

TEKNISK RAPPORT



RAVN SØ 1999

AUGUST 2000

ÅRHUS AMT
NATUR OG MILJØ



UDGIVER: Århus Amt, Natur- og Miljøkontoret, Lyseng Allé 1, 8270 Højbjerg

TITTEL: Ravn Sø 1999

UDGIVELSEÅR: 2000

FORFATTER: Henrik Skovgaard

LAYOUT: Bente Rasmussen

EMNEORD: Søer, eutrofiering, vandmiljøplan, fytoplankton, zooplankton, fisk, undervandsvegetation

FORMAT: A4

SIDETAL: 86

OPLAG 75

ISBN: 87-7906-109-5

TRYK: Århus Amts Trykkeri

TEKNISK RAPPORT

RAVN SØ 1999

AUGUST 2000

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	5
Indledning	7
1. Generel søkarakteristik	9
2.1 Oplandsbeskrivelse	9
2. Klima i 1999	13
3. Vand-og næringsstoffbalance	15
3.1 Vandbalance	15
3.2 Fosforbalance	16
3.3 Kvælstofbalance	16
3.4 Jernbalance	17
4. Kilder til næringsstofbelastningen	19
5. Udvikling i fysiske, kemiske og biologiske variable	21
5.1 Fysiske og kemiske variable	21
5.1.1 Fosfor	21
5.1.2 Kvælstof	21
5.1.3 Øvrige vandkemiske og fysiske parametre	21
5.1.4 Udviklingstendenser i perioden 1989 til 1999	25
5.1.5 Vandkemiforhold i bundvandet	25
5.2 Planteplankton	27
5.2.1 Planteplankton i 1999	27
5.3 Dyreplankton	30
5.3.1 Årstidsvariation	30
5.3.2 Græsningstrykket på planteplankton	31
5.4 Undervandsplanter	32
5.4.1 Plantedækket areal og plantevolumen	32
5.4.2 Dybdegrænse	34
5.4.3 Artssammensætning og hyppighed	35
5.4.4 Sammenligning med andre danske søer	36
5.5 Fiskeyngel	36
6. Målsætning	39
7. Konklusion	41
8. Referencer	43
9 Bilag	45

Hydrolyse

Die Hydrolyse ist eine chemische Reaktion, bei der eine Verbindung in zwei oder mehr Teile zerlegt wird. Dies geschieht durch die Zugabe von Wasser. Die Reaktion wird durch Säuren oder Basen katalysiert. Die Hydrolyse ist eine wichtige Reaktion in der Chemie, da sie die Bildung von Ionen ermöglicht. Die Hydrolyse ist eine reversible Reaktion, die in beiden Richtungen ablaufen kann. Die Hydrolyse ist eine wichtige Reaktion in der Biochemie, da sie die Verdauung von Nahrung ermöglicht. Die Hydrolyse ist eine wichtige Reaktion in der Umweltchemie, da sie die Abbau von Schadstoffen ermöglicht.

Die Hydrolyse ist eine chemische Reaktion, bei der eine Verbindung in zwei oder mehr Teile zerlegt wird. Dies geschieht durch die Zugabe von Wasser. Die Reaktion wird durch Säuren oder Basen katalysiert. Die Hydrolyse ist eine wichtige Reaktion in der Chemie, da sie die Bildung von Ionen ermöglicht. Die Hydrolyse ist eine reversible Reaktion, die in beiden Richtungen ablaufen kann. Die Hydrolyse ist eine wichtige Reaktion in der Biochemie, da sie die Verdauung von Nahrung ermöglicht. Die Hydrolyse ist eine wichtige Reaktion in der Umweltchemie, da sie die Abbau von Schadstoffen ermöglicht.

Sammenfatning

Denne rapport indeholder en beskrivelse af miljøtilstanden i Ravn Sø.

Som led i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram er Ravn Sø udvalgt som en af de på landsplan 27 søer, som overvåges hvert år. Århus Amt har derfor siden 1989 foretaget intensive undersøgelser i søen efter overvågningsprogrammets retningslinier.

Ravn Sø er ca. 182 ha stor og har et volumen på 27 mio. m³. Gennemsnitsdybden er 15 meter og maksimumdybden er 33 meter, hvilket placerer søen blandt de dybeste i Danmark. På grund af den store dybde opstår der hver sommer en stabil temperaturlagdeling af vandmasserne, som typisk varer 5-6 måneder. Hovedparten af vand- og stoftilførslen kommer fra Knud Å, der afvander et overvejende landbrugspræget område, hvorimod søens nærmeste omgivelser er skovklædte bakker.

Der findes ingen større byer i oplandet, men søen er forurenet af tidligere og nuværende fosfortilførsler via spildevand fra mindre byer og spredt bebyggelse, fra landbrugsudledninger og på grund af dyrkning af jorden i oplandet. Fosfortilførslen fra især mindre byer er dog reduceret betydeligt i de seneste årtier.

Ravn Sø blev tilført 20 mio. m³ vand i 1999, hvilket er mere end normalt. I forhold til de meget tørre år 1996 og 1997 var vandtilførslen mere end dobbelt så stor i 1999. Vandets opholdstid i søen var 1,3 år i 1999.

Kvælstoftilførslen reguleres i vid udstrækning af vandtilførslen. På grund af den store vandtilførsel var også kvælstoftilførslen på 146 tons større end normalt, hvorimod den vandføringsvægtede indløbskoncentration på 7,3 mg N/l var mere gennemsnitlig. Kvælstoftilførslen, som er uændret i perioden 1989-1999, er lille i forhold til søens areal. Omkring 50% (incl. magasinering) af den tilførte kvælstof i 1999 blev fjernet ved vandets passage gennem søen.

Den totale fosfortilførsel til Ravn Sø var 1,85 tons i 1999. Det er noget højere end normalt på grund af den store vandtilførsel, mens den vandføringsvægtede indløbskoncentration på 92 µg P/l var på niveau med koncentrationen i perioden 1992-1998. Den er dog betydelig lavere end i 1980'erne, hvor fosfortilførslen fra spil-

devand blev stærkt reduceret ved forbedret rensning og afskæring af spildevand. I 1999 blev rodzoneanlægget ved Jaungyde Bæk nedlagt og spildevandet pumpes nu til rensning i Ry. Det har betydet en reduktion af fosfortilførslen til søen på ca. 50 kg fosfor/år. I 1999 blev der tilbageholdt omkring 85% (incl. magasinering) af den tilførte fosfor på årsbasis. Fosfortilbageholdelsen har altid været stor i Ravn Sø på grund af vandets lange opholdstid og søens store dybde.

Den tilførte kvælstof stammer næsten udelukkende fra dyrkede arealer i oplandet. Fosfortilførslen har derimod flere betydende kilder. I 1999 er det beregnet, at ca. 75% kom fra dyrkede arealer og ved naturlig udvaskning af fosfor fra oplandet, mens resten kom fra spildevandsrelaterede udledninger (renseanlæg, regnvandsoverløb og især spredt bebyggelse).

Fosforkoncentrationen i søvandet lå på et niveau omkring 40 µg P/l i årets første måneder og som normalt omkring 25 µg P/l i sommerperioden. Det er meget lavt sammenlignet med andre danske søer. På grund af det lave fosforindhold var mængden af planteplankton og andet suspenderet stof lav, og sigtddybden stor; således 3,5 meter som sommergennemsnit i 1999, hvilket er typisk i Ravn Sø.

Statistisk analyse af gennemsnitsværdier fra 1989-1999 viser, at der er sket et fald i fosforkoncentrationen og mængden af suspenderet stof. Der ses år til år variationer i de øvrige vandkemiske og -fysiske parametre, men der har ikke kunnet påvises nogen signifikant udvikling.

Da Ravn Sø er en dyb og forholdsvis næringsfattig sø er biomassen af planteplankton lille efter danske forhold. Som i tidligere år var der et forårsmaksimum i april bestående af kiselalger, dog med mindre arter end normalt. Efter en periode i maj med mangel på silicium og dyreplanktons græsning på kiselalgerne forsvandt disse næsten helt og blev efterfulgt af en klarvandsfase med sigtddybder på omkring 6 meter i maj. I juli tiltog biomassen på grund af en typisk opblomstring af furealgen *Ceratium hirundinella*. I modsætning til tidligere år var opblomstringen af blågrønalger i sensommeren meget begrænset i 1999, og furealgerne midt på sommeren blev istedet erstattet af kiselalger og gulalgen *Dinobryon sociale*. Med et sommergennemsnit på henholdsvis 3,1

mg vv/l var biomassen af planteplankton ikke væsentlig forskellig fra tidligere år, og der kan ikke påvises nogen signifikant ændring i biomassen i perioden 1989-1999.

Dyreplankton var om foråret domineret af calanoide copepoder (vandlopper), mens cladocererne (dafnier) udgjorde den største andel af biomassen fra maj til oktober. Hjuldyrene udgjorde som normalt kun få procent af biomassen. I 1999 registreredes den største biomasse af dyreplankton på 0,18 mg C/l i slutningen af maj. Både forårsmaksimet og sensommermaksimet var lidt mindre end normalt. De store dafniearter *Daphnia hyalina* og *Daphnia galeata* dominerede i 1999, som derved adskiller sig fra perioden 1994-1997, hvor den mindre art *Daphnia cucullata* dominerede. Artsskiftet tyder på mindre prædation fra fisk på dyreplanktonet. Dyreplanktons græsning på alger <50 µm var ca. 43% og på hele algebiomassen ca. 13% som sommergennemsnit, hvilket er lidt lavere end normalt.

