	43	35	2.9	.	.	.	.	.	.
760006	870203	.	320	19	64	46	19	5.8	0.5	14.6	.	.	.	.
760006	870224	.	590	37	150	55	15	13.7	2.1	14.6	.	.	.	.
760006	870317	.	840	20	120	41	19	8.5	2.0	14.7	.	.	.	.
760006	870407	.	520	12	150	29	3	59.7	3.5	12.4	.	.	.	.
760006	870427	.	470	29	110	32	5	28.4	8.2	12.4	.	.	.	.
760006	870622	.	730	32	23	26	7	7.0	12.2	9.6	.	.	.	.
760006	870818	.	630	73	35	31	34	1.9	14.9	5.5	.	.	.	.
760006	870914	.	1000	84	27	29	19	2.9	13.6	8.3	.	.	.	.
760006	871005	.	1200	27	17	5	6	3.7	9.7	10.8	.	.	.	.
760006	871028	.	880	43	120	33	13	11.8	7.1	11.2	.	.	.	.
760006	871116	.	850	46	220	95	15	21.0	6.2	10.7	.	.	.	.
760006	871208	.	570	30	180	78	8	32.2	1.5	12.4	.	.	.	.
760006	880119	.	660	17	350	71	8	52.6	3.6	12.2	.	.	.	.
760006	880217	.	640	21	350	46	11	36.0	2.2	12.3	.	.	.	.
760006	880310	.	730	19	430	29	4	114.7	1.8	13.5	.	.	.	.
760006	880406	.	980	25	460	25	7	69.3	4.1	13.1	.	.	.	.
760006	880421	.	870	30	500	28	19	27.8	.	12.5	.	.	.	.

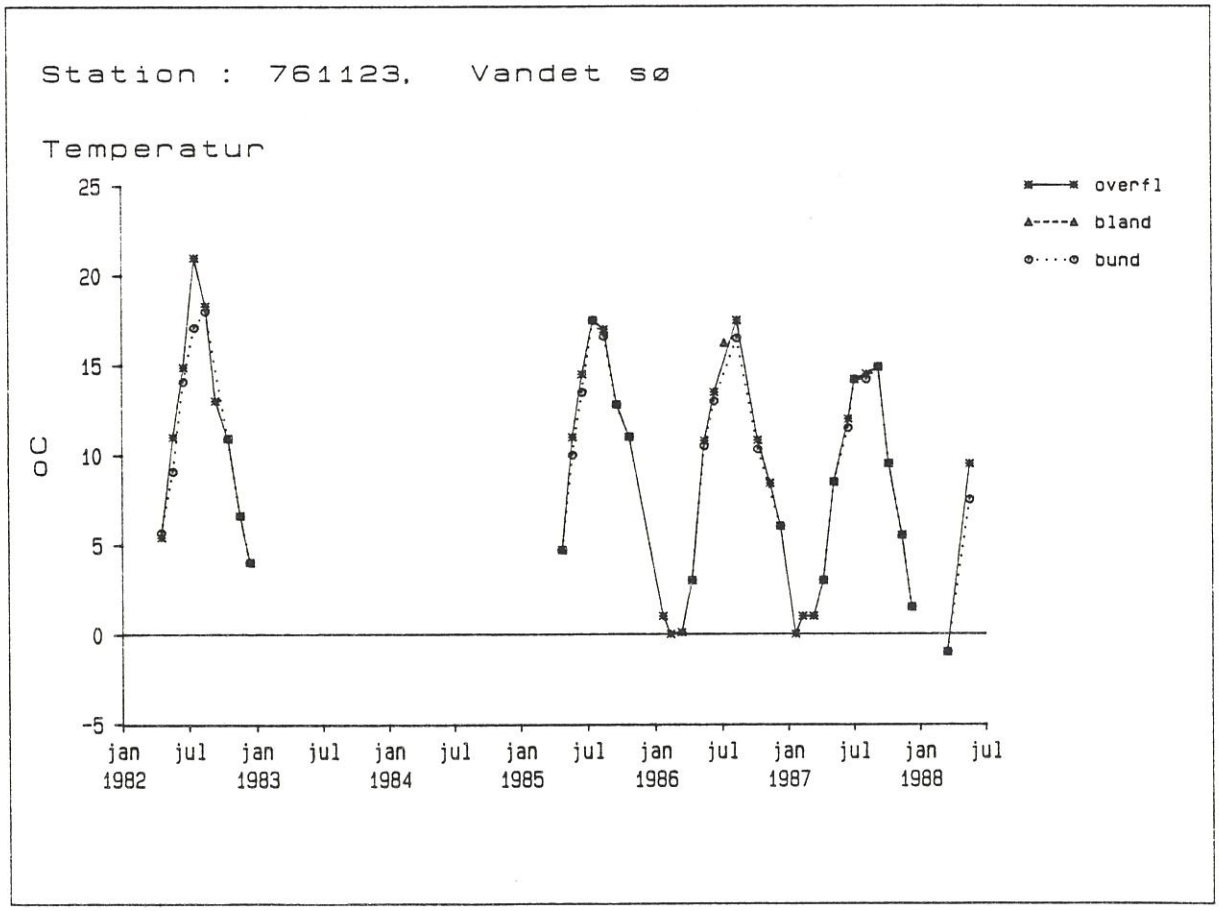
Stat	Dato	Dybde	Total-N	Total-P	Nitrit-Nitrat-N	Amm.-N	Ortho-fosfat-P	N/P	Temp.	Opløst ilt	Sigt-dybde	Klorofyl a	PM mg C	PR mg C
		m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		°C	mg/l	m.	µg/l	m3*time	m2*døgn
760007	820215	.	3900	90	3300	100	33	103.0	.	.	.	1.0	.	.
760007	820315	.	3800	74	3300	110	36	94.7	2.8	.	.	.	.	.
760007	820415	.	4500	60	.	.	.	.	6.7	.	.	.	.	.
760007	820419	.	2200	44	.	.	.	.	9.5	8.4	.	.	.	.
760007	820511	.	4400	170	.	.	.	.	10.5	10.7	.	.	.	.
760007	820517	.	5200	74	.	.	.	.	12.0	.	.	.	.	.
760007	820519	.	5200	130	.	.	.	.	10.0	.	.	.	.	.
760007	820616	.	1000	92	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
760007	820617	.	5100	120	.	.	.	.	9.0	10.3	.	.	.	.
760007	820708	.	930	200	.	.	.	.	16.4	4.7	.	.	.	.
760007	820716	.	740	120	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
760007	820816	.	230	54	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
760007	820913	.	430	42	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
760007	821015	.	1000	64	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
760007	821118	.	4500	92	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
760007	821209	.	4700	68	.	.	.	.	6.8	4.6	.	.	.	.
760007	821213	.	4900	62	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
760007	830207	.	5100	120	.	.	.	.	0.4	14.3	.	.	.	.
760007	830307	.	4500	58	.	.	.	.	6.0	8.6	.	.	.	.
760007	830405	.	5000	86	.	.	.	.	6.5	8.9	.	.	.	.
760007	850423	.	5600	38	5300	140	12	453.3	.	.	.	.	.	.
760007	850521	.	5500	46	4200	160	18	242.2	.	.	.	.	.	.
760007	850617	.	1900	70	1200	290	41	36.3	.	.	.	.	.	.
760007	850716	.	1300	110	460	240	32	21.9	.	.	.	.	.	.
760007	850815	.	1000	84	310	150	34	13.5	.	.	.	.	.	.
760007	850918	.	1700	160	440	6	43	10.4	.	.	.	.	.	.
760007	851022	.	2600	200	230	2500	64	42.7	.	.	.	.	.	.

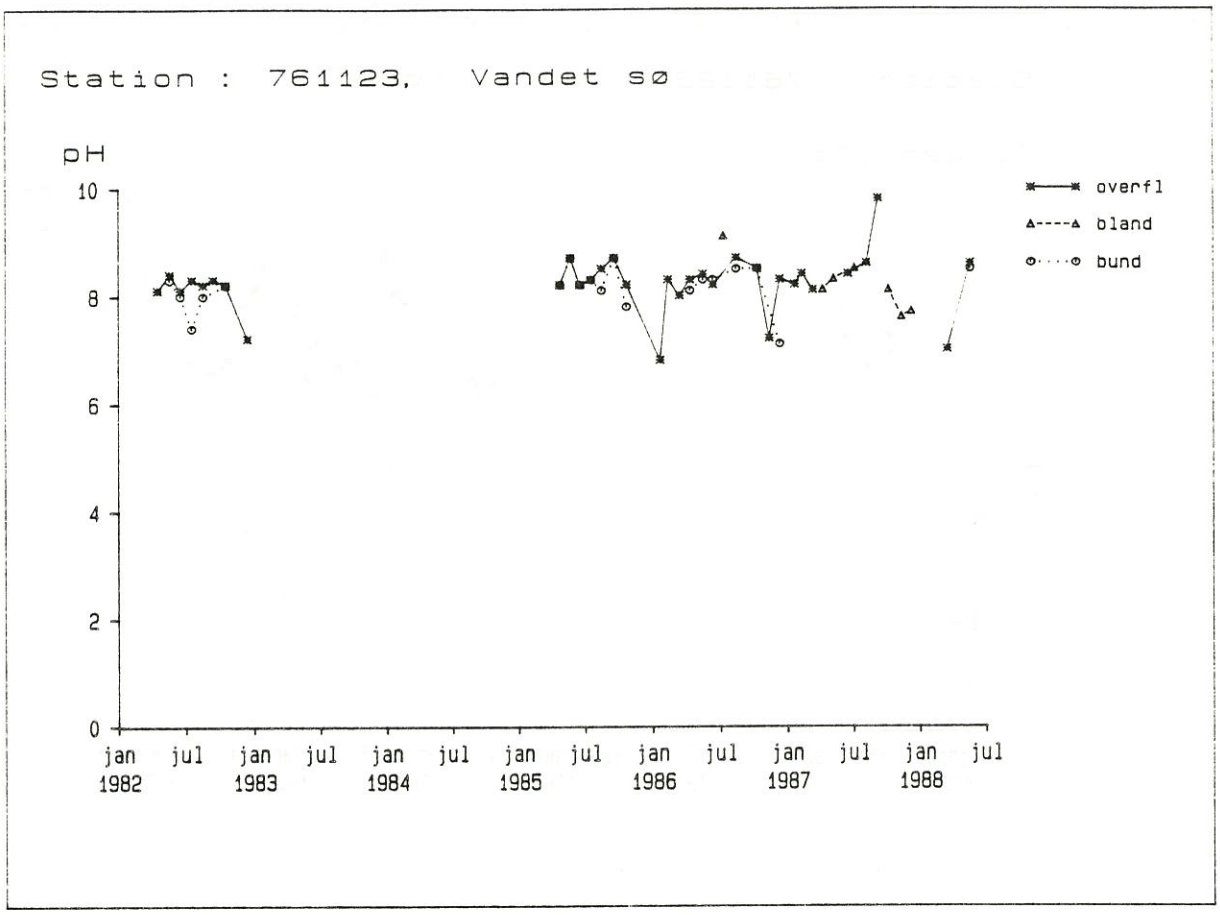
Stat	Dato	Dybde	Total-N	Total-P	Nitrit-Nitrat-N	Amm.-N	Ortho-fosfat-P	N/P	Temp.	Opløst ilt	Sigt-dybde	Klorofyl a	PM mg C	PR mg C
		m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l		°C	mg/l	m.	µg/l	m3*time	m2*døgn
760007	860121	.	5700	170	4800	140	100	49.4	.	.	.	.	.	.
760007	860211	.	6200	160	5700	120	160	36.4	.	.	.	.	.	.
760007	860311	.	5800	40	4800	120	12	410.0	.	.	.	.	.	.
760007	860408	.	5600	43	4800	92	18	271.8	.	.	.	.	.	.
760007	860513	.	4000	79	2900	290	34	93.8	.	.	.	.	.	.
760007	860708	.	2100	130	850	10	25	34.4	.	.	.	.	.	.
760007	860812	.	1300	85	530	300	30	27.7	.	.	.	.	.	.
760007	860909	.	2200	200	120	1000	20	56.0	.	.	.	.	.	.
760007	861008	.	3200	290	42	890	51	18.3	.	.	.	.	.	.
760007	861111	.	7600	240	7500	510	33	242.7	.	.	.	.	.	.
760007	861209	.	5200	25	3800	350	24	172.9	.	.	.	.	.	.
760007	870120	.	2000	28	1300	290	15	106.0	.	.	.	.	.	.
760007	870224	.	5700	210	4400	230	27	171.5	4.3	5.7	.	.	.	.
760007	870407	.	4300	46	3800	190	17	234.7	6.3	8.0	.	.	.	.
760007	870427	.	4900	34	4000	160	13	320.0	7.8	9.0	.	.	.	.
760007	870622	.	1700	49	34	120	15	10.3	12.8	4.7	.	.	.	.
760007	870818	.	770	76	50	42	29	3.2	15.9	4.8	.	.	.	.
760007	871116	.	6400	760	4200	220	57	77.5	7.4	5.6	.	.	.	.
760007	871208	.	4200	83	3100	260	20	168.0	4.5	5.1	.	.	.	.
760007	880119	.	1600	25	1400	64	22	66.5	3.9	11.8	.	.	.	.
760007	880217	.	4700	79	4200	100	47	91.5	4.6	7.1	.	.	.	.
760007	880310	.	5100	52	4100	84	37	113.1	5.0	9.5	.	.	.	.
760007	880406	.	6200	43	5400	100	34	161.8	6.9	5.3	.	.	.	.
760007	880421	.	6200	51	4600	120	42	112.4	.	5.9	.	.	.	.

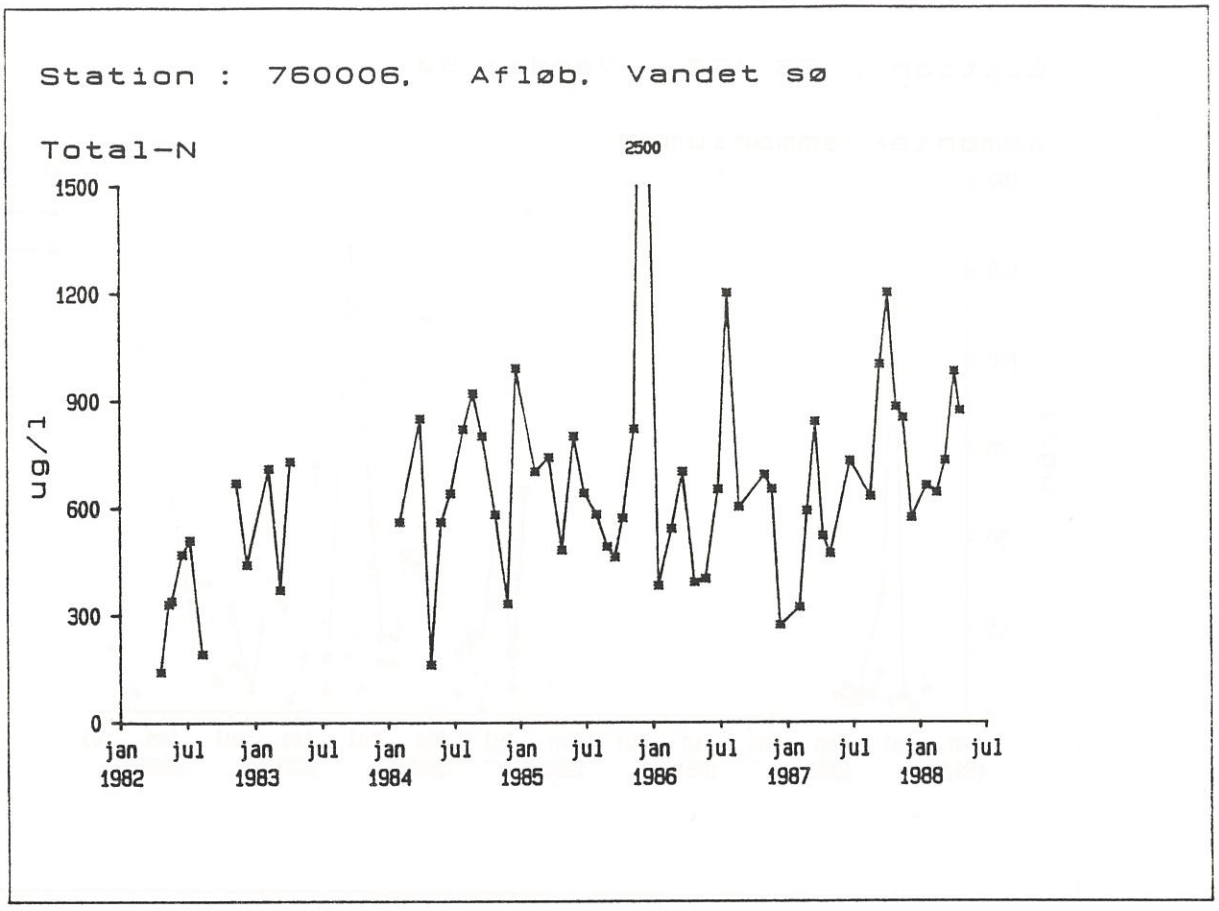
BILAG 6.2

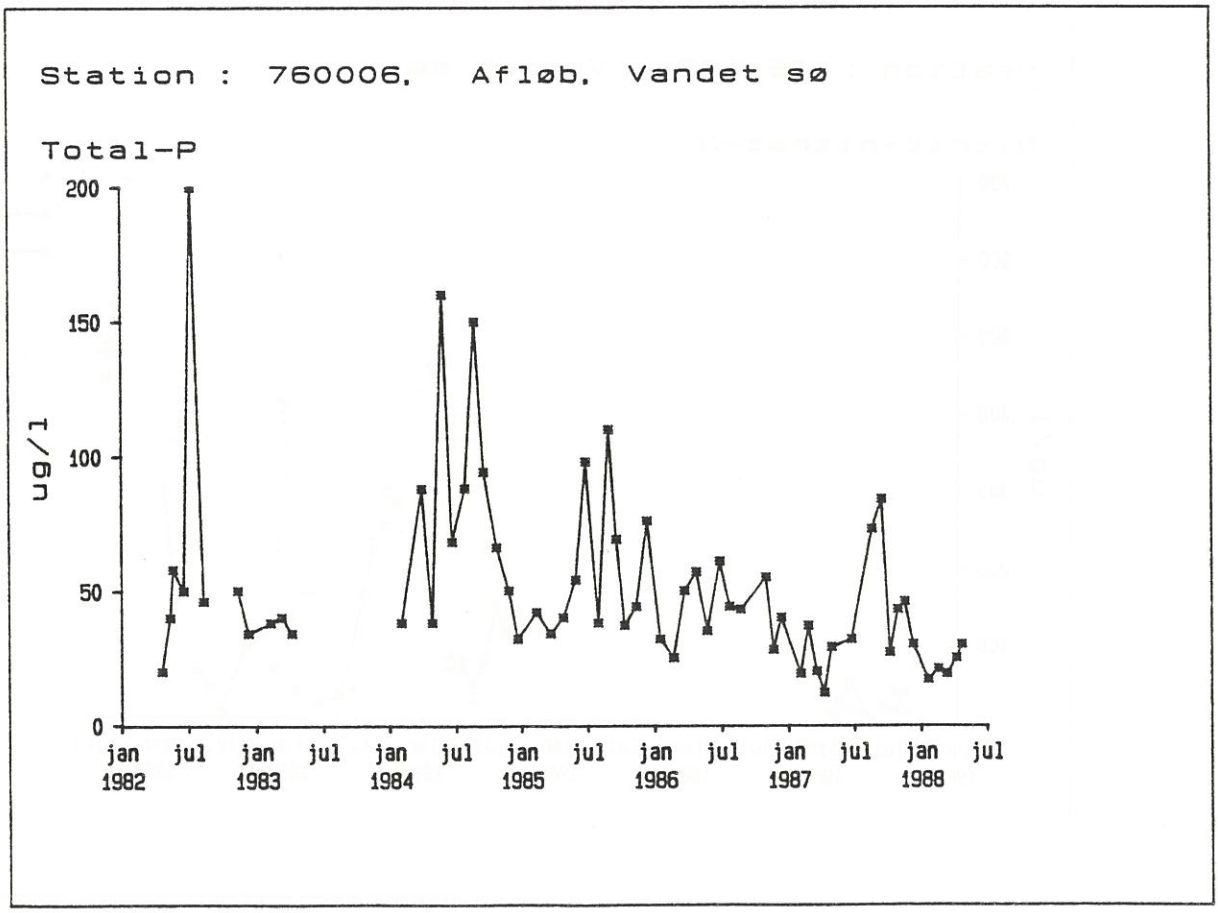
TIDSSERIEPLOTS AF VANDKEMISKE PARAMETRE

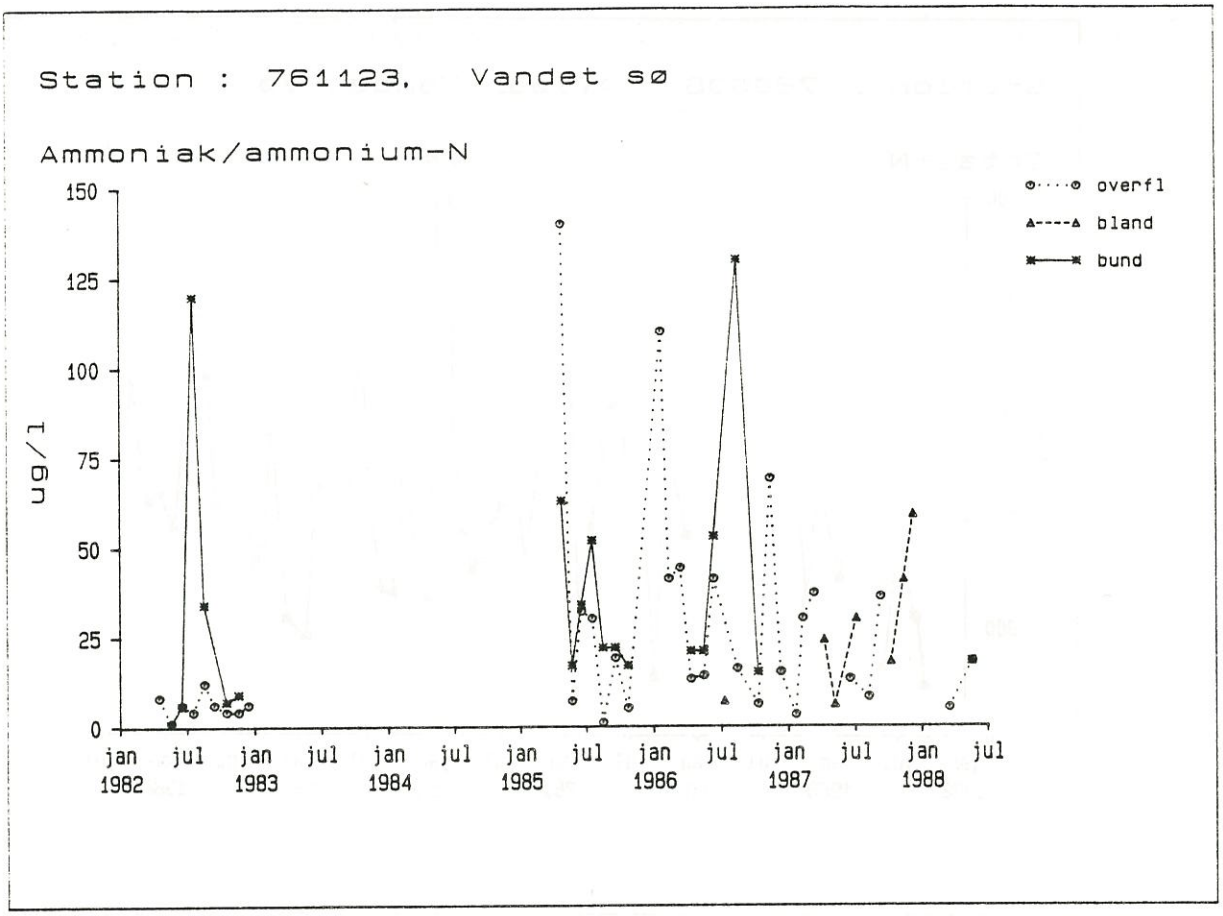

Station : 761123, Vandet sø
Opløst ilt
mg/l
15
12
9
6
3
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul
overfl
bland
bund

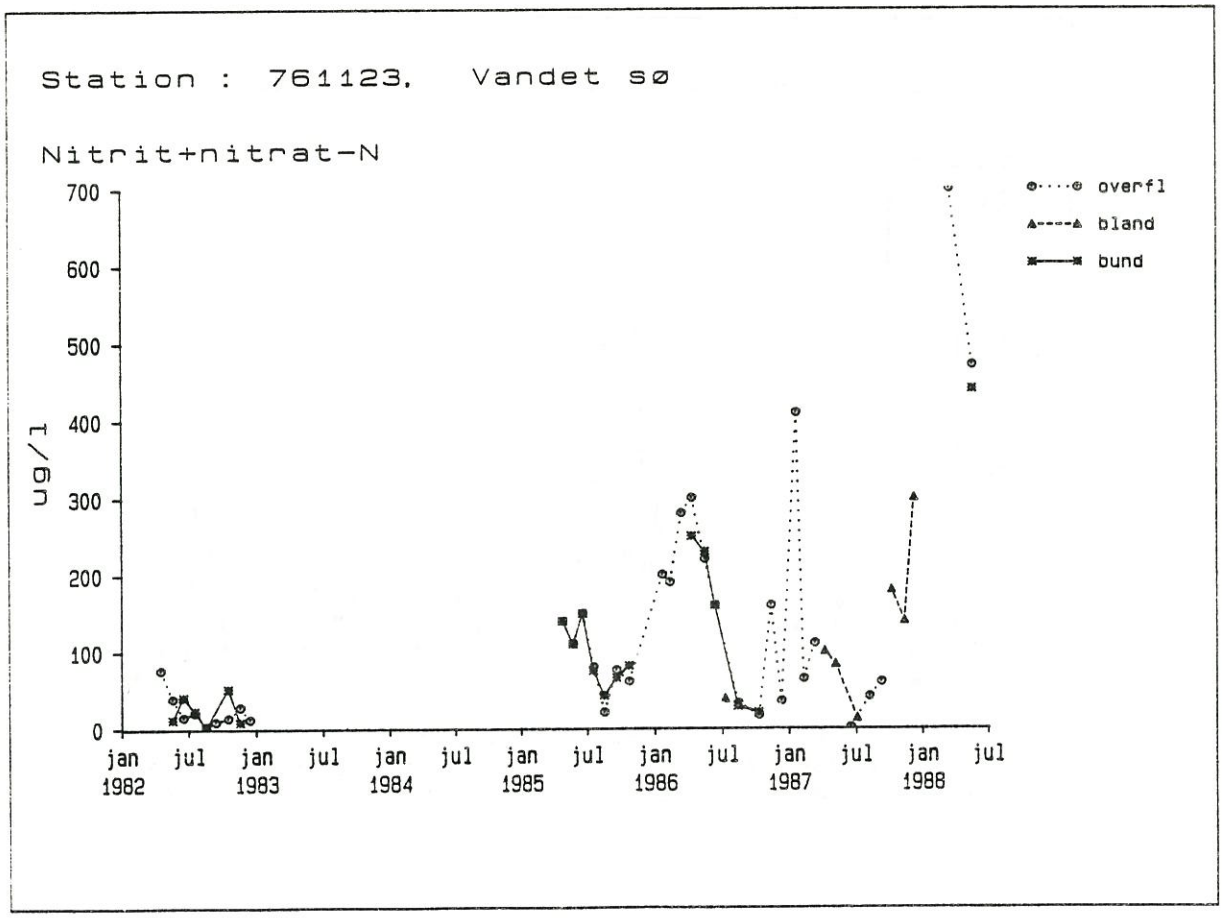

Station : 761123, Vandet sø
Temperatur
oC
25
20
15
10
5
0
-5
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul
overfl
bland
bund

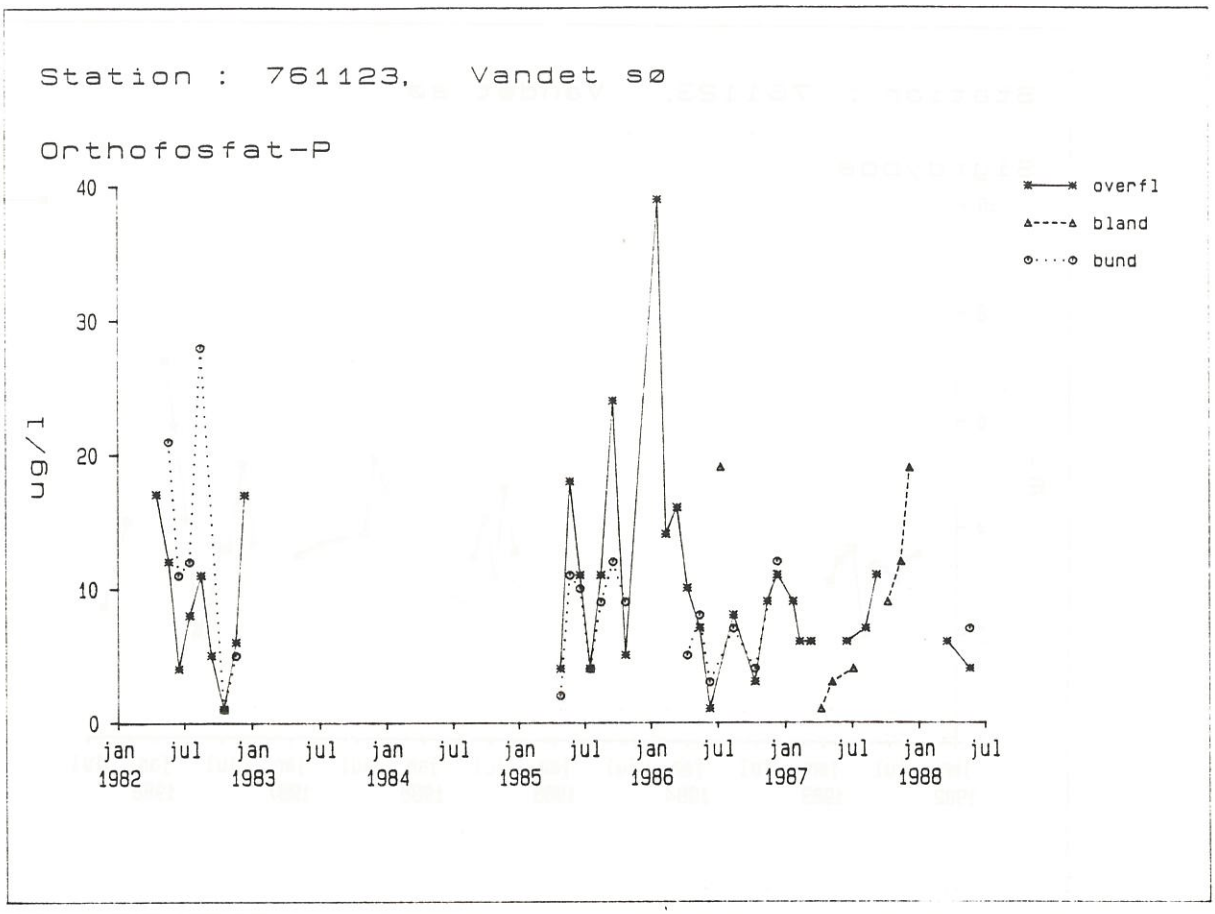

Station : 761123, Vandet sø
pH
10
8
6
4
2
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul
overfl
bland
bund

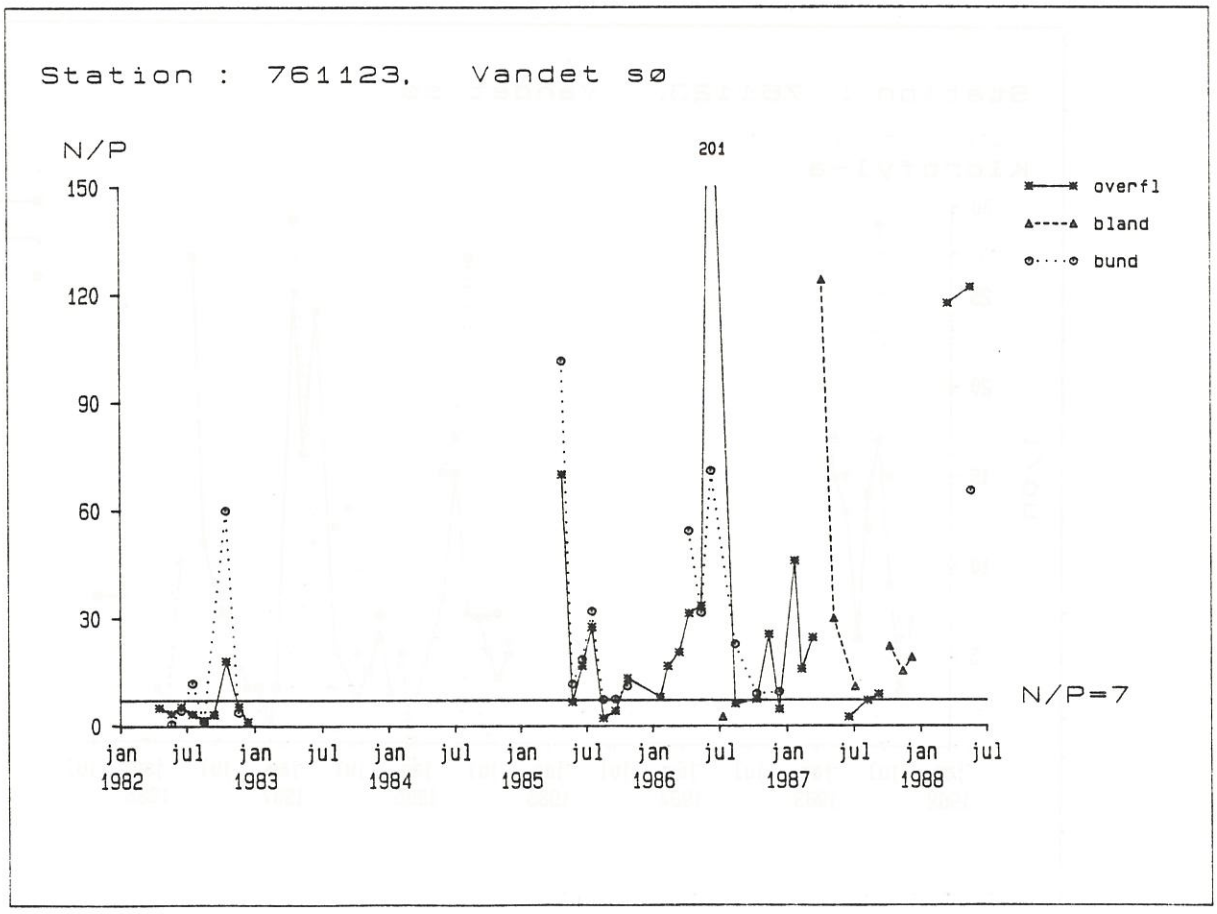

Station : 760006, Afløb, Vandet sø
Total-N
2500
1500
1200
900
600
300
0
ug/l
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul

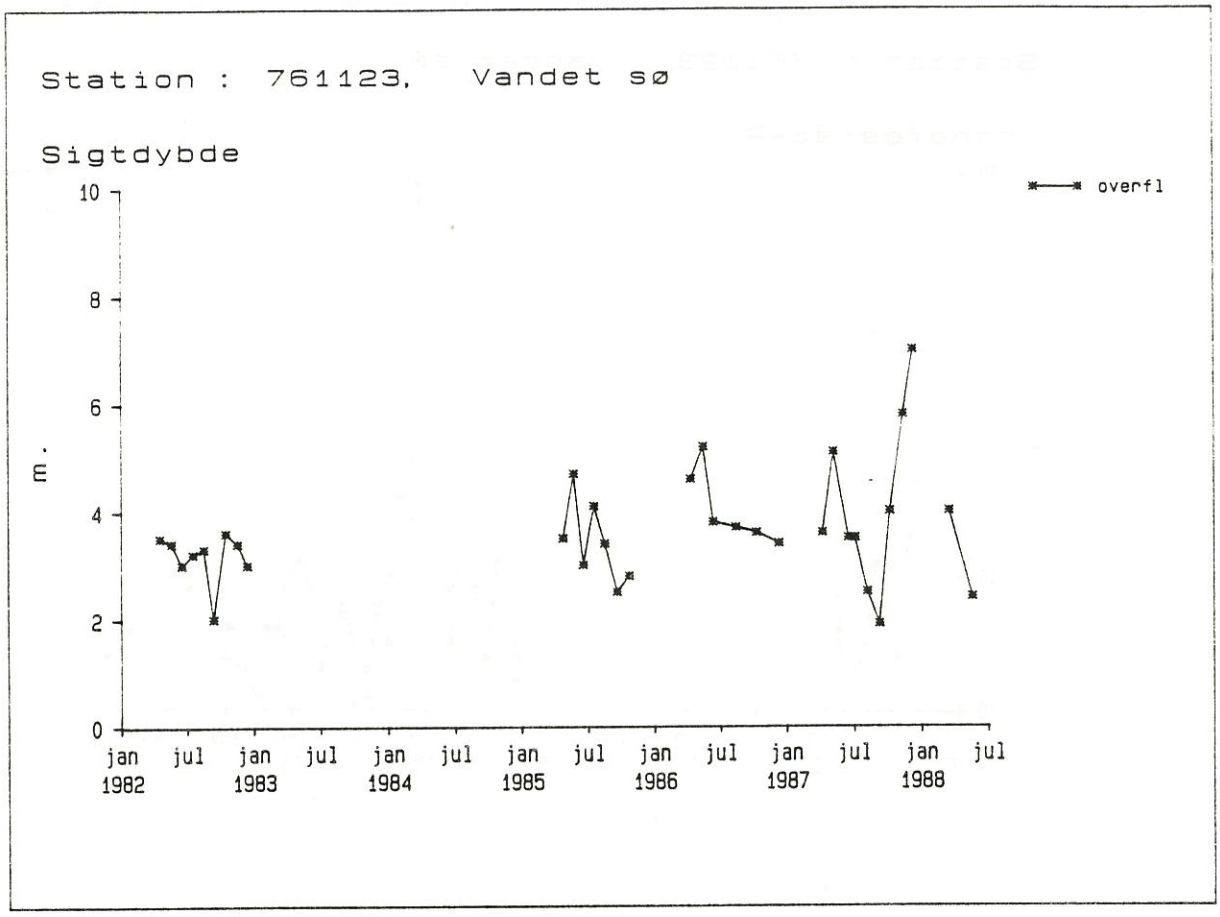

Station : 760006, Afløb, Vandet sø
Total-P
200
150
100
50
0
ug/l
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul

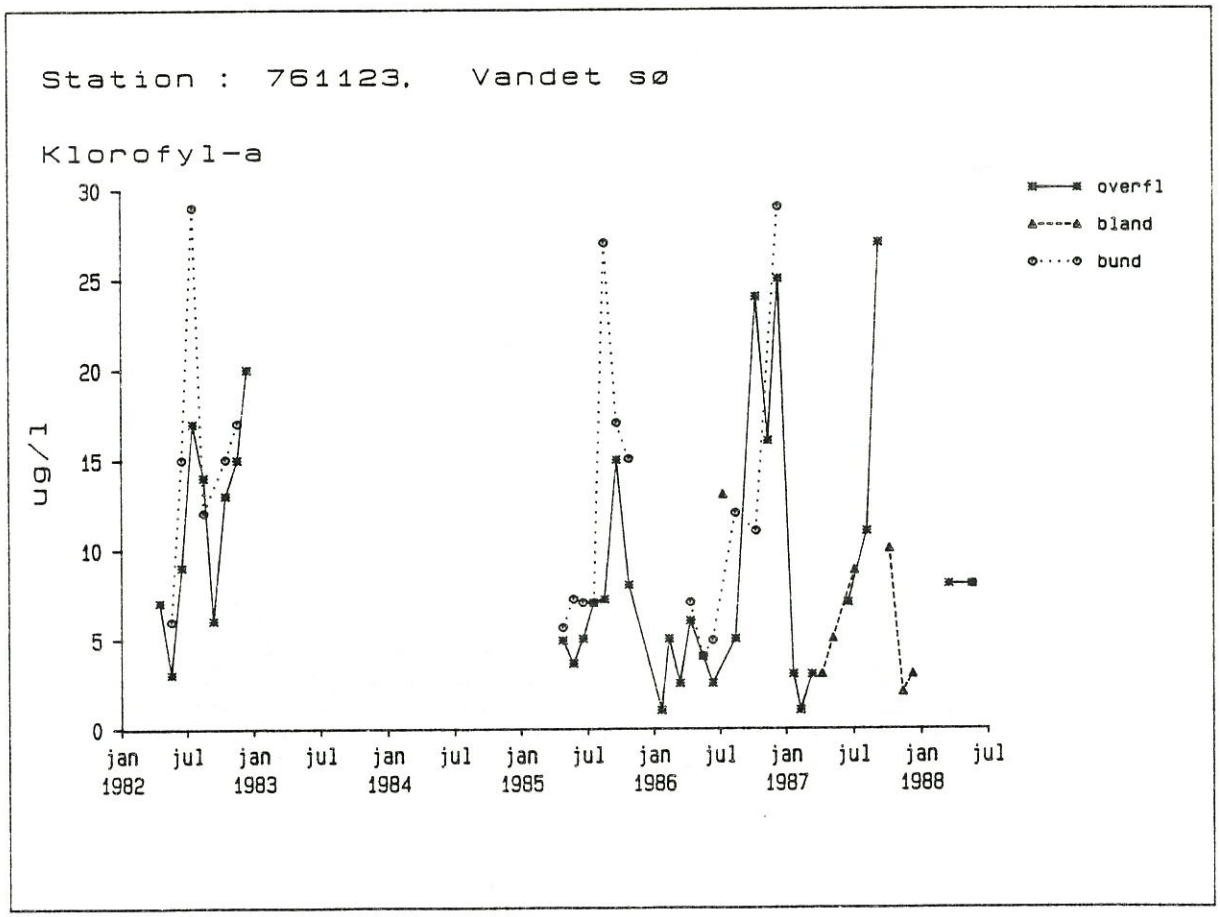

Station : 761123, Vandet sø
Ammoniak/ammonium-N
ug/l
150
125
100
75
50
25
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul
overfl
bland
bund

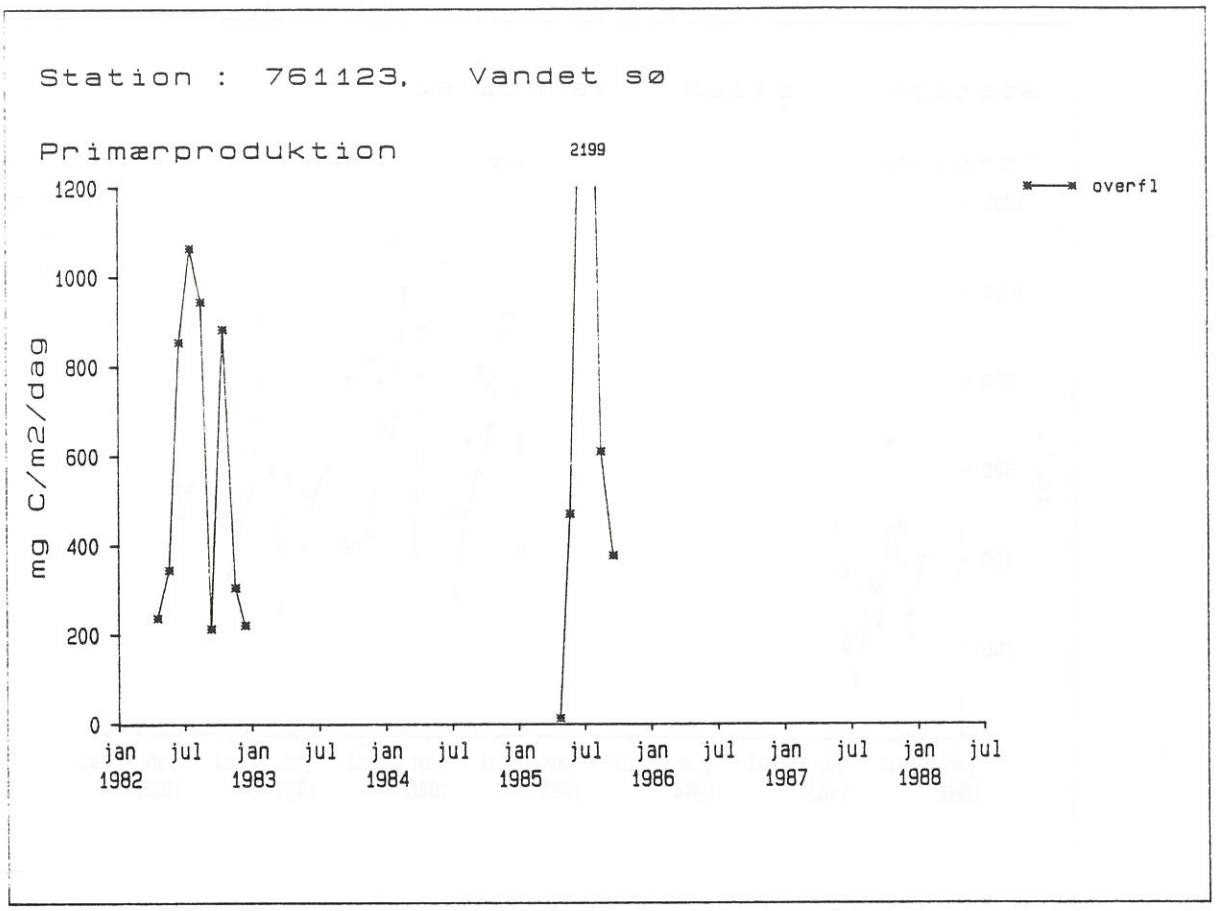

Station : 761123, Vandet sø
Nitrit+nitrat-N
ug/l
700
600
500
400
300
200
100
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul
overfl
bland
bund

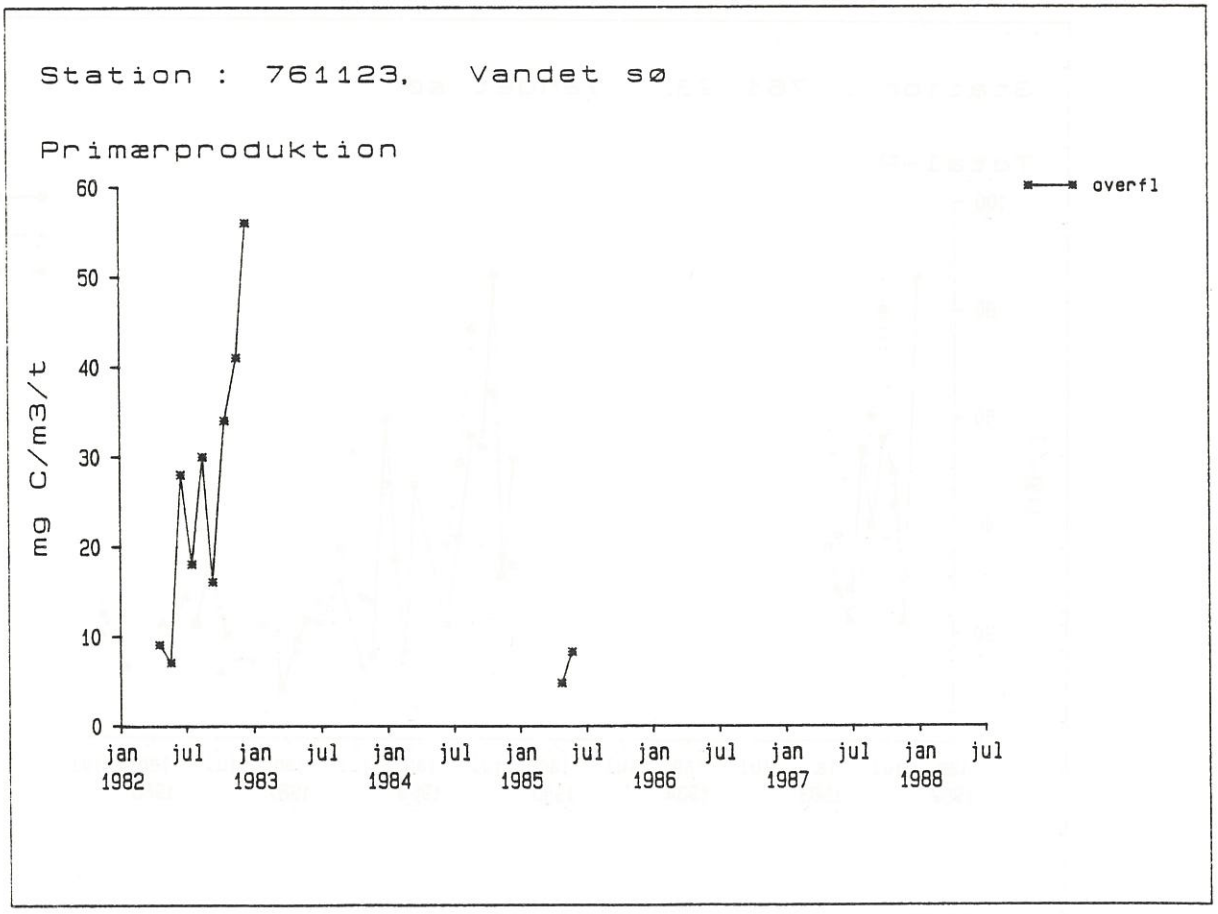

Station : 761123, Vandet sø
Orthofosfat-P
ug/l
40
30
20
10
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul
overfl
bland
bund

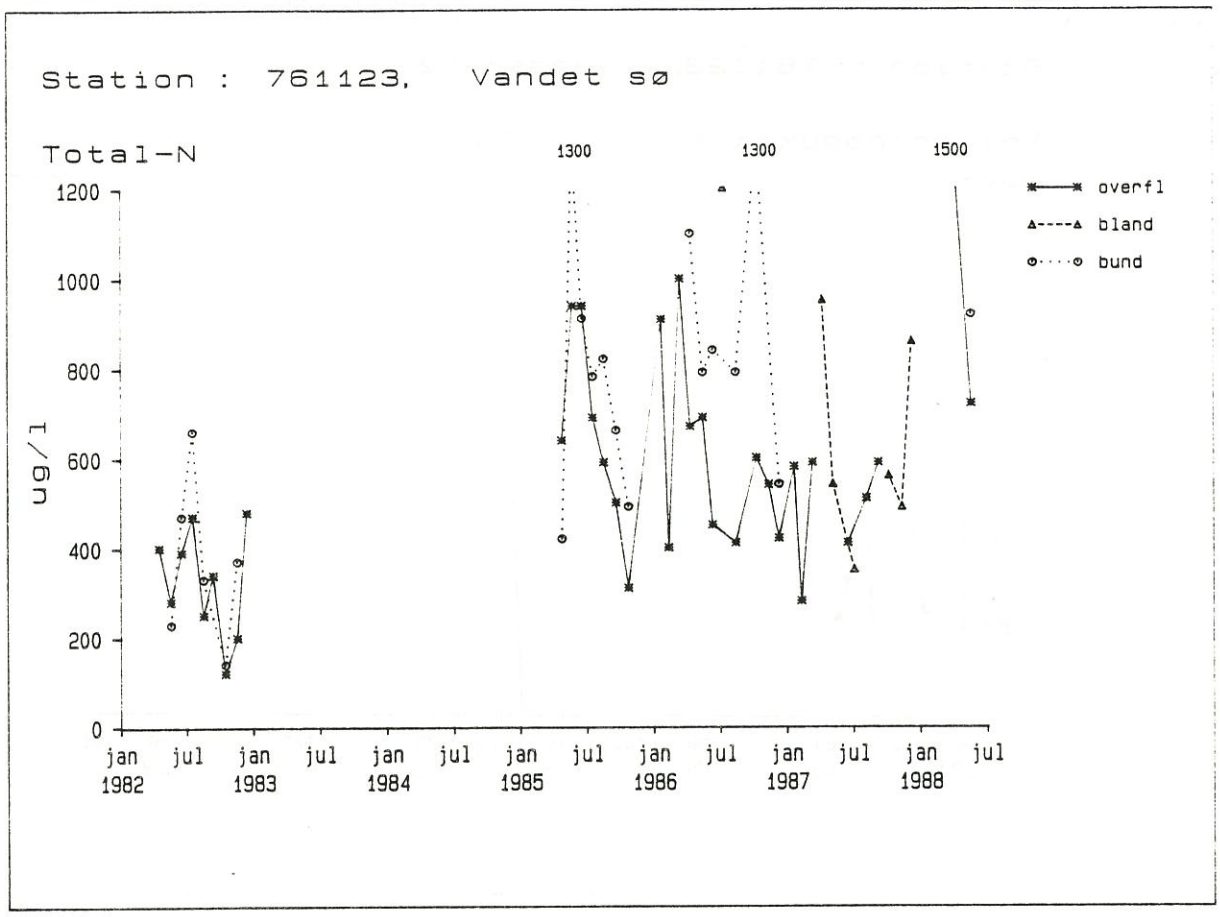

Station : 761123, Vandet sø
N/P
201
150
120
90
60
30
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul
overfl
bland
bund
N/P=7

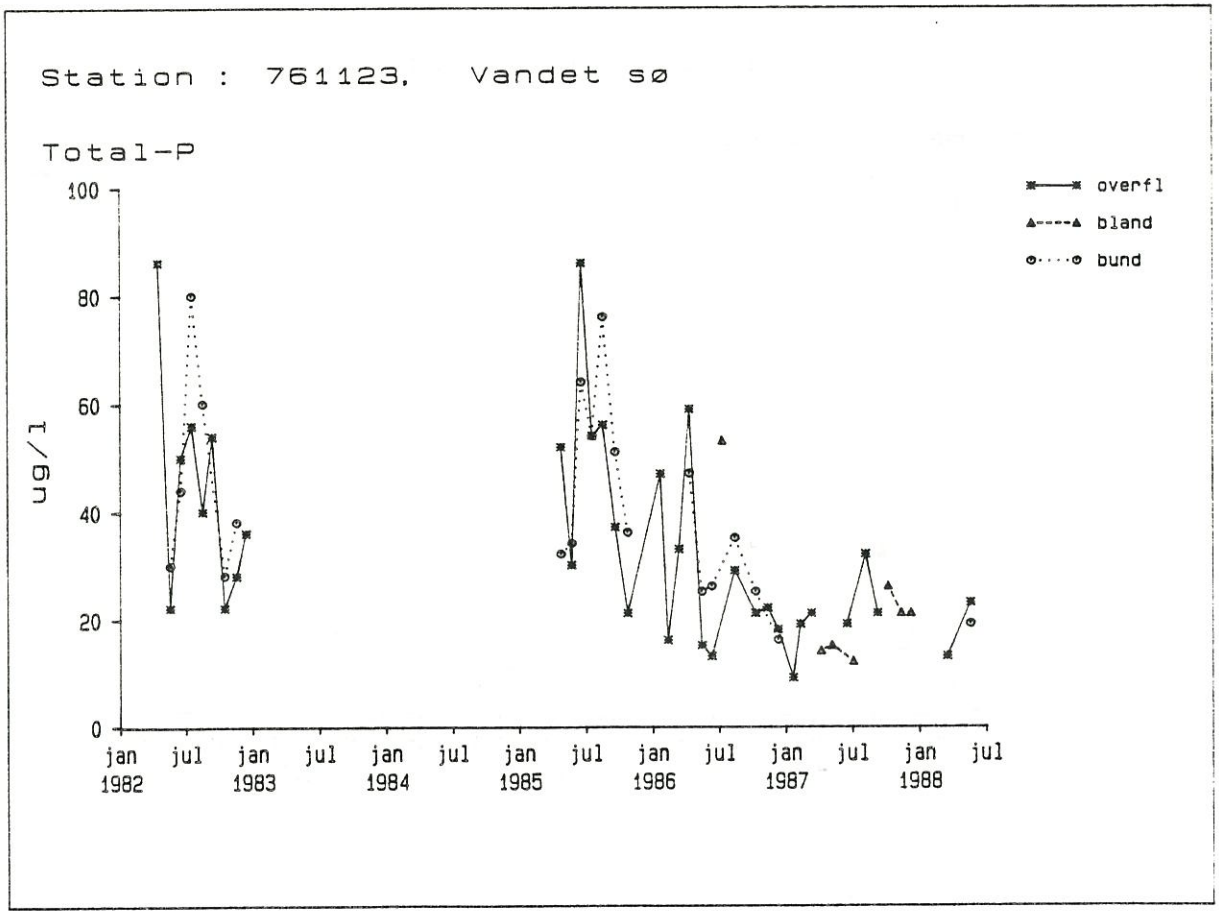

Station : 761123, Vandet sø
Sigtdybde
overfl
m.
10
8
6
4
2
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul

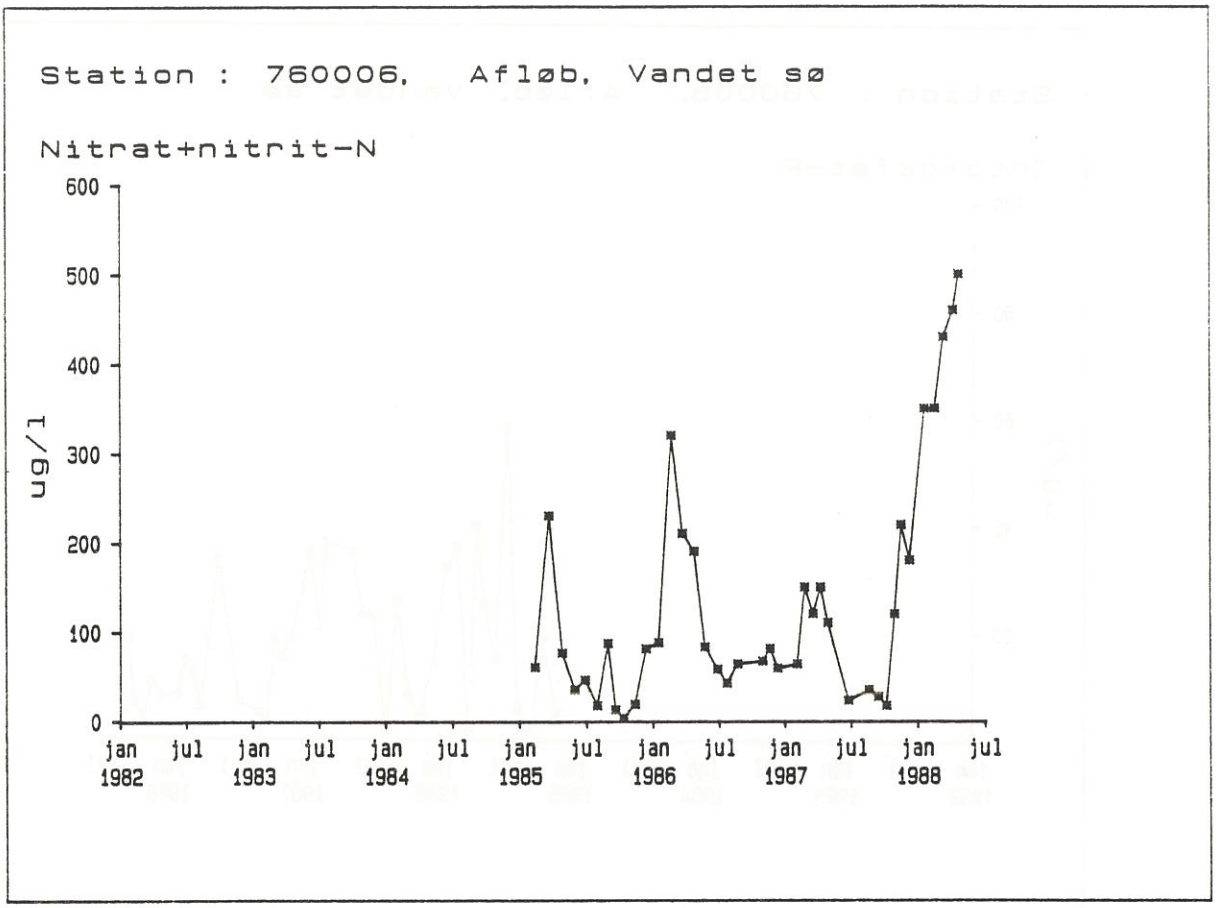

Station : 761123, Vandet sø
Klorofyl-a
overfl
bland
bund
ug/l
30
25
20
15
10
5
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul

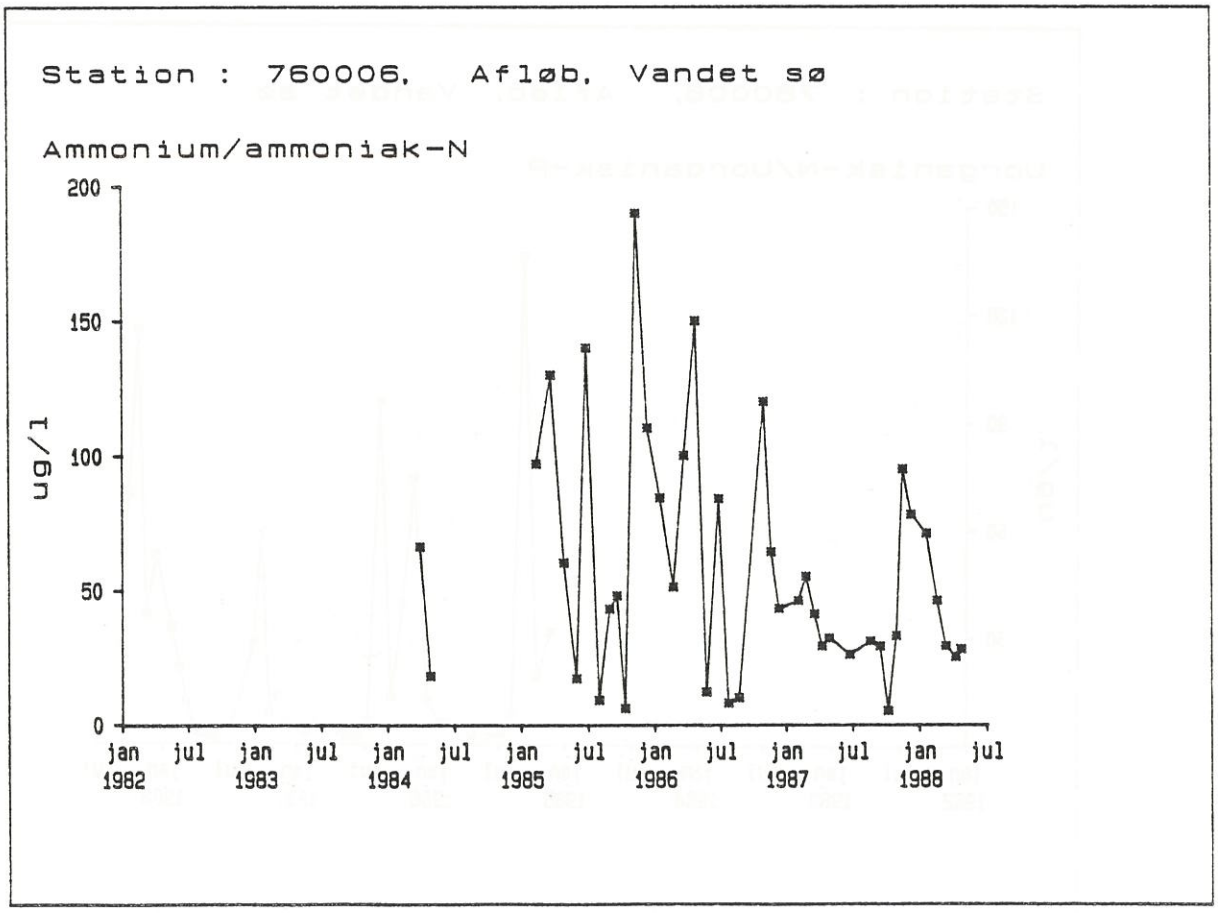

Station : 761123, Vandet sø
Primærproduktion
2199
overfl
mg C/m2/dag
1200
1000
800
600
400
200
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul


Station : 761123, Vandet sø
Primærproduktion
overfl
mg C/m3/t
60
50
40
30
20
10
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul


Station : 761123, Vandet sø
Total-N
1300
1300
1500
1200
1000
800
600
400
200
0
ug/l
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul
overfl
bland
bund

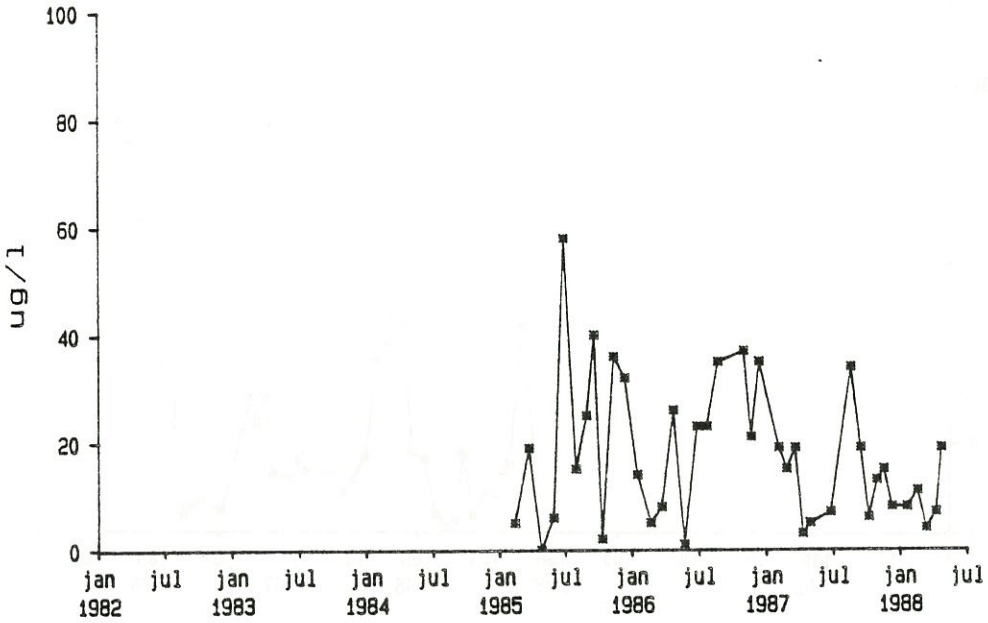

Station : 761123, Vandet sø
Total-P
100
80
60
40
20
0
ug/l
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul
overfl
bland
bund


Station : 760006, Afløb, Vandet sø
Nitrat+nitrit-N
ug/l
600
500
400
300
200
100
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul


Station : 760006, Afløb, Vandet sø
Ammonium/ammoniak-N
ug/l
200
150
100
50
0
jan 1982
jul
jan 1983
jul
jan 1984
jul
jan 1985
jul
jan 1986
jul
jan 1987
jul
jan 1988
jul

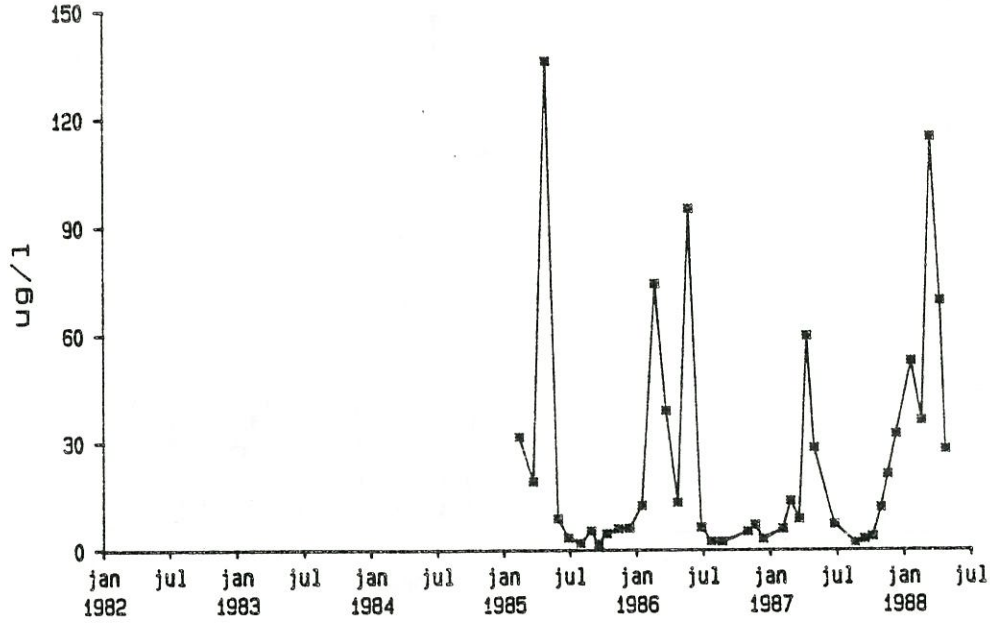
Station : 760006, Afløb, Vandet sø

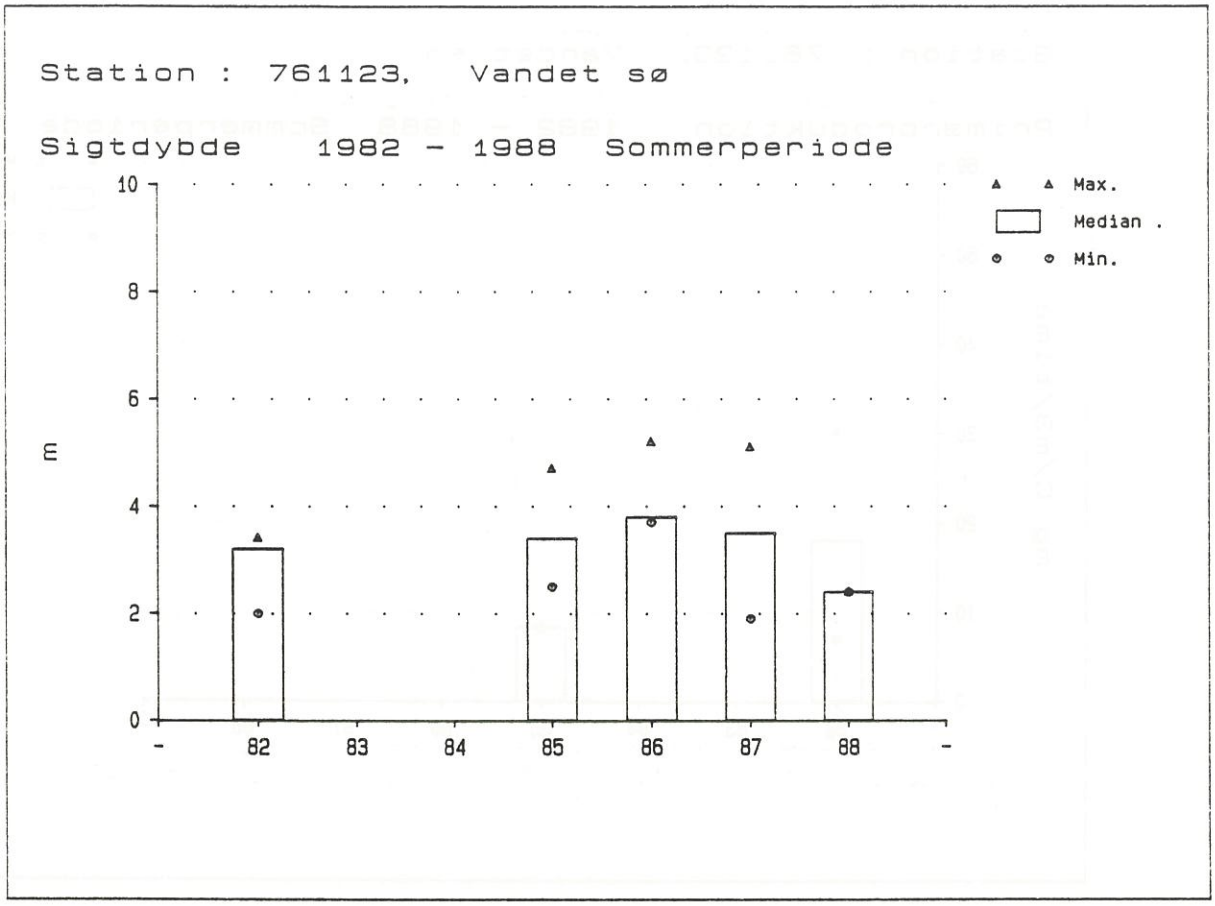
Ortofosfat-P

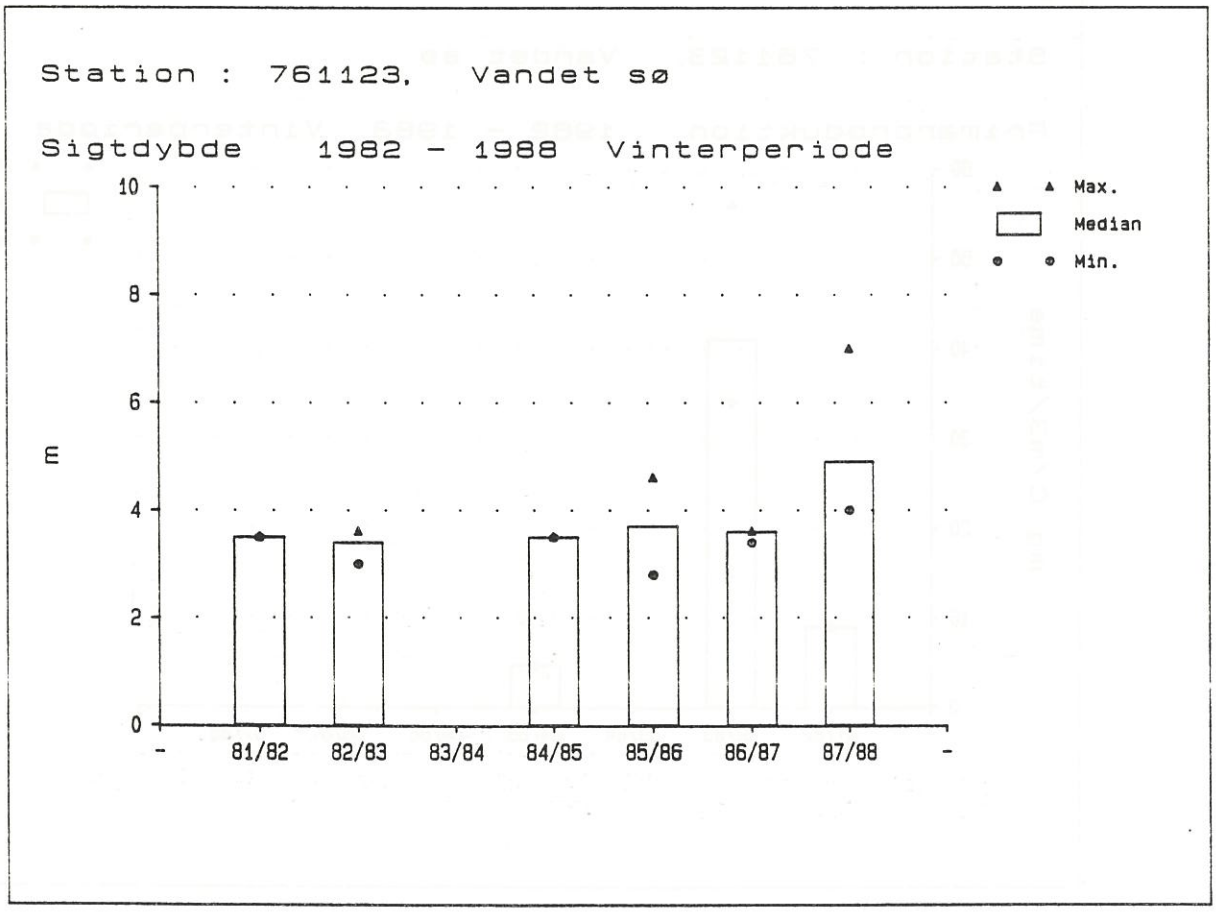


Station : 760006, Afløb, Vandet sø

Uorganisk-N/Uorganisk-P

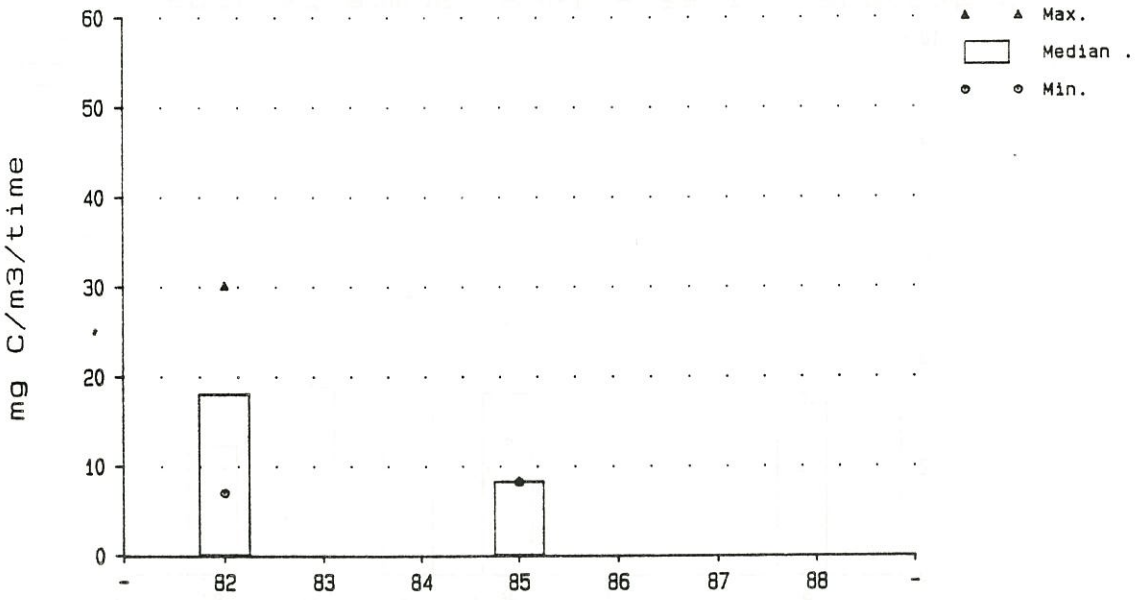



Station : 761123, Vandet sø
Sigtdybde 1982 - 1988 Sommerperiode
m
10
8
6
4
2
0
82
83
84
85
86
87
88
Max.
Median
Min.