Undervandsvegetationen i Ravn Sø adskilte sig meget lidt fra årene 1993-1998. Det plantedækkede areal udgjorde 4,5% af hele søens areal og det plantedækkede volumen 0,1% af hele søvolumenet i 1999. Det har vist sig, at mængden af vegetation i søen som helhed er meget konstant, men der er stor variation i dækningsgraden i de enkelte delområder fra år til år. Dybdegrænsen for rodfæstet vegetation var 4,5 meter, hvilket er lidt lavere end normalt. Trådalger blev fundet helt ud til 9,5 meters dybde. Der blev ialt registreret 12 arter/slægter af egentlige undervandsplanter. Ravn Sø er dermed en arts-

rig sø, hvilket skyldes det klare vand og varierede dybde- og bundforhold.

Fiskeyngelen i Ravn Sø er for første gang blevet undersøgt i 1998. Der blev da fanget et gennemsnitligt antal i littoralzonen sammenlignet med andre danske søer men meget få i det åbne vand (pellagiet). I 1999 var fangsten lille, både i littoralzonen og i pellagiet. Artsfordelingen med *skalle* som helt dominerende fisk blandt ynglen stemmer dårligt overens med resultater fra en traditionel fiskeundersøgelse foretaget i 1998, som viser ligelig fordeling mellem aborrer og skaller <10 cm. Udover *skalle* og *aborre* blev der fanget yngel af *rudskalle* og *brasen*. Det meget lave antal fiskeyngel i pellagiet i Ravn Sø tyder på et lavt prædationstryk fra fisk på dyreplankton, hvilket stemmer godt overens med dominansen af store dafniearter.

Den generelle målsætning (B2) for søen var samlet set ikke opfyldt i 1999, fordi tilførslen af fosfor fra samtlige spildevandskilder endnu ikke er nedbragt som forudsat i amtets vandkvalitetsplan. Renseanlæggene lever op til kravene, men tilførslen fra spredt bebyggelse er stadig for høj. På trods af det har søen en ganske god vandkvalitet efter danske forhold.

	1999
Areal, ha	182
Største dybde, meter	33
Middeldybde, meter	15
Fosfor indløbskoncentration, µg P/l	91
Spildevandsandel af fosfortilførslen, %	20
Kvælstof indløbskoncentration, mg N/l	7,2
Fosfor søkoncentration, µg P/l, sommergennemsnit	26
Kvælstof søkoncentration, mg N/l, sommergennemsnit	3,8
Klorofyl, søkoncentration, µg/l, sommergennemsnit	9
Sigtdybde i søen, meter, sommergennemsnit	3,5
Planteplanktonbiomasse, sommergennemsnit, mg vv/l	3,1
Dyreplanktonbiomasse, sommergennemsnit, µg C/l	98
Græsningstryk, sommergennemsnit, % af total planteplanktonbiomasse	13
Rovfiskeindex (1998)	0,55
Skidfiskeindex (1998)	0,36
Dybdegrænse for rodfæstet vegetation, meter	4,5
Målsætning i regionplan	B2
Målsætning opfyldt i 1999	Nej

Indledning

Ravn Sø indgår i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Århus Amt udfører hvert år detaljerede undersøgelser i søen for at følge forureningstilstanden og en eventuel ændring i denne.

Med henvisning til den detaljerede afrapportering, der blev foretaget i 1997 af de foregående års undersøgelser i Ravn Sø, præsenteres resultaterne fra 1999 i nærværende rapport på en mere summarisk form. Danmarks Miljøundersøgelsers paradigma for amternes afrapportering søges dog fulgt.

1. Generel søkarakteristik

Ravn sø er 182 ha stor og har et volumen på 27,2 mio. m³. Med en gennemsnitsdybde på 15 meter og en største dybde på 33 meter hører Ravn Sø til blandt de dybeste søer i Danmark. Søen blev opmålt i 1999, men på trods af en større målenøjagtighed har det ikke givet anledning til revisioner af morfometriske hoveddata (tabel 1) i forhold til opmålingen fra 1934. Der er dog sket nogle mindre forskydninger af dybdekurver. Søkort baseret på den nye opmåling med prøvetagningsstationer i søen er vist i figur 1. Hypsograf for søen er vist i bilag.

Omkreds, km	5,9
Areal, ha	182
Volumen, mio. m ³	27,2
Gns. dybde, m	15
Max. dybde, m	33
Hydraulisk opholdstid, 1999, år	1,3

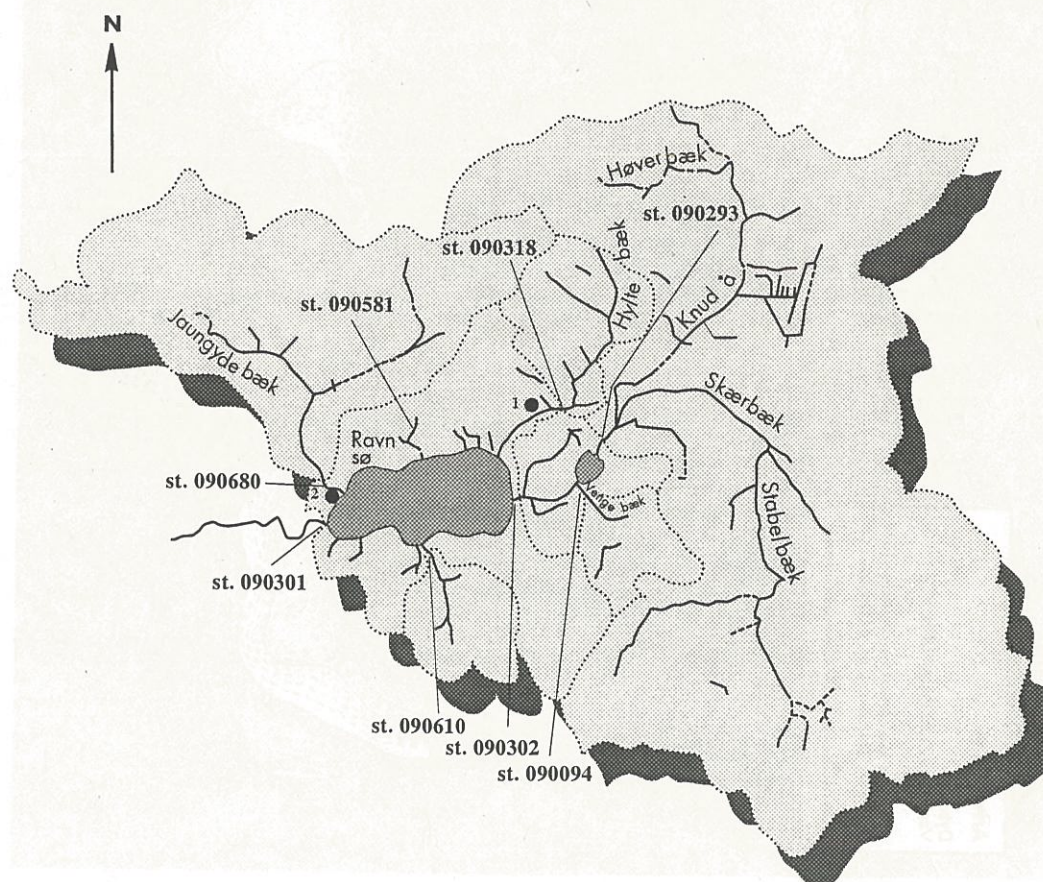
Tabel 1:

Morfometriske data for Ravn Sø.

På grund af søens dybde opstår der hver sommer en stabil temperaturlagdeling af vandmasserne, som typisk varer 4-5 måneder, hvilket har stor betydning for forholdene i søen. Man ser således, at ilten forsvinder fra bundvandet i sommer- og efterårsmånederne på grund af ringe ilttilførsel fra overfladevandet.

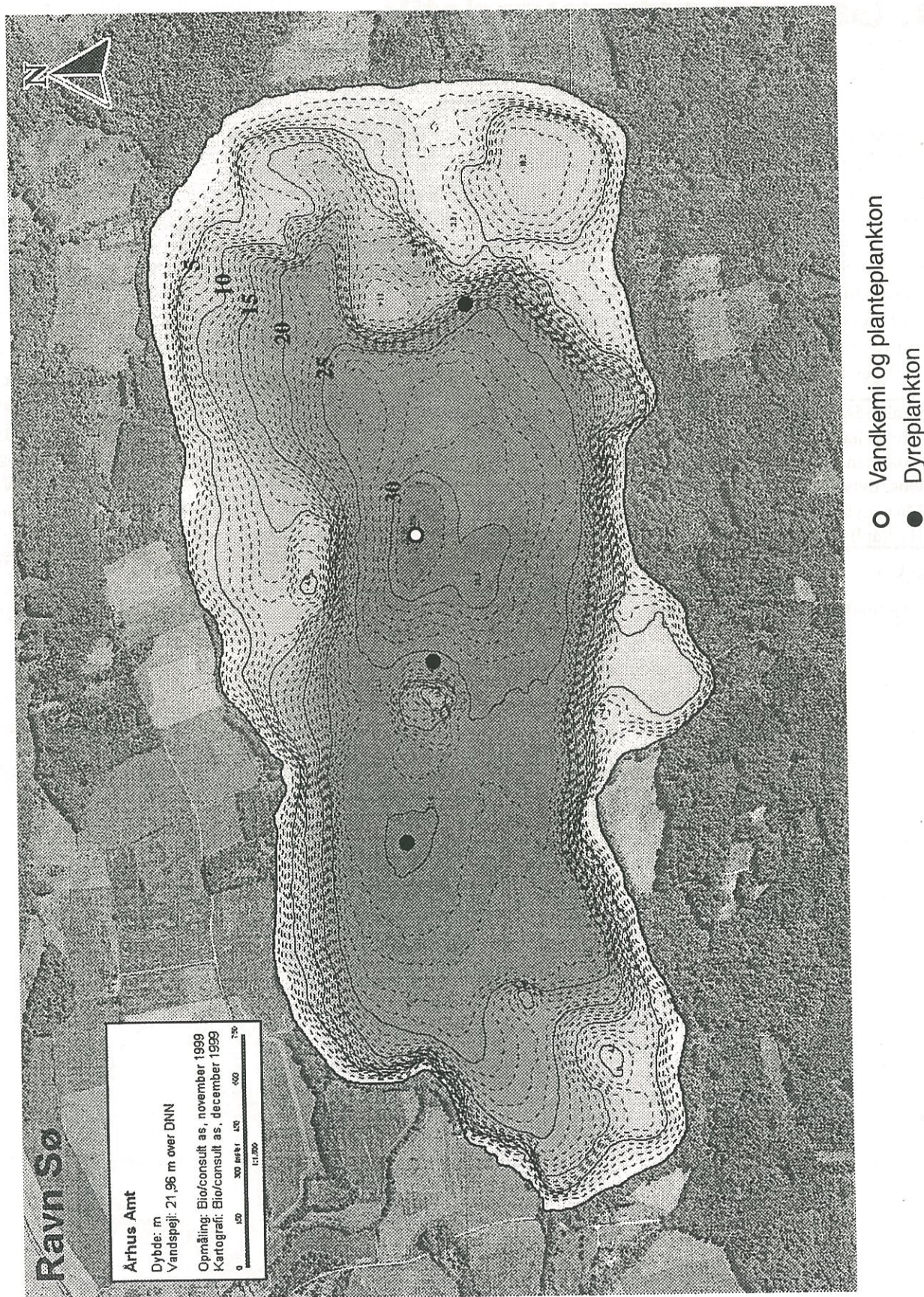
1.1 Oplandsbeskrivelse

Ravn Sø ligger i Ry Kommune, ca. 5 km øst for Ry. Søen ligger i en øst-vest vendt tunneldal dannet under sidste istid. Som i den øvrige del af det Midtjyske Søhøjland er jordbunden i søens opland hovedsagelig lermoræne - søen er derfor en naturlig mesotrof sø. Ravn Sø's nærmeste omgivelser er skovklædte bakker. Hovedtilløbet er Knud Å, som løber til søen fra øst. Åen fortsætter som afløb i vestenden til Knud Sø og Gudenåen. Foruden Knud Å løber en række mindre vandløb til søen - bl.a. Jaungyde Bæk, Sønderholt Bæk og Hylte



Figur 2:

Oplandet til Ravn Sø med angivelse af tidligere og nuværende prøvetagningsstationer.



Figur 1:

Dybdekort over Ravn Sø med angivelse af prøvetagningsstationer.

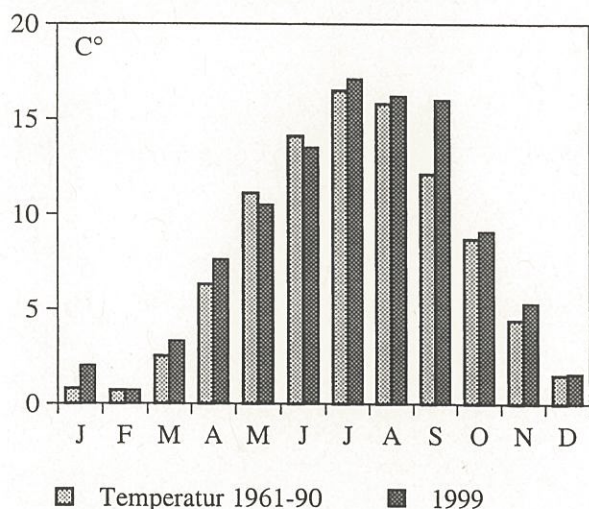
tilhørende vandløb kan ses i figur 2.

Der findes ingen større byer i oplandet, men søen er eutrofieret af nuværende og tidligere fosfortilførsler via spildevand fra mindre byer og spredt bebyggelse, fra landbrugsudledninger og på grund af dyrkning af jorden i oplandet. Fosfortilførslen fra især spildevand er dog reduceret betydeligt i de seneste årtier.

2. Klima i 1999

Temperatur

På figur 3 er månedsmiddeltemperaturen i 1999 vist sammen med normale månedstemperaturer (1961-1990). Der er anvendt data fra DMI station Tirstrup, der dækker Århus Amt. Temperaturen i årets første kvartal lå lidt over normalen, mens maj og juni var lidt køligere. Sensommeren var lidt varmere end normalen, men september var med en gennemsnitstemperatur på 16° C usædvanlig varm. Efteråret var ligeledes lidt varmere end normalen.



Figur 3:

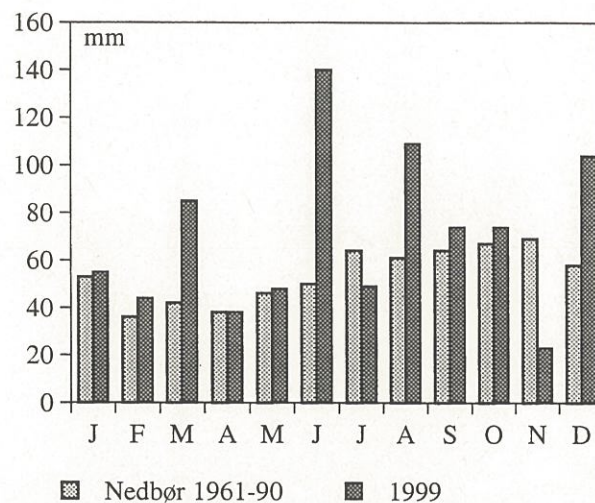
Månedsmiddeltemperatur i 1999 og normalen for perioden 1961-90 ved Tirstrup.

Nedbør

De anvendte data for nedbør, som er vist i figur 4 er DMI's beregnede amts gennemsnit. Nedbørsdata er ukorrigerede for vind- og læforhold. Årsnedbøren var i 1999 843 mm, hvilket er højere end normalnedbøren i amtet, som er på 648 mm. Nedbøren i årets første fem måneder lå som helhed lidt over normalen, men især marts var nedbørsrig. Juni havde en månedsnedbør, der var næsten 3 gange større end normalen, hvilket er meget usædvanligt. Også august og december var meget nedbørsrige mens især november havde betydelig mindre nedbør end normalen.

Fordampning

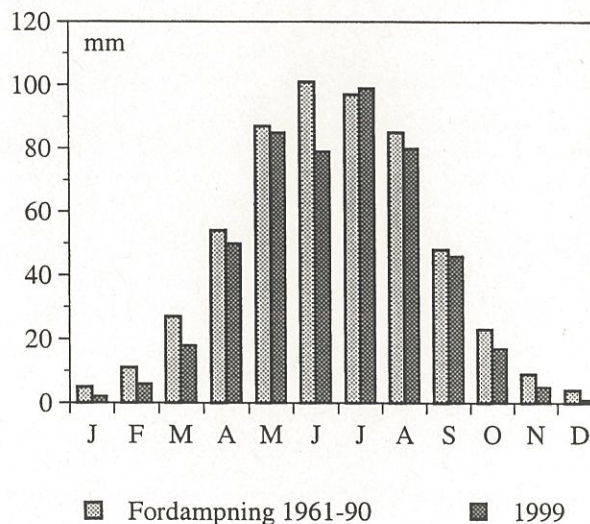
På figur 5 ses den potentielle fordampning beregnet som gennemsnit for amtet. Der er anvendt data fra Statens Planteavlsvforsøg, Foulum. De regionale forskelle er i



Figur 4:

Månedsmiddelnedbør i 1999 og normalen for perioden 1961-90 ved Tirstrup.

størrelsesordenen 20 mm, idet den potentielle fordampning i den østlige del af amtet, hvor indstrålingen er højere, er lidt større end i den vestlige del. Generelt var 1999 et år med lidt mindre fordampning end normalen.



Figur 5:

Månedsmiddelfordampning (potentiel) i 1999 og normalen for perioden 1961-90 ved Tirstrup.