Station : 761123, Vandet sø
Sigtdybde 1982 - 1988 Vinterperiode
m
10
8
6
4
2
0
81/82
82/83
83/84
84/85
85/86
86/87
87/88
Max.
Median
Min.

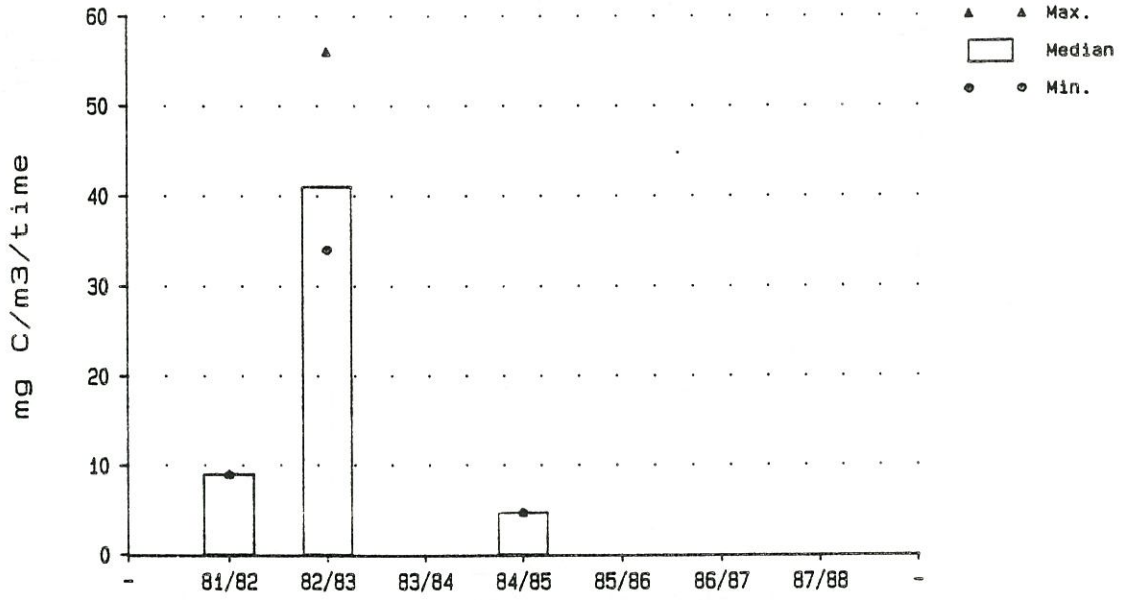
Station : 761123, Vandet sø

Primærproduktion 1982 - 1988 Sommerperiode



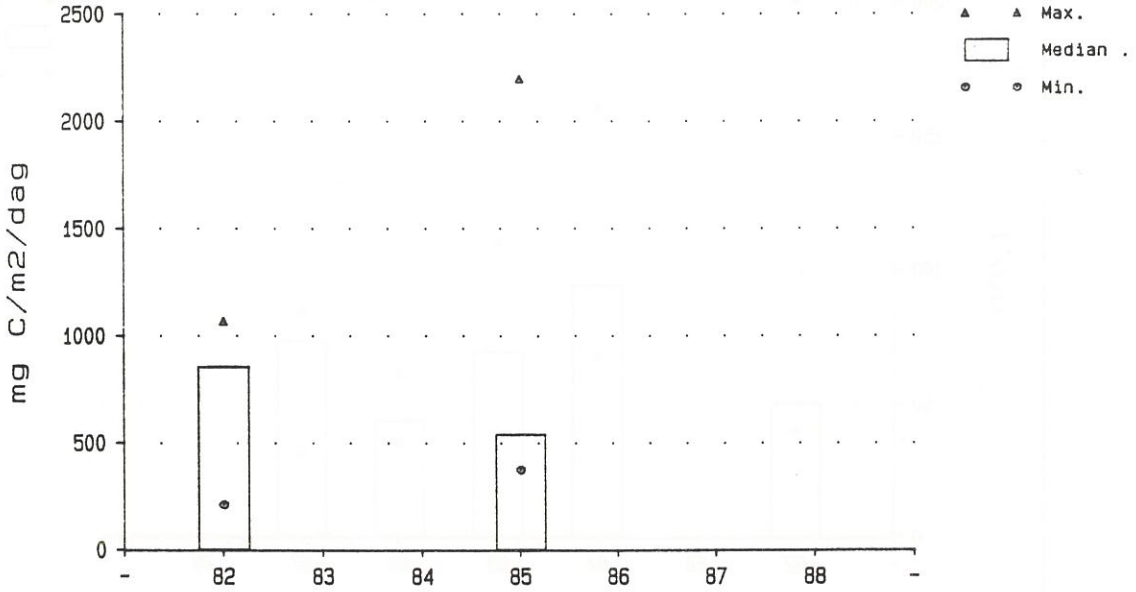
Station : 761123, Vandet sø

Primærproduktion 1982 - 1988 Vinterperiode



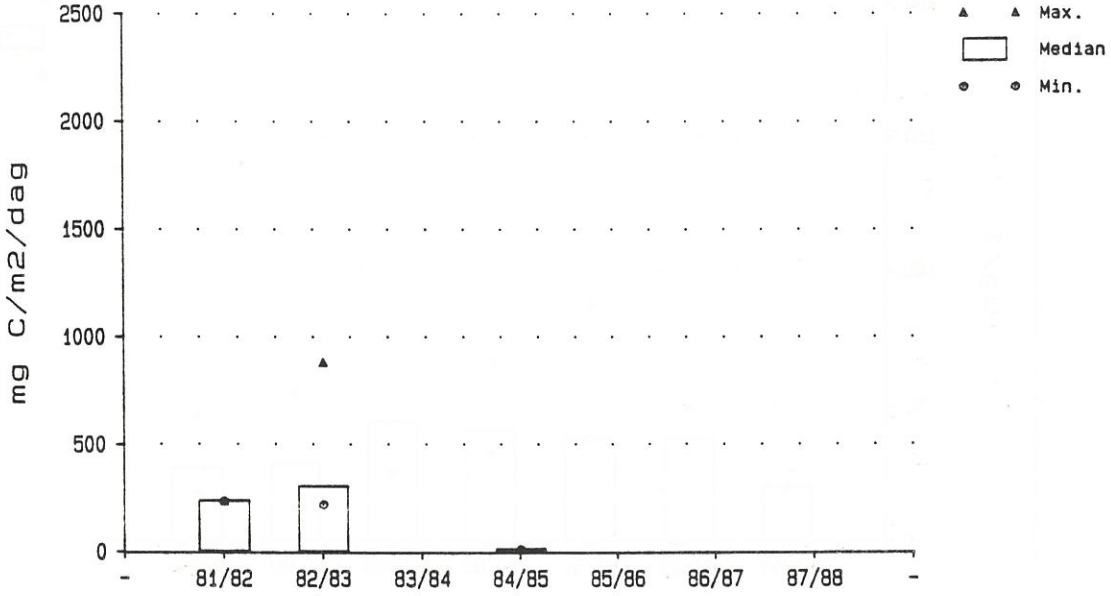
Station : 761123, Vandet sø

Primærproduktion 1982 - 1988 Sommerperiode



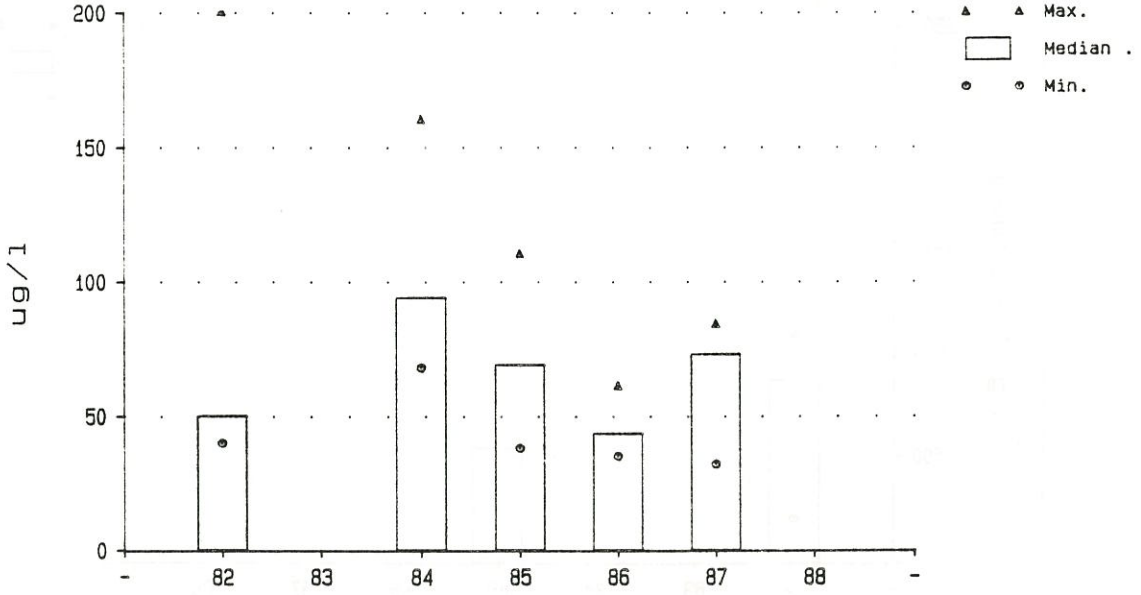
Station : 761123, Vandet sø

Primærproduktion 1982 - 1988 Vinterperiode



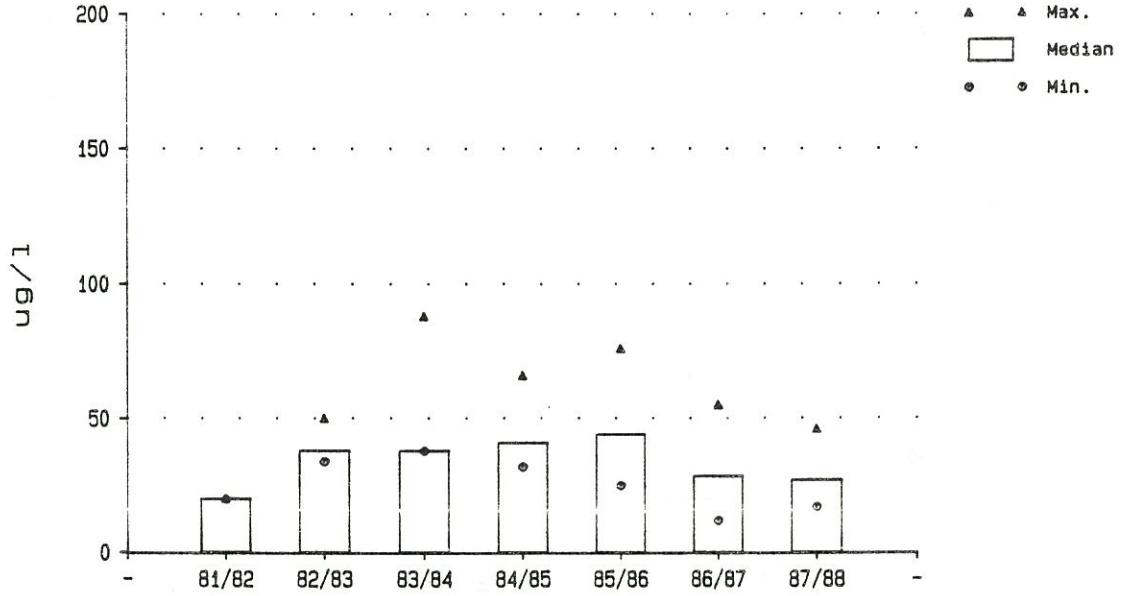
Station : 760006, Afløb, Vandet sø

Total-P 1982 - 1988 Sommerperiode



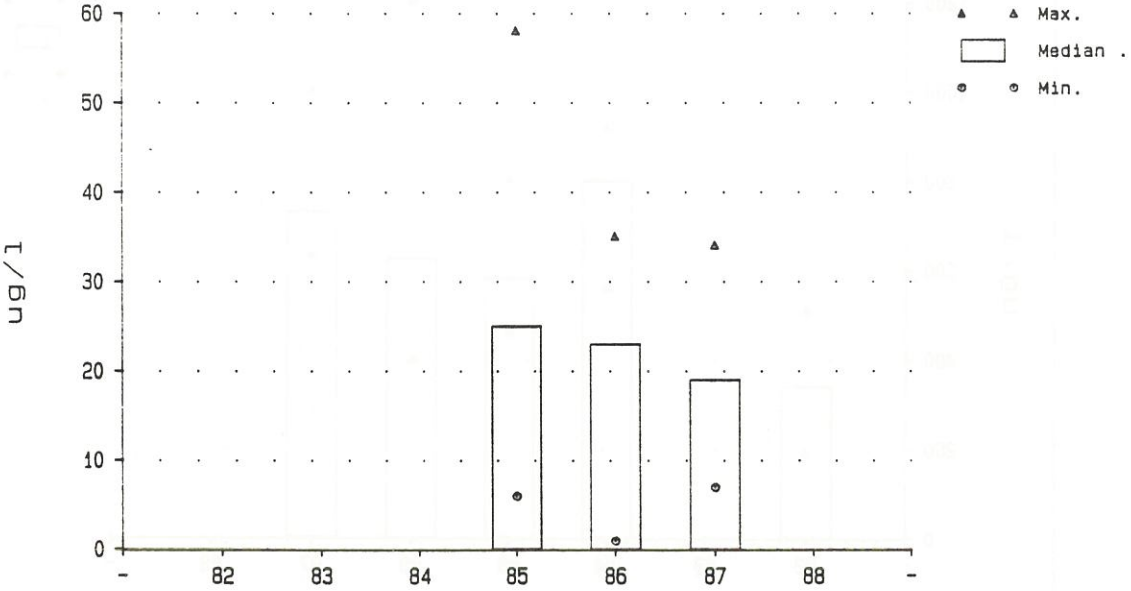
Station : 761123, Afløb, Vandet sø

Total-P 1982 - 1988 Vinterperiode



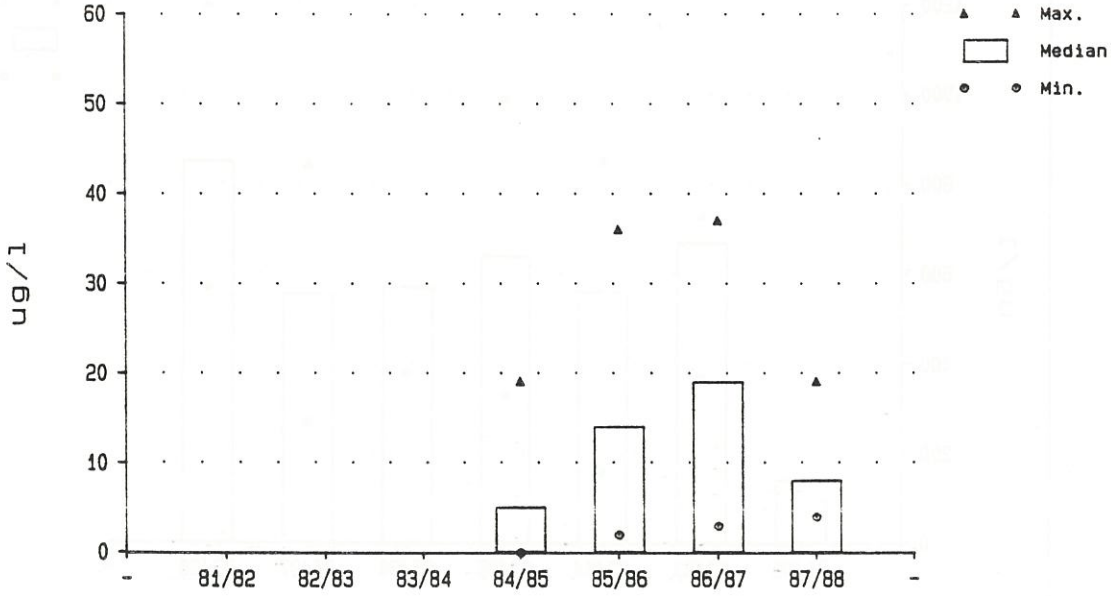
Station : 760006, Afløb, Vandet sø

Ortho-P 1982 - 1988 Sommerperiode

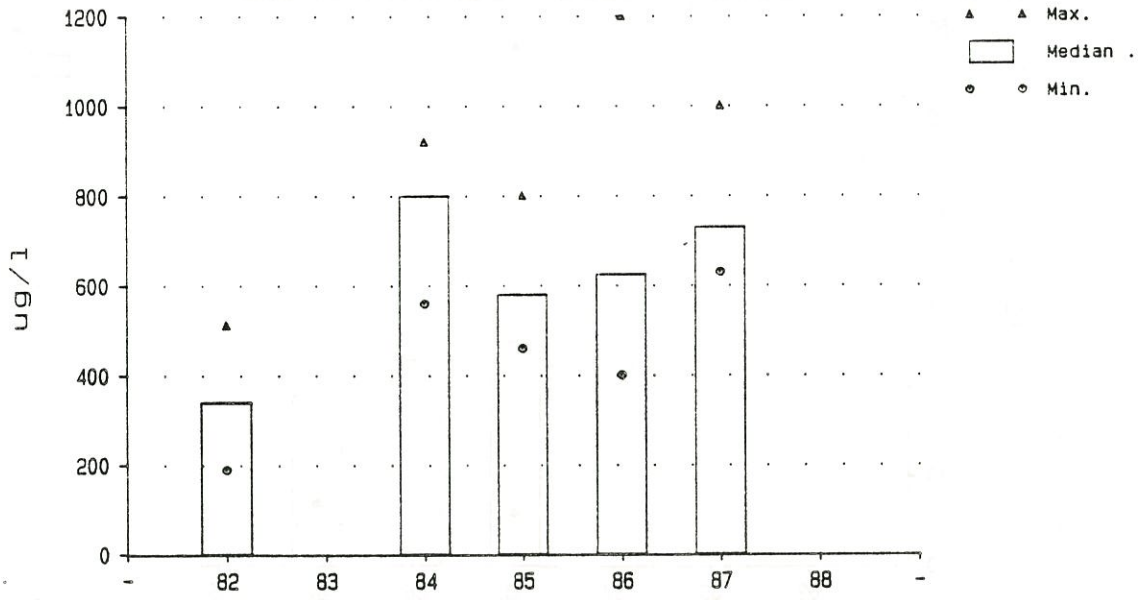


Station : 760006, Afløb, Vandet sø

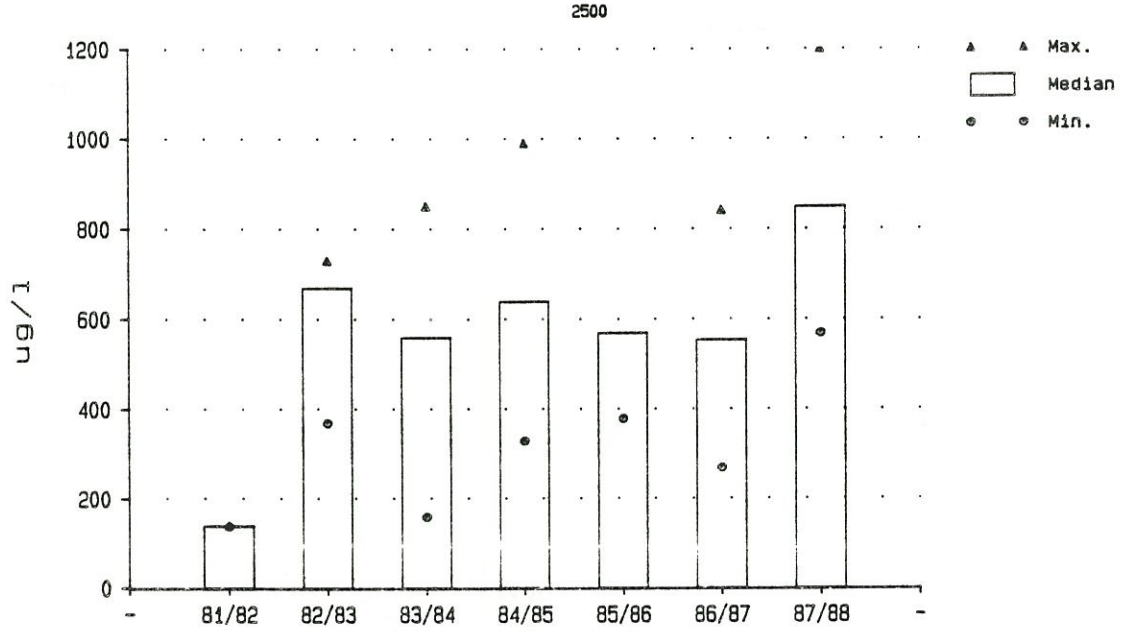
Ortho-P 1982 - 1988 Vinterperiode



Station : 760006, Afløb, Vandet sø
Total-N 1982 - 1988 Sommerperiode

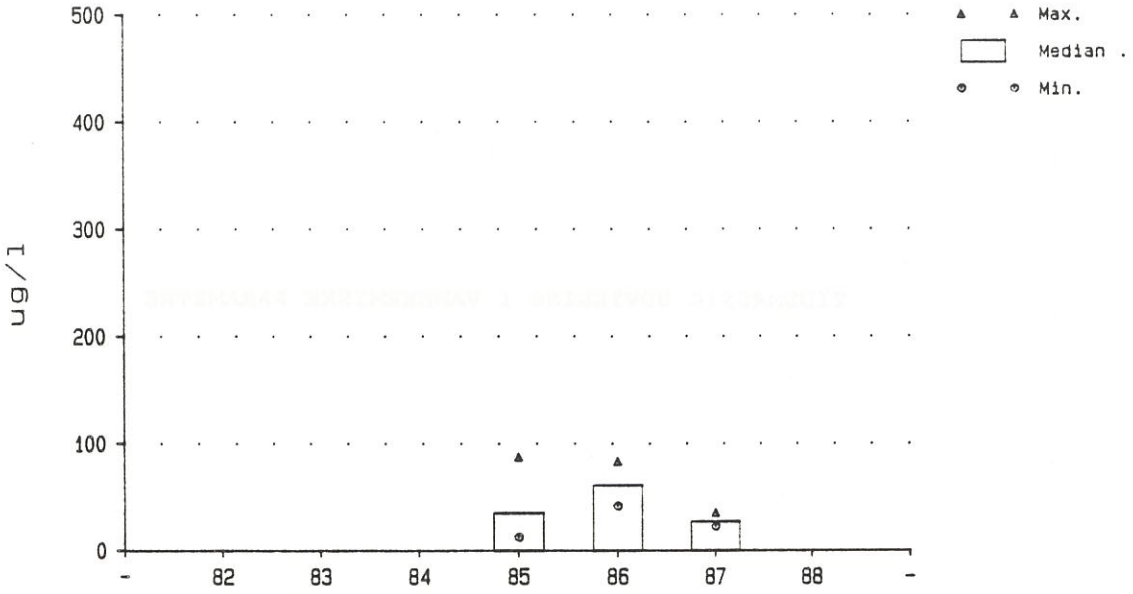


Station : 760006, Afløb, Vandet sø
Total-N 1982 - 1988 Vinterperiode



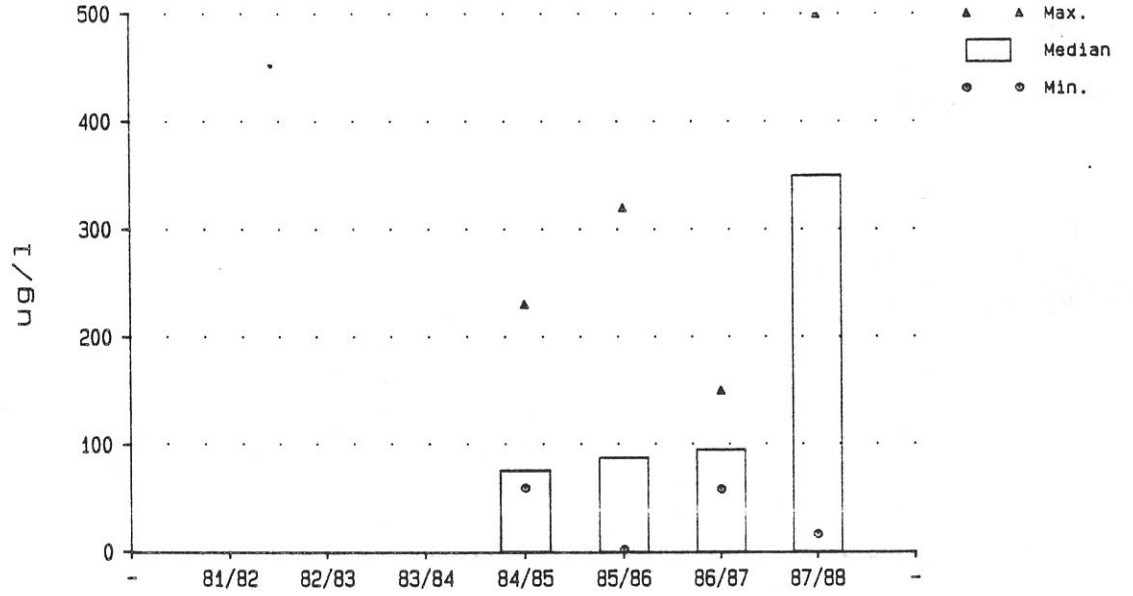
Station : 760006, Afløb, Vandet sø

Nitrit+nitrat-N 1982 - 1988 Sommerperiode



Station : 760006, Afløb, Vandet sø

Nitrit+nitrat-N 1982 - 1988 Vinterperiode

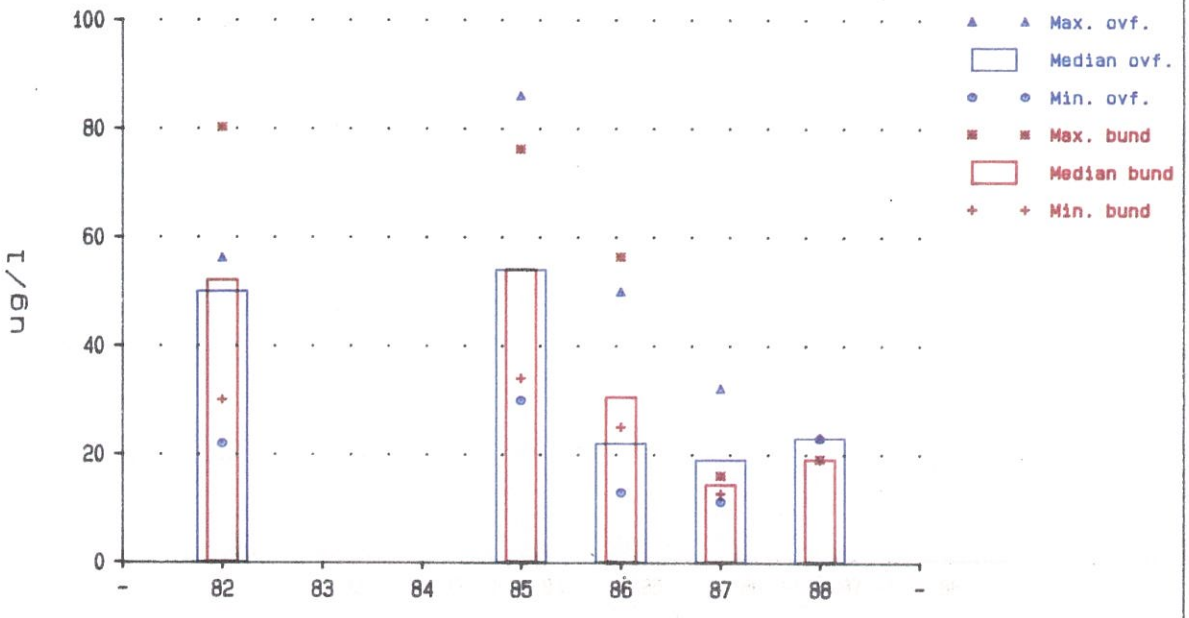


BILAG 6.3

TIDSMÆSSIG UDVIKLING I VANDKEMISKE PARAMETRE

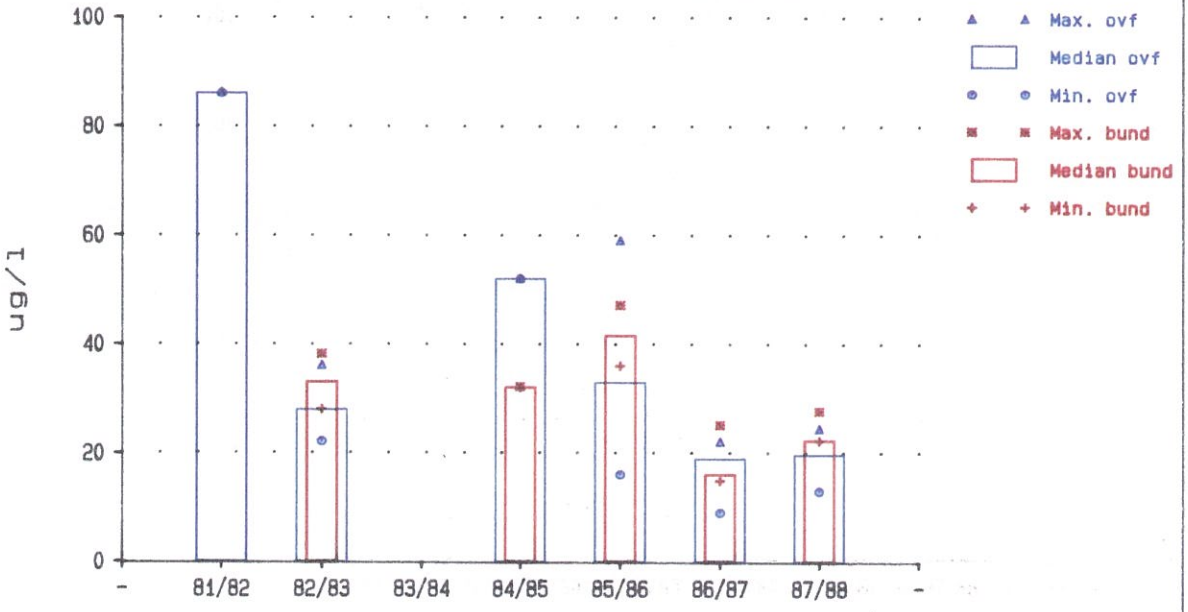
Station : 761123, Vandet sø

Total-P 1982 - 1988 Sommerperiode