3. Vand- og næringsstofbalance

Vand- og stofbalancen for Ravn Sø er siden 1998 beregnet lidt anderledes end i tidligere år. Det skyldes, at Århus Amt har fået foretaget en beregning af vandføringstidsserier på baggrund af flere års vandføringsmålinger, der er udført ved enkeltmålestederne og de beregnede døgnmiddelvandføringer ved faste reference målestationer i amtet. (Århus Amt, 1999). Der er således foretaget en optimering af QQ-relationer mellem vingemålinger i tilløbene til Ravn Sø og beregnede døgnmiddelvandføringer ved bedst egnede permanente vandføringsmålestationer. Beregningsforudsætningerne fremgår af tabel 2.

St. nr.	Lokalitet	Model	Korrelationskoef.	Modelkvalitet
90302	Knud Å	$1,09 * Q90293$	Oplandskorrektion	Særdeles god
90318	Hylte Bæk	$0,098 * Q90680 + 0,033 * Q92043$	0,96	God
90610	Sønderholt Bæk	$0,022 * Q90680 + 0,025 * Q80007$	0,98	Middel
90680	Jaungyde Bæk	Daglige vandføringer		
Umålt opland	5 km ²	$5\text{km}^2/1,6\text{ km}^2 * (0,022 * Q90680 + 0,025 * Q80007)$		

Tabel 2:

Beregningsmodeller for tilløb til Ravn Sø.

Det umålte opland til Ravn Sø udgør ca. 5 km² svarende til 9% af hele oplandet. Vand- og stofbidraget fra det umålte opland er beregnet ved oplandskorrektion (5km²:1,6km²) med Sønderholt Bæk som reference.

Nedbør og fordampning indgår i vandbalancen sammen med 20 aflæste vandstande i søens afløb.

Der sker en vis tilstrømning af grundvand til søen. Denne grundvandstilførsel er her beregnet som diffencen mellem det samlede afløb og summen af de overfladiske tilførsler korrigeret for eventuelle magasinændringer. Usikkerheder i beregningen af vandtransporten vil således være indeholdt i grundvandsbidraget.

Grundvandet er tillagt koncentrationer på 1,5 mg N/l, 10 µg ortho-P/l, 30 µg total-P/l og 1 mg Fe/l. Den atmosfæriske deposition af kvælstof og fosfor er sat til henholdsvis 15 kg N/ha/år og 0,1 kg P/ha/år, hvilket er lave end i årene før 1998, hvor der blev regnet med 20 kg N/ha/år og 0,2 kg P/ha/år. Ændringen i beregningsforudsætningen vil medføre en reduktion af den beregnede stoftilførsel på maksimalt 2%.

Der er ikke i massebalancen for 1999 foretaget en vurdering af årstidsvariationen på månedsbasis for Ravn Sø, idet tidligere undersøgelser har vist betydelige usikkerheder på månedsbalancer. Det skyldes, at selv små tilfældige udsving i stofkoncentrationen og/eller vandstand fra den ene prøvetagningsdato til den næste får relativ stor betydning for størrelsen af de interne processer på månedsbasis. Dette forhold er særligt udtalt i Ravn Sø, hvor den eksterne stoftilførsel per måned er lav i forhold til den totale stofpulje i søen.

dering af årstidsvariationen på månedsbasis for Ravn Sø, idet tidligere undersøgelser har vist betydelige usikkerheder på månedsbalancer. Det skyldes, at selv små tilfældige udsving i stofkoncentrationen og/eller vandstand fra den ene prøvetagningsdato til den næste får relativ stor betydning for størrelsen af de interne processer på månedsbasis. Dette forhold er særligt udtalt i Ravn Sø, hvor den eksterne stoftilførsel per måned er lav i forhold til den totale stofpulje i søen.

3.1 Vandbalance

Med henblik på opstilling af en mere præcis vandbalance for Ravn Sø er der i 1999 anvendt 10 km griddata for nedbør (DMI område 10251) og 20 km griddata for potentiel fordampning (DMI område 20073) i stedet for amts gennemsnit, som har været anvendt frem til 1998. Det giver et lidt højere nedbørsbidrag på søoverfladen at anvende målte data fra Ravn Sø området, idet der er lidt større nedbør her end i amtet som gennemsnit. På vandbalancen betyder det dog meget lidt, idet nedbørsbidraget kun udgør 1% af den samlede vandtilførsel til Ravn Sø.

I 1999 er der beregnet en vandtilførsel til Ravn Sø på 20,3 mio. m³, hvilket er noget over gennemsnittet på 13,1 mio m³ for perioden 1989 til 1998. I forhold til de meget tørre år 1996 og 1997 var vandtilførslen mere end dobbelt så stor i 1999. Den store vandtilførsel i 1999 resulterede i en hydraulisk opholdstid på 1,3 år mod normalt 1,7 til 3 år. Dette svarer til, at ca. 75% af søens vandvolumen blev udskiftet i 1999.

Det fremgår af tabel 3, at ca. 2/3 af den totale vandtilførsel kom via Knud å. De målte tilløb udgjorde ialt 80%

	Opland, km ²	Vandtilførsel (mio m ³)	Total kvælstof (tons)	Total fosfor (kg)	Ortho-P (kg)	Total jern (tons)
Knud Å (90302)	35	12,35	101,5	1323	764	5,9
Hylte Bæk (90318)	2,4	0,53	2,0	26	11	0,4
Sønderholt Bæk (90610)	1,6	0,21	0,7	13	5	0,1
Jaungyde Bæk (90680)	11	3,13	32,2	330	139	1,9
Umålt opland	5	0,55	1,8	33	14	0,2
Atmosfærisk deposition		0,17	2,7	18	0	0
Grundvand		3,38	5,1	102	34	3,4
Samlet tilførsel		20,32	146,0	1845	967	11,9
Fordampning/udsvning		0,09	0,1	0,7	0,1	0
Afløb Ravn Sø (90301)		20,10	81,8	731	370	1,3
Samlet fraførsel		20,18	81,9	732	370	1,3
Magasinændring		0,14	-8,2	-448	-541	-0,1
Søbalance (tilbageholdelse excl. magasinering)			64,2	-1112	597	10,5
Søbalance (% af tilførsel)			44	60	62	88
Sedimentbalance (tilbageholdelse incl. magasinering)			72,4	1561	1139	10,6
Sedimentbalance (% af samlet tilførsel)			50	85	118	89

Tabel 3:

Massebalance for Ravn Sø 1999.

af den totale vandtilførsel. De resterende 20% er grundvandsindsivning og vandtilførsel fra umålt opland. Med et målt hydraulisk opland på 80% er vandtilførslen til Ravn Sø godt beskrevet.

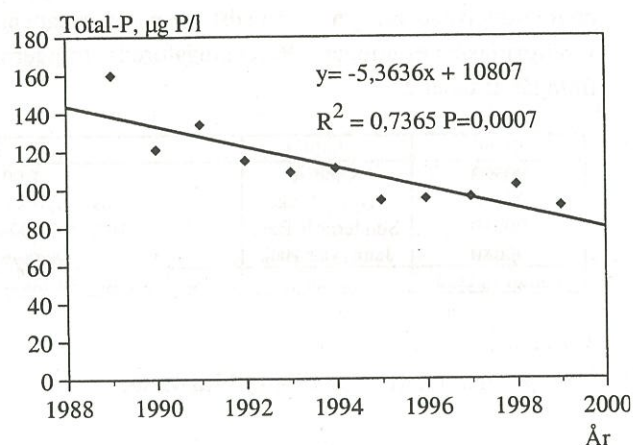
3.2 Fosforbalance

Prøvetagning og vandkemisk analyse i tilløb og afløb er foretaget i samme omfang og efter samme retningslinier som tidligere. I afløbet blev der i 1999 taget vandprøver ialt 25 gange. (5 gange i selve afløbet og 20 gange i søen). En analyse af tidligere års data viste, at de kemiske forhold i afløb og sø var næsten identiske, og det derfor kan forsvares at anvende søprøver som afløbsprøver - eller omvendt.

Anvendte koncentrationer af fosfor, kvælstof og jern i tilført grundvand er tidligere beskrevet. Stofkoncentrationerne i vand fra det umålte opland antages at være af samme størrelse som i Sønderholt Bæk. En mere udførlig beskrivelse af beregningsmetoderne for henholdsvis vand- og næringsstofbalance kan findes i bilag.

Den totale fortilførsel til Ravn Sø var 1,85 tons i 1999. Det svarer til en vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration på 91 µg P/l, hvilket er lidt lavere end gennemsnitskoncentrationen i perioden 1992 til 1998 og betydelig lavere end i 1980'erne. Det ses af figur 6, at der er sket et signifikant fald i indløbskoncentrationen af total-P i perioden 1989 til 1999. En total fosfortilførsel på 1,85 tons er imidlertid noget højere end normalt og skyldes den store vandtilførsel i 1999. Der er tidligere vist en klar sammenhæng mellem vandføring og fosfortransport i tilløbene til Ravn Sø (Århus Amt, 1994).

1,85 tons fosfor svarer til en arealrelateret fosforbelastning på 1,0 g P/m² søoverflade/år, hvilket er i den abso-



Figur 6:

Vandføringsvægtet indløbskoncentration (årsgs.) af total-P for perioden 1989-1999 med indlagt regressionslinje.

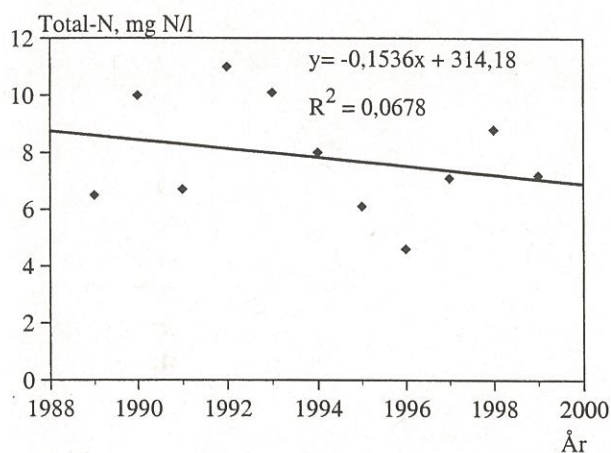
lut laveste ende af spektret blandt overvågningssøerne. (Jensen et al. 1999). Af de 1,85 tons fosfor blev der tilbageholdt 1,12 tons eller ca. 60% af den eksterne tilførsel. Medtages magasinændringen i søen øges tilbageholdelsen til 1,56 tons eller 85%. En fosforretention på 85% er meget høj for danske søer, hvilket først og fremmest skyldes den lange hydrauliske opholdstid i Ravn Sø. Den arealrelaterede fosfortilbageholdelse på 0,86 g P/m² søverflade/år er derimod mere gennemsnitlig. Den gennemsnitlige retention i perioden 1989 til 1998 er 64%, og det ser således ud til, at en konstant høj procentdel af den tilførte fosfor tilbageholdes, selvom størrelsen af den eksterne belastning varierer fra år til år.

3.3 Kvælstofbalance

Den totale kvælstoftilførsel til Ravn Sø var 146 tons N i 1999. Det svarer til en vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration på 7,2 mg N/l, hvilket er på niveau med

de foregående 4 år men lavere end i f.eks. 1992 og 1993. Som det fremgår af figur 7, er der ikke sket nogen signifikant udvikling i indløbskoncentrationen. En tilførsel på 146 tons N er dog højere end normalt, hvilket som for fosfors vedkommende skal sættes i forbindelse med den store vandtilførsel i 1999.

En kvælstoftilførsel på 146 tons N svarer til 80 g N/m^2 søoverflade/år. Det er knap 50% af den gennemsnitlige arealrelaterede kvælstoftilførsel til overvågningssøerne i 1990'erne. I forhold til søens areal er kvælstoftilførslen således relativt lille. Af den tilførte kvælstof blev der fjernet 72 tons N (incl. magasinering) svarende til 50% af tilførslen. Den arealrelaterede kvælstoffjernelse var ca. 40 g N/m^2 søoverflade/år, hvilket svarer til den gennemsnitlige kvælstoffjernelse i overvågningssøerne i 1998 (Jensen et al., 1999).



Figur 7:

Vandføringsvægtet indløbskoncentration (årsgns.) af total-N for perioden 1989-1999 med indlagt regressionslinje.

3.4 Jernbalance

Den totale jernbelastning var 11,9 tons Fe i 1999, hvilket er noget højere end normalt. Heraf blev 10,6 tons tilbageholdt i søen svarende til en for Ravn Sø typisk retention på 89%

Fe/P i indløbsvandet var 6,5 i 1999, og Fe/P i den tilbageholdte jern- og fosforpulje i søen var som normalt ca. 7. Det stemmer godt overens med et Fe/P i overfladesedimentet på ca. 7 (Århus Amt, 1996).

4. Kilder til næringsstofbelastningen

	Kvælstof (tons)	Fosfor (kg)
Naturbidrag	25,4 (17%)	508 (28%)
Dyrkningsbetinget tilførsel	109,5 (76%)	848 (46%)
Renseanlæg	1,4 (1%)	40 (2%)
Spredt bebyggelse	1,5 (1%)	225 (12%)
Regnvandsoverløb	0,4 (<1%)	104 (6%)
Nedbør	2,7 (2%)	18 (1%)
Grundvand	5,1 (3%)	102 (6%)
I alt	146 (100%)	1845 (100%)

Tabel 4:
Tilførslen af kvælstof og fosfor fordelt på kilder.

Kildeopsplitningen for Ravn Sø i 1999 er angivet i tabel 4.

Som i tidligere år stammer kvælstoftilførslen hovedsagelig fra de dyrkede arealer i oplandet. I 1999 udgjorde bidraget fra de dyrkede arealer ca. 110 tons kvælstof svarende til ca. 75% af den totale tilførsel. Dyrkningsbidraget er beregnet som differencen mellem den totale tilførsel og summen af de øvrige kilder.

Naturbidraget er beregnet under den antagelse, at der ville være omkring 1,5 mg N/l i det tilførte vand, hvis oplandet henlå som upåvirket naturområde. Bidraget fra rensningsanlæg er et egentligt målt bidrag, mens regnvandsoverløbene er beregnet ud fra arealenhedstal. Den atmosfæriske deposition er beregnet på baggrund af en gennemsnitlig deposition på søens overflade af størrelsen 15 kg N/ha/år.

Det er endvidere antaget, at der er 1,5 mg N/l i det tilstrømmende grundvand, og endeligt er kvælstofbidraget fra den spredte bebyggelse fundet ud fra en konkret viden om antal ejendomme samt det opnåede rensningsniveau i de enkelte oplande. Normtallene fra Miljøstyrelsen for spredt bebyggelse er anvendt, herunder den seneste udmelding om 2,5 PE pr. ejendom.

Den tilførte fosfor stammer fra flere betydende kilder, hvoraf bidraget på 853 kg P (38%) fra de dyrkede arealer er størst. Denne kilde er som for kvælstofs vedkommende beregnet som differencen mellem den totale tilførsel og summen af de øvrige kilder.

Naturbidraget er i 1999 beregnet til 503 kg P (26%). Denne værdi er fremkommet ud fra den antagelse, at der vil være omkring 30 µg P/l i det tilstrømmende vand, hvis hele oplandet henlå som naturområde.

Grundvandsbidraget er beregnet på baggrund af en koncentration på 30 µg P/l, mens den atmosfæriske deposition er beregnet på baggrund af en gennemsnitlig deposition på søens overflade af størrelsen 0,1 kg P/ha/år.

Fosforbidraget fra den spredte bebyggelse er også fremkommet ud fra et kendskab til antallet af ejendomme i oplandet, hvor rensningsniveauet er skønnet ud fra typen af spildevandsanlæg på de enkelte ejendomme. Dernæst er anvendt de fra Miljøstyrelsens nyudmeldte belastningsforudsætninger, der for fosfors vedkommende er 1 kg P/PE/år og 2,5 personer pr. ejendom. Det antages, at 50% af det rensede spildevand når frem til søen. I alt blev der således tilført 225 kg P (15%) i 1999 fra spredt bebyggelse, hvilket er lidt højere end fosforbidraget fra rensningsanlæg og regnvandsoverløb tilsammen.

Bidraget fra rensningsanlæg på 40 kg P/år er målte værdier på rensningsanlægget i oplandet, Ballen, mens bidraget fra regnvandsoverløb på 104 kg P/år er fremkommet på baggrund af erfaringstal.

Fosforbelastningen fra rensningsanlæggene er faldet fra 500 kg P/år i 1978 og 1982 til ca. 100 kg P/år i de seneste år, mens kvælstofbelastningen har været konstant. Den store reduktion af spildevandsbelastningen skete imidlertid i 70'erne, hvor Ballen rensningsanlæg blev udbygget og spildevand fra Høver og størstedelen af Hårby blev ført til Galten og Skanderborg rensningsanlæg. Sidst i 1998 blev rodzoneanlægget i Jaungyde nedlagt og spildevandet fra Jaungyde pumpes nu til rensning i Ry. Det har medført en yderligere reduktion af kvælstof- og fosfortilførslen på ca. 100 kg N/år og 60 kg P/år i forhold til 199

5. Udvikling i fysiske, kemiske og biologiske variable

5.1 Fysiske og kemiske variable

I det følgende afsnit er der vist resultater fra fysiske og kemiske analyser af overflade- og bundvandsprøver. Der blev ikke udtaget prøver i februar på grund af isdække på søen. Resultaterne fra overfladen i 1999 er sammenlignet med månedsgennemsnit i perioden 1989 til 1998 (se figur 8). De enkelte parametre gennemgås summarisk, idet der istedet lægges vægt på en beskrivelse af udviklingstendenser i perioden 1989 til 1999. I bilag findes tabeller over års- og sommergennemsnit af samtlige vandkemiske data og biologiske data.

5.1.1 Fosfor

Fosforkoncentrationen (total-P) lå på et niveau omkring 50 µg P/l i årets første 4 måneder, hvilket er ganske typisk sammenlignet med tidligere overvågningsår. I april/maj faldt koncentrationen, fordi en stor del af fosforpuljen sedimenterede som jernbundet og kiselalgebundet fosfor. I sommerperioden var fosforkoncentrationen omkring 25 µg P/l og dermed indenfor det normale niveau, dog var oktober/november præget af lave fosforkoncentrationer i forhold til årstiden. Koncentrationen af opløst fosfor (ortho-P) fulgte også den normale årstidsvariation bortset fra januar, hvor der var en højere koncentration end normalt. Den gennemsnitlige årskoncentration og sommerkoncentration var henholdsvis 33 µg total-P og 26 µg total-P, hvilket er af samme størrelse som i de seneste 5-10 år men markant lavere end i 1970'erne.