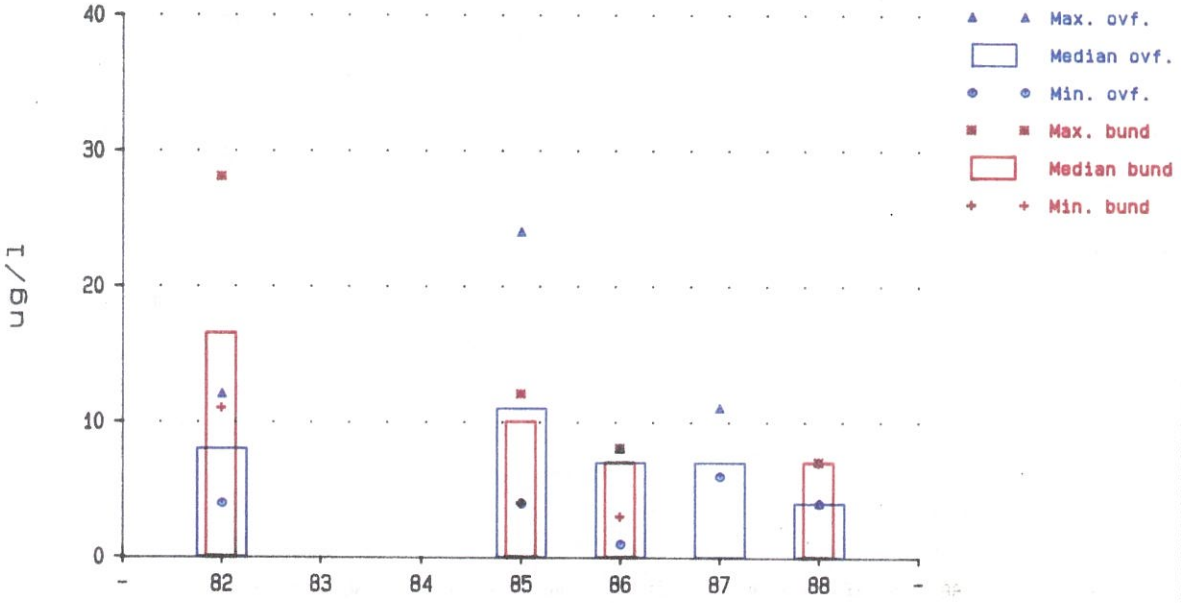
Station : 761123, Vandet sø

Total-P 1982 - 1988 Vinterperiode



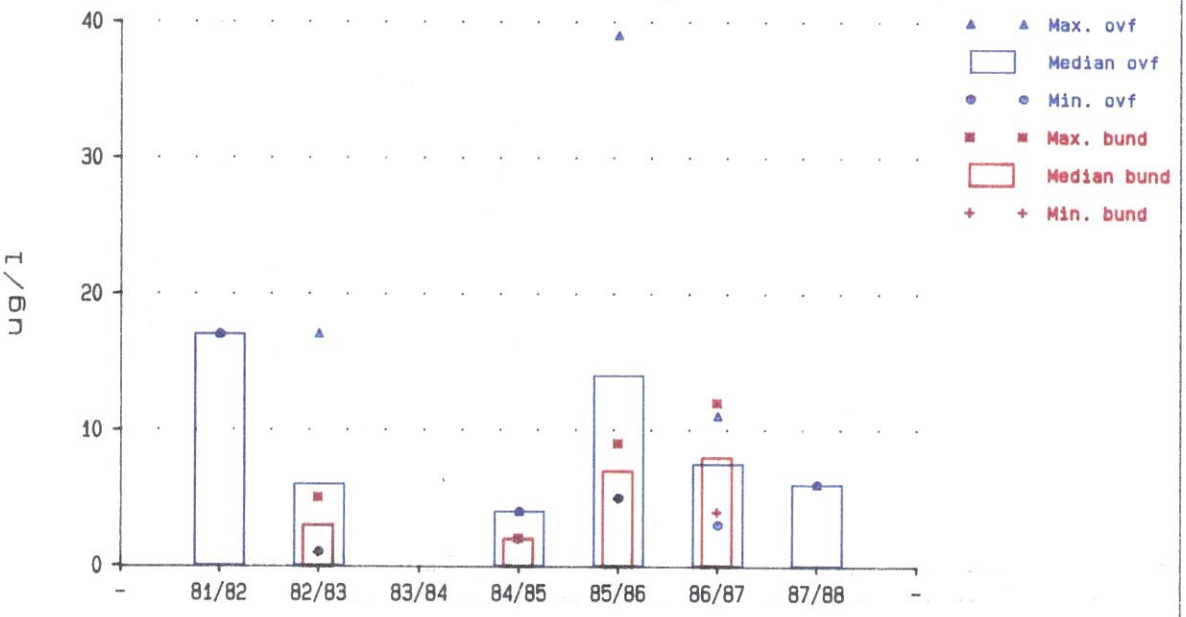
Station : 761123, Vandet sø

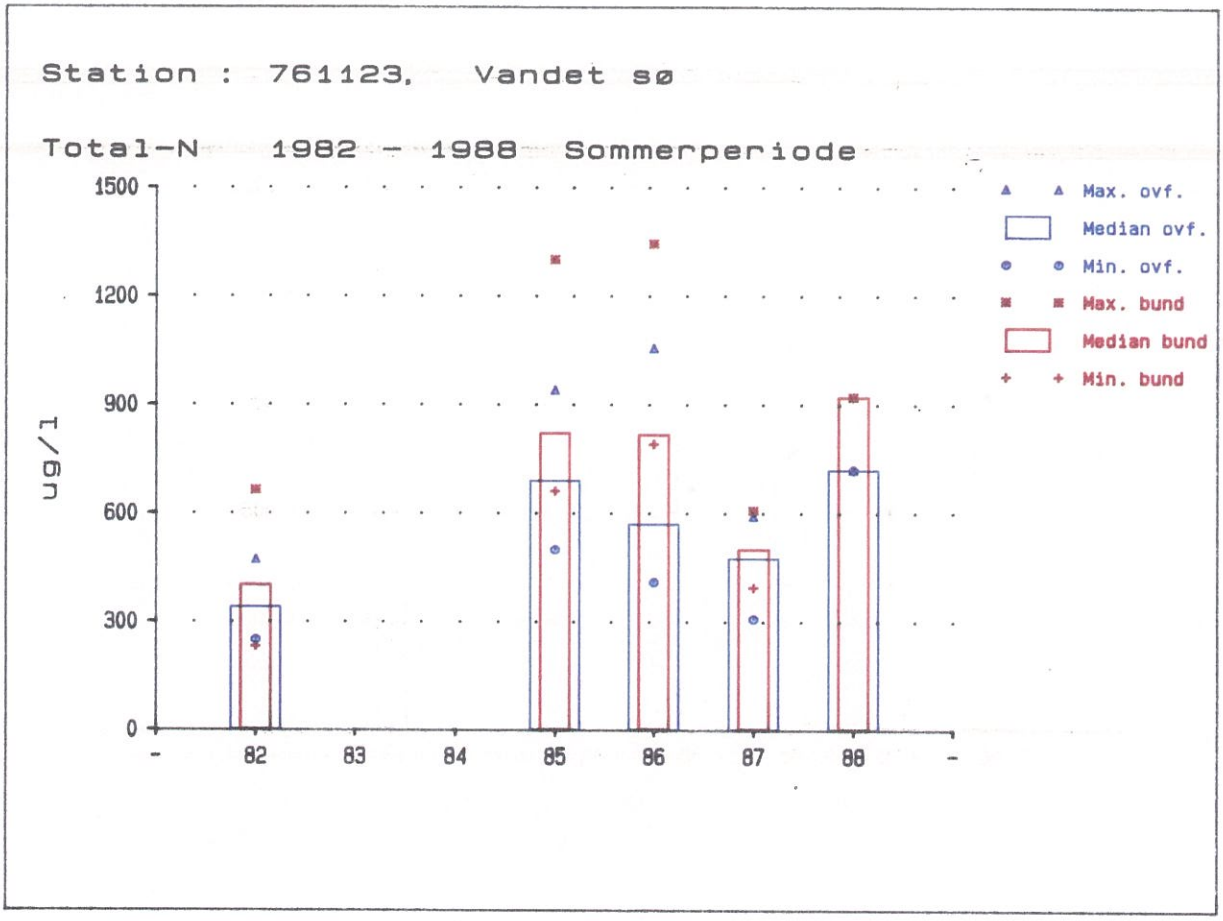
Ortho-P 1982 - 1988 Sommerperiode

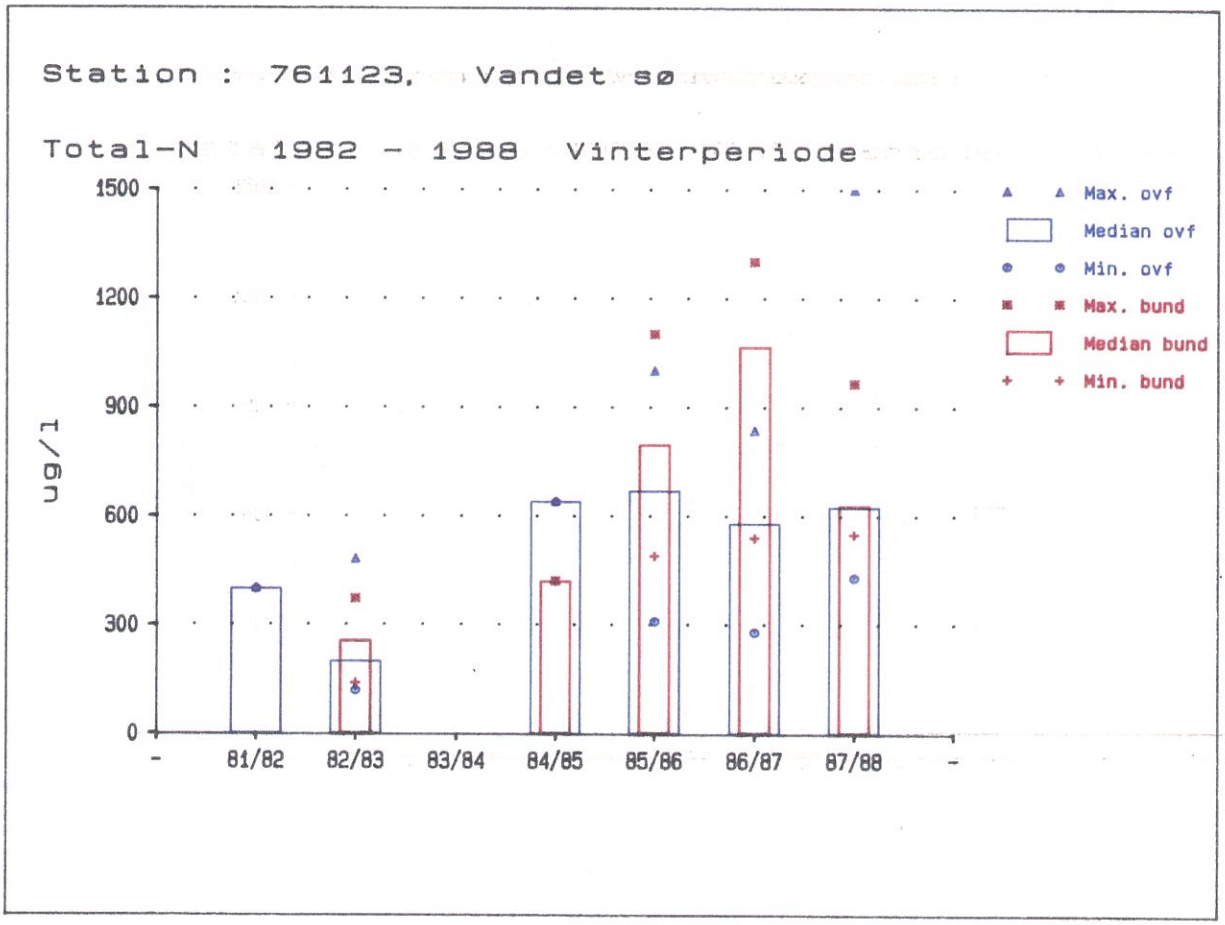


Station : 761123, Vandet sø

Ortho-P 1982 - 1988 Vinterperiode

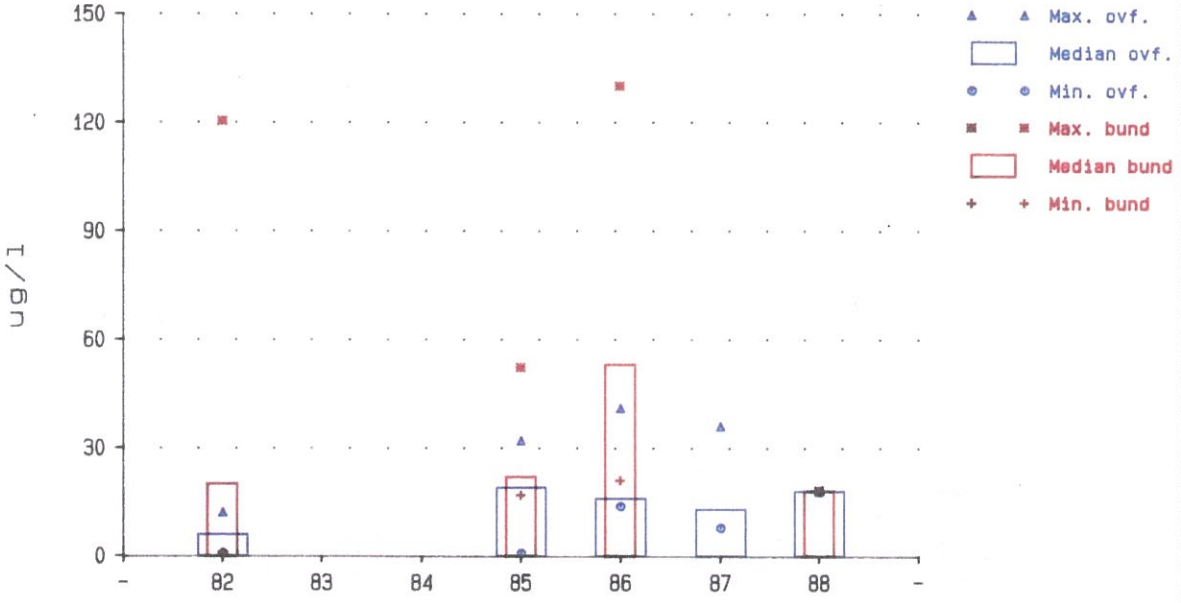



Station : 761123, Vandet sø
Total-N 1982 - 1988 Sommerperiode
ug/l
1500
1200
900
600
300
0
82
83
84
85
86
87
88
Max. ovf.
Median ovf.
Min. ovf.
Max. bund
Median bund
Min. bund


Station : 761123, Vandet sø
Total-N 1982 - 1988 Vinterperiode
ug/l
1500
1200
900
600
300
0
81/82
82/83
83/84
84/85
85/86
86/87
87/88
Max. ovf
Median ovf
Min. ovf
Max. bund
Median bund
Min. bund

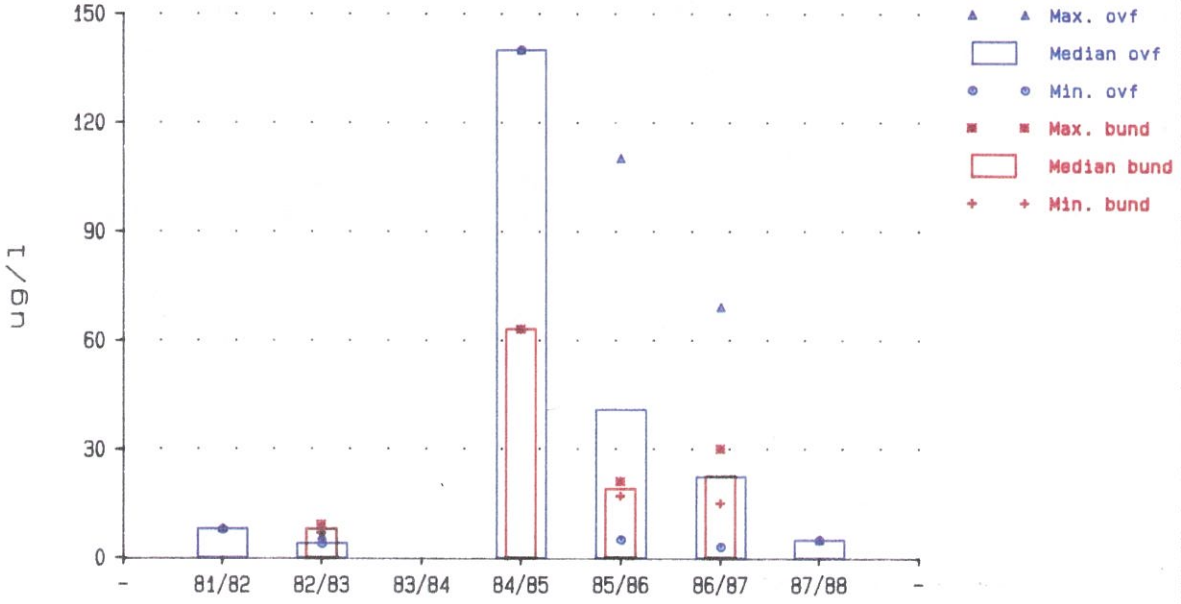
Station : 761123, Vandet sø

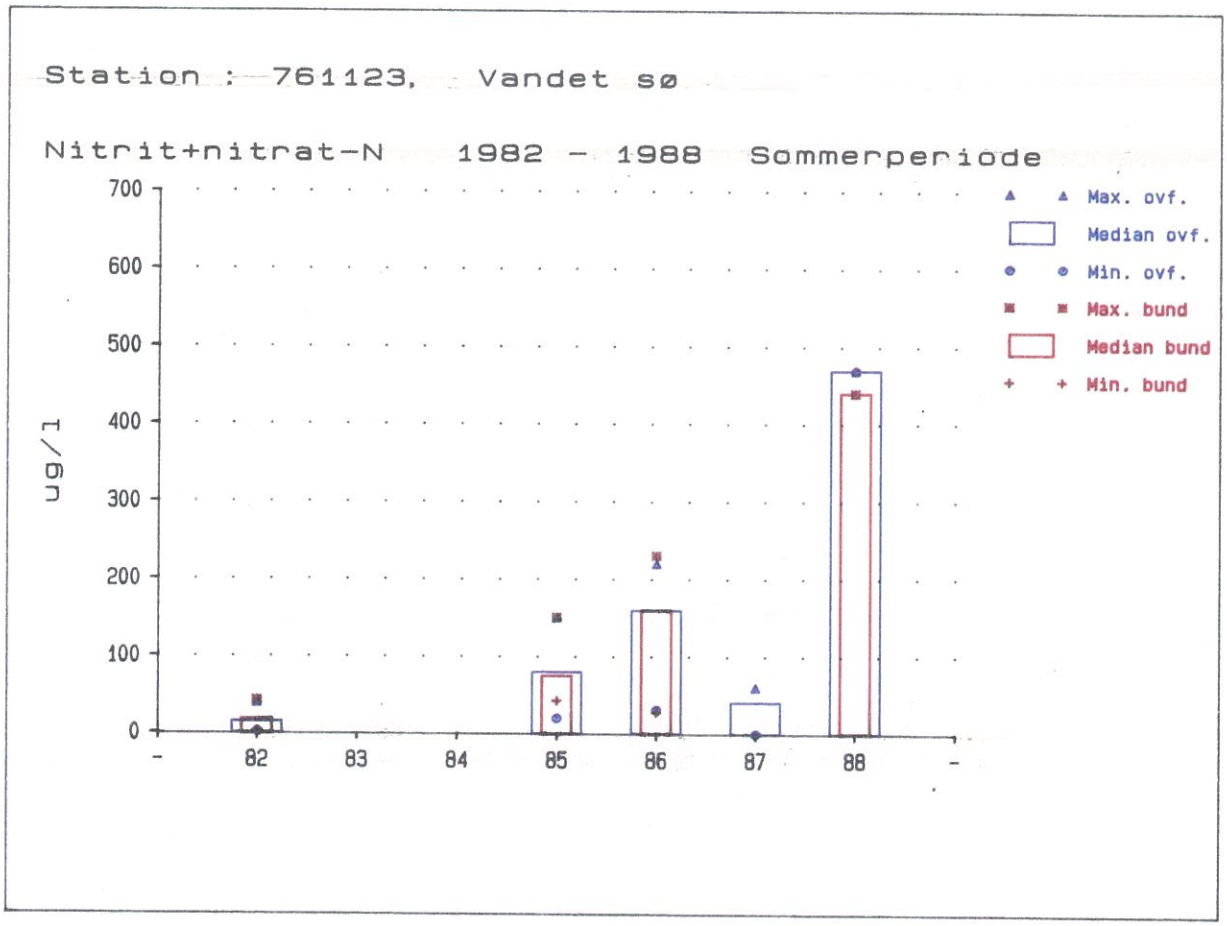
Ammoniak/ammonium-N 1982 - 1988 Sommerperiode

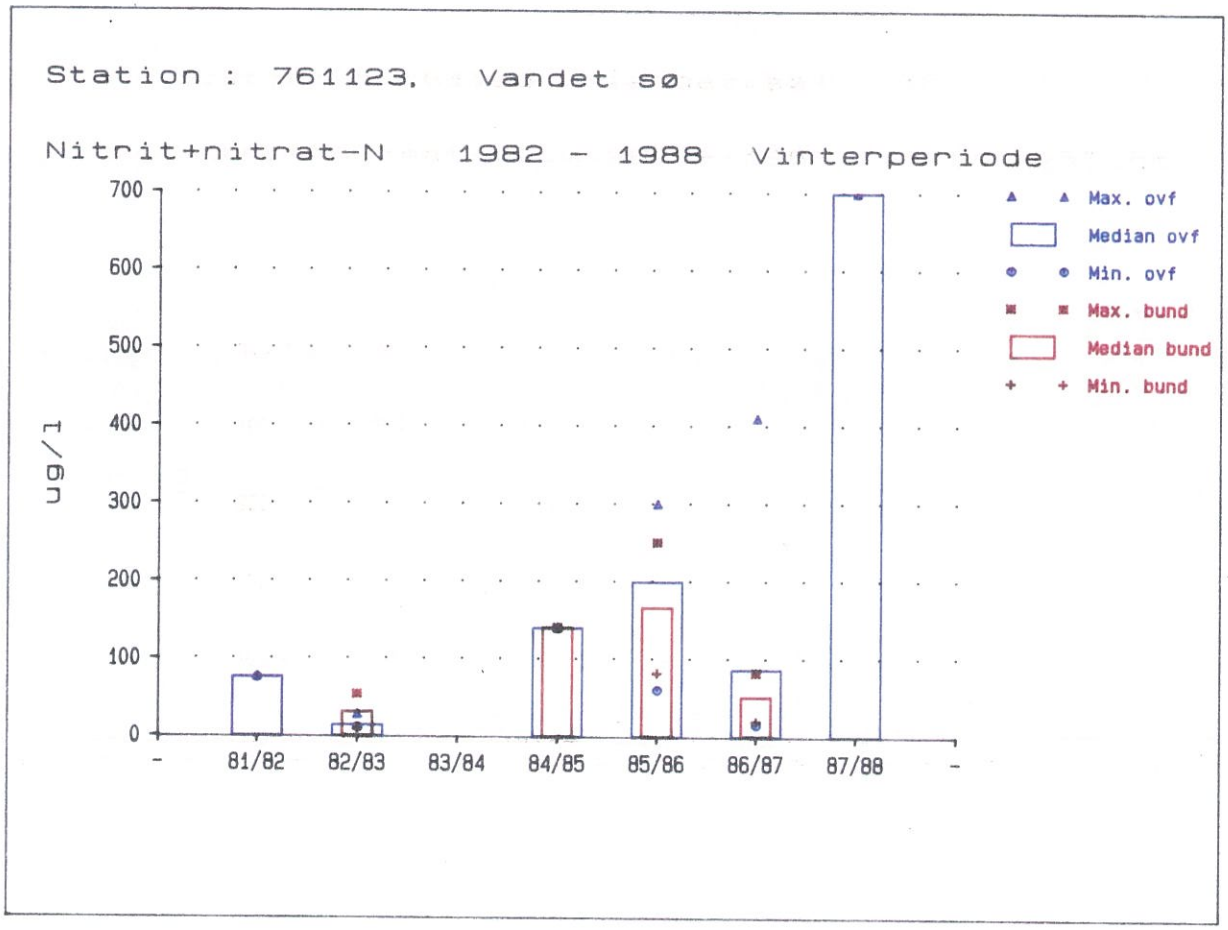


Station : 761123, Vandet sø

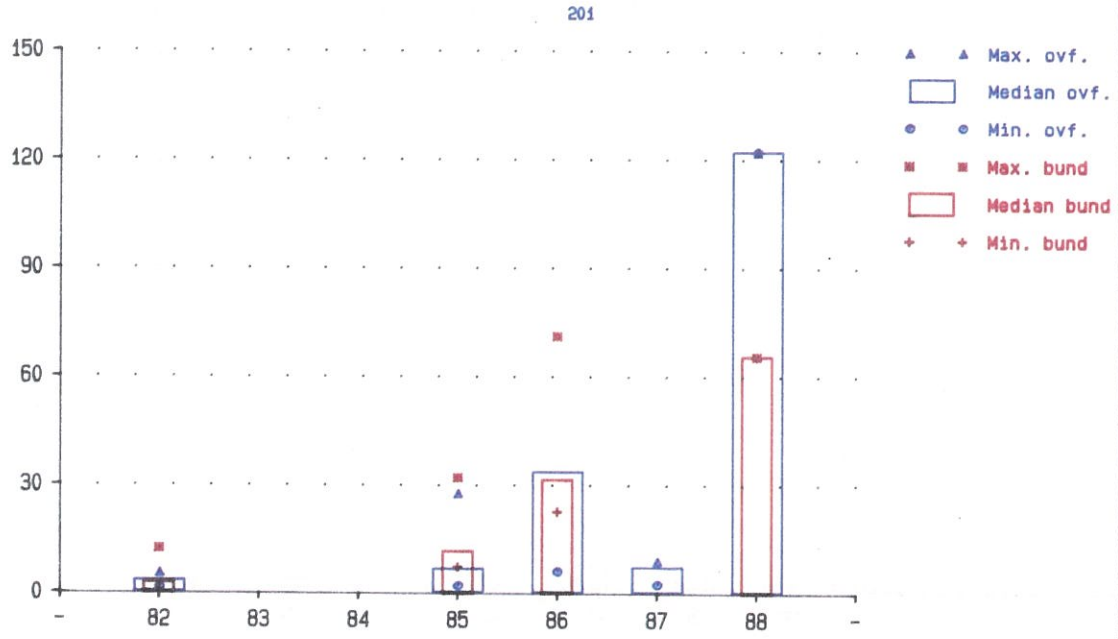
Ammoniak/ammonium-N 1982 - 1988 Vinterperiode



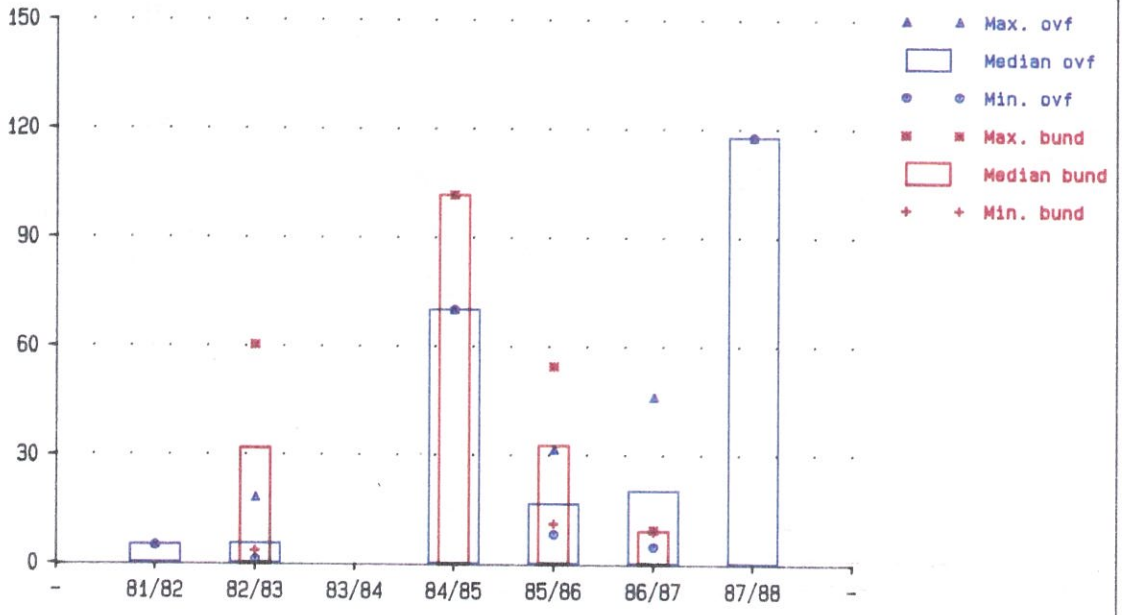

Station : 761123, Vandet sø
Nitrit+nitrat-N 1982 - 1988 Sommerperiode
ug/l
700
600
500
400
300
200
100
0
82
83
84
85
86
87
88
Max. ovf.
Median ovf.
Min. ovf.
Max. bund
Median bund
Min. bund

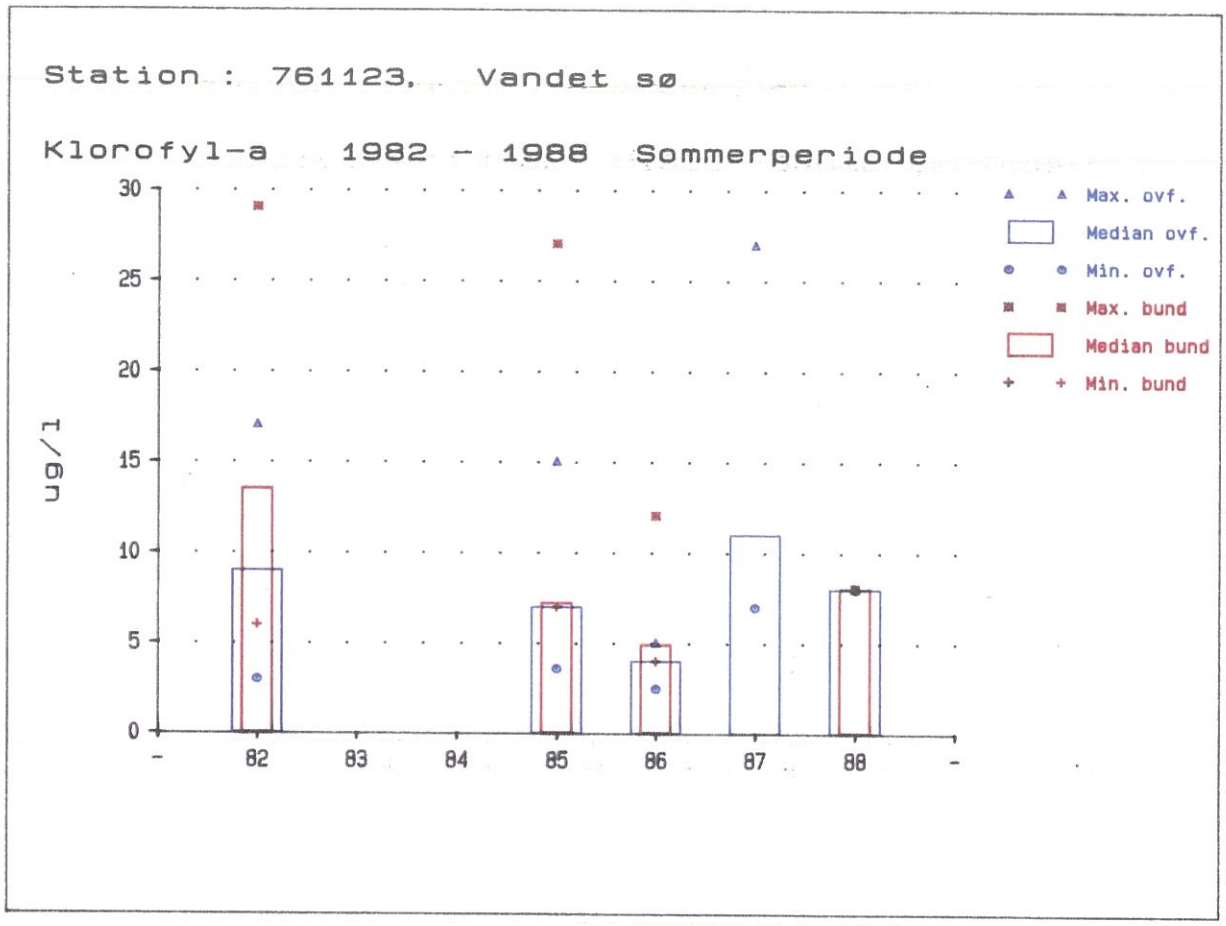

Station : 761123, Vandet sø
Nitrit+nitrat-N 1982 - 1988 Vinterperiode
ug/l
700
600
500
400
300
200
100
0
81/82
82/83
83/84
84/85
85/86
86/87
87/88
Max. ovf
Median ovf
Min. ovf
Max. bund
Median bund
Min. bund

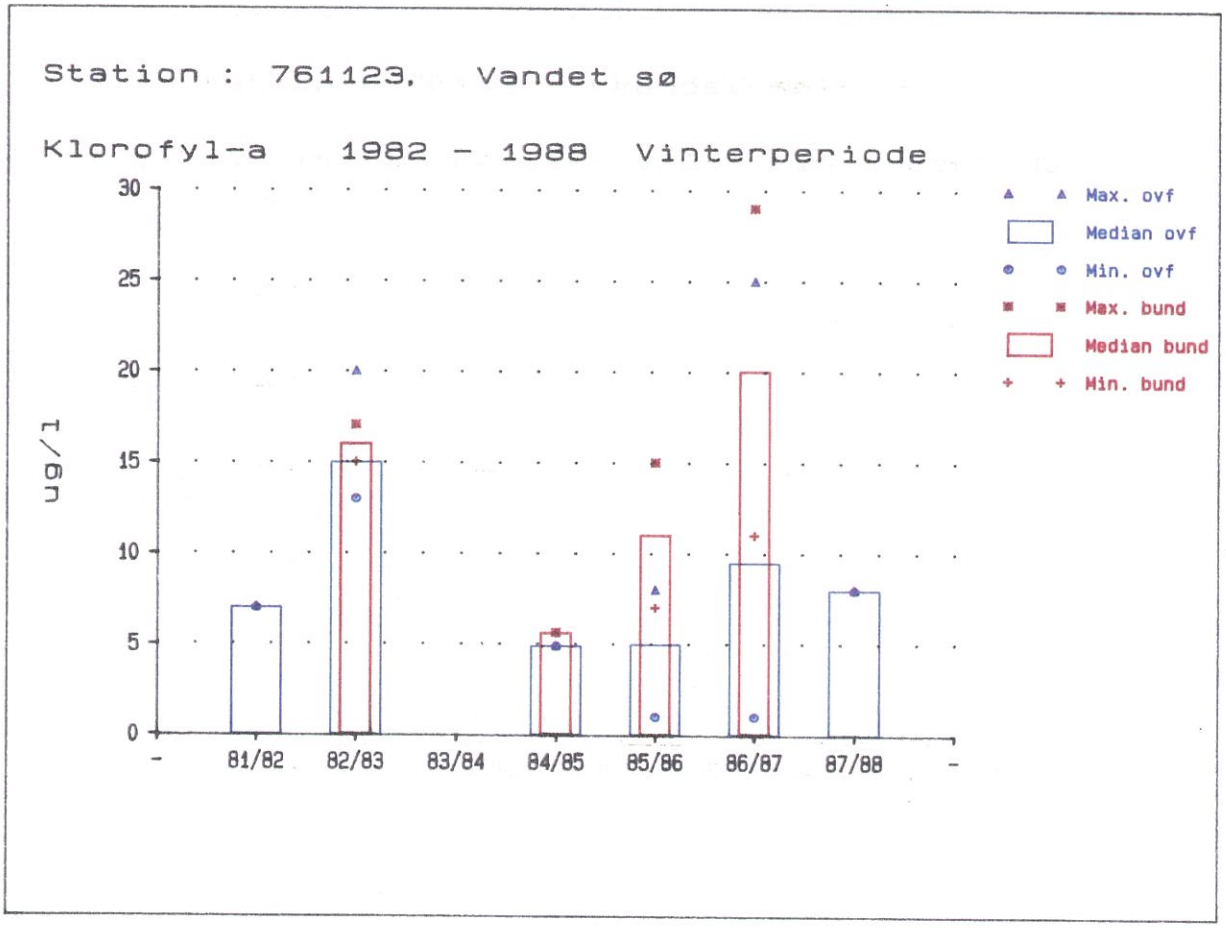
Station : 761123, Vandet sø
N/P 1982 - 1988 Sommerperiode

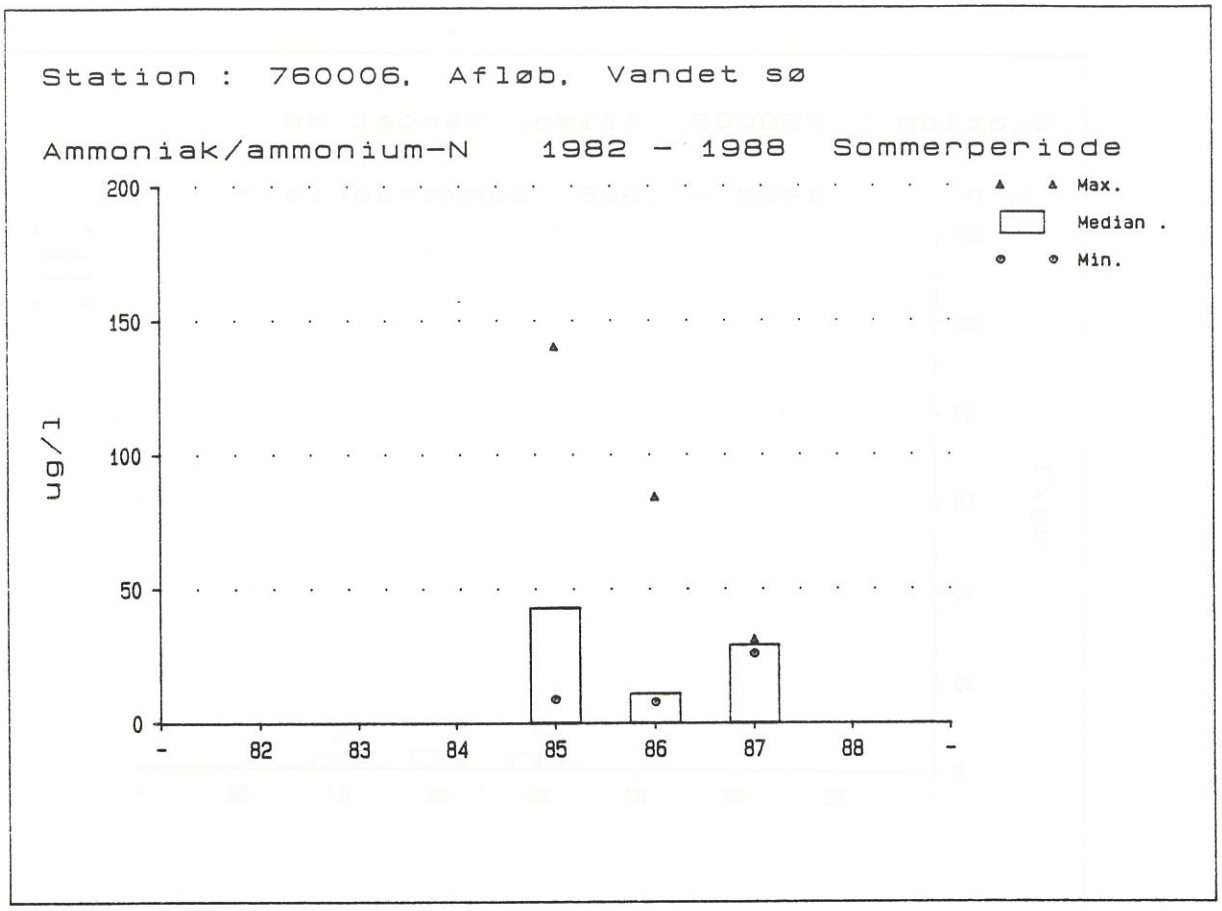


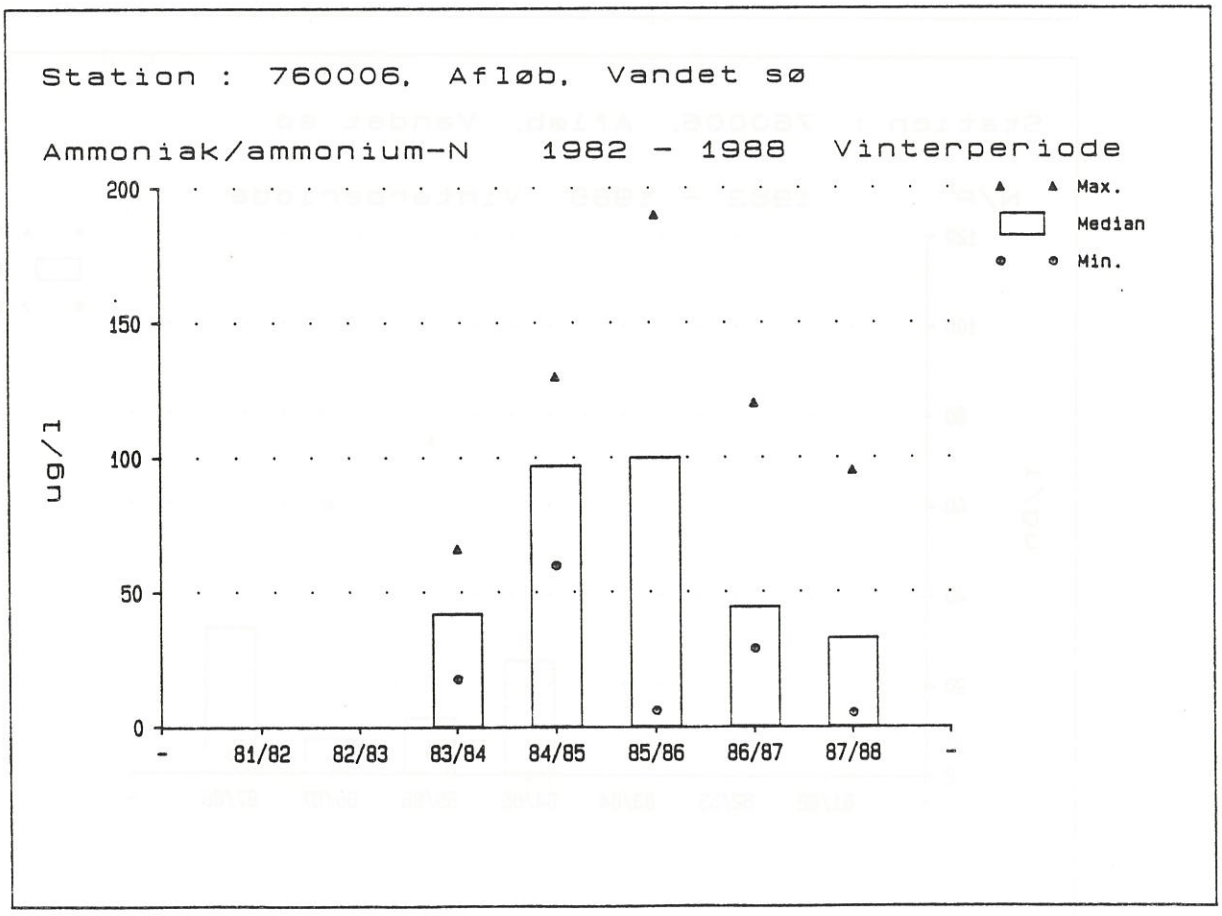
Station : 761123, Vandet sø
N/P 1982 - 1988 Vinterperiode

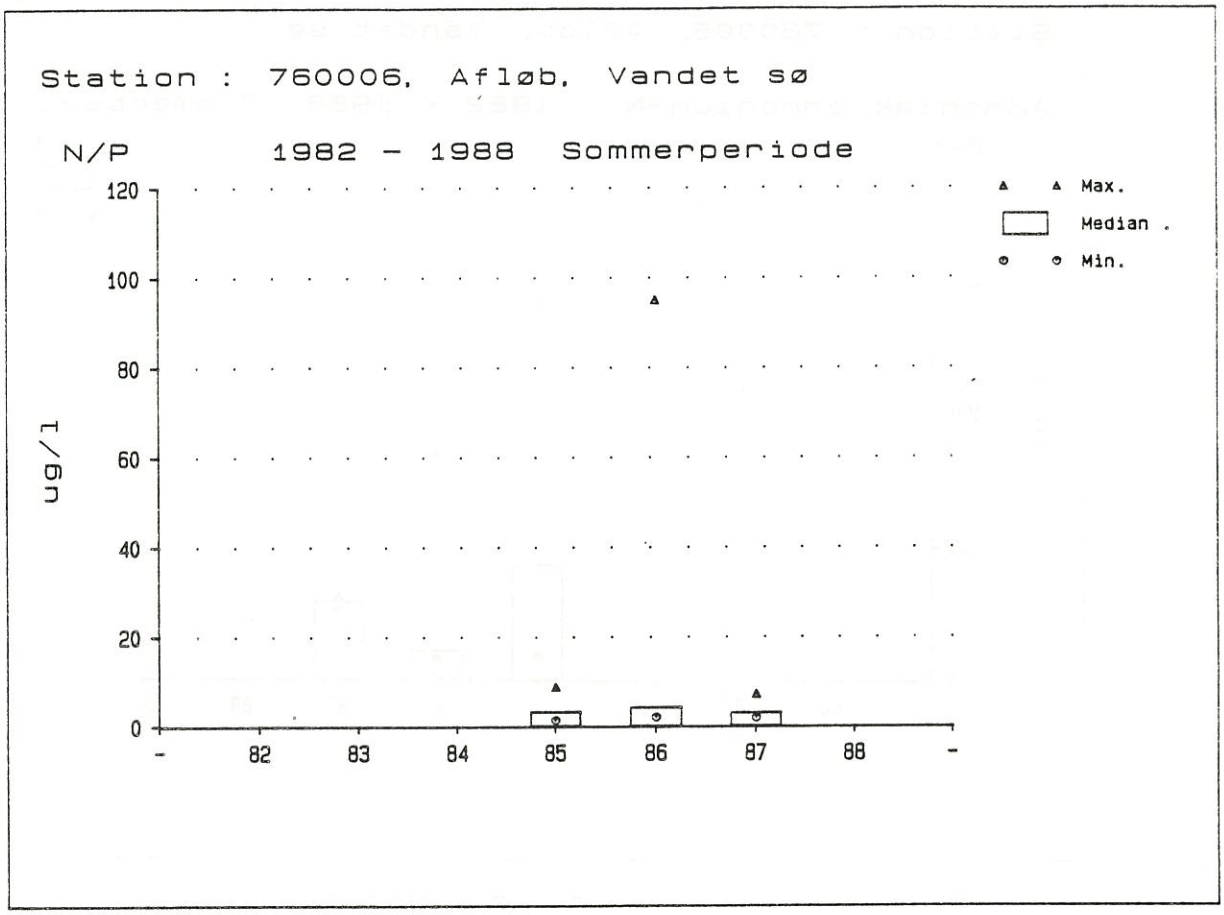


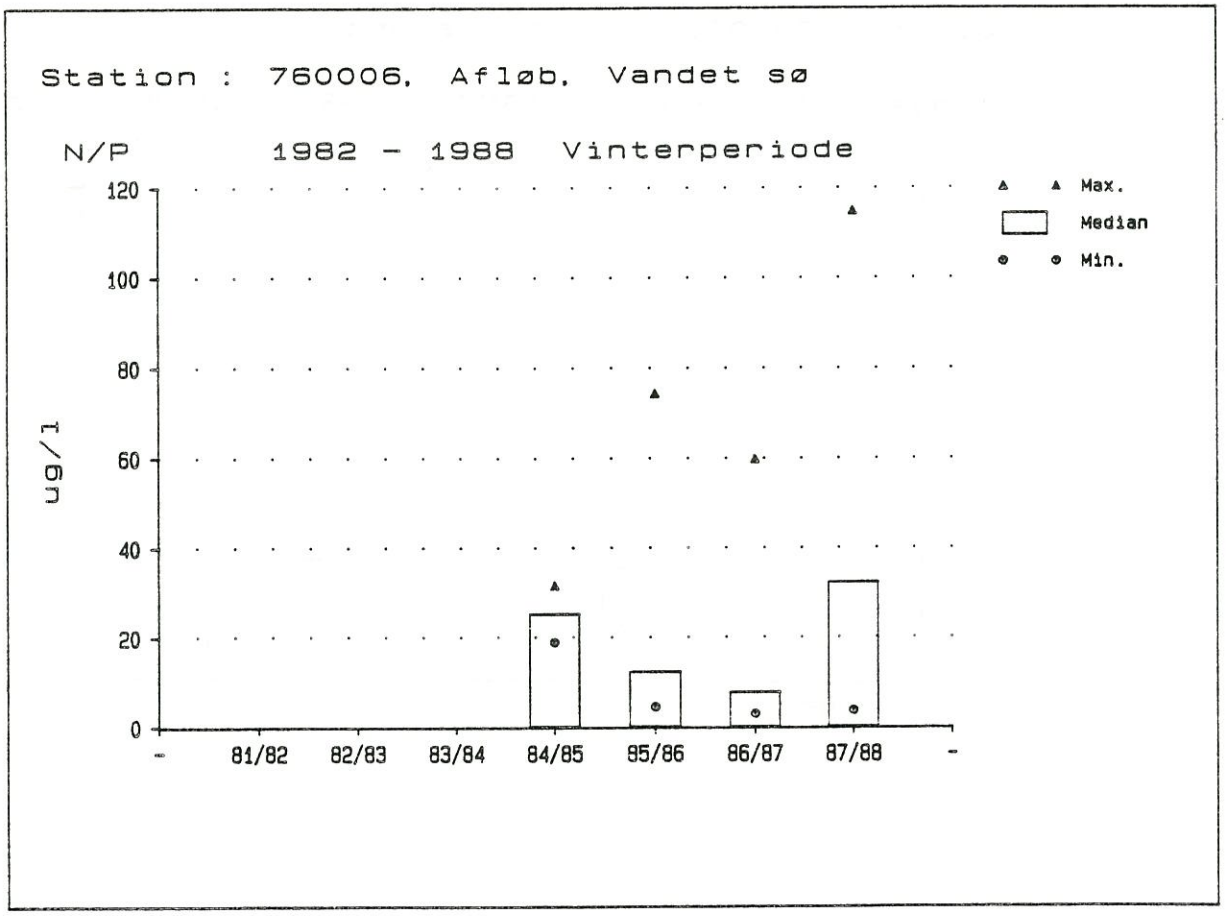

Station : 761123, Vandet sø
Klorofyl-a 1982 - 1988 Sommerperiode
ug/l
30
25
20
15
10
5
0
82
83
84
85
86
87
88
Max. ovf.
Median ovf.
Min. ovf.
Max. bund
Median bund
Min. bund


Station : 761123, Vandet sø
Klorofyl-a 1982 - 1988 Vinterperiode
ug/l
30
25
20
15
10
5
0
81/82
82/83
83/84
84/85
85/86
86/87
87/88
Max. ovf
Median ovf
Min. ovf
Max. bund
Median bund
Min. bund


Station : 760006, Afløb, Vandet sø
Ammoniak/ammonium-N 1982 - 1988 Sommerperiode
Max.
Median .
Min.
ug/l
200
150
100
50
0
82
83
84
85
86
87
88


Station : 760006, Afløb, Vandet sø
Ammoniak/ammonium-N 1982 - 1988 Vinterperiode
Max.
Median
Min.
ug/l
200
150
100
50
0
81/82
82/83
83/84
84/85
85/86
86/87
87/88


Station : 760006, Afløb, Vandet sø
N/P 1982 - 1988 Sommerperiode
ug/l
120
100
80
60
40
20
0
82
83
84
85
86
87
88
Max.
Median
Min.


Station : 760006, Afløb, Vandet sø
N/P 1982 - 1988 Vinterperiode
ug/l
120
100
80
60
40
20
0
81/82
82/83
83/84
84/85
85/86
86/87
87/88
Max.
Median
Min.

BILAG 6.4

DIVERSE BEREGNINGER FOR PERIODERNE

"SOMMER" OG "VINTER" - ENKELTE ÅR

I skemaerne for vinterperioder refererer årstalsangivelsen til efterårsdelen af den pågældende periode.

Eks.: Vinter 1981 betyder vinteren 1981-82.

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1981

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	5.4	.	5.4	5.4	5.4	1
Opløst ilt mg/l	13.8	.	13.8	13.8	13.8	1
pH	8.1	.	8.1	8.1	8.1	1
Total N µg/l	400.0	.	400.0	400.0	400.0	1
NO2+NO3 µg/l	76.0	.	76.0	76.0	76.0	1
Ammoniak µg/l	8.0	.	8.0	8.0	8.0	1
Total P µg/l	86.0	.	86.0	86.0	86.0	1
Ortho.P µg/l	17.0	.	17.0	17.0	17.0	1
N/P	4.9	.	4.9	4.9	4.9	1
Klorofyl a µg/l	7.0	.	7.0	7.0	7.0	1
Sigtdybde meter	3.5	.	3.5	3.5	3.5	1
Max. prod. mg C/m3/time	9.0	.	9.0	9.0	9.0	1
Prim.prod. mg C/m2/dag	236.0	.	236.0	236.0	236.0	1

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1981

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	5.7	.	5.7	5.7	5.7	1
Opløst ilt mg/l	13.8	.	13.8	13.8	13.8	1
pH	.	.	.	.	.	0
Total N µg/l	.	.	.	.	.	0
NO2+NO3 µg/l	.	.	.	.	.	0
Ammoniak µg/l	.	.	.	.	.	0
Total P µg/l	.	.	.	.	.	0
Ortho.P µg/l	.	.	.	.	.	0
N/P	.	.	.	.	.	0
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1982

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	15.6	4.0	21.0	11.0	14.9	5
Opløst ilt mg/l	11.7	1.4	13.5	10.2	11.6	4
pH	8.3	0.1	8.4	8.1	8.3	5
Total N µg/l	346.0	87.9	470.0	250.0	340.0	5
NO2+NO3 µg/l	17.4	13.8	39.0	3.0	15.0	5
Ammoniak µg/l	5.8	4.0	12.0	1.0	6.0	5
Total P µg/l	44.4	14.0	56.0	22.0	50.0	5
Ortho.P µg/l	8.0	3.5	12.0	4.0	8.0	5
N/P	3.2	1.4	5.2	1.4	3.1	5
Klorofyl a µg/l	9.8	5.7	17.0	3.0	9.0	5
Sigtdybde meter	3.0	0.6	3.4	2.0	3.2	5
Max. prod. mg C/m3/time	19.8	9.4	30.0	7.0	18.0	5
Prim.prod. mg C/m2/dag	683.6	380.6	1064.0	212.0	854.0	5

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1982

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	14.6	4.0	18.0	9.1	15.6	4
Opløst ilt mg/l	10.0	1.2	11.0	8.3	10.4	4
pH	7.9	0.4	8.3	7.4	8.0	4
Total N µg/l	422.5	186.4	660.0	230.0	400.0	4
NO2+NO3 µg/l	20.5	16.7	42.0	3.0	18.5	4
Ammoniak µg/l	40.2	55.1	120.0	1.0	20.0	4
Total P µg/l	53.5	21.5	80.0	30.0	52.0	4
Ortho.P µg/l	18.0	8.0	28.0	11.0	16.5	4
N/P	4.6	5.2	12.0	0.7	2.8	4
Klorofyl a µg/l	15.5	9.7	29.0	6.0	13.5	4
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1982

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	7.2	3.5	10.9	4.0	6.6	3
Opløst ilt mg/l	11.7	0.9	12.3	11.0	11.7	2
pH	7.7	0.7	8.2	7.2	7.7	2
Total N µg/l	266.7	189.0	480.0	120.0	200.0	3
NO2+NO3 µg/l	18.0	8.7	28.0	12.0	14.0	3
Ammoniak µg/l	4.7	1.2	6.0	4.0	4.0	3
Total P µg/l	28.7	7.0	36.0	22.0	28.0	3
Ortho.P µg/l	8.0	8.2	17.0	1.0	6.0	3
N/P	8.1	8.8	18.0	1.1	5.3	3
Klorofyl a µg/l	16.0	3.6	20.0	13.0	15.0	3
Sigtdybde meter	3.3	0.3	3.6	3.0	3.4	3
Max. prod. mg C/m3/time	43.7	11.2	56.0	34.0	41.0	3
Prim.prod. mg C/m2/dag	469.0	361.0	883.0	220.0	304.0	3

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1982

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	7.2	3.5	10.9	4.0	6.6	3
Opløst ilt mg/l	11.4	0.6	11.8	11.0	11.4	2
pH	8.2	.	8.2	8.2	8.2	1
Total N µg/l	255.0	162.6	370.0	140.0	255.0	2
NO2+NO3 µg/l	31.0	31.1	53.0	9.0	31.0	2
Ammoniak µg/l	8.0	1.4	9.0	7.0	8.0	2
Total P µg/l	33.0	7.1	38.0	28.0	33.0	2
Ortho.P µg/l	3.0	2.8	5.0	1.0	3.0	2
N/P	31.8	39.9	60.0	3.6	31.8	2
Klorofyl a µg/l	16.0	1.4	17.0	15.0	16.0	2
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1984

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	4.7	.	4.7	4.7	4.7	1
Opløst ilt mg/l	13.2	.	13.2	13.2	13.2	1
pH	8.2	.	8.2	8.2	8.2	1
Total N µg/l	640.0	.	640.0	640.0	640.0	1
NO2+NO3 µg/l	140.0	.	140.0	140.0	140.0	1
Ammoniak µg/l	140.0	.	140.0	140.0	140.0	1
Total P µg/l	52.0	.	52.0	52.0	52.0	1
Ortho.P µg/l	4.0	.	4.0	4.0	4.0	1
N/P	70.0	.	70.0	70.0	70.0	1
Klorofyl a µg/l	4.9	.	4.9	4.9	4.9	1
Sigtdybde meter	3.5	.	3.5	3.5	3.5	1
Max. prod. mg C/m3/time	4.7	.	4.7	4.7	4.7	1
Prim.prod. mg C/m2/dag	12.0	.	12.0	12.0	12.0	1

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1984

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	4.7	.	4.7	4.7	4.7	1
Opløst ilt mg/l	12.4	.	12.4	12.4	12.4	1
pH	8.2	.	8.2	8.2	8.2	1
Total N µg/l	420.0	.	420.0	420.0	420.0	1
NO2+NO3 µg/l	140.0	.	140.0	140.0	140.0	1
Ammoniak µg/l	63.0	.	63.0	63.0	63.0	1
Total P µg/l	32.0	.	32.0	32.0	32.0	1
Ortho.P µg/l	2.0	.	2.0	2.0	2.0	1
N/P	101.5	.	101.5	101.5	101.5	1
Klorofyl a µg/l	5.6	.	5.6	5.6	5.6	1
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1985

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	14.6	2.8	17.5	11.0	14.5	5
Opløst ilt mg/l	10.0	0.8	11.4	9.5	9.7	5
pH	8.5	0.2	8.7	8.2	8.5	5
Total N µg/l	732.0	201.4	940.0	500.0	690.0	5
NO2+NO3 µg/l	87.4	47.5	150.0	21.0	80.0	5
Ammoniak µg/l	17.8	13.7	32.0	1.0	19.0	5
Total P µg/l	52.6	21.7	86.0	30.0	54.0	5
Ortho.P µg/l	13.6	7.6	24.0	4.0	11.0	5
N/P	11.3	10.6	27.5	2.0	6.5	5
Klorofyl a µg/l	7.6	4.4	15.0	3.6	7.0	5
Sigtdybde meter	3.5	0.9	4.7	2.5	3.4	5
Max. prod. mg C/m3/time	8.2	.	8.2	8.2	8.2	1
Prim.prod. mg C/m2/dag	913.0	862.7	2199.0	375.0	539.0	4

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1985

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	14.1	3.0	17.5	10.0	13.5	5
Opløst ilt mg/l	8.5	1.8	10.0	5.5	9.2	5
pH	8.6	0.2	8.7	8.3	8.7	3
Total N µg/l	894.0	244.1	1300.0	660.0	820.0	5
NO2+NO3 µg/l	88.8	41.8	150.0	43.0	75.0	5
Ammoniak µg/l	29.4	14.1	52.0	17.0	22.0	5
Total P µg/l	55.8	15.6	76.0	34.0	54.0	5
Ortho.P µg/l	9.2	3.1	12.0	4.0	10.0	5
N/P	15.3	10.3	31.8	7.2	11.5	5
Klorofyl a µg/l	13.0	8.9	27.0	7.0	7.2	5
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1985

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	3.0	4.6	11.0	0.0	1.0	5
Opløst ilt mg/l	11.4	1.6	13.2	9.1	11.8	5
pH	7.9	0.6	8.3	6.8	8.2	5
Total N µg/l	658.0	303.4	1000.0	310.0	670.0	5
NO2+NO3 µg/l	206.2	94.4	300.0	61.0	200.0	5
Ammoniak µg/l	42.6	41.3	110.0	5.0	41.0	5
Total P µg/l	35.2	17.9	59.0	16.0	33.0	5
Ortho.P µg/l	16.8	13.1	39.0	5.0	14.0	5
N/P	17.8	8.8	31.3	7.9	16.5	5
Klorofyl a µg/l	4.5	2.8	8.0	1.0	5.0	5
Sigtdybde meter	3.7	1.3	4.6	2.8	3.7	2
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1985

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	7.0	5.7	11.0	3.0	7.0	2
Opløst ilt mg/l	11.5	2.1	13.0	10.0	11.5	2
pH	7.9	0.2	8.1	7.8	7.9	2
Total N µg/l	795.0	431.3	1100.0	490.0	795.0	2
NO2+NO3 µg/l	166.0	118.8	250.0	82.0	166.0	2
Ammoniak µg/l	19.0	2.8	21.0	17.0	19.0	2
Total P µg/l	41.5	7.8	47.0	36.0	41.5	2
Ortho.P µg/l	7.0	2.8	9.0	5.0	7.0	2
N/P	32.6	30.5	54.2	11.0	32.6	2
Klorofyl a µg/l	11.0	5.7	15.0	7.0	11.0	2
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1986

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	13.9	3.4	17.5	10.8	13.5	3
Opløst ilt mg/l	9.9	0.4	10.2	9.5	10.0	3
pH	8.4	0.3	8.7	8.2	8.4	3
Total N µg/l	651.5	296.7	1056.0	410.0	570.0	4
NO2+NO3 µg/l	137.3	96.0	220.0	32.0	160.0	3
Ammoniak µg/l	23.7	15.0	41.0	14.0	16.0	3
Total P µg/l	26.7	17.0	49.8	13.0	22.0	4
Ortho.P µg/l	5.3	3.8	8.0	1.0	7.0	3
N/P	80.1	105.6	201.0	6.0	33.4	3
Klorofyl a µg/l	3.8	1.3	5.0	2.5	4.0	3
Sigtdybde meter	4.2	0.8	5.2	3.7	3.8	3
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1986

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	13.3	3.0	16.5	10.5	13.0	3
Opløst ilt mg/l	9.0	0.9	9.8	8.0	9.2	3
pH	8.4	0.1	8.5	8.3	8.3	3
Total N µg/l	941.0	269.7	1344.0	790.0	815.0	4
NO2+NO3 µg/l	139.3	102.6	230.0	28.0	160.0	3
Ammoniak µg/l	68.0	56.0	130.0	21.0	53.0	3
Total P µg/l	35.5	14.5	56.2	25.0	30.5	4
Ortho.P µg/l	6.0	2.6	8.0	3.0	7.0	3
N/P	41.6	25.8	71.0	22.6	31.4	3
Klorofyl a µg/l	7.0	4.4	12.0	4.0	4.9	3
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1986

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	4.3	4.2	10.8	0.0	3.0	7
Opløst ilt mg/l	11.9	1.2	12.8	9.7	12.2	7
pH	8.1	0.5	8.5	7.2	8.3	6
Total N µg/l	549.4	171.6	836.0	280.0	580.0	7
NO2+NO3 µg/l	132.5	145.6	410.0	16.0	87.0	6
Ammoniak µg/l	26.7	24.6	69.0	3.0	22.5	6
Total P µg/l	17.6	4.8	22.0	9.0	19.0	7
Ortho.P µg/l	7.3	2.9	11.0	3.0	7.5	6
N/P	20.6	15.1	45.9	4.5	20.1	6
Klorofyl a µg/l	12.0	11.1	25.0	1.0	9.5	6
Sigtdybde meter	3.5	0.1	3.6	3.4	3.6	3
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1986

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	6.4	3.7	10.3	3.0	6.0	3
Opløst ilt mg/l	8.5	4.8	11.4	3.0	11.2	3
pH	8.5	.	8.5	8.5	8.5	1
Total N µg/l	968.0	389.0	1300.0	540.0	1064.0	3
NO2+NO3 µg/l	51.0	43.8	82.0	20.0	51.0	2
Ammoniak µg/l	22.5	10.6	30.0	15.0	22.5	2
Total P µg/l	18.6	5.6	25.0	14.8	16.0	3
Ortho.P µg/l	8.0	5.7	12.0	4.0	8.0	2
N/P	9.0	0.4	9.3	8.8	9.0	2
Klorofyl a µg/l	20.0	12.7	29.0	11.0	20.0	2
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1987

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	12.8	2.7	14.9	8.5	14.2	5
Opløst ilt mg/l	10.2	0.9	11.7	9.5	10.0	5
pH	8.9	0.8	9.8	8.4	8.6	3
Total N µg/l	458.6	106.3	590.0	308.0	475.2	5
NO2+NO3 µg/l	34.0	30.1	60.0	1.0	41.0	3
Ammoniak µg/l	19.0	14.9	36.0	8.0	13.0	3
Total P µg/l	19.5	8.0	32.0	11.3	19.0	5
Ortho.P µg/l	8.0	2.6	11.0	6.0	7.0	3
N/P	6.0	3.3	8.7	2.3	7.0	3
Klorofyl a µg/l	15.0	10.6	27.0	7.0	11.0	3
Sigtdybde meter	3.3	1.2	5.1	1.9	3.5	5
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1987

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	12.7	2.7	14.9	8.5	14.2	5
Opløst ilt mg/l	10.0	1.0	11.5	8.9	9.8	5
pH	.	.	.	.	.	0
Total N µg/l	498.4	150.5	604.8	392.0	498.4	2
NO2+NO3 µg/l	.	.	.	.	.	0
Ammoniak µg/l	.	.	.	.	.	0
Total P µg/l	14.3	2.2	15.9	12.7	14.3	2
Ortho.P µg/l	.	.	.	.	.	0
N/P	.	.	.	.	.	0
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1987

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	3.9	4.6	9.5	-1.0	3.5	4
Opløst ilt mg/l	12.2	2.3	14.8	10.2	11.7	3
pH	7.0	.	7.0	7.0	7.0	1
Total N µg/l	795.2	490.6	1500.0	431.2	624.8	4
NO2+NO3 µg/l	700.0	.	700.0	700.0	700.0	1
Ammoniak µg/l	5.0	.	5.0	5.0	5.0	1
Total P µg/l	19.2	4.7	24.4	13.0	19.7	4
Ortho.P µg/l	6.0	.	6.0	6.0	6.0	1
N/P	117.5	.	117.5	117.5	117.5	1
Klorofyl a µg/l	8.0	.	8.0	8.0	8.0	1
Sigtdybde meter	5.2	1.5	7.0	4.0	4.9	4
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1987

Periode : Vinter

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	3.9	4.6	9.5	-1.0	3.5	4
Opløst ilt mg/l	12.0	2.2	14.4	10.2	11.3	3
pH	.	.	.	.	.	0
Total N µg/l	713.1	220.1	963.2	548.8	627.2	3
NO2+NO3 µg/l	.	.	.	.	.	0
Ammoniak µg/l	.	.	.	.	.	0
Total P µg/l	24.0	3.1	27.6	22.3	22.3	3
Ortho.P µg/l	.	.	.	.	.	0
N/P	.	.	.	.	.	0
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Overflade

År : 1988

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	9.5	.	9.5	9.5	9.5	1
Opløst ilt mg/l	11.7	.	11.7	11.7	11.7	1
pH	8.6	.	8.6	8.6	8.6	1
Total N µg/l	720.0	.	720.0	720.0	720.0	1
NO2+NO3 µg/l	470.0	.	470.0	470.0	470.0	1
Ammoniak µg/l	18.0	.	18.0	18.0	18.0	1
Total P µg/l	23.0	.	23.0	23.0	23.0	1
Ortho.P µg/l	4.0	.	4.0	4.0	4.0	1
N/P	122.0	.	122.0	122.0	122.0	1
Klorofyl a µg/l	8.0	.	8.0	8.0	8.0	1
Sigtdybde meter	2.4	.	2.4	2.4	2.4	1
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 761123

Dybde : Bund

År : 1988

Periode : Sommer

	Middel-værdi	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	7.5	.	7.5	7.5	7.5	1
Opløst ilt mg/l	9.7	.	9.7	9.7	9.7	1
pH	8.5	.	8.5	8.5	8.5	1
Total N µg/l	920.0	.	920.0	920.0	920.0	1
NO2+NO3 µg/l	440.0	.	440.0	440.0	440.0	1
Ammoniak µg/l	18.0	.	18.0	18.0	18.0	1
Total P µg/l	19.0	.	19.0	19.0	19.0	1
Ortho.P µg/l	7.0	.	7.0	7.0	7.0	1
N/P	65.4	.	65.4	65.4	65.4	1
Klorofyl a µg/l	8.0	.	8.0	8.0	8.0	1
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1981

Periode : Vinter

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	7.5	.	7.5	7.5	7.5	1
Opløst ilt mg/l	12.7	.	12.7	12.7	12.7	1
pH	8.2	.	8.2	8.2	8.2	1
Total N µg/l	140.0	.	140.0	140.0	140.0	1
NO2+NO3 µg/l	.	.	.	.	.	0
Ammoniak µg/l	.	.	.	.	.	0
Total P µg/l	20.0	.	20.0	20.0	20.0	1
Ortho.P µg/l	.	.	.	.	.	0
N/P	.	.	.	.	.	0
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1982

Periode : Sommer

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	13.1	2.6	16.0	10.0	12.0	5
Opløst ilt mg/l	8.7	2.9	12.1	5.3	8.8	4
pH	7.8	0.3	8.3	7.5	7.8	5
Total N µg/l	368.0	127.0	510.0	190.0	340.0	5
NO2+NO3 µg/l	.	.	.	.	.	0
Ammoniak µg/l	.	.	.	.	.	0
Total P µg/l	78.8	68.1	200.0	40.0	50.0	5
Ortho.P µg/l	.	.	.	.	.	0
N/P	.	.	.	.	.	0
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1982

Periode : Vinter

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	4.2	3.4	10.0	1.3	3.0	5
Opløst ilt mg/l	12.5	1.4	13.9	10.1	12.9	5
pH	8.0	0.1	8.1	7.9	8.0	2
Total N µg/l	584.0	166.7	730.0	370.0	670.0	5
NO2+NO3 µg/l	.	.	.	.	.	0
Ammoniak µg/l	.	.	.	.	.	0
Total P µg/l	39.2	6.6	50.0	34.0	38.0	5
Ortho.P µg/l	.	.	.	.	.	0
N/P	.	.	.	.	.	0
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1983

Periode : Vinter

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	4.9	4.8	10.0	0.4	4.2	3
Opløst ilt mg/l	14.0	0.9	14.8	13.1	14.2	3
pH	7.8	0.4	8.1	7.5	7.8	2
Total N µg/l	523.3	346.5	850.0	160.0	560.0	3
NO2+NO3 µg/l	.	.	.	.	.	0
Ammoniak µg/l	42.0	33.9	66.0	18.0	42.0	2
Total P µg/l	54.7	28.9	88.0	38.0	38.0	3
Ortho.P µg/l	.	.	.	.	.	0
N/P	.	.	.	.	.	0
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1984

Periode : Sommer

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	14.2	3.5	17.0	8.3	15.8	5
Opløst ilt mg/l	8.1	2.7	10.2	3.4	8.8	5
pH	.	.	.	.	.	0
Total N µg/l	748.0	145.3	920.0	560.0	800.0	5
NO2+NO3 µg/l	.	.	.	.	.	0
Ammoniak µg/l	.	.	.	.	.	0
Total P µg/l	112.0	40.6	160.0	68.0	94.0	5
Ortho.P µg/l	.	.	.	.	.	0
N/P	.	.	.	.	.	0
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1984

Periode : Vinter

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	3.4	2.2	6.0	0.4	3.2	6
Opløst ilt mg/l	12.9	1.9	15.1	10.6	12.6	6
pH	7.7	.	7.7	7.7	7.7	1
Total N µg/l	636.7	228.6	990.0	330.0	640.0	6
NO2+NO3 µg/l	122.0	93.9	230.0	60.0	76.0	3
Ammoniak µg/l	95.7	35.0	130.0	60.0	97.0	3
Total P µg/l	44.0	12.5	66.0	32.0	41.0	6
Ortho.P µg/l	8.0	9.8	19.0	0.0	5.0	3
N/P	25.2	8.8	31.4	18.9	25.2	2
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1985

Periode : Sommer

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	15.2	2.5	17.9	12.5	15.6	5
Opløst ilt mg/l	9.5	0.5	9.9	8.6	9.7	5
pH	7.9	.	7.9	7.9	7.9	1
Total N µg/l	594.0	135.6	800.0	460.0	580.0	5
NO2+NO3 µg/l	39.6	29.7	87.0	13.0	35.0	5
Ammoniak µg/l	51.4	52.2	140.0	9.0	43.0	5
Total P µg/l	73.8	30.0	110.0	38.0	69.0	5
Ortho.P µg/l	28.8	20.6	58.0	6.0	25.0	5
N/P	4.1	3.0	8.7	1.5	3.2	5
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1985

Periode : Vinter

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	4.6	3.9	10.3	0.5	5.2	5
Opløst ilt mg/l	12.5	3.4	17.9	8.6	12.2	5
pH	.	.	.	.	.	0
Total N µg/l	842.9	747.5	2500.0	380.0	570.0	7
NO2+NO3 µg/l	130.1	114.5	320.0	3.0	88.0	7
Ammoniak µg/l	98.7	60.8	190.0	6.0	100.0	7
Total P µg/l	45.9	17.1	76.0	25.0	44.0	7
Ortho.P µg/l	17.6	13.7	36.0	2.0	14.0	7
N/P	22.1	25.8	74.2	4.5	12.3	7
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1986

Periode : Sommer

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	17.3	2.6	19.1	15.4	17.3	2
Opløst ilt mg/l	13.0	1.6	14.1	11.9	13.0	2
pH	7.6	.	7.6	7.6	7.6	1
Total N µg/l	712.5	342.5	1200.0	400.0	625.0	4
NO2+NO3 µg/l	61.7	16.9	83.0	42.0	61.0	4
Ammoniak µg/l	28.5	37.0	84.0	8.0	11.0	4
Total P µg/l	45.7	10.9	61.0	35.0	43.5	4
Ortho.P µg/l	20.5	14.2	35.0	1.0	23.0	4
N/P	26.4	45.8	95.0	2.1	4.2	4
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1986

Periode : Vinter

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	4.6	3.5	9.5	0.5	3.5	7
Opløst ilt mg/l	12.1	3.2	14.7	5.8	12.4	7
pH	7.8	0.4	8.2	7.0	8.0	8
Total N µg/l	543.7	190.3	840.0	270.0	555.0	8
NO2+NO3 µg/l	100.1	37.7	150.0	59.0	95.5	8
Ammoniak µg/l	53.7	29.1	120.0	29.0	44.5	8
Total P µg/l	30.0	13.8	55.0	12.0	28.5	8
Ortho.P µg/l	19.3	12.3	37.0	3.0	19.0	8
N/P	16.4	19.3	59.7	2.9	7.7	8
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1987

Periode : Sommer

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	13.6	1.4	14.9	12.2	13.6	3
Opløst ilt mg/l	7.8	2.1	9.6	5.5	8.3	3
pH	7.7	0.5	8.0	7.2	8.0	3
Total N µg/l	786.7	191.4	1000.0	630.0	730.0	3
NO2+NO3 µg/l	28.3	6.1	35.0	23.0	27.0	3
Ammoniak µg/l	28.7	2.5	31.0	26.0	29.0	3
Total P µg/l	63.0	27.4	84.0	32.0	73.0	3
Ortho.P µg/l	20.0	13.5	34.0	7.0	19.0	3
N/P	4.0	2.7	7.0	1.9	2.9	3
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

Station : 760006

Dybde : Overflade

År : 1987

Periode : Vinter

	Middel-	Std. Afv.	Max.	Min.	Median	Antal
Temperatur OC	4.5	2.9	9.7	1.5	3.8	8
Opløst ilt mg/l	12.1	1.0	13.5	10.7	12.3	9
pH	8.0	0.2	8.4	7.7	8.0	9
Total N µg/l	820.0	195.4	1200.0	570.0	850.0	9
NO2+NO3 µg/l	291.9	165.9	500.0	17.0	350.0	9
Ammoniak µg/l	45.6	29.5	95.0	5.0	33.0	9
Total P µg/l	28.7	10.1	46.0	17.0	27.0	9
Ortho.P µg/l	10.1	4.8	19.0	4.0	8.0	9
N/P	41.0	34.1	114.7	3.7	32.2	9
Klorofyl a µg/l	.	.	.	.	.	0
Sigtdybde meter	.	.	.	.	.	0
Max. prod. mg C/m3/time	.	.	.	.	.	0
Prim.prod. mg C/m2/dag	.	.	.	.	.	0

BILAG 6.5

RESULTATER AF VARIANSANALYSER

ANOVA skema for TP station : 761123, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,17)
år	3	2558.654	852.8849	3.383871	3.20
rest	17	4284.750	252.0441		
total	20	6843.405			

ANOVA skema for LN(TP) station : 761123, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,17)
år	3	2.613282	0.871094	4.486032	3.20
rest	17	3.301046	0.194179		
total	20	5.914329			

ANOVA skema for TP station : 761123, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,15)
år	3	3439.977	1146.659	4.547492	3.29 *
rest	15	3782.279	252.1519		
total	18	7222.257			

ANOVA skema for LN(TP) station : 761123, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,15)
år	3	3.292758	1.097586	5.390748	3.29 *
rest	15	3.054082	0.203605		
total	18	6.346841			

Station i Vandet Sø, variansanalyse af TP over perioden 1982-1988

Hypotese - 0: Sommer- eller vintermedianværdierne er ens årene imellem
Hypotese - 1: Sommer- eller vintermedianværdierne er forskellige årene imellem

f = frihedsgrad s^2 = varians
SAK = sum af kvadrater F* = F-værdi = s^2 år/s^2 rest
F(tal,tal) = 95% signifikansværdi ved angivne frihedsgrader

Er F* >F (tal,tal), antages 0 hypotesen at være forkastet.