I en stor del af sommeren var koncentrationen af ortho-P under 2 µg P/l (detektionsgrænsen), og det må derfor antages, at der har været vækstbegrænsning af planteplankton som følge af fosformangel.

5.1.2 Kvælstof

Kvælstofindholdet målt som total-N var helt normal for Ravn Sø i 1999, og der var kun meget få udsving i forhold til månedsgennemsnittet for perioden. Hovedparten, ca. 80% af total-N puljen, fandtes som nitrat. Med de høje nitratkoncentrationer var der på intet tidspunkt kvælstofbegrænsning af planteplankton i 1999. Det generelt høje kvælstofniveau i søen opretholdes, fordi en stor del af nitratmængden ikke udnyttes af planteplank-

ton. Den gennemsnitlige årskoncentration og sommerkoncentration af total-N var henholdsvis 4,0 mg N/l og 3,7 mg N/l, hvilket er lidt højere end i de nedbørsfattige år 1996-97 med lille kvælstofafstrømning og lidt lavere end i de nedbørsrige år 1994-95.

5.1.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

pH

pH varierer kun lidt i Ravn Sø fra år til år. Som det fremgår af figur 7 var pH dog markant lavere i 1999 end i de øvrige år. Der har ikke kunne findes nogen biologisk forklaring (i form af øget algeproduktion) på ændringen endsige analysefejl på laboratoriet. Det virker usandsynligt, at pH ændringen er reel, hvorfor dette ikke kommenteres yderligere i år.

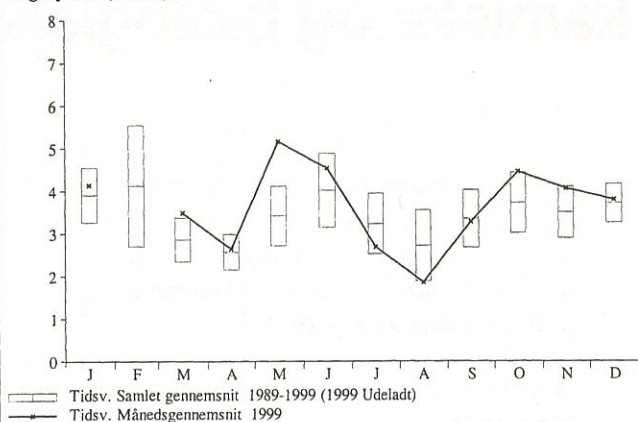
Silicium

Siliciumkoncentrationen var højere end normalt i årets første kvartal. På grund af kiselalgeopblomstringen i foråret faldt koncentrationen fra 2,8 mg Si/l til 1,1 mg Si/l i maj i forbindelse med forårsopblomstringen af kiselalger. Det antages, at populationsvæksten hos kiselalger begrænses ved koncentrationer under ca. 0,23 mg Si/l (Reynolds, 1984). Mangel på silicium har således ikke været årsag til kiselalgesammenbruddet i april/maj. Kiselalgesammenbruddet er, som i de øvrige overvågningsår, sammenfaldende med lagdeling af vandmasserne. Lagdelingen øger kiselalgernes udsynkningshastighed og forhindrer tilbageførsel af silicium fra sedimentet til overfladevandet. I juli og august var siliciumkoncentrationen 0,1-0,3 mg Si/l og sammen med et højt græsningstryk fra dyreplankton og perioder med fosforbegrænsning blev kiselalgernes vækst holdt nede. I løbet af efteråret steg koncentrationen af silicium igen i forbindelse med opblandning af siliciumrigt bundvand og øget afstrømning fra oplandet. Den høje siliciumkoncentration i Ravn Sø i 1999 skyldes en større siliciumtilførsel fra oplandet end i år med mere normal nedbør og vandafstrømning.

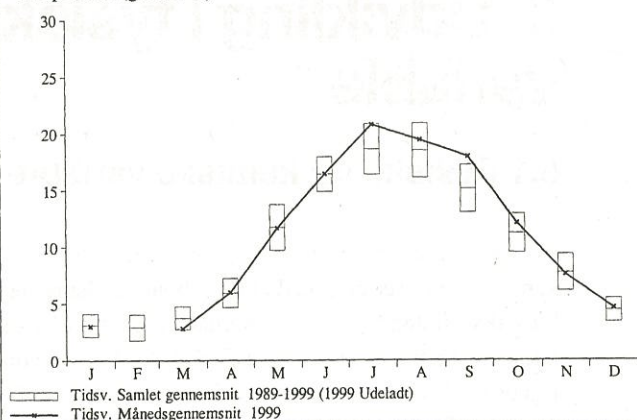
Ilt- og temperaturprofil

Der blev som i de øvrige overvågningsår målt ilt og temperatur i vandsøjlen med 1 meters interval på hver prøvetagningsdag. På baggrund af disse målinger er der lavet isopletter over udviklingen af ilt og temperatur i

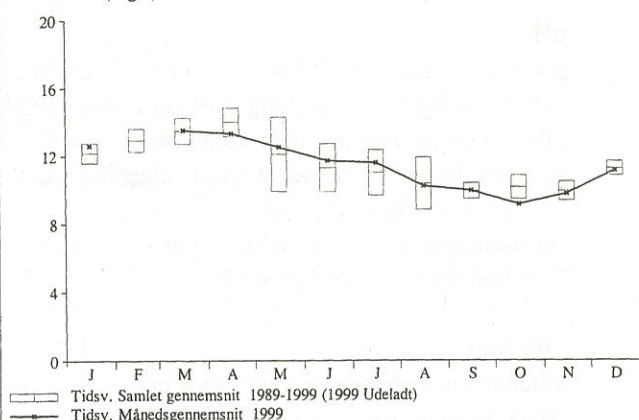
Sigtdybde (meter)



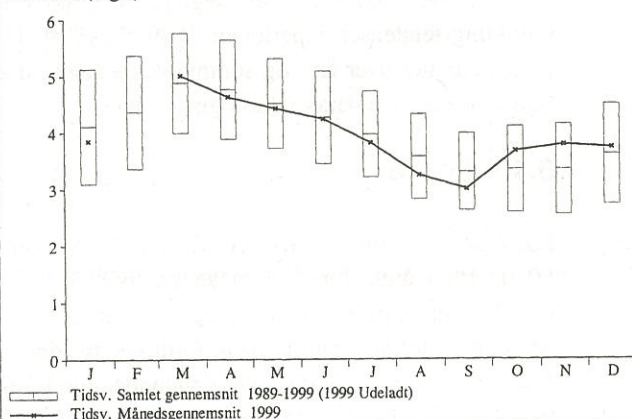
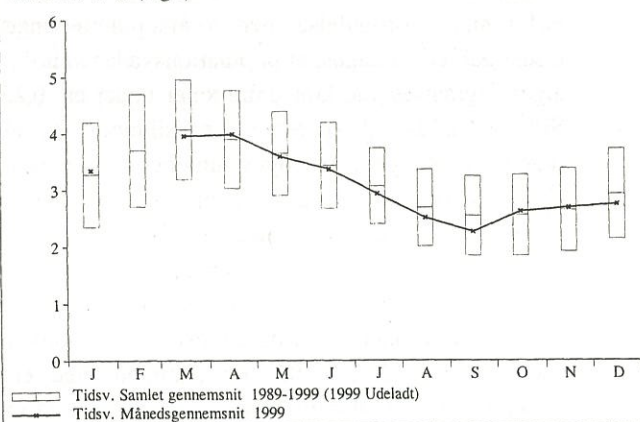
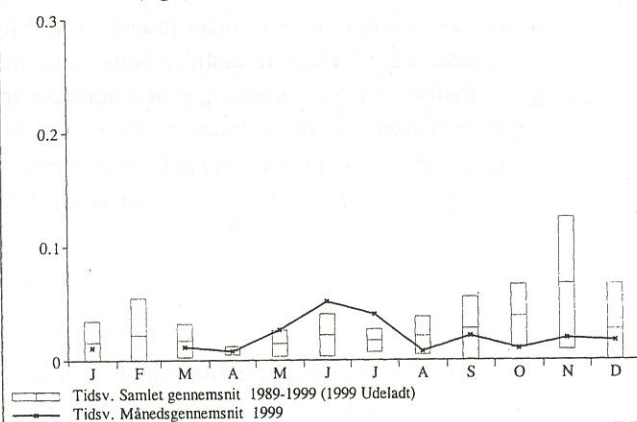
Temperatur (grader C)



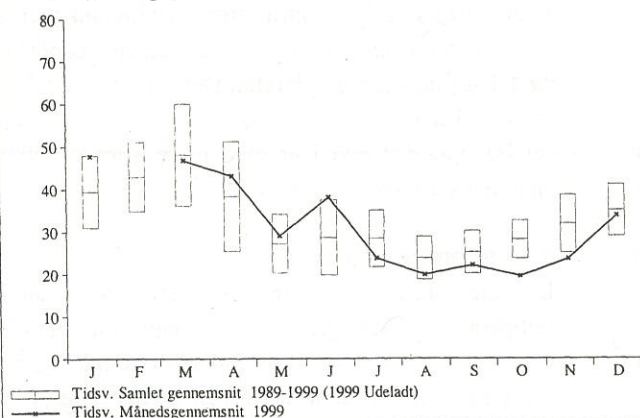
Iltindhold (mg/l)



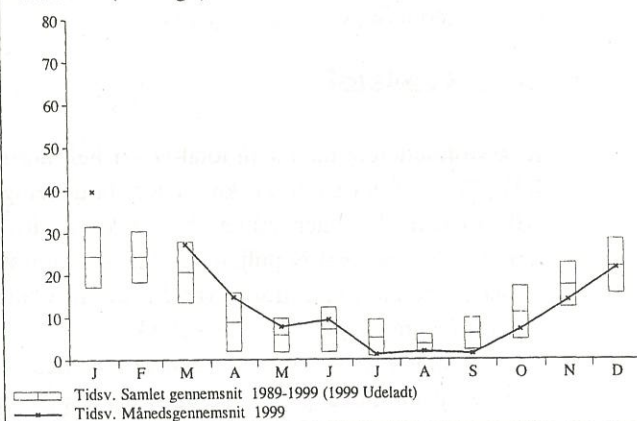
Total-N (mg/l)

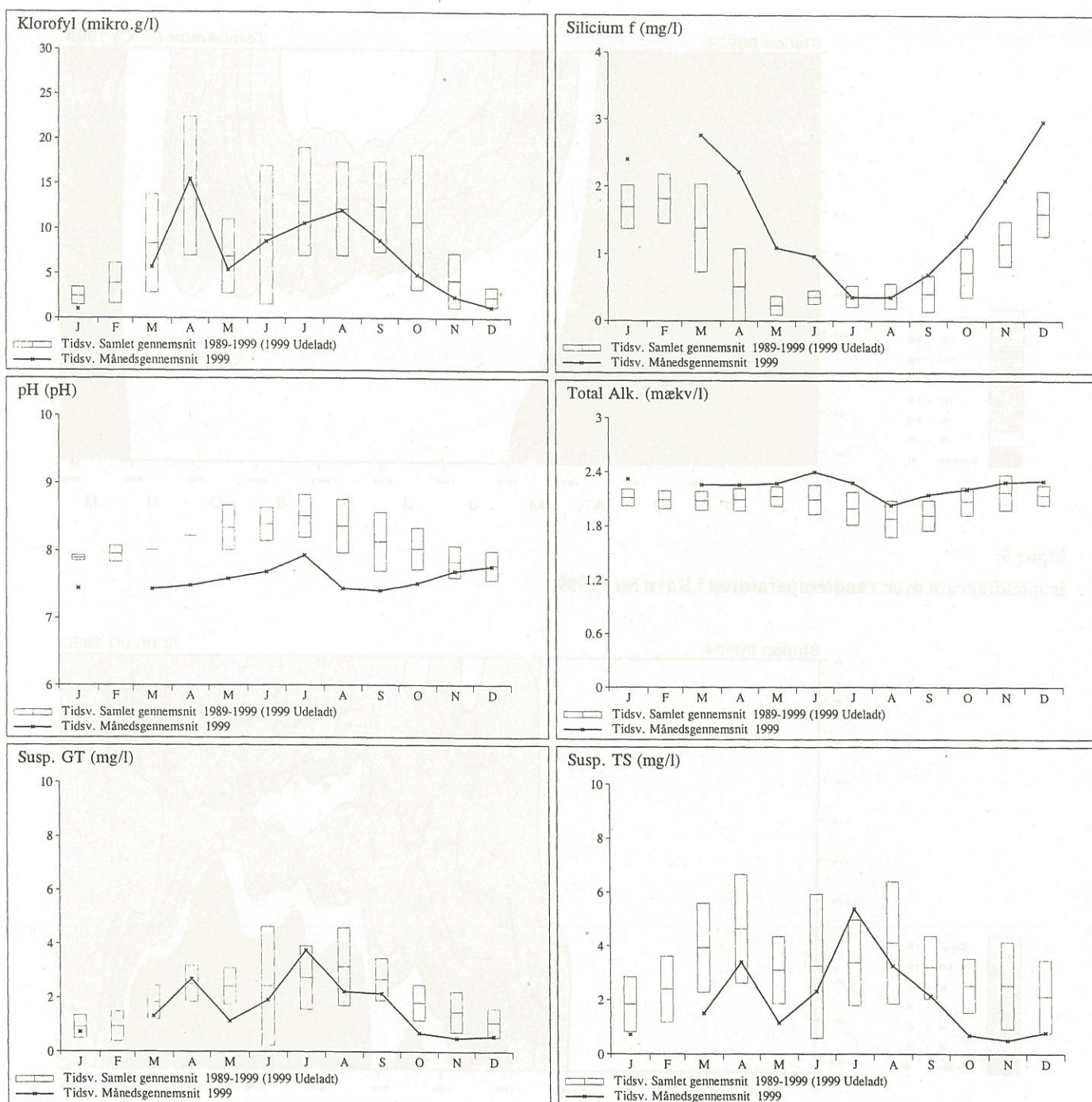
NO₂+3-N f. (mg/l)NH₃+4-N f. (mg/l)

Total-P (mikro.g/l)



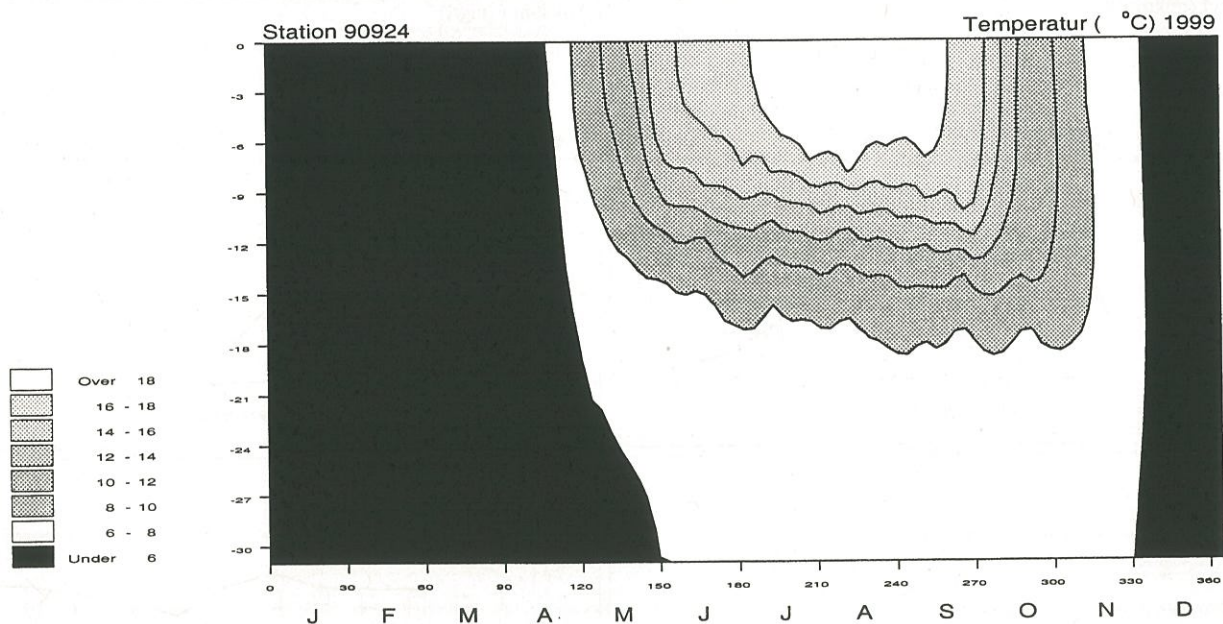
Ortho-P f. (mikro.g/l)



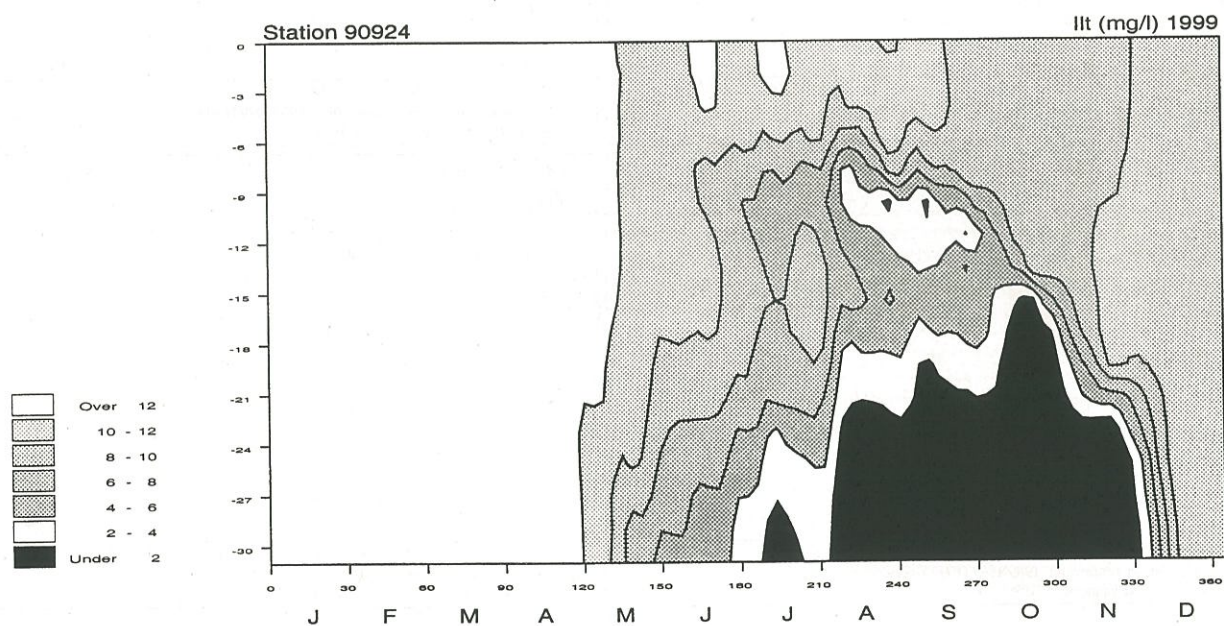


Figur 8:

Tidsvægtede månedsgennemsnit for perioden 1989-1998 af vandkemiske parametre med angivelse af standardafvigelser samt månedsgennemsnit for 1999.