ANOVA skema for TP station : 760006, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(5,32)
år	5	2784.649	556.9299	2.733262	2.53
rest	32	6520.323	203.7601		

ANOVA skema for LN(TP) station : 760006, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(5,32)
år	5	2.071422	0.414284	3.067691	2.53
rest	32	4.321523	0.135047		

ANOVA skema for TP station : 761123, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(4,17)
år	4	10686.60	2671.651	1.485690	2.96
rest	17	30570.35	1798.255		
total	21	41256.95			

ANOVA skema for LN(TP) station : 760006, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(4,17)
år	4	1.779788	0.444947	2.047963	2.96
rest	17	3.693474	0.217263		
total	21	5.473263			

Afløb fra Vandet Sø, variansanalyse af TP over perioden 1982-88

Hypotese - 0: Sommer- eller vintermedianværdierne er ens årene imellem
Hypotese - 1: Sommer- eller vintermedianværdierne er forskellige årene imellem

f = frihedsgrad
SAK = sum af kvadrater
F(tal,tal) = 95% signifikansværdi ved angivne frihedsgrader

s^2 = varians
F* = F-værdi = s^2 år/s^2 rest

Er F* >F (tal,tal), antages 0 hypotesen at være forkastet.

ANOVA skema for TN station : 761123, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,17)
år	3	539110.8	179703.6	2.259247	3.20
rest	17	1352203.	79541.35		
total	20	1891313.			

ANOVA skema for LN(TN) station : 761123, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,17)
år	3	2.382360	0.794120	3.437266	3.20
rest	17	3.927551	0.231032		
total	20	6.309911			

ANOVA skema for TN station : 761123, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,15)
år	3	455281.3	151760.4	4.530588	3.29 *
rest	15	502452.7	33496.85		
total	18	957734.1			

ANOVA skema for LN(TN) station : 761123, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F**	95%A F(3,15)	99%A F(3,15)
år	3	1.594790	0.531596	5.763964	3.29 *	5.42 **
rest	15	1.381976	0.092131			
total	18	2.976766				

Station i Vandet Sø, variansanalyse af TN over perioden 1982-88

Hypotese - 0: Sommer- eller vintermedianværdierne er ens årene imellem
Hypotese - 1: Sommer- eller vintermedianværdierne er forskellige årene imellem

f = frihedsgrad s^2 = varians
SAK = sum af kvadrater F* = F-værdi = s^2 år/s^2 rest
F(tal,tal) = 95% signifikansværdi ved angivne frihedsgrader

Er F* >F (tal,tal), antages 0 hypotesen at være forkastet.

ANOVA skema for TN station : 760006, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(5,33)
år	5	763905.5	152781.1	1.075342	2.53
rest	33	4688530.	142076.6		

ANOVA skema for LN(TN) station : 760006, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(5,33)
år	5	1.928625	0.385725	1.554701	2.53
rest	33	8.187373	0.248102		

ANOVA skema for TN station : 760006, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(4,17)
år	4	519723.7	129930.9	3.410673	2.96
rest	17	647621.6	38095.39		
total	21	1167345.			

ANOVA skema for LN(TN) station : 760006, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	95%S F(4,17)	99%S F(4,17)
år	4	1.896391	0.474097	4.761393	2.96 *	4.67 **
rest	17	1.692711	0.099571			
total	21	3.589102				

Afløb fra Vandet Sø, variansanalyse af TN over perioden 1982-88

Hypotese - 0: Sommer- eller vintermedianværdierne er ens årene imellem
Hypotese - 1: Sommer- eller vintermedianværdierne er forskellige årene imellem

f = frihedsgrad
SAK = sum af kvadrater
F(tal,tal) = 95% signifikansværdi ved angivne frihedsgrader

s^2 = varians
F* = F-værdi = s^2 år/s^2 rest

Er F* >F (tal,tal), antages 0 hypotesen at være forkastet.

ANOVA skema for SY station : 761123, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,10)
år	3	8.376309	2.792103	3.339503	3.71
rest	10	8.360833	0.836083		
total	13	16.73714			

ANOVA skema for LN(SY) station : 761123, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,10)
år	3	0.406292	0.135430	3.567062	3.71
rest	10	0.379670	0.037967		
total	13	0.785962			

ANOVA skema for SY station : 761123, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,14)
år	3	3.093333	1.031111	1.237333	3.34
rest	14	11.66666	0.833333		
total	17	14.76			

ANOVA skema for LN(SY) station : 761123, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	F*	F(3,14)
år	3	0.264868	0.088289	1.150998	3.34
rest	14	1.073896	0.076706		
total	17	1.338765			

Station i Vandet Sø, variansanalyse af SY over perioden 1982-88

Hypotese - 0: Sommer- eller vintermedianværdierne er ens årene imellem
Hypotese - 1: Sommer- eller vintermedianværdierne er forskellige årene imellem

f = frihedsgrad
SAK = sum af kvadrater
F(tal,tal) = 95% signifikansværdi ved angivne frihedsgrader
s^2 = varians
F* = F-værdi = s^2 år/s^2 rest

ANOVA skema for CH station : 761123, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	Fk	F(3,13)
år	3	257.9790	85.99300	1.531627	3.41
rest	13	729.8833	56.14487		
total	16	987.8623			

ANOVA skema for LN(CH) station : 761123, vinter

Variationskilde	f	SAK	s2	Fk	F(3,13)
år	3	3.658766	1.219588	1.270653	3.41
rest	13	12.47749	0.959807		
total	16	16.13626			

ANOVA skema for CH station : 761123, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	Fk	F(3,12)
år	3	201.6207	67.20690	1.849736	3.49
rest	12	435.9986	36.33322		
total	15	637.6193			

ANOVA skema for LN(CH) station : 761123, sommer

Variationskilde	f	SAK	s2	Fk	F(3,12)
år	3	2.449874	0.816624	2.301686	3.49
rest	12	4.257532	0.354794		
total	15	6.707407			

Station i Vandet Sø, variansanalyse af CH over perioden 1982-88

Hypotese - 0: Sommer- eller vintermedianværdierne er ens årene imellem
Hypotese - 1: Sommer- eller vintermedianværdierne er forskellige årene imellem

f = frihedsgrad s^2 = varians
SAK = sum af kvadrater F* = F-værdi = s^2 år/s^2 rest
F(tal,tal) = 95% signifikansværdi ved angivne frihedsgrader

Er F* >F (tal,tal), antages 0 hypotesen at være forkastet.

BILAG 7.0

MATERIALER OG METODER TIL

PLANKTONUNDERSØGELSER

BILAG TIL AFSNIT 7 - PLANKTON

7.0 Metoder

7.0.1 Prøvetagning

7.0.2 Bearbejdning

7.0.3 Usikkerheder

7.1 Phytoplankton 1982 og 1987

7.1.1 Mikrofotografier af phytoplankton årstidsvariation 1987. Fotograferet i 10 ml plankton tællekamre. Fasekontrast 100x forst.

7.1.2 Phytoplankton volumenbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper
a. 1982
b. 1987

7.1.3 Phytoplankton volumenbiomasse fordelt på arter
a. 1982
b. 1987

7.1.4 Dokumentationsmateriale for beregning af phytoplankton volumener
a. 1982
b. 1987

7.1.5 Phytoplankton artslister og antal/ml
a. 1982 (kun antal/ml)
b. 1987

7.1.6 Phytoplankton antal/ml indelt efter størrelsesklasser: største længde < 20 µm, største længde 20-50 µm, største længde > 50 µm
a. 1982
b. 1987

7.1.7 Phytoplankton volumenbiomasse mm^3/l inddelt efter størrelsesklasser som i bilag 7.1.6
a. 1982
b. 1987

7.2 Zooplankton 1987

7.2.1 Zooplankton volumenbiomasse fordelt på hovedgrupper

7.2.2 Zooplankton volumenbiomasse og procentvis fordeling på hovedgrupper

7.2.3 Zooplankton fødeoptagelse mg vådvægt/l pr. dag

7.2.4 Zooplankton fødeoptagelse, procentvis sammensætning

7.2.5 Zooplankton fødeoptagele pr. dag i procent af biomasse for forskellige taxonomiske grupper

7.2.6 Zooplankton arternes dimensioner i µm og volumen i 10^3 μm^3 pr. individ

7.2.7 Zooplankton volumenbiomasse fordelt på arter

7.2.8 Zooplankton individtal/l

MATERIALE OG METODER

7.0.1 Prøvetagning

Prøver til vandkemi- og klorofyl-a analyser, primærproduktion samt phyto- og zooplankton arts- og volumenbestemmelse er indsamlet på st. 1, hvor dybden er 20 meter (se figur 1). Prøverne er indsamlet af Viborg Amtskommunes miljøafdeling.

Der er benyttet en prøvetagningsfrekvens på 1 prøve/måned fra januar til december (i alt 12 prøver).

Phytoplankton
Phytoplanktonprøver fra 1987 er blandingsprøver fra den fotiske zone (0.2 m + sigtdybde + 2 x sigtdybde). Prøverne er fixeret med Lugols opløsning (en blanding af jod, kaliumjodid og eddikesyre).

Der er foretaget en sammenligning med en phytoplanktonundersøgelse fra 1982 (Bach, 1982). Prøverne fra denne undersøgelse er overfladeprøver fra 0.2 meter.

Zooplankton
Zooplanktonprøver fra 1987 er udtaget af blandingsprøver fra hver 2. meter ned gennem hele vandsøjlen. Der er 2 sæt: dels 5 l prøver, filtreret gennem et 90 um net, dels sedimenterede 0.5 l prøver. Begge prøvetyper er konserveret med Lugol.

7.0.2 Bearbejdning

Phytoplankton
Til kvantitativ opgørelse er prøverne sedimenteret i 5 og 10 ml tællekamre og optalt i et omvendt mikroskop med fasekontrast.

De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Ubestemmelige små flagellater samt arter, der var for fåtallige til at blive talt særskilt, er samlet i størrelsesgrupper. Desuden er der for hver prøvetagningsdag udarbejdet en liste over samtlige fundne slægter og arter (bilag 7.1.5). Prøverne er bearbejdet af stud.scient. Jeanne Lind.

Dimensioner, benyttede formler til volumenberegningerne samt de beregnede volumener for hver af de talte arter findes i bilag 7.1.4b. De opgivne dimensioner og standardafvigelser er beregnet på basis af 10-15 målinger af hver art i hver prøve.

Rentvandskiselalgen Attheya zachariasi er beregnet som cellevolumen (elliptisk cylinder). Dens plasmavolumen er langt mindre.

De vigtigste arter er fotograferet. Endvidere er de sedimenterede prøver fotograferet, for direkte at give et indtryk at arts- og mængdevariationen i årets løb (figur 7.5-7.6 i tekstdel og bilag 7.1.1).

Zooplankton

Zooplankton er talt i et omvendt mikroskop. Identifikation af dyrene kan i de fleste tilfælde også foretages i dette, men for en artsbestemmelse af cyclopoide copepoder er en nærmere bestemmelse nødvendig, omfattende dissektion under stereolup og bestemmelse ved større forstørrelse i retvendt mikroskop. De vigtigste arter er fotograferet i figur 7.20 og 7.21. Prøverne er bearbejdet af cand.scient. Suzanne Bosselmann.

I samtlige 5 liter prøver er alle zooplanktonindivider talt med undtagelse af de mindre rotatoriearter. I de sedimenterede prøver er talt alle individer af hjuldyr samt fåtallige ciliater, mens de talrigeste af ciliaterne er talt i delprøver.

Hos den domimerende art, Eudiaptomos graciloides, er antal individer af alle udviklingsstadier talt, dels for at opnå en nøjagtigere biomassebestemmelse, dels for at undersøge artens populationsdynamik.

Ciliater kan i en del tilfælde identificeres til art eller slægt. De øvrige er opdelt i størrelsesklasser: < 20 µm, 20-40 µm og > 40 µm. Desuden skelnes mellem fritlevende og fastsiddende (epiplanktiske) ciliater.

Hovedparten af rotatorier er optalt på artsniveau, kun for slægten Synchaete er dette ikke muligt pga konserveringen. Desuden findes få individer af rotatorier, der ikke kan identificeres. Æg er talt hos ægbærende arter.

Cladocerer (dafnier i bred forstand) er optalt på artsniveau. Slægten Daphnia er repræsenteret ved 3 arter, D. galeata, D. hyalina og D. cucullata. Afgrænsningen mellem især de to første arter er usikker, og desuden kan alle tre arter danne hybrider indbyrdes, hvilket gør bestemmelsen vanskelig. Den er baseret på 1. antennes placering samt bagkropvedhængenes udformning (Flössner, 1972). Æg er optalt for samtlige arter.

Alle nauplier af cyclopoide copepoder er talt under ét. Arts/slægtsbestemmelse er forsøgt for copepoditer, men bestemmelsen kan kun foretages med sikkerhed på voksne individer. Det betyder, at arter, der ikke observeres i det voksne stadium, kan være overset.

Zooplanktons biomasse er angivet i mg vådvægt/l. Biomassen er beregnet efter længde/vægtrelationer, angivet i Bottrell et al., 1976. Fra hver prøvetagningsdato er målt længde og evt. bredde af et antal individer; hvis muligt, 10 individer af copepoder, hjuldyr og ciliater og > 10 ind. af cladocerer, afhængigt af populationens størrelsesvariation. Hos de førstnævnte grupper beregnes biomassen ud fra gennemsnitslængden. For cladocerer beregnes biomassen i gennemsnit af de individuelle biomasseværdier pga af den meget store størrelsesvariation i disse populationer. Gennemsnit af de målte længder, tilsvarende biomasseværdier samt anvendte formler er angivet i bilag 7.2.6.

På grundlag af zooplankton biomasse kan foretages et groft skøn over dets fødeoptagelse (bilag 7.2.3-7.2.4). De anvendte værdier af fødeoptagelse pr biomasse pr dag for de enkelte taxonomiske grupper er angivet i bilag 7.2.5.

Det skal understreges, at fødeoptagelsen kan omfatte forskellige fødeemner: alger, detritus og bakterier, samt evt dyrisk materiale i ukendt blanding, forskellig for forskellige arter. Generelt kan Eudiaptomus graciloides regnes for algegræsser, mens Daphnia i højere grad er i stand til at optage bakterier,en evne, der er endnu større hos mange af de mindre dyr (rotatorier og ciliater). Cyclopoide copepoder betragtes som omnivore, idet graden af carnivori stiger med dyrenes alder.

7.0.3 Usikkerheder

Phytoplankton

Der er talt mindst 100 individer af de hyppigst forekommende phytoplanktonarter i hver prøve. Det giver en teoretisk usikkerhed på tælletallene på 20%.

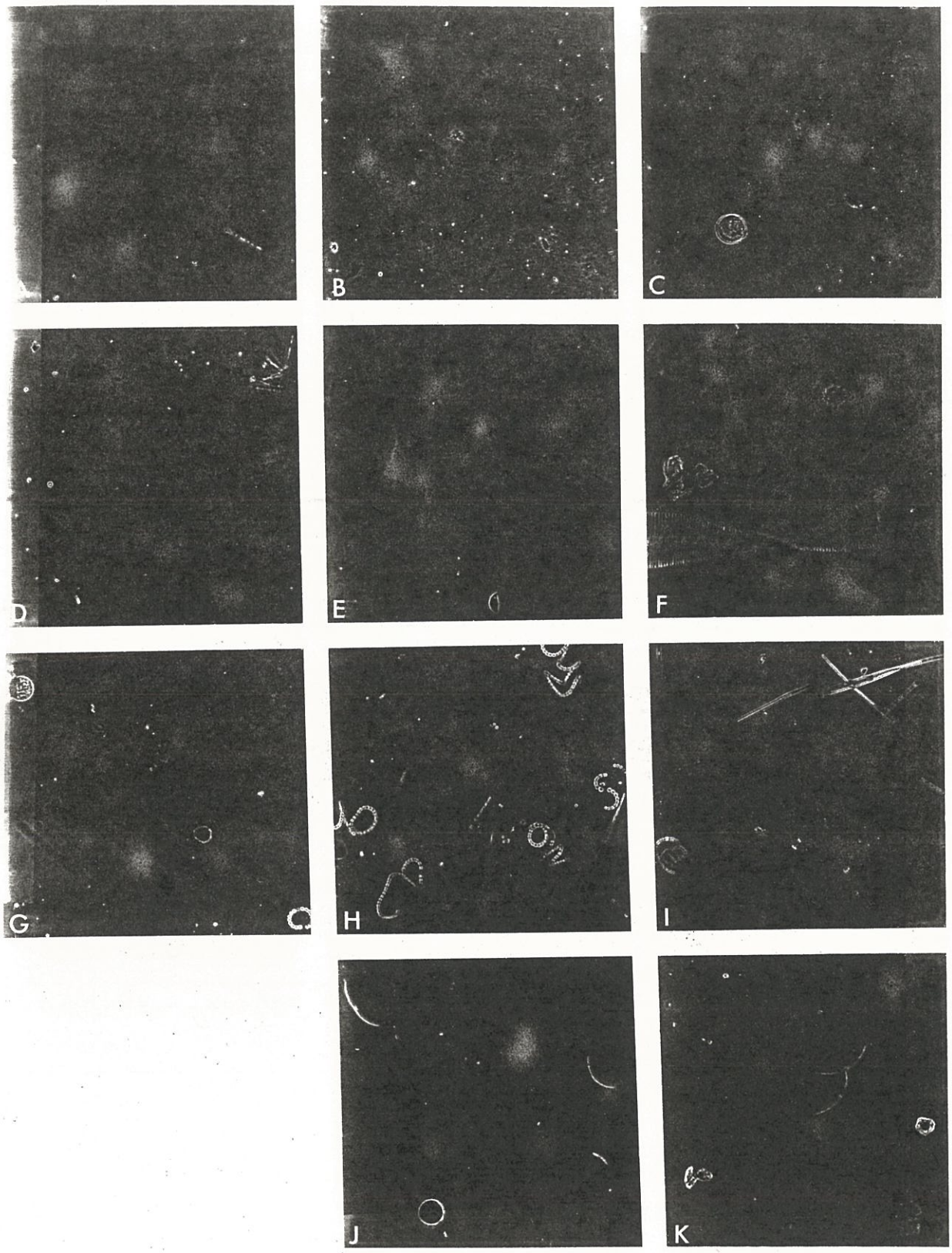
Sammenligningen med phytoplanktonundersøgelsen fra 1982 svækkes af, at prøverne i 1982 er overfladeprøver og i 1987 blandingsprøver fra den fotiske zone, der i næringsfattige, klarvandede søer er stor. Der kan stå phytoplankton maxima i dybden. At der faktisk har gjort det, ses af vertikalfordeling af klorofyl-a 1982. Det betyder, at phytoplankton antal og biomasse i 1982 nok er noget underestimeret.

I 1987-materialet er der et andet problem. Phytoplanktonprøverne til arts- og biomassebestemmelse er blandingsprøver fra den fotiske zone. Klorofyl-a prøverne er taget ligesom vandkemiprøverne, som blandingsprøver af hele vandsøjlen. Det medfører, at phytoplankton klorofyl-a og volumental ikke kan sammenlignes, da de repræsenterer forskellige vandmasser.

Artslisterne fra 1982 og 1987 er heller ikke sammenlignelige. Bach (1982) har gjort en meget stor indsats for at bestemme kiselalger (hvoraf ikke alle er planktiske). Det er ikke foretaget på 1987-materialet. Det er også svært at sammenligne de øvrige dele af artslisterne, fordi der dels mangler dokumentation i form af fotos eller tegninger for de fleste af de bestemte arter fra 1982, dels er der givetvis gjort en langt større indsats med supplerende netprøver og levende prøver fra hele søen for at bestemme så mange arter som muligt i 1982. Fra 1987 findes kun vandprøver til kvantitativ opgørelse. Derfor er kun de arter, der i 1982 er biomassebestemt, sammenlignet med 1987-materialet.

Fra 20.1.1987 er phytoplanktonprøven ved en fejltagelse blevet dekanteret (og herved koncentreret). Den er forsøgt tilbageregnet til sit oprindelige volumen, ca. 500 ml, men tallene ser ikke sandsynlige ud. Der må være en koncentrationsfejl. Denne prøve er derfor ikke omtalt i teksten.

Prøverne fra 9/2 og 9/3 1987 er fra søens afløb, da søen var isdækket. De er behandlet som de øvrige prøver.



Vandet Sø 1987
Phytoplankton årstidsvariation. Foto i 10 ml tællekammer 100x forst.

A: 9/2 Tyndt vinterplankton

B: 9/3 Skyggetålende blågrønalger: Lyngbya contorta max.

C: 6/4 Små flagellater: Chrysochromulina parva max.

D: 5/5 Forårskiselalger: Asterionella formosa

E: 15/6 Gulalgemaximum: Dinobryon sociale

F: 7/7 Sommerkiselalgemax.: Fragilaria spp. Chlorococcal grønalgemax.: Pediastrum, Oocystis

G: 5/8 Sommerkiselalgemaximum: Stephanodiscus astraea

H: 7/9 Maximum af N_2-fixerende blågrønalger: Anabaena spiroides

I: 5/10 N_2-fixerende blågrønalger: Aphanizomenon flos-aquae

J:11/11 Desmidiacé grønalger: Closterium acutum var. variabile

K: 7/12 Maximum af desmidiacé-grønalger: Closterium acutum var. variabile

(Foto: Jeanne Lind)

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON VOLUMENBIOMASSE MM3/L = MG VÅD VÆGT/L

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12	GSN APR-OKT
NOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER													
Tradformer			0.12			0.03	1.07	3.45	8.92	0.88			2.05
Koloniformer								0.99			0.14	0.09	0.14
Blågrønalger i alt			0.12			0.03	1.07	4.44	8.92	0.88	0.14	0.09	2.19
CRYPTOPHYCEAE - REKYLALGER	2.033	0.05		0.084		0.09	0.07		0.03	0.04	0.04	0.04	0.05
CHRYSOPHYCEAE - GULALGER			0.07		0.11	1.44			0.12				0.24
PRYMNESIOPHYCEAE - STILKALGER		0.01	0.22	0.36	0.05			0.02		0.01			0.06
DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER	1.342			0.402	0.162	0.294	1.12	3.48	1.78	2.55	0.026	0.246	1.4
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER													
Volvocales			0.057										
Chlorococcales + Ulothricales	0.003						0.084						0.01
Zygnematales (Desmidiaceae)											0.006	0.01	
Grønalger i alt	0.003		0.057				0.084				0.006	0.01	0.01
UBESTEMTE ARTER SAMT ARTER, DER ER FOR FÅTALLIGE TIL AT BLIVE TALT SÆRSKILT													
6-10 um (d = 7.5 um)	0.093												
TOTAL PHYTOPLANKTON BIOMASSE	3.471	0.06	0.467	0.846	0.322	1.854	2.344	7.94	10.85	3.48	0.212	0.386	3.95

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON VOLUMENBIOMASSE PROCENTVIS SAMMENSÆTNING

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12	GSN APR-OKT
MOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER													
Trådformer			26			2	46	43	82	25			52
Koloniformer								13			66	23	4
Blågrønalger i alt			26			2	46	56	82	25	66	23	56
CRYPTOPHYCEAE - REKYLALGER	58	83		10		5	3		1	1	19	10	1
CHRYSOPHYCEAE - GULALGER			15		34	77			1				6
PRYMNESIOPHYCEAE - STILKALGER		17	47	43	16					1			2
DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER	39			47	50	16	48	44	16	73	12	64	35
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER													
Volvocales			12										
Chlorococcales + Ulothricales							3						
Zygnematales (Desmidiaceae)											3	3	
Grønalger i alt			12				3				3	3	
UBESTEMTE ARTER SAMT ARTER, DER ER FOR FÅTALLIGE TIL AT BLIVE TALT SÆRSKILT													
6-10 um (d = 7.5 um)	3												
TOTAL PHYTOPLANKTON BIOMASSE	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

VANDET SØ 1982
PHYTOPLANKTON VOLUMENBIOMASSE MM3/L (fra Bach, 1982)

DATO:	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	14.7	16.8	13.9	15.10	17.11	13.12	GSN APR-OKT
NOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER												
Anabaena spp. (celler)			0.0002	0.002	0.006	0.009	0.03	0.002	0.002	0.0001	0	0.01
Aphanizomenon flos-aquae					0.004	0.005	0.001	0.006	0.04	0.14	0.11	0.01
Gomphosphaeria naegeliana (kolonier)		0.007	0.007	0.04	0.13	0.15	0.01	0.04	0.08	0.04	0.04	0.07
Microcystis spp. (celler)			0.0001		0.07	0.007	0.08	0.01	0.04	0.06	0.05	0.03
Trådformer i alt		0	0.0002	0.002	0.01	0.014	0.031	0.008	0.042	0.1401	0.11	0.02
Koloniformer i alt		0.007	0.0071	0.04	0.2	0.157	0.09	0.05	0.12	0.1	0.09	0.1
Blågrønalger i alt		0.007	0.0073	0.042	0.21	0.171	0.121	0.058	0.162	0.2401	0.2	0.12
DINOPHYCEAE - FUREALGER												
Ceratium hirundinella			0.04	0.02	0.08	1	0.44	0.08	0.02			0.24
Gymnodinium spp.			0.02	0.07	0.005	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03
Peridinium spp.												
Furealger i alt			0.06	0.09	0.085	1.03	0.45	0.1	0.05	0.04	0.02	0.27
CHRYSOPHYCEAE - GULALGER												
Dinobryon spp.			0.03	2.07	0.25	0.006	0.06	0.009				0.35
DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER												
Eupodiscales - centriske kiselalger:												
Attheya zachariasi						0.09		0.04	0.14	0.01		0.04
Cyclotella spp.	0.7	0.87	2.65	2.94	0.07	0.02	0.18	0.001	0.33	0.26	0.03	0.88
Melosira binderana (celler)	0.11	0.24	0.08	0.3	0.24	0.1	0.05	2.34	0.86	3.2	6.4	0.57
Melosira cfr. italica (celler)	0.02	0.09	0.52	0.05	1.5	0.41	0.3	1.13	0.42	0.06	0.06	0.62
Stephanodiscus astraea	0.11	0.29	0.89	1.75	5.51	0.19	0.02	0.27	2.66	2.28		1.61
Bacillariales - pennate kiselalger:												
Asterionella formosa		0.0002	0.001	0.001	0.002			0.0003	0.006	0.005	0.0007	0.002
Diatoma elongata			0.002	0.002								0.001
Fragilaria crotonensis	0.001	0.02	0.004	0.008	0.04	0.004	0.002	0.01	0.006	0.01	0.002	0.011
Kiselalger i alt	0.941	1.5102	4.147	5.051	7.362	0.814	0.552	3.7913	4.422	5.825	6.4927	3.734

VANDET SØ 1982
PHYTOPLANKTON VOLUMENBIOMASSE MM3/L (fra Bach, 1982)

DATO:	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	14.7	16.8	13.9	15.10	17.11	13.12	
EUGLENOPHYCEAE - ØJEALGER												
Trachelomonas spp.		0.01	0.0003			0.0004	0.0003	0.002	0.0004	0.0003	0.0004	0.001
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER												
Ulothricales:												
Elakatothrix genevensis	0.000	0.0001	0.002	0.003	0.0004	0.0004	0.006	0.0004	0.0004	0.0001	0.0001	0.002
Chlorococcales:												
Ankistrodesmus falcatus	0.000	0.0003	0.001	0.0002	0.0002	0.002	0.04	0.001	0.0008	0.002	0.0005	0.01
Botryococcus braunii			0.003		0.006	0.14	0.01	0.003	0.02	0.005	0.005	0.03
Coelastrum cambricum			0.002	0.004	0.008	0.004	0.01	0.001	0.003	0.002		0.01
Pediastrum spp.		0.03	0.03	0.07	0.14	0.09	0.06	0.07	0.06	0.03	0.02	0.07
Scenedesmus spp.	0.001		0.001	0.002	0.002	0.004	0.001	0.001	0.002		0.003	0.002
Chlorococcale og ulothricale grønalger i alt	0.001	0.0304	0.039	0.0792	0.1566	0.2404	0.127	0.0764	0.0862	0.0391	0.0286	0.124
Zygnematales (Desmidiaceae):												
Closterium aciculare (+ lineticum)				0.001	0.002		0.002	0.002	0.003	0.005	0.003	0.001
Closterium acutum var. variabile							0.0002	0.004	0.0001			0.001
Staurastrum spp.		0.03	0.006	0.012	0.02	0.004	0.001	0.001	0.004	0.001	0.001	0.007
Desmidiaceer i alt	0	0.03	0.006	0.013	0.022	0.004	0.0032	0.007	0.0071	0.006	0.004	0.009
Grønalger i alt	0.001	0.0604	0.045	0.0922	0.1786	0.2444	0.1302	0.0834	0.0933	0.0451	0.0326	0.133
UBESTEMTE ARTER												
Diverse flagellater	0.06	0.12	0.05	0.05	0.35	0.02	0.11	0.04	0.06	0.05	0.03	0.1
TOTAL PHYTOPLANKTON BIOMASSE	1.002	1.7076	4.3396	7.3952	8.4356	2.2858	1.4235	4.0837	4.7877	6.2005	6.7757	4.708

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON VOLUMENBIOMASSE MM3/L = MG VÅD VÆGT/L

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12	1 GSN APR-OKT
MOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER													
Lyngbya contorta			0.12										
Gomphosphaeria naegeliana								0.7			0.14	0.09	0.1
Aphanothece sp. 2								0.29					0.04
Anabaena spiroides						0.03	1.07	3.45	8.42	0.1			1.87
Aphanizomenon flos-aquae									0.5	0.78			0.18
Trådformer i alt	0	0	0.12	0	0	0.03	1.07	3.45	8.92	0.88	0	0	2.05
Koloniformer i alt	0	0	0	0	0	0	0	0.99	0	0	0.14	0.09	0.14
Blågrønalger i alt	0	0	0	0	0	0.03	1.07	3.45	8.92	0.88	0	0	2.05
CRYPTOPHYCEAE - REKYLALGER													
Rhodomonas minuta	2.03	0.05		0.08		0.09	0.07		0.03	0.02	0.04	0.04	0.04
Cryptomonas sp.	0.003												
Katablepharis				0.004						0.02			0.003
Rekylalger i alt	2.033	0.05	0	0.084	0	0.09	0.07	0	0.03	0.04	0.04	0.04	0.043
CHRYSOPHYCEAE - GULALGER													
Synura sp. 2 (celler)			0.07										
Dinobryon sociale					0.11	1.44			0.12				0.24
Gulalger i alt		0	0.07	0	0.11	1.44	0	0	0.12	0	0	0	0.24
PRYMNESIOPHYCEAE - STILKALGER													
Chrysochromulina parva		0.01	0.22	0.36	0.05			0.02		0.01			0.06

2

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON VOLUMENBIOMASSE MM3/L = MG VÅD VÆGT/L

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12	GSN APR-OKT
DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER													
Eupodiscales - Centriske kiselalger:													
Stephanodiscus astraea	1.25			0.39				2.89				0.24	0.47
Cyclotella sp. (d >15 um)								0.42					0.06
Stephanodiscus hantzschii/Cyclotella sp.													
d = 3 - 10 um					0.027	0.004							0.004
d = 11 - 18 um					0.025								0.003
Attheya zachariasi									1.62	2.55			0.6
Bacillariales - Pennate kiselalger:													
Asterionella formosa (celler)	0.092			0.012	0.11				0.16		0.026	0.006	0.04
Fragilaria crotonensis						0.29	1.12	0.17					0.23
Kiselalger i alt	1.342			0.402	0.162	0.294	1.12	3.48	1.78	2.55	0.026	0.246	1.407

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON VOLUMENBIOMASSE MM3/L = MG VÅD VÆGT/L

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12	GSN APR-OKT
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER													
Volvocales:													
Chlamydomonas sp. 1			0.022										
Chlamydomonas sp. 2			0.035										
Volvocales i alt			0.057										
Chlorococcales:													
Monoraphidium sp.	0.003												
Oocystis lacustris							0.067						0.01
Eutetramorus fottii							0.016						0.002
Oocystis sp.													
Ulothricales:													
Ankyra judayi							0.001						0.0001
Chlorococcales + Ulothric. i alt	0.003						0.084						0.0121
Zygnematales (Desmidiaceae):													
Closterium acutum var. variabile											0.006	0.01	0.0122
Grønalger i alt	0.003	0	0.057				0.084				0.006	0.01	0.0244
UBESTEMTE ARTER SAMT ARTER, DER ER FOR FÅTALLIGE TIL AT BLIVE TALT SÆRSKILT													
6-10 um (d = 7.5 um)	0.093												0.0488
TOTAL PHYTOPLANKTON BIOMASSE	3.471	0.06	0.347	0.846	0.322	1.854	2.344	6.95	10.85	3.48	0.072	0.296	3.8732

VANDET SØ 1982
PHYTOPLANKTON SPECIFIKKE VOLUMENER UM3 (fra Bach, 1982)

DATO:		15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	14.7	16.8	13.9	15.10	17.11	13.12
NOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER												
Anabaena spp. (celler)	100											
Aphanizomenon flos-aquae (lum trich	10											
Gomphosphaeria naegeliana (kolonier	7000											
Microcystis spp. (celler)	100											
DINOPHYCEAE - FUREALGER												
Ceratium hirundinella*	40000											
Gymnodinium spp.	16700											
Peridinium spp.	35000											
CHRYSOPHYCEAE - GULALGER												
Dinobryon spp.	3000											
DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER												
Eupodiscales - centriske kiselalger:												
Attheya zachariasi	10000											
Cyclotella spp.		1000	1000	5000	600	2000	1000	600	50	3000	1200	1200
Melosira binderana (celler)	3200											
Melosira cfr. italica (celler)	4700											
Stephanodiscus astraea	19000											
Bacillariales - pennate kiselalger:												
Asterionella formosa	100											
Diatoma elongata	800											
Fragilaria crotonensis	500											
EUGLENOPHYCEAE - ØJEALGER												
Trachelomonas spp.	400											

VANDET SØ 1982
PHYTOPLANKTON SPECIFIKKE VOLUMENER UM3 (fra Bach, 1982)

DATO:		15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	14.7	16.8	13.9	15.10	17.11	13.12
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER												
Ulotnricales:												
Elakatothrix genevensis	35											
Chlorococcales:												
Ankistrodesmus falcatus	30											
Botryococcus braunii **	10000											
Coelastrum cambricum	3900											
Pediastrum spp.			50800	29100	34400	27000	30000	30000	34200	30700	16600	19700
Scenedesmus spp. (coenobium)		300	300	300	300	300	300	70	150	250	280	400
Zygnematales (Desmidiaceae):												
Closterium aciculare (+ lineticum)	2700											
Closterium acutum var. variabile	120											
Staurastrum spp.			8600	6200	6200	6200	5400	5400	5500	4000	4000	4000
UBESTEMTE ARTER												
Diverse flagellater	100											

* Volumen efter Blomqvist et al. 1981
** Volumen efter Wetzel 1975

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTERNES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. UM OG UM3
d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, st.d. = standard afvigelse

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
NOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER												
Lyngbya contorta												
Spiralformet cylinder												
diameter af spiral			9									
st.d.			2									
diameter af tråd			1.1									
st.d.			0									
antal vindinger			3									
st.d.			2									
volumen			77									
Anabaena spiroides (celler)												
Cylinder												
l						7	8	6	7.4	7		
st.d.						1	2	2	0.7	1		
b						7	6	5	5.6	7		
st.d.						1	0.7	2	0	1		
volumen						236	213	114	182	247		
Aphanizomenon flos-aquae (tråde)												
Cylinder												
l									167	191		
st.d.									68	66		
d									4	4		
st.d.									0.7	0.7		
volumen									2200	2500		
Aphanothece sp. 2 (koloni)												
Kugle x faktor C1												
d								47				
st.d.								20				
faktor < 1:								0.5				
volumen								6800				
Gomphosphaeria naegeliana												
Kugleskal												
stor diameter								27			29	30
st.d.								3			3	4
lille diameter								18			19	22
st.d.								3			3	5
volumen								7400			8400	8900

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTERNES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. UM OG UM3
d = diameter, l = længde, b = bredde, st.d. = standard afvigelse

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
REKYLALGER												
Rhodomonas minuta efter Willén 1976												
l	12.2	11.5		10.4		11.5	10.4		8.5	10.7	11.8	11.8
st.d.	2	0.7		2		2	2		2	2	0.7	2
b	7	7		6.3		5.6	5.2		5.2	5.9	5.9	6.3
st.d.	0.8	0.7		1		0.7	0.7		1	0.7	1	2
volumen	201	192		141		117	147		79	124	134	155
Cryptomonas sp.												
Rotationsellipsoide m. elliptisk tværsnit												
l	24											
st.d.	4											
b	13											
st.d.	3											
volumen	136											
Katablepharis												
Rotationsellipsoide												
l				8						7		
st.d.				2						1		
b				6						5		
st.d.				1						2		
volumen				133						89		
GULALGER												
Dinobryon sociale												
Rotationsellipsoide												
l					16	16			16			
st.d.					3	3			3			
b					5.9	6			7			
st.d.					0.7	1			0.7			
volumen					290	339			418			
Synura sp. 2 (celler)												
Ellipsoide												
l			16									
st.d.			3									
d			9									
st.d.			2									
volumen			617									

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTERNES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. UM OG UM3
d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, st.d. = standard afvigelse

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
STILKALGER												
Chrysochromulina parva												
Kugle												
d		4	5	5	4			4.1		4		
st.d.		1	0.7	1	0			0.7		1		
volumen		47	74	58	27			36		45		
KISELALGER												
Centriske:												
Stephanodiscus astraea												
Cylinder												
d	48			48				49				44
st.d.	5			6				5				3
h (1/3 af diam.)	16			16				16				15
st.d.												
volumen	29500			28400				31200				22900
Cyclotella/Stephanodiscus hantzschii 3-10 um												
Cylinder												
d					8	8						
st.d.					2	2						
h					0.7	0.7						
volumen					33	36						
Cyclotella/Stephanodiscus hantzschii 10-18 um												
Cylinder												
d					12							
st.d.					2							
h					1							
volumen					129							
Cyclotella sp. < 15 um												
Cylinder												
d								28				
st.d.								3				
h								9				
volumen								5600				

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTERNES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. UM OG UM3
d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, st.d. = standard afvigelse

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
KISELALGER FORTSAT												
Attheya zachariasi												
Cylinder m. elliptisk tværsnit												
l									52	60		
st.d.									10	16		
b									25	23		
st.d.									5	4		
h									2	2		
volumen									6100	6400		
Pennate:												
Asterionella formosa (celler)												
kasse												
l	80			78	73				78		71	73
st.d.	6			5	6				7		4	2
b	3.7			2.2	3				3		4	3.7
st.d.	0			0.7	1				0.7		0	0
h = b	3.7			2.2	3				3		4	3.7
volumen	1090			380	660				851		978	993
Fragilaria crotonensis (celler)												
kasse												
l						94	98	102				
st.d.						10	10	14				
b						4.4	4	4.4				
st.d.						0.7	1	0.7				
h = b						4.4	4	4.4				
volumen						1800	1900	2000				

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTERNES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. UM OG UM3
d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, st.d. = standard afvigelse

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
GRØNALGER												
Volvocales:												
Chlamydomonas sp. 1												
Rotationsellipsoide												
l			7									
st.d.			2									
d			4									
st.d.			1									
volumen			75									
Chlamydomonas sp. 2												
Rotationsellipsoide												
l			9									
st.d.			1									
d			7									
st.d.			1									
volumen			228									
Chlorococcales:												
Monoraphidium sp.												
2 x kegle												
l	29											
st.d.	4											
d	3.7											
st.d.	0											
volumen	204											
Oocystis lacustris (celler)												
Rotationsellipsoide												
l							13					
st.d.							3					
b							9					
st.d.							4					
volumen							477					
Eutetramorus fottii (celler)												
Kugle												
d							4					
st.d.							2					
volumen							27					

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTERNES DIMENSIONER OG SPECIFIKKE VOLUMENER I HHV. UM OG UM3
d = diameter, l = længde, b = bredde, h = højde, st.d. = standard afvigelse

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
GRØNALGER FORTSAT												
Chlorococcales fortsat:												
Ankyra anchora												
Rotationsellipsoide												
l							12					
st.d.							2					
b							3					
st.d.							1					
volumen							41					
Zygnematales (Desmidiaceae):												
Closterium acutum var. variabile												
l											114	113
st.d.											12	10
b											3.7	3.7
st.d.											0	0
volumen											407	406

VANDET SØ 1982
PHYTOPLANKTON ANTAL/ML (fra Bach, 1982)

DATO:	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	14.7	16.8	13.9	15.10	17.11	13.12
NOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER											
Anabaena spp. (celler)			2	15	59	92	250	16	19	0.5	
Aphanizomenon flos-aquae (um)					360	500	130	560	3500	14000	11000
Gomphosphaeria naegeliana (kolonier)		1	1	6	18	22	2	5	11	6	5
Microcystis spp. (celler)			1		670	66	820	98	360	570	450
DINOPHYCEAE - FUREALGER											
Ceratium hirundinella			0.1	0.4	2	25	11	2	0.5		
Gymnodinium spp.			1	4	0.3	2	0.6	1	2	2	1
Peridinium spp.											
CHRYSOPHYCEAE - GULALGER											
Dinobryon spp.			11	690	84	2	19	3			
DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER											
Eupodiscales - centriske kiselalger:											
Attheya zachariasi						9		4	14	1	
Cyclotella spp.	700	870	530	4900	34	21	300	25	110	220	21
Melosira binderana (celler)	33	74	24	94	73	30	16	730	270	1000	2000
Melosira cfr. italica (celler)	4	18	110	11	320	87	63	240	89	12	12
Stephanodiscus astraea	6	15	47	92	290	10	0.8	14	140	120	
Bacillariales - pennate kiselalger:											
Asterionella formosa	0.9	2	6	10	23			3	60	50	7
Diatoma elongata			3	2							
Fragilaria crotonensis	2	4	7	15	77	8	3	19	12	28	3
EUGLENOPHYCEAE - ØJEALGER											
Trachelomonas spp.	0.8	3	0.8			1	0.8	4	1	0.8	1

VANDET SØ 1982
PHYTOPLANKTON ANTAL/ML (fra Bach, 1982)

DATO:	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	14.7	16.8	13.9	15.10	17.11	13.12
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER											
Ulothricales:											
Elakatothrix genevensis	8	4	43	98	10	10	18	11	10	4	3
Chlorococcales:											
Ankistrodesmus falcatus	4	11	21	8	8	57	1400	39	26	46	17
Botryococcus braunii			0.3		0.6	14	1	0.3	2	0.5	0.5
Coelastrum cambricum			0.5	1	2	1	3	0.3	0.7	0.4	
Pediastrum spp.		0.5	0.9	2	5	3	2	2	2	2	1
Scenedesmus spp. (coenobier)	3	15	4	5	6	12	8	9	8	0.1	8
Zygnematales (Desmidiaceae):											
Closterium aciculare (+ limeticum)				0.2	0.6		0.7	0.7	1	2	1
Closterium acutum var. variabile							2	29	0.4		
Staurastrum spp.		0.4	0.9	2	3	8	0.2	0.1	1	2	0.3
UBESTEMTE ARTER											
Diverse flagellater	580	1200	540	540	3500	220	1100	400	620	490	280

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTSLISTE SAMT ANTAL/ML

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
NOSTOCOPHYCEAE - BLÅGRØNALGER												
Aphanizomenon flos-aquae	x		x	x	x			x	230	320	x	
Lyngbya limnetica	x					x	x	x	x	x		
Lyngbya contorta			1500	x	x							
Oscillatoria limnetica			x									
Gomphosphaeria naegeliana				x	x	x	x	90	x	x	20	10
Aphanothece sp. 2					x		x	40	x	x		
Anabaena spiroides					x	140	5020	30000	46000	400		
Gomphosphaeria aponina						x	x	x	x	x	x	
Chroococcus limneticus								x	x	x	x	
Microcystis wesenbergii								x	x	x	x	x
CRYPTOPHYCEAE - REKYLALGER												
Rhodomonas minuta	1010	250	x	570	x	730	450	x	430	200	310	240
Cryptomonas sp.	21	x	x	x		x	x		x	x	x	x
Katablepharis		x	x	30	x	x		x	x	250	x	x
DINOPHYCEAE - FUREALGER												
Gymnodinium helveticum	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x
Dinophyceae sp. 1	x	x	x	x				x				
Dinophyceae sp. 2		x	x									
Peridinium sp. 1			x									
Ceratium hirundinella				x	x	x	x	x	x	x		
Dinophyceae spp.						x			x			
Peridinium spp.							x	x		x		x
CHRYSOPHYCEAE - GULALGER												
Chrysococcus sp.	x		x	x				x				
Synura sp. 1	x											
Chrysochromulina parva		290	3000	6200	1800	x	x	530	x	250	x	x
Synura sp. 2 (celler)			110									
Dinobryon sp.				x		x						
Dinobryon sociale					390	4200	x	x	290	x		
Dinobryon sertularia					x							
Dinobryon sociale, cyster									x			

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTSLISTE SAMT ANTAL/ML

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
PRYMNESIOPHYCEAE - STILKALGER												
Chrysochromulina parva		290	3000	6200	1800			530		240		
DIATOMOPHYCEAE - KISELALGER												
Eupodiscales - Centriske kiselalger:												
Stephanodiscus astraea	42	X		10	X	X	X	90	X	X	X	10
Melosira granulata	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Steph.hantzschii/Cyclotella 3-10 um	X	X		X	810	X	X	X	X	X	X	X
Steph.hantzschii/Cyclotella 11-18um	X	X		X	190	X	X	X	X	X	X	X
Cyclotella sp. > 15 um	X	X			X		X	80	X	X	X	X
Attheya zachariasi							X	X	270	400	X	X
Cyclotella comta								X			X	X
Bacillariales - Pennate kiselalger:												
Asterionella formosa (celler)	85	X		30	170	X	X	X	190	X	30	10
Navicula sp.	X											
Fragilaria crotonensis	X			X	X	160	590	80	X	X	X	X
Diatoma sp. 1			X	X							X	
Fragilaria construens			X	X		X		X	X	X	X	X
Synedra acus var. angustissima				X								
Synedra spp.					X			X				
Fragilaria virescens							X					
Fragilaria capucina							X					
EUGLENOPHYCEAE - ØJEALGER												
Euglena sp.			X									
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER												
Volvocales:												
Chlamydomonas sp. 1		X	290	X								
Chlamydomonas sp. 2		X	150					X	X	X	X	
Carteria cordiformis							X					
Chlamydomonas spp.								X		X		
Ulothricales:												
Elakatothrix genevensis	X				X		X	X		X	X	X
Koliella sp.		X										
Elakatothrix gelatinosa							X					

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON ARTSLISTE SAMT ANTAL/ML

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
CHLOROPHYCEAE - GRØNALGER, forts..												
Chlorococcales:												
Pediastrum duplex	X			X			X	X		X	X	X
Monoraphidium contortum	X		X	X	X	X		X	X	X		
Monoraphidium sp.	10	X		X		X		X		X	X	X
Scenedesmus quadricauda	X	X		X		X	X	X	X			
Dictyosphaerium ehrenbergianum	X											
Oocystis lacustris	X			X	X	X	140	X	X	X	X	X
Tetrastrum triangulare	X		X	X	X		X	X	X	X	X	
Coelastrum astroideum	X											
Pediastrum kawraiskyi			X									
Scenedesmus acuminatus			X	X								
Pediastrum tetras			X	X								
Pediastrum boryanum				X	X	X	X	X	X		X	
Westella botryoides				X								
Scenedesmus sp.						X		X	X	X	X	X
Selenastrum capricornutum						X						
Eutetramorus fottii						X	580	X	X			X
Oocystis sp.						X			X			
Coelastrum microporum							X	X	X			
Kirchneriella obesa							X	X	X	X		
Ankyra judayi							150	X	X			
Kirchneriella irregularis								X				
Ankistrodesmus falcatus								X				
Dictyosphaerium sp.								X	X			
Dictyosphaerium pulchellum									X	X		
Zygnematales (Desmidiaceae):												
Staurastrum spp.	X			X		X	X	X	X	X	X	X
Closterium acutum	X	X		X	X			X	X			
Cosmarium depressum					X		X	X				
Closterium aciculare					X	X	X	X	X		X	X
Micrasterias sp.							X					
Closterium acutum var. variabile								X	X	X	20	20
Mougeotia sp.							X	X	X	X		
UBESTEMTE ARTER SAMT ARTER, DER ER FOR FÅTALLIGE TIL AT BLIVE TALT SÆRSKILT												
1-5 um (3.5)					X		X	X	X			
6-10 um (7.5)	420				X	X	X	X	X	X	X	X
11-15 um	X						X	X				

VANDET SØ 1982
PHYTOPLANKTON STØRRELSESSAMMENSÆTNING BASERET PÅ ANTAL/ML (fra Bach, 1982)

DATO:	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	14.7	16.8	13.9	15.10	17.11	13.12
< 20 UM:											
Microcystis spp. (celler)			1		670	66	820	98	360	570	450
Diverse flagellater	580	1200	540	540	3500	220	1100	400	620	490	280
Cyclotella spp.	700	870	530	4900	34	21	300	25	110	220	21
Dinobryon spp.			11	690	84	2	19	3			
< 20 MU I ALT	1280	2070	1082	6130	4288	309	2239	526	1090	1280	751
20 - 50 UM:											
Elakatothrix genevensis	8	4	43	98	10	10	18	11	10	4	3
Trachelomonas spp.	0.8	3	0.8			1	0.8	4	1	0.8	1
Gomphosphaeria naegeliana (kolonier)		1	1	6	18	22	2	5	11	6	5
Ankistrodesmus falcatus	4	11	21	8	8	57	1400	39	26	46	17
Gymnodinium spp.			1	4	0.3	2	0.6	1	2	2	1
Peridinium spp.											
Scenedesmus spp. (coenobier)	3	15	4	5	6	12	8	9	8	0.1	8
Coelastrum cambricum			0.5	1	2	1	3	0.3	0.7	0.4	
Pediastrum spp.		0.5	0.9	2	5	3	2	2	2	2	1
Stephanodiscus astraea	6	15	47	92	290	10	0.8	14	140	120	
20 - 50 UM I ALT	21.8	49.5	119.2	216	339.3	118	1435.	85.3	200.7	181.3	36
> 50 UM:											
Botryococcus braunii			0.3		0.6	14	1	0.3	2	0.5	0.5
Staurastrum spp.		0.4	0.9	2	3	8	0.2	0.1	1	2	0.3
Attheya zachariasi						9		4	14	1	
Asterionella formosa	0.9	2	6	10	23			3	60	50	7
Diatoma elongata			3	2							
Fragilaria crotonensis	2	4	7	15	77	8	3	19	12	28	3
Ceratium hirundinella			0.1	0.4	2	25	11	2	0.5		
Closterium acutum var. variabile							2	29	0.4		
Closterium aciculare (+ limeticum)				0.2	0.6		0.7	0.7	1	2	1
Anabaena spp. (tråde a 20 celler)			0.1	0.8	3	5	13	0.8	1	0.03	
Melosira binderana (tråde a 10 celler)	3	7	2	9	7	3	2	73	27	100	200
Melosira cfr. italica (tråde a 10 celler)	0.4	2	11	1	32	9	6	24	9	1	1
Aphanizomenon flos-aquae (tråde a 190 um)					2	3	0.8	3	18	74	58
> 50 UM I ALT	6.3	15.4	30.4	40.4	150.2	84	39.7	158.9	145.9	258.53	270.8

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON STØRRELSESFORDELING BASERET PÅ ANTAL/ML

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12
< 20 UM:												
Chrysochromulina parva		290	3000	6200	1800			530		240		
Eutetramorus fottii							580					
Chlamydomonas sp. 1			290									
Ubestemte arter 6-10 um	420											
Katablepharis				30						250		
Steph.hantzschii/Cyclotella 3-10 um					810							
Chlamydomonas sp. 2			150									
Rhodomonas minuta	1010	250		570		730	450		430	200	310	240
Steph.hantzschii/Cyclotella 11-18um					190							
Ubestemte arter 11-15 um												
Oocystis lacustris							140					
Dinobryon sociale					390	4200			290			
< 20 UM I ALT	1430	540	3440	6800	3190	4930	1170	530	720	690	310	240
20 - 50 UM:												
Cryptomonas sp.	21											
Cyclotella sp. > 15 um								80				
Gomphosphaeria naegeliana								90			20	10
Monoraphidium sp.	10											
Synura sp. 2 (coenobier a 12 celler)			9									
Lyngbya contorta (trichomer a 5 vindinger)			300									
Aphanothece sp. 2								40				
Stephanodiscus astraea	42			10				90				10
20 - 50 UM I ALT	73	0	309	10	0	0	0	300	0	0	20	20
> 50 UM:												
Attheya zachariasi									270	400		
Asterionella formosa (celler)	85			30	170				190		30	10
Anabaena spiroides (trichomer a 10 celler)						14	502	3000	4600	40		
Fragilaria capucina												
Fragilaria crotonensis						160	590	80				
Closterium acutum var. variabile											20	20
Aphanizomenon flos-aquae									230	320		
> 50 UM I ALT:	85	0	0	30	170	174	1092	3080	5290	760	50	30

VANDET SØ 1982
PHYTOPLANKTON STØRRELSESSAMMENSÆTNING BASERET PÅ VOLUMEBIOMASSE I MM3/L (fra Bach, 1982)

DATO:	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	14.7	16.8	13.9	15.10	17.11	13.12	GSN APR-OKT
< 20 UM:												
Microcystis spp. (celler)			0.0001		0.07	0.007	0.08	0.01	0.04	0.06	0.05	0.03
Diverse flagellater	0.06	0.12	0.05	0.05	0.35	0.02	0.11	0.04	0.06	0.05	0.03	0.1
Cyclotella spp.	0.7	0.87	2.65	2.94	0.07	0.02	0.18	0.001	0.33	0.26	0.03	0.88
Dinobryon spp.			0.03	2.07	0.25	0.006	0.06	0.009				0.35
< 20 MU I ALT	0.76	0.99	2.7301	5.06	0.74	0.053	0.43	0.06	0.43	0.37	0.11	1.36
20 - 50 UM:												
Elakatothrix genevensis	0.0003	0.0001	0.002	0.003	0.0004	0.0004	0.006	0.0004	0.0004	0.0001	0.0001	0.002
Trachelomonas spp.		0.01	0.0003			0.0004	0.000	0.002	0.0004	0.0003	0.0004	0.001
Gomphosphaeria naegeliana		0.007	0.007	0.04	0.13	0.15	0.01	0.04	0.08	0.04	0.04	0.07
Ankistrodesmus falcatus	0.0001	0.0003	0.001	0.0002	0.0002	0.002	0.04	0.001	0.0008	0.002	0.0005	0.01
Gymnodinium spp.			0.02	0.07	0.005	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03
Peridinium spp.												
Scenedesmus spp.	0.001		0.001	0.002	0.002	0.004	0.001	0.001	0.002		0.003	0.002
Coelastrum cambricum			0.002	0.004	0.008	0.004	0.01	0.001	0.003	0.002		0.01
Pediastrum spp.		0.03	0.03	0.07	0.14	0.09	0.06	0.07	0.06	0.03	0.02	0.07
Stephanodiscus astraea	0.11	0.29	0.89	1.75	5.51	0.19	0.02	0.27	2.66	2.28		1.61
20 - 50 UM I ALT	0.1114	0.3374	0.9533	1.9392	5.7956	0.4708	0.157	0.4054	2.8366	2.3944	0.084	1.805
> 50 UM:												
Botryococcus braunii			0.003		0.006	0.14	0.01	0.003	0.02	0.005	0.005	0.03
Staurastrum spp.		0.03	0.006	0.012	0.02	0.004	0.001	0.001	0.004	0.001	0.001	0.007
Attheya zachariasi						0.09		0.04	0.14	0.01		0.04
Asterionella formosa		0.0002	0.001	0.001	0.002			0.0003	0.006	0.005	0.0007	0.002
Diatoma elongata			0.002	0.002								0.001
Fragilaria crotonensis	0.001	0.02	0.004	0.008	0.04	0.004	0.002	0.01	0.006	0.01	0.002	0.011
Ceratium hirundinella			0.04	0.02	0.08	1	0.44	0.08	0.02			0.24
Closterium acutum var. variabile							0.000	0.004	0.0001			0.001
Closterium aciculare (+ limeticum)				0.001	0.002		0.002	0.002	0.003	0.005	0.003	0.001
Anabaena spp.			0.0002	0.002	0.006	0.009	0.03	0.002	0.002	0.0001	0	0.01
Melosira binderana	0.11	0.24	0.08	0.3	0.24	0.1	0.05	2.34	0.86	3.2	6.4	0.57
Melosira cfr. italica	0.02	0.09	0.52	0.05	1.5	0.41	0.3	1.13	0.42	0.06	0.06	0.62
Aphanizomenon flos-aquae					0.004	0.005	0.001	0.006	0.04	0.14	0.11	0.01
> 50 UM I ALT	0.131	0.3802	0.6562	0.396	1.9	1.762	0.836	3.6183	1.5211	3.4361	6.5817	1.543

VANDET SØ 1987
PHYTOPLANKTON STØRRELSESSAMMENSÆTNING BASERET PÅ VOLUMENBIOMASSE I MM3/L

DATO:	20.1	9.2	9.3	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	7.12	GSN APR-OKT
< 20 UM:													
Stephanodiscus hantzschii/Cyclotella sp.													
Chrysochromulina parva		0.01	0.22	0.36	0.05			0.02		0.01			0.06
Eutetramorus fottii							0.016						0.002
Chlamydomonas sp. 1			0.022										0
Ubestemte arter 6 - 10 um	0.093												0
Ubestemte arter 3 - 10 um					0.027	0.004							0.004
Katablepharis				0.004						0.02			0.003
Chlamydomonas sp. 2			0.035										0
Rhodomonas minuta	2.03	0.05		0.08		0.09	0.07		0.03	0.02	0.04	0.04	0.04
d = 11 - 18 um					0.025								0.003
Ankyra judayi							0.001						0.0001
Monoraphidium sp.	0.003												
Oocystis lacustris							0.067						0.01
Dinobryon sociale					0.11	1.44			0.12				0.24
< 20 UM I ALT	2.126	0.05	0.057	0.084	0.162	1.534	0.154	0	0.15	0.04	0.04	0.04	0.36
20 - 50 UM:													
Cryptomonas sp.	0.003												
Cyclotella sp. (d >15 um)								0.42					0.06
Gomphosphaeria naegeliana								0.7			0.14	0.09	0.1
Stephanodiscus astraea	1.25			0.39				2.89				0.24	0.47
Synura sp. 2 (celler)			0.07										0
Lyngbya contorta			0.12										
Aphanothece sp. 2								0.29					0.04
20 - 50 UM I ALT	1.253	0	0.19	0.39	0	0	0	4.3	0	0	0.14	0.33	0.67
> 50 UM:													
Attheya zachariasi									1.62	2.55			0.6
Asterionella formosa (celler)	0.092			0.012	0.11				0.16		0.026	0.006	0.04
Anabaena spiroides						0.03	1.07	3.45	8.42	0.1			1.87
Fragilaria crotonensis						0.29	1.12	0.17					0.23
Closterium acutum var. variabile											0.006	0.01	0
Aphanizomenon flos-aquae									0.5	0.78			0.18
> 50 UM I ALT:	0.092	0	0	0.012	0.11	0.32	2.19	3.62	10.7	3.43	0.032	0.016	2.92

VANDET SØ 1987
ZOOPLANKTON BIOMASSE MM3/L = MG VÅD VÆGT/L
BLANDINGSPRØVE

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12	GSN APRIL-NOV
CILIATER I ALT	0.01	0.06	0.1	0.03	0.06	0.04	0.07	0.03	0.002	0.05
ROTATORIER I ALT	0.01	0.04	0.09	0.03	0.09	0.06	0.03	0.22	0.002	0.07
CLADOCERER										
Bosmina coregoni	0.04	0.02	0.87	0.5	0.01		0.01	0.02		0.18
Daphnia galeata			2.73	6.12			3.24	5.23		1.71
Daphnia cucullata			0.43	0.64	0.15	0.21	0.18	0.13		0.2
Daphnia hyalina	0.05		0.57	0.31			0.21	0.66		0.21
Chydorus sphaericus					0.01	0.06	0.01	0.01		0.01
Øvrige cladocerer					0.09	0.08	0.09	0.02		0.04
CLADOCERER I ALT	0.08	0.02	4.6	7.57	0.26	0.35	3.74	6.08		2.35
COPEPODER										
Eudiaptomus graciloides	0.08	0.16	0.97	1.47	0.76	1.06	0.67	0.8		0.75
Cyclopoide copepoder	0.004	0.03	0.22	0.38	0.17	0.37	0.27	0.05		0.25
COPEPODER I ALT	0.09	0.2	1.18	1.85	0.93	1.43	0.93	0.85		0.99
TOTAL ZOOPLANKTON BIOMASSE	0.19	0.32	5.97	9.48	1.34	1.88	4.77	7.18	0.004	3.46

VANDET SØ 1987
ZOOPLANKTON BIOMASSE PROCENTVIS SAMMENSÆTNING
BLANDINGSPRØVE

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12	GSN APRIL-NOV
CILIATER I ALT										
% af total	5	19	2	0.3	5	2	2	0.4	-	1
ROTATORIER I ALT										
% af total	5	13	2	0.3	7	3	1	3	-	2
CLADOCERER										
Bosmina coregoni										
% af cladocerer	50	100	19	7	4		0.3	0.3		7
Daphnia galeata										
% af cladocerer			59	81			87	86		73
Daphnia cucullata										
% af cladocerer			9	9	58	62	5	2		9
Daphnia hyalina										
% af cladocerer	62		12	4			6	11		9
Chydorus sphaericus										
% af cladocerer					4	18	0.3	0.2		0.4
Øvrige cladocerer										
% af cladocerer					35	24	2	0.3		2
CLADOCERER I ALT										
% af total	42	6	77	80	19	18	78	85		68
COPEPODER										
Eudiaptomus graciloides										
% af copepoder	95	83	82	79	82	74	72	95		75
Cyclopoide copepoder										
% af copepoder	5	17	18	21	18	26	28	5		25
COPEPODER I ALT										
% af total	47	63	20	20	69	76	19	12	-	29

VANDET SØ 1987
ZOOPLANKTON FØDEOPTAGELSE MG VÅD VÆGT/L X DAG
BLANDINGSPRØVE

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12	GSN APRIL-NOV
CILIATER I ALT	0.05	0.3	0.5	0.15	0.3	0.2	0.35	0.15	0.01	0.25
ROTATORIER I ALT	0.02	0.08	0.18	0.06	0.18	0.12	0.06	0.01	0.02	0.14
CLADOCERER										
Bosmina coregoni	0.04	0.02	0.87	0.5	0.01		0.01	0.02		0.18
Daphnia galeata			2.73	6.12			3.24	5.23		1.71
Daphnia cucullata			0.43	0.64	0.15	0.21	0.18	0.13		0.2
Daphnia hyalina	0.05		0.56	0.31			0.21	0.66		0.21
Øvrige cladocerer					0.01	0.14	0.1	0.02		0.3
CLADOCERER I ALT	0.08	0.02	4.6	7.57	0.18	0.35	3.74	6.08		2.36
COPEPODER										
Eudiaptomus graciloides	0.04	0.08	0.49	0.74	0.38	0.53	0.34	0.4		0.38
Cyclopoide copepoder	0.002	0.02	0.11	0.19	0.09	0.19	0.14	0.03		0.12
COPEPODER I ALT	0.05	0.1	0.59	0.93	0.47	0.72	0.47	0.43		0.5
TOTAL ZOOPLANKTON FØDEOPTAGELSE /DAG	0.2	0.5	5.87	8.7	1.13	1.39	4.62	6.67	0.03	3.25

VANDET SØ 1987
ZOOPLANKTON FØDEOPTAGELSE PROCENTVIS SAMMENSÆTNING GSN
BLANDINGSPRØVE

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12	APRIL-NOV
CILIATER I ALT										
% af total	25	60	9	2	27	15	8	2	33	8
ROTATORIER I ALT										
% af total	10	16	3	1	16	9	1	0.1	67	4
CLADOCERER										
Bosmina coregoni										
% af cladocerer	50	100	19	7	6		0.3	0.3		3
Daphnia galeata										
% af cladocerer			59	81			87	86		72
Daphnia cucullata										
% af cladocerer			9	9	58	62	5	2		9
Daphnia hyalina										
% af cladocerer	62		12	4			6	11		13
CLADOCERER I ALT										
% af total	40	4	78	87	16	25	81	91		73
COPEPODER										
Eudiaptomus graciloides										
% af copepoder	80	80	83	80	81	74	71	93		76
Cyclopoide copepoder										
% af copepoder	4	20	19	20	19	26	29	7		24
COPEPODER I ALT										
% af total	25	20	10	11	42	52	10	6		15
PHYTOPLANKTON										
kulstofbiomasse mg C/l*	0.09	0.2	0.2	0.4	0.55	1.35	0.3	0.06		0.4
GRÆSNING										
% af phytoplankton kulstofbiomasse	11	17	138	124	10	5	77	(555)		

* = 30 x klorofyl-a koncentration, fraset blågrønalger
= 50 x klorofyl-a koncentration, for blågrønalger

VÆNDET SØ 1987

Zooplankton fødeoptagelse pr. dag i procent af biomasse for forskellige taxonomiske grupper

Ciliater	300 % / dag
Rotatorier	200 % / dag
Cladocerer	100 % / dag
Copepoder	50 % / dag

VANDET SØ 1987
ZOOPLANKTON
ARTERNES DIMENSIONER I UM OG VOLUMEN
I 10-3 UM3/INDIVID
l=længde, d=diameter, b=bredde

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12
CILIATER									
ciliater <20 um									
d	19	17	14	15	15	20	17	18	14
volumen π/6 x d3	3.59	2.57	1.42	1.76	1.76	4.16	2.57	3.05	1.44
ciliater 20-40 um									
d	30	40	32	31	25	31	31	35	33
volumen π/6 x d3	14.04	33.28	17.04	15.5	8.13	15.5	15.5	22.45	18.82
ciliater >40 um									
d		46	40	50	40	41	49	63	43
volumen π/12 x d3		28.06	16.64	32.5	16.64	17.06	30.8	65.45	25.66
ciliater <20 um epifyt.									
d			20	20	20	19	20		
volumen π/6 x d3			4.16	41.7	41.6	3.56	4.19		
ciliater >20 um epifyt.									
d			29	30	31	30	45	29	
volumen π/6 x d3			14.04	14.14	14.16	14.14	47.71	13.99	
Askenasia sp.									
d	22	25	40	31	31	31	39	20	20
volumen π/6 x d3	5.54	8.13	33.28	15.6	15.5	15.6	31.06	4.19	4.19
Didinium sp.									
d	42								
volumen π/6 x d3	38.53								
Strombidium sp.	38	40	41	36	37	32	41	64	
b	44	53	55	44	56	48	57	67	
l	16.52	22.05	24.04	18.2	19.93	12.78	25.09	71.85	
volumen π/6 x b2 x l									
Tintinnopsis lacustris									
b		15			25	25			
l		75			34	34			
volumen π/4 x b2 x l		12.91			16.7	16.69			
Tintinnidium fluviatile									
b	15								
l	73								
volumen π/4 x b x l	12.89								

VANDET SØ 1987 2
ZOOPLANKTON
ARTERNES DIMENSIONER I UM OG VOLUMEN
I 10-3 UM3/INDIVID
l=længde, d=diameter, b=bredde

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.3	7.9	5.10	11.11	2.12
Euplotes patella									
b	37								
d	44								
volumen π/4 x b2 x l	47.33								
Epistylis rotans									
d					42	41			
volumen π/6 x d3					38.79	36.09			
Vorticella sp.									
d		43							
volumen π/6 x d3		3.85							
ROTATORIA									
Keratella cochlearis									
l	83	108	107	94	86	89	110	98	104
volumen 0.02 x l3	11.44	25.19	24.5	16.61	12.72	14.1	26.62	18.82	22.5
Keratella quadrata									
l		136	147	136		135			
volumen 0.03 x l3		553.4	698.83	553.4		540.1			
Kellicottia longispina									
l	125	112	121	115	122	118	131	127	
volumen o.o3 x l3	58.59	42.15	53.15	45.63	54.58	49.29	67.44	61.45	
Euchlanis dilatata									
l			120						
volumen o.1 x l3			316						
Trichocerca rousseleti									
b				35	35	35	33	33	
l				69	69	68	70	70	
volumen 0.52 x b2 x l				43.95	43.95	43.5	42.9	42.9	
Trichocerca porcellus									
b					59	59	59		
l					133	133	133		
volumen 0.52 x b2 x l					240.75	240.75	240.75		

VANDET SØ 1987 3
ZOOPLANKTON
ARTERNES DIMENSIONER I UM OG VOLUMEN
I 10-3 UM3/INDIVID
l=længde, d=diameter, b=bredde

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12
Trichocerca similis									
b				61	51	51	51		
l				185	167	167	167		
volumen o.52 x b2 x l				357.96	225.87	225.87	225.87		
Trichocerca stylata									
b				30	30				
l				37	37				
volumen o.52 x b2 l				17.32	17.32				
Asplanchna priodonta									
l			481	259	426				
volumen 0.23 x l3			111284	3996	17781				
Synchaete sp.									
l	145								
volumen 0.1 x l3	304.86								
Poylarthra dolichoptera									
l		107							
volumen 0.28 x l3		343.01							
Polyarthra vulgaris									
l			107	97	97	95		111	111
volumen o.28 x l3			343.01	255.55	255.55	240.01		382.94	382.94
Pompholyx sulcata									
l		72	70		59	60	67		
volumen 0.15 x l3		55.99	51.45		30.81	32.4	45.11		
Filinia longiseta									
l	126	126	133						
volumen o.13 x l3	260.05	260.05	305.84						
Conochilus unicornis									
l		97	97	97					
volumen o.26 x l3		237.3	237.3	237.3					
Rotatorier ubestemte									
l				67	50				
volumen o.15 x l3				45.11	18.75				

VANDET SØ 1987 1
ZOOPLANKTON
ARTERNES DIMENSIONER I UM OG VOLUMEN
I 10-6 UM3/INDIVID
L = længde i mm

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12
CLADOCERA									
Bosmina coregoni									
l	0.497	0.392	0.574	0.544	0.417		0.352	0.417	
volumen 219.3 x L3.04	26.29	12.78	40.72	34.59	15.42		9.19	11.6	
Daphnia galeata									
l			1.211	1.446			0.974	1.173	
volumen 140.1 x L2.54			235.62	387.38			147.31	216.11	
Daphnia cucullata									
l			0.771	1.206	0.994	1.211	1.136	0.78	
volumen 46.6 x L2.29			26.75	77.47	50.17	85.7	64.54	26.39	
Daphnia hyalina									
l	1.319		1.319	1.492			1.324	1.281	
volumen 117 x L2.52	235.62		235.62	387.38			256.31	221.39	
Chydorus sphaericus									
l				0.3	0.3	0.267	0.307	0.31	
volumen 219.3 x L3.04				5.66	5.66	3.97	6.07	6.25	
Diaphanosoma brachyurum									
l						0.802	1.022	1.11	
volumen 50.5 x L3.05						25.76	53.97	69.43	
Ceriodaphnia quadrangula									
l							0.678	0.678	
volumen 129.4 x L3.34							35.34	35.34	
COPEPODA									
EUDIAPTOMUS GRACILOIDES									
volumen = 34.66 x L2.263									
nauplier									
L	0.343	0.35	0.326	0.282	0.294	0.33	0.352	0.308	
v	3.08	3.22	2.74	1.98	2.17	2.82	3.24	2.41	

VANDET SØ 1987 2
ZOOPLANKTON
ARTERNES DIMENSIONER I UM OG VOLUMEN
I 10-6 UM3/INDIVID
L = længde i mm

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12
copepoditer									
C I									
l	0.43		0.487	0.477	0.482	0.511	0.54	0.521	
v	5.13		6.8	6.49	6.65	7.59	8.59	7.93	
C II									
l		0.611	0.631	0.61	0.637	0.69	0.71	0.707	
v		11.37	11.37	11.32	12.49	14.97	15.97	15.81	
C III									
l l		0.801	0.734	0.66	0.733	0.845	0.899	0.901	
v		20.98	17.21	15.53	17.16	23.68	27.24	27.38	
C IV									
l		0.981	0.863	0.854	0.901	0.947	1.048	1.05	
v		33.18	24.83	24.25	27.38	30.64	38.54	38.71	
C V									
l		1.08	1.003	0.957	0.932	0.98	1.214	1.112	
v		41.25	34.9	31.38	29.55	33.11	53.75	44.07	
adulte hun									
l	1.285	1.3	1.302	1.266	1.24	1.265	1.348	1.412	
v	61.13	62.76	62.98	59.11	56.4	59	68.13	75.67	
adulte han									
l	1.133	1.264	1.197	1.17	1.129	1.159	1.277	1.26	
v	45.98	58.9	52.07	49.45	45.61	48.4	60.28	58.47	
Cyclopoide nauplier									
L		0.4	0.247	0.24	0.238	0.24	0.253		
volumen 42.63 x L2.12		5.68	1.97	1.85	1.82	1.85	2.07		
Mesocyclops copepoditer									
L	0.728	0.871	0.412	0.596	0.492	0.698	0.674	0.609	
volumen	21.2	31.45	6.06	13.65	8.95	19.33	17.9	14.32	
Mesocyclops leuckarti									
L			0.79	0.82	0.836	0.71	0.766		
volumen 42.63 x L2.12			25.38	27.55	28.75	20.07	23.71		

VANDET SØ 1987 3
ZOOPLANKTON
ARTERNES DIMENSIONER I UM OG VOLUMEN
I 10-6 UM3/INDIVID
L = længde i mm

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12
Eucyclops serrulatus									
L				0.85					
volumen 42.63 x aL2.12				29.82					
Cyclops copepoditer									
L									
volumen 42.63 x L2.12			1.005	0.831					

VANDET SØ 1987
ZOOPLANKTON BIOMASSE 10-6 UM3/L = UM VÅD VÆGT/L
BLANDINGSPRØVE

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12	GSN APRIL-NOV
CILIATER										
Ciliater <20	0.5	0.38	0.38	0.26	0.72	3.58	0.82	2	0.12	1.08
20-40	1.78	34.62	9	2.78	4.64	1.22	17.48	9.78	1.96	10.1625
40-100		5.9	0.2	0.2	2.12	1.88	7.88	5.76	0.2	2.9925
<20 epifyt.			1.88	0.52	1.5	2.04	1.28			0.9025
>20 epifyt.			75.5	24.18	21.48	10.04	28.24	3.06		20.3125
Askenasia sp.	0.54	1.22	3.2	0.38	0.88	4.22	4.84	0.24	0.06	1.94
Didinium sp.	3.24									0.405
Strombidium sp.	3.08	8.16	13.8	0.4	16.14	12.02	8.64	12.64		9.36
Tintinnopsis lacustris		0.26			1.06	5.18				0.8125
Tintinnidium fluviatile	0.62									0.0775
Euplotes patella	0.76									0.095
Epistylis rotans					8.38	2.42				1.35
Vorticella sp		7.7								0.9625
Ciliater i alt	10.52	58.24	103.96	28.72	56.92	42.6	69.18	33.48	2.34	50.4525
ROTATORIER										
Keratella cochlearis	0.02	5.64	7.64	1.6	4.98	2.98	6.06	1.58	0.28	3.8125
Keratella quadrata	0.22	15.5	4.2	2.22		6.64				3.5975
Kellicottia longispina	0.24	1.26	3.5	2	2.72	1.98	1.22	0.62		1.6925
Lecane sp.			0.06							0.0075
Trichocerca rousseleti				0.44	16.08	0.7	8.08	0.08		3.1725
Trichocerca porcellus					4.82	2.88	10.12			2.2275
Trichocerca similis				0.72	15.82	0.9	1.8			2.405
Trichocerca stylata				0.32	1.46	0.08				0.2325
Asplanchna priodonta			26.7	12.8	25.6	25.6	4.8	209.82		38.165
Synchaete sp.	12.2									1.525
Polyarthra dolichoptera		4.8								0.6
Polyarthra vulgaris			0.68	1.54	10.22	11.24		3.06	1.54	3.3425
Pompholyx sulcata		10.3	0.62		3.38	6.16	1.18			2.705
Filinia longiseta	1.04	6.24	5.5							1.5975
Conochilus unicornis		0.48	38.28	7.12						5.735
Ubestemte rotatoria					0.28		0.16			0.055
Pompholyx sulcata										
Rotatorier i alt	13.72	44.22	87.18	28.76	85.36	59.16	33.42	215.16	1.82	70.8725

VANDET SØ 1987
ZOOPLANKTON BIOMASSE MM3/L = MG VÅD VÆGT/L GSN
BLANDINGSPRØVE

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12	APR - NOV
CLADOCERER										
Bosmina coregoni	0.0368	0.023	0.8714	0.4982	0.0122		0.0074	0.0232		0.184025
Daphnia galeata			2.733	6.1206			3.2408	5.2298		2.165535
Daphnia cucullata			0.4334	0.6352	0.1506	0.2056	0.1808	0.1328		0.2173
Daphnia hyalina	0.0472		0.5654	0.31			0.205	0.6642		0.223975
Chydorus sphaericus					0.0136	0.0556	0.0134	0.0074		0.01125
Diaphanosoma brachyurum						0.0824	0.0864	0.0138		0.022825
Ceriodaphnia quadrangula							0.007	0.007		0.00175
Leptodora hyalina					0.086					0.01075
Cladocerer i alt	0.084	0.023	4.6032	7.5652	0.2624	0.3436	3.7408	6.0782		2.837560
COPEPODER										
Eudiaptomus graciloides										
nauplier	0.0426	0.0194	0.0786	0.046	0.0234	0.0264	0.0162			0.031575
copepoditer										
C I	0.0042		0.0272	0.0674	0.0106	0.0106	0.012	0.0048		0.0171
C II		0.0068	0.0296	0.2174	0.0324	0.039	0.0064	0.0094		0.042625
C III		0.0294	0.0516	0.0838	0.024	0.1042	0.011	0.022		0.04075
C IV		0.0398	0.0546	0.131	0.0054	0.2636	0.1156	0.0464		0.08205
C V		0.0412	0.0628	0.1066	0.0118	0.053	0.387	0.0352		0.0872
adulte hun	0.0244	0.0126	0.3274	0.3902	0.3496	0.236	0.0954	0.6356		0.2589
adulte han	0.0092	0.0118	0.3332	0.4252	0.303	0.3292	0.0242	0.0468		0.185325
Cyclops nauplier		0.0022	0.0236	0.0042	0.0146	0.0112	0.0096			0.008175
Mesocyclops copepoditer	0.0042	0.0314	0.029	0.1338	0.077	0.2048	0.247	0.0372		0.09555
Mesocyclops leuckarti adulte			0.0406	0.1874						0.0285
Eucyclops serrulatus adulte				0.0298						0.003725
Cyclops copepoditer			0.1144	0.0284						0.01785
Cyclops strenuus adulte			0.0086					0.0086		0.00215
Copepoder i alt	0.0846	0.1946	1.1812	1.8512	0.9324	1.4266	0.9292	0.846		0.930725

VANDET SØ 1987
INDIVIDTAL/L
BLANDINGSPRØVE

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12	GSN APRIL-NOV
CILIATER										
Ciliater <20	138	150	274	150	410	860	320	656	150	370
20-40	126	1040	528	180	570	1560	1120	436	104	695
>40	34	210	12	6	122	114	256	68	3	105
<20 epifyt.			450	126	360	570	304			226
>20 epifyt.			5370	1710	1520	710	592	216		1265
Askenasia sp.	96	150	96	24	56	270	156	56	12	113
Didinium sp.	84			6						11
Strombidium sp.	186	370	574	22	810	940	340	176		427
Tintinnopsis lacustris		20			46	310				47
Tintinnidium fluviatile	48									6
Euplotes patella	16									2
Epistylis rotans										
Coleps sp.							2			0.3
Ciliater individtal/l	728	1940	7304	2224	3894	5334	3090	1628	334	3268
ROTATORIER										
Keratella cochlearis	2	224	312	96	392	212	228	84	12	194
æg		74	12		116	16	84	8		39
Keratella quadrata	2	28	6	4		12				7
æg		12								2
Kellicottia longispina	4	30	66	44	50	40	18	10		33
æg		10	6	10	30	10	12			10
Euchlanis dilatata		0.2								0.03
Trichocerca rousseleti				10	368	18	184	2		73
Trichocerca porcellus					20	12	42			9
Trichocerca similis				2	70	4				10
Trichocerca stylata				18	84					13
Asplanchna priodonta			2.4	0.2	0.4	0.4	1.2	11.8		2
Synchaete sp.	40									5
Polyarthra dolichoptera		14								2
Polyarthra vulgaris			2	6	40	44		8		13
Pompholyx sulcata		184	12		110	190	26			65
Filinia longiseta	4	24	18							6
Conochilus unicornis		2	42	30						9
Ubestemte rotatorier					6		8			2
Rotatorier individtal/l	52	506	460	210	1140	532	507	116	12	443

VANDET SØ 1987
ZOOPLANKTON INDIVIDTAL/LITER
BLANDINGSPRØVE

DATO:	6.4	5.5	15.6	2.7	5.8	7.9	5.10	11.11	2.12	GSN APRIL-NOV
CLADOCERER										
Bosmina coregoni	1.4	1.3	21.4	14.4	0.8		1.3	2		5.3
æg	1.8	0.4	4.2	3			1			1.3
Daphnia galeata			11.6	15.8			2.2	24.2		6.7
æg			3	2.2			1	1.2		0.9
Daphnia cucullata			16.2	8.2	2.8	2.4	2.8	0.8		4.2
æg			1.8	0.4	0.4	2				0.6
Daphnia hyalina	0.2		2.4	0.8			0.8	3		0.9
æg	0.8		3.3	0.4						0.6
Chydorus sphaericus				0.2	2.4	14	2.2	1.2		2.5
æg					0.6	2.6	2.2			0.7
Diaphanosoma brachyurum						3.2	1.6	0.2		0.6
æg										
Ceriodaphnia quadrangula							0.2			0.03
Leptodora hyalina					0.2					0.03
Cladocerer individtal/l	1.6	1.8	51.6	39.4	6.2	19.6	10.6	31.4		20.3
COPEPODER										
Eudiaptomus graciloides										
nauplier	13.8	6	25.8	23.2	10.8	9.4	5			11.8
copepoditer										
C I	0.8		4	10.4	1.6	1.4	1.4	0.6		2.5
C II		0.6	2.6	19.2	2.6	2.6	0.4	0.6		3.6
C III		1.4	3	5.4	1.4	4.4	0.4	0.8		2.1
C IV		1.2	2.2	5.4	0.2	8.6	3	1.2		2.7
C V		1	1.3	3.4	0.4	1.6	7.2	0.8		2.0
adulte hun	0.4	0.2	5.2	6.6	6.2	4	1.4	3.4		4.1
adulte han		0.2	6.4	8.6	6.6	6.8	0.4	8		4.6
æg	2.4	3.2	18.2	17.4	13.8	24.8	2.6			10.3
æg/sæk	12	16	5.7	6.2	5.3	7.8	6.5			
Cyclops nauplier		0.4	11.8	2.2	8	6	4.6	0.2		4.2
Mesocyclops copepoditer	0.8	1	4.8	9.8	8.6	10.6	13.8	2.6		6.5
Mesocyclops leuckarti adulte			1.6	6.8	2.8	7.4	0.2			2.4
æg						4.4				0.6
Eucyclops serrulatus adulte				1						0.1
Cyclops copepoditer			2.2	1						0.4
Cyclops strenuus adulte			0.2					0.2		0.1
Copepoder individtal/l	15.8	12	71.6	103	49.2	62.8	37.8	23.4		47.0

BILAG 9

LITORAL-FAUNA

BILAG 9.1

LITORAL-FAUNA

VANDET SØ

	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3
Dugesia spp.x			
Stylodrilus sp.	x		
Naididae sp.	x	x	x
Glossiphonia heteroclita	x		
" complenata	x		x
" concolor			x
Erpobdella octoculata	x	x	x
Helepdella stagnalis	x	x	x
Theromyzon tessulatum	x		
Physa fontinalis			x
Lymnea spereger			x
Hydrobiiane spp.		x	x
Gyraulus alba			x
Gammarus spp.	x	x	
Asellus sp.	x		
Tinodes waeneri	x	x	x
Leptoceridae	x	x	x
Polycentropus sp.	x	x	x
Phryganea sp.	x		x
Goera sp.			(x) pupper
Lepidostoma hirtum			x
Oulimnius sp.	x	x	x
Orthocladiinae	x	x	x
Chironomini	x	x	x
Hydracarina			x

Det foreløbigt opstillede littoralzone-indeks til vurdering af søers eutrofigrad på baggrund af den semikvantitative sammensætning af stenbundsfaunaen.

Vandet sø 1a

Gruppe	EUTROFIKATEGORI (EK) (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Antal ved valensen "3"	antal
Hydrozoa		1	2	4	3	10	
Dugesia/Planaria spp. ..	1	2	3	4		10	
Polycelis spp.		1	2	4	3	10	
Dendrocoelum sp.		1	2	3	4	3	
Stylaria sp.	3	4	2	1		10	
Stylodrilus sp.	5	3	(2)			5	1
Glossiphonia spp.	1	2	(3)	4		5	6
Erpobdella spp.	1	2	3	(4)		5	>>6
Helobdella sp.		1	2	3	(4)	10	>12
Piscicola/Theromyzon sp.		1	2	3	4	5	
Theodoxus sp.	3	5	2			10	
Ancylastrum sp.	3	4	2	1		10	
Bithynia spp.	1	2	4	3		5	
Gyraulus/Valvata spp. ..	1	2	3	4		5	
Lymnaea spp.		1	2	4	3	3	
Sphaerium sp.		1	2	4	3	3	
Gammarus spp.	3	4	2	(1)		5	1
Asellus sp.		1	2	4	3	10	
Ephemera sp.	3	5	2			3	
Leptophlebia spp.	2	5	3			5	
Caenis spp.	1	4	3	2		10	
Cloeon spp.	1	2	4	3		5	
Centroptilum spp.		1	2	4	3	10	
Nemoura spp.	1	2	4	3		5	
Odonata	5	3	2			2	
Polycentropidae		2	(4)	3	1	5	> 6
Hydroptilidae	3	4	2	1		10	
Leptoceridae	1	2	(4)	3		5	> 6
Tinodes sp.	3	(4)	2	1		25	>> 30
Goera sp.	5	3	2			3	
Molanna sp.	3	5	2			3	
Oulimnius sp.	3	(4)	2	1		5	18
Tanytarsini	3	5	2			40	
Chironomini		(1)	2	3	4	200	8
Orthocladiinae	1	2	(4)	3		75	>>100
Hydracarina	5	3	2			10	
Indeksvalens,(I) .....:	25	75	100	75	25		
Scoring,(S) .....:	0	9	17	5	4		0,517
Scoringsrate,(S/I) ....:	0	0,120	0,170	0,067	0,160		$\Sigma(S/I) = SUM_a$
Vægtet rate,(S/I x EK) :	0	0,240	0,510	0,268	0,800		$\Sigma(S/I \times EK) = SUM_b$ 1,818

LITTORALZONE-INDEKS, SUM_b/SUM_a = 3,5 (3 - 4)

Det foreløbigt opstillede littoralzone-indeks til vurdering af søers eutrofigrad på baggrund af den semikvantitative sammensætning af stenbundsfaunaen.

Vandet sø 1 b

Gruppe	EUTROFIKATEGORI (EK) (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Antal ved valensen "3"	antal
Hydrozoa		1	2	4	3	10	
Dugesia/Planaria spp. ..	1	2	3	4		10	2
Polycelis spp.		1	2	4	3	10	
Dendrocoelum sp.		1	2	3	4	3	
Stylaria sp.	3	4	2	1		10	
Stylodrilus sp.	5	3	2			5	
Glossiphonia spp.	1	2	3	4		5	3
Erpobdella spp.	1	2	3	4		5	13
Helobdella sp.		1	2	3	4	10	6
Piscicola/Theromyzon sp.		1	2	3	4	5	
Theodoxus sp.	3	5	2			10	
Ancylastrum sp.	3	4	2	1		10	
Bithynia spp.	1	2	4	3		5	
Gyraulus/Valvata spp. ..	1	2	3	4		5	
Lymnaea spp.		1	2	4	3	3	
Sphaerium sp.		1	2	4	3	3	
Gammarus spp.	3	4	2	1		5	15
Asellus sp.		1	2	4	3	10	1
Ephemera sp.	3	5	2			3	
Leptophlebia spp.	2	5	3			5	
Caenis spp.	1	4	3	2		10	
Cloeon spp.	1	2	4	3		5	
Centroptilum spp.		1	2	4	3	10	
Nemoura spp.	1	2	4	3		5	
Odonata	5	3	2			2	
Polycentropidae		2	4	3	1	5	>6
Hydroptilidae	3	4	2	1		10	
Leptoceridae	1	2	4	3		5	4
Tinodes sp.	3	4	2	1		25	>30
Goera sp.	5	3	2			3	
Molanna sp.	3	5	2			3	
Oulimnius sp.	3	4	2	1		5	>> 6
Tanytarsini	3	5	2			40	
Chironomini		1	2	3	4	200	4
Orthocladiinae	1	2	4	3		75	>100
Hydracarina	5	3	2			10	
Indeksvalens,(I) .....:	25	75	100	75	25		
Scoring,(S) .....:	1	16	10	7			
Scoringsrate,(S/I) ....:	0,040	0,213	0,100	0,093		Σ(S/I)= SUM_a	0,447
Vægtet rate,(S/I x EK) :	0,040	0,427	0,300	0,373		Σ(S/I x EK)= SUM_b	1,140

LITTORALZONE-INDEKS, SUM_b/SUM_a = 2,6 (2 - 3)

Det foreløbigt opstillede littoralzone-indeks til vurdering af søers eutrofigrad på baggrund af den semikvantitative sammensætning af stenbundsfaunaen.

Vandet sø 2a

Gruppe	EUTROFIKATEGORI (EK) (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Antal ved valensen "3"	antal
Hydrozoa		1	2	4	3	10	
Dugesia/Planaria spp. ..	1	2	3	4		10	
Polycelis spp.		1	2	4	3	10	
Dendrocoelum sp.		1	2	3	4	3	
Stylaria sp.	3	4	2	1		10	
Stylodrilus sp.	5	3	2			5	
Glossiphonia spp.	1	2	3	4		5	
Erpobdella spp.	(1)	2	3	4		5	1
Helobdella sp.		1	2	3	4	10	
Piscicola/Theromyzon sp.		1	2	3	4	5	
Theodoxus sp.	3	5	2			10	
Ancylastrum sp.	3	4	2	1		10	
Bithynia spp.	1	2	4	3		5	
Gyraulus/Valvata spp. ..	1	2	3	4		5	
Lymnaea spp.		1	2	4	3	3	
Sphaerium sp.		1	2	4	3	3	
Gammarus spp.	3	4	(2)	1		5	2
Asellus sp.		1	2	4	3	10	
Ephemera sp.	3	5	2			3	
Leptophlebia spp.	2	5	3			5	
Caenis spp.	1	4	3	2		10	
Cloeon spp.	1	2	4	3		5	
Centroptilum spp.		1	2	4	3	10	
Nemoura spp.	1	2	4	3		5	
Odonata	5	3	2			2	
Polycentropidae		2	(4)	3	1	5	8
Hydroptilidae	3	4	2	1		10	
Leptoceridae	1	2	(4)	3		5	7
Tinodes sp.	3	(4)	2	1		25	>>30
Goera sp.	5	3	2			3	
Molanna sp.	3	5	2			3	
Oulimnius sp.	3	4	2	1		5	
Tanytarsini	3	5	2			40	
Chironomini		(1)	2	3	4	200	1
Orthocladiinae	1	2	(4)	3		75	>100
Hydracarina	5	3	2			10	
Indeksvalens,(I) .....:	25	75	100	75	25		
Scoring,(S) .....:	1	5	14	0	0		0,247
Scoringsrate,(S/I) ....:	0,04	0,067	0,140	0	0		$\Sigma(S/I) = SUM_a$
Vægtet rate,(S/I x EK) :	0,04	0,334	0,420				$\Sigma(S/I \times EK) = SUM_b$ 0,794

LITTORALZONE-INDEKS, SUM_b/SUM_a = 3,2 (3)

Det foreløbigt opstillede littoralzone-indeks til vurdering af søers eutrofigrad på baggrund af den semikvantitative sammensætning af stenbundsfaunaen.

Vandet sø 2 b

Gruppe	EUTROFIKATEGORI (EK) (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Antal ved valensen "3"	antal
Hydrozoa		1	2	4	3	10	
Dugesia/Planaria spp. ..	1	2	3	4		10	
Polycelis spp.		1	2	4	3	10	
Dendrocoelum sp.		1	2	3	4	3	
Stylaria sp.	3	4	2	1		10	
Stylodrilus sp.	5	3	2			5	
Glossiphonia spp.	1	2	3	4		5	
Erpobdella spp.	1	(2)	3	4		5	2
Helobdella sp.		1	2	3	4	10	
Piscicola/Theromyzon sp.		1	2	3	4	5	
Theodoxus sp.	3	5	2			10	
Ancylastrum sp.	3	4	2	1		10	
Bithynia spp.	1	2	4	3		5	
Gyraulus/Valvata spp. ..	1	2	3	4		5	
Lymnaea spp.		1	2	4	3	3	
Sphaerium sp.		1	2	4	3	3	
Gammarus spp.	3	4	2	1		5	
Asellus sp.		1	2	4	3	10	
Ephemera sp.	3	5	2			3	
Leptophlebia spp.	2	5	3			5	
Caenis spp.	1	4	3	2		10	
Cloeon spp.	1	2	4	3		5	
Centroptilum spp.		1	2	4	3	10	
Nemoura spp.	1	2	4	3		5	
Odonata	5	3	2			2	
Polycentropidae		2	(4)	3	1	5	10
Hydroptilidae	3	4	2	1		10	
Leptoceridae	1	2	4	(3)		5	5
Tinodes sp.	3	(4)	2	1		25	>30
Goera sp.	5	3	2			3	
Molanna sp.	3	5	2			3	
Oulimnius sp.	3	4	2	(1)		5	1
Tanytarsini	3	5	2			40	
Chironomini		1	2	3	4	200	
Orthocladiinae	1	2	(4)	3		75	>100
Hydracarina	5	3	2			10	
Indeksvalens,(I) .....:	25	75	100	75	25		
Scoring,(S) .....:		6	8	4			0,213
Scoringsrate,(S/I) ....:		0,08	0,08	0,053			Σ(S/I)= SUM_a
Vægtet rate,(S/I x EK) :		0,16	0,24	0,213			Σ(S/I x EK)= SUM_b 0,613

LITTORALZONE-INDEKS, SUM_b/SUM_a = 2,9 (3)

Det foreløbigt opstillede littoralzone-indeks til vurdering af søers eutrofigrad på baggrund af den semikvantitative sammensætning af stenbundsfaunaen.

Vandet sø 3a

Gruppe	EUTROFIKATEGORI (EK) (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Antal ved valensen "3"	antal
Hydrozoa		1	2	4	3	10	
Dugesia/Planaria spp. ..	1	2	3	4		10	
Polycelis spp.		1	2	4	3	10	
Dendrocoelum sp.		1	2	3	4	3	
Stylaria sp.	3	4	2	1		10	
Stylodrilus sp.	5	3	2			5	
Glossiphonia spp.	1	2	3	4		5	9
Erpobdella spp.	1	2	3	4		5	>>6
Helobdella sp.		1	2	3	4	10	>12
Piscicola/Theromyzon sp.		1	2	3	4	5	
Theodoxus sp.	3	5	2			10	
Ancylastrum sp.	3	4	2	1		10	
Bithynia spp.	1	2	4	3		5	
Gyraulus/Valvata spp. ..	1	2	3	4		5	2
Lymnaea spp.		1	2	4	3	3	1
Sphaerium sp.		1	2	4	3	3	
Gammarus spp.	3	4	2	1		5	
Asellus sp.		1	2	4	3	10	
Ephemera sp.	3	5	2			3	
Leptophlebia spp.	2	5	3			5	
Caenis spp.	1	4	3	2		10	
Cloeon spp.	1	2	4	3		5	
Centroptilum spp.		1	2	4	3	10	
Nemoura spp.	1	2	4	3		5	
Odonata	5	3	2			2	
Polycentropidae		2	4	3	1	5	2
Hydroptilidae	3	4	2	1		10	
Leptoceridae	1	2	4	3		5	6
Limnodes sp.	3	4	2	1		25	>30
Goera sp.	5	3	2			3	
Molanna sp.	3	5	2			3	
Oulimnius sp.	3	4	2	1		5	1
Tanytarsini	3	5	2			40	
Chironomini		1	2	3	4	200	100
Orthocladiinae	1	2	4	3		75	>>100
Hydracarina	5	3	2			10	1
Indeksvalens,(I) .....:	25	75	100	75	25		
Scoring,(S) .....:	0	9	8	12	4		
Scoringsrate,(S/I) ....:		0,12	0,08	0,16	0,16		0,52 $\Sigma(S/I) = SUM_a$
Vægtet rate,(S/I x EK) :		0,24	0,24	0,64	0,80		$\Sigma(S/I \times EK) = SUM_b$ 1,92

LITTORALZONE-INDEKS, SUM_b/SUM_a = 3,7 (3 - 4)

Det foreløbigt opstillede littoralzone-indeks til vurdering af søers eutrofigrad på baggrund af den semikvantitative sammensætning af stenbundsfaunaen.

Vandet sø 3 b

Gruppe	EUTROFIKATEGORI (EK) (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Antal ved valensen "3"	antal
Hydrozoa		1	2	4	3	10	
Dugesia/Planaria spp. ..	1	2	3	4		10	
Polycelis spp.		1	2	4	3	10	
Dendrocoelum sp.		1	2	3	4	3	
Stylaria sp.	3	4	2	1		10	
Stylodrilus sp.	5	3	2			5	
Glossiphonia spp.	1	2	3	(4)		5	>6
Erpobdella spp.	1	2	3	(4)		5	>6
Helobdella sp.		1	2	3	(4)	10	>12
Piscicola/Theromyzon sp.		1	2	3	4	5	
Theodoxus sp.	3	5	2			10	
Ancylastrum sp.	3	4	2	1		10	
Bithynia spp.	1	2	4	3		5	
Gyraulus/Valvata spp. ..	1	2	3	4		5	
Lymnaea spp.		(1)	2	4	3	3	1
Sphaerium sp.		1	2	4	3	3	
Gammarus spp.	3	4	2	1		5	
Asellus sp.		1	2	4	3	10	
Ephemera sp.	3	5	2			3	
Leptophlebia spp.	2	5	3			5	
Caenis spp.	1	4	3	2		10	
Cloeon spp.	1	2	4	3		5	
Centroptilum spp.		1	2	4	3	10	
Nemoura spp.	1	2	4	3		5	
Odonata	5	3	2			2	
Polycentropidae		2	(4)	3	1	5	7
Hydroptilidae	3	4	2	1		10	
Leptoceridae	(1)	2	4	3		5	2
Tinodes sp.	3	(4)	2	1		25	>30
Goera sp.	5	3	(2)			3	1
Molanna sp.	3	5	2			3	
Oulimnius sp.	3	4	2	(1)		5	1
Tanytarsini	3	5	2			40	
Chironomini		(1)	2	3	4	200	ca. 40
Orthocladiinae	1	(2)	4	3		75	ca. 40
Hydracarina	5	3	2			10	

Indeksvalens,(I) .....:	25	75	100	75	25	
Scoring,(S) .....:	1	8	6	9	4	0,487
Scoringsrate,(S/I) ....:	0,04	0,107	0,06	0,12	0,16	$\Sigma(S/I) = SUM_a$
Vægtet rate,(S/I x EK) :	0,04	0,214	0,18	0,48	0,80	$\Sigma(S/I \times EK) = SUM_b$ 1,714

LITTORALZONE-INDEKS, SUM_b/SUM_a = 3,5 (3 - 4)

Viborg Amtskommune

13. april 1989 (ST116)

RAPPORTER UDGIVET AF MILJØKONTORET

1. Oversigt over forureningstilstand i vandløb i Viborg amt 1971.
2. Oversigt over forurening af søer i Viborg amt 1971.
3. Undersøgelse af vandløbsforurening ved Rindsholm dambrug.
4. Viborgsøerne og Nørreå
5. Recipientkvalitetsplan.
6. Udledningsmuligheder for spildevand.
7. Forureningstilstand i Lerkenfeld å.
8. Undersøgelse af 4 mindre vandløb.
9. Affaldsplanlægning 1979.
10. Vandforsyningsplanlægning.
11. Vandforsyningsplanlægning.
12. Forureningstilstand i Skals å.
13. Forureningstilstand i Simested å.
14. Forureningstilstand i Nørreå.
15. Forureningstilstand i Karup å.
16. Affaldsplanlægning 1980.
17. Forureningstilstand i Jordbro å - Fiskbæk å.
18. Forureningstilstand i Gudenå.
19. Vandforsyningsplanlægning.
20. Synkronmålinger 1976-79.
21. Forureningstilstand i Hald sø.
22. Råstofkortlægning fase 1.
23. Åledød og masseforekomst af Gyrodinium Aureolum i Glyngøre havn.
24. Bundfaunaundersøgelser i Thisted Bredning 1978-79.

25. Forureningstilstand i vandløbene i Spøttrup kommune 1982.

26. Masseforekomst af furealger og celiater i Limfjorden 1984.

27. Belastning og forureningskilder Hald sø 1982.

28. Miljøtilstand i Hald sø 1982.

29. Forurening fra landbrugsejendomme i dele af oplandet til Hald sø.

30. Forureningstilstand i vandløbene i Sallingsund kommune.

31. Miljøtilstand i Flyndersø 1982.

32. Miljøtilstand i Flyndersø (december 1983).

33. Miljøtilstand i Viborg Nørresø og Søndersø (december 1983).

34. Miljøtilstand i Hald sø (december 1983).

35. Skive Fjord - Lovns Bredning.

36. Forureningstilstand i vandløbene i Sundsøre kommune marts 1984. Rapporten er ikke trykt. (eksisterer ikke).

37. Affaldsplanlægning 1984.

38. Forureningstilstand i vandløbene i Morsø kommune. Juli 1984

39. Erhvervsområde ved Ballerum-Tved. Miljømæssige forhold 1985

40. Hjarbæk fjord - tilsyn 1982, 1983 og 1984.

41. Smådyrsfaunaen i Tjele Langsø 1984.

42. Restaurering af Hald sø, maj 1985.

43. Næringssalttransport i Karup å-systemet 1983.

44. Phyto- og zooplankton i Tjele Langsø 1983-1984.

45. Supplerende modelberegninger for Thisted Bredning, september 1985.

46. Statusrapport, ilttilførsel til Hald sø 1985.

47. Undervandsvegetation i Klosterfjord 1985.

48. Bundfaunaundersøgelser i Sallingsundområdet 1979-1981.

49. Gravimetrisk kortlægning Løvskal - Tindbækområdet.

50. Miljøtilstand i Hald sø 1985.

51. Phyto- og zooplankton i Hald sø 1985.

52. Hjarbæk Fjord tilsyn 1985.

53. Samlet redegørelse - Hjarbæk Fjord 1986.

54. Vurdering af miljøtilstanden i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning 1986.

55. Vandkemi - belastning i Hjarbæk Fjord 1986.

56. Hydrauliske undersøgelser Hjarbæk Fjord 1986.

57. Phyto- og zooplankton i Hjarbæk Fjord 1986.

58. Bundfauna i Hjarbæk Fjord 1986.

59. Vegetationsundersøgelse i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning 1986.

60. Fiskeribiologiske undersøgelser Hjarbæk Fjord 1986.

61. Virksunddæmningen tekniske løsningsmuligheder 1986.

62. Højvandsbeskyttelse ved Hjarbæk Fjord 1986.

63. Jura - landbrugsøkonomi - fiskeriudbytte Hjarbæk Fjord 1986

64. Phyto- og zooplankton i Vedsø 1984.

65. Erhvervsområde ved Vinkel.

66. Flyvende insekter ved Hjarbæk Fjord 1986.

67. Vand- og stofbalance i Vedsø 1984-86

68. Affaldsplanlægning 1985-1997 - kortlægningsrapport.

69. Spærringer i Skals å-systemet 1987.

70. Smådyrsfaunaen og forureningstilstanden i Tjærbæk, Brandstrup bæk og øvre del af Hagenstrup møllebæk 1987.

71. Smådyrsfaunaen og forureningstilstanden i nogle tilløb til Fiskbæk å 1987.

72. Viborg-søerne 1900-2030.

72. Viborg-søerne 1900-2030 - Bilag

73. Miljøtilstanden i Klejtrup sø 1983-84.

74. Miljøtilstanden i Tjele Langsø 1977-78 og 1983-84.

75. Miljøtilstand i Viborg-søerne 1986 - Bundfauna.

76. Miljøtilstand i Hald sø 1986 - Bundfauna.

77. Hald sø - belastning, miljøtilstand og restaurering 1985-86

78. Støjkortlægning - flyvestation Karup

79. Recipientkvalitetsplan for vandløb og søer 1985-96

80. Phyto- og zooplankton i Hald sø 1982, 1985 og 1986.

81. Miljøtilstand i Ørslevkloster sø 1986-1987.

82. Badevandskvalitet 1987.

83. Affaldsplanlægning 1985-97 - Redegørelse.

84. Spærringer i Simested å-systemet.

85. Miljøtilstanden i vandløbene i Tjele kommune 1987.

86. Synkronmålinger i Skals å 1986.

87. Sediment- og vegetationsundersøgelser i Vesterhavet 1987.

88. Badevandskvalitet 1988.

89. Hjarbæk Fjord - Undersøgelser 1987-88, vandkemi - belastning.

90. Miljøtilstand i Flyndersø 1982-1986 og 1987.