Figur 9:
Isoplethdiagram over vandtemperaturen i Ravn Sø i 1999.



Figur 10:
Isoplethdiagram over iltkoncentrationen i Ravn Sø i 1999.

hele Ravn Sø's volumen i 1999 (figur 9 og 10).

Temperaturspringlaget blev som normalt dannet omkring 15. maj, og lå i begyndelsen af sommeren i 8-10 meters dybde. På grund af den varme sensommer med vandtemperaturer på op til 23° C i overfladen, var der et højtliggende springlag i 6-7 meters dybde i juli til september. Der var dog ikke overfladenære springlag som i den meget varme sommer 1997. I en mere kølig

sommer som 1998 lå springlaget i ca. 12 meters dybde.

I oktober lå springlaget i 16-18 meters dybde og i midten november var der igen fuld opblanding af vandmasserne. Lagdelingsperioden varede således knap 6 måneder som i de øvrige overvågningsår.

Der var velilteede forhold i hele søens volumen fra januar til maj. I forbindelse med springlagsdannelsen i faldt ilt-

kocentrationen imidlertid hurtigt, og i midten af juni var iltkoncentrationen mindre end 2 mg O₂/l på 27 meters dybde og iltfrit på 30 meters dybde. Den iltfrie zone strakte sig gradvist i løbet af sommeren fra bunden og op til 15 meters dybde i september. I forbindelse med varmeperioden sidst på sommeren opstod der lave iltkoncentrationer helt oppe i 8-12 meters dybde, formentlig som følge af en stor omsætning af henfaldende alger omkring springlaget. I starten af december var der igen velilte forhold i hele søens volumen efter nedbrydningen af springlaget og efterfølgende fuld opblanding af vandmasserne.

Sigtdybde, klorofyl og suspenderet stof.

Sigtdybden var normal i første kvartal af 1999. I forbindelse med klarvandsfasen i maj, som begyndte 3-4 uger tidligere end normalt, var sigtdybden imidlertid meget stor (op til 6,5 meter). Sigtdybden var fortsat over 4 meter i juni men faldt til et typisk højsommerniveau på 2-3 meter i juli/august. I forbindelse med en varmeperiode i august var sigtdybden på en prøvetagningsdato helt nede på 1 meter, hvilket dog er set tidligere på denne årstid. Det skyldtes i 1999 en kortvarig opblomstring af blågrøn alger, gulalger og muligvis fotosyntetiserende bakterier i forbindelse med overfladenære temperaturspringlag. Sigtdybden i 1999 afspejler et normalt årsforløb af klorofyl med de højst målte værdier i april og august i forbindelse med algeopblomstringer og et lavt niveau under klarvandsperioden i maj. I maj var også indholdet af suspenderet stof lavt. Års- og sommergennemsnittet af sigtdybden blev henholdsvis 3,6 og 3,5 meter i 1999, hvilket hører til i den øvre ende af måleresultaterne fra 1989 til 1999. Også i 1998 var der en stor sigtdybde, mens der i den meget varme sommer 1997 var en mindre sigtdybde end normalt. Det er således klart, at de klimatiske faktorer har en væsentlig indflydelse på sigtdybden i Ravn Sø. Et klorofylindhold på 9 µg/l (sommergennemsnit) er typisk for de senere år, mens indholdet af suspenderet stof på 2,9 mg/l (sommergennemsnit) er lidt lavere end i de seneste år, dog højere end i 1998.

5.1.4 Udviklingstendenser i perioden 1989 til 1999

Med henblik på undersøgelse af udviklingstendenser for en række vigtige vandkemiparametre (overfladeprøver) i Ravn Sø i perioden 1989 til 1999, er der foretaget statistisk analyse (lineær regression) på tidsvægtede sommer og årsgennemsnit. Af tabel 5, som viser de beregnede R²-værdier og P-værdier, fremgår det, at der er sket en signifikant ændring (fald) i koncentrationen af total-P og indholdet af suspenderet stof (både års- og sommergennemsnit). Der kan ikke påvises nogen udvikling for de øvrige undersøgte parametre.

Faldet i total-P i søen skyldes reduktionen i indløbskoncentrationen af fosfor efter afskæring af spildevand fra oplandet. Det lavere indhold af suspenderet stof har imidlertid ikke resulteret i en større sigtdybde i de senere år. Med det nuværende lave fosforindhold i søen er det i højere grad klimatiske forhold og den biologiske struktur, der regulerer sigtdybden i det enkelte år.

Den afgørende forbedringen i vandkvaliteten i Ravn Sø, herunder et lavere indhold af klorofyl og en bedre sigtdybde, skete som følge af en betydelig reduktion i fosfortilførslen i 1980'erne. I 1970'erne var sigtdybden typisk 0,5-1,0 meter mindre end i 1990'erne.

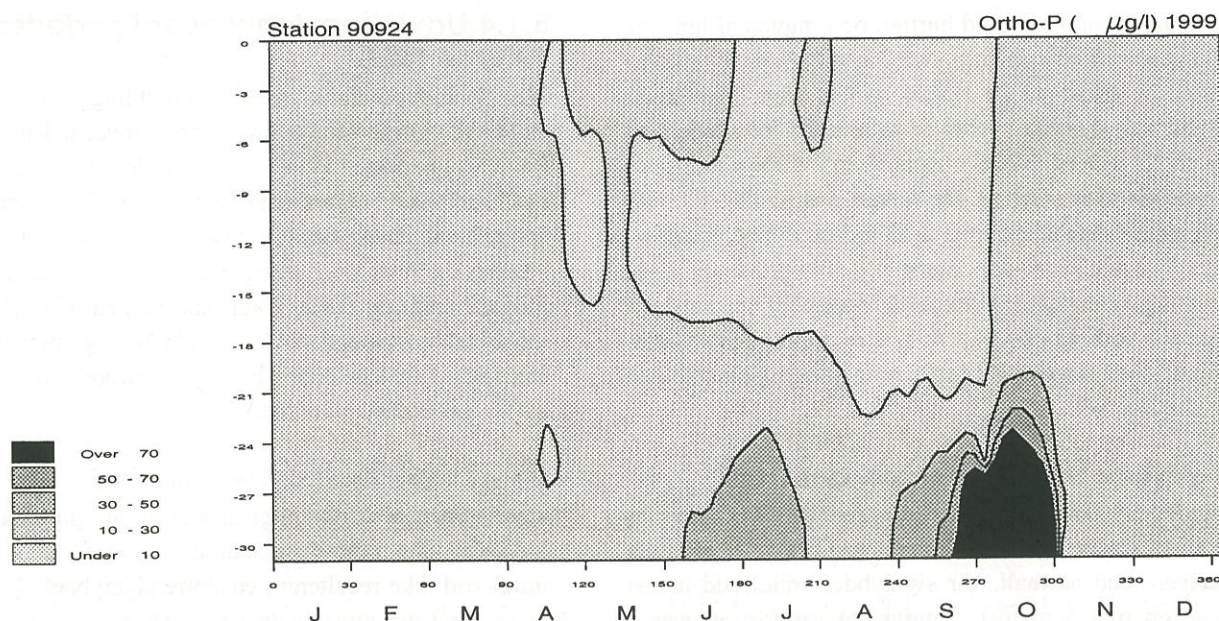
5.1.5 Vandkemiforhold i bundvandet.

Figur 11, 12 og 13 viser isoplethdiagrammer over koncentrationen af ortho-P, total-P og nitrat ned gennem vandsøjlen. Der er en meget tydelig sammenhæng mellem nitratinholdet i bundvandet og fosforfrigivelsen fra sedimentet, hvilket også tidligere er vist for Ravn Sø (Århus Amt, 1997). Ilten var opbrugt allerede i slutningen af juni på de største dybder som følge af en hurtig omsætning af nysedimenterede kiselalger fra foråret. Det gav anledning til frigivelse af fosfor fra sedimentet, men fosforkoncentrationen var moderat i juli og august på trods af de iltfrie forhold. Først i forbindelse med et fald i nitratkoncentrationen i bundvandet til under 1 mg N/l omkring 1. oktober registreredes den maksimale fos-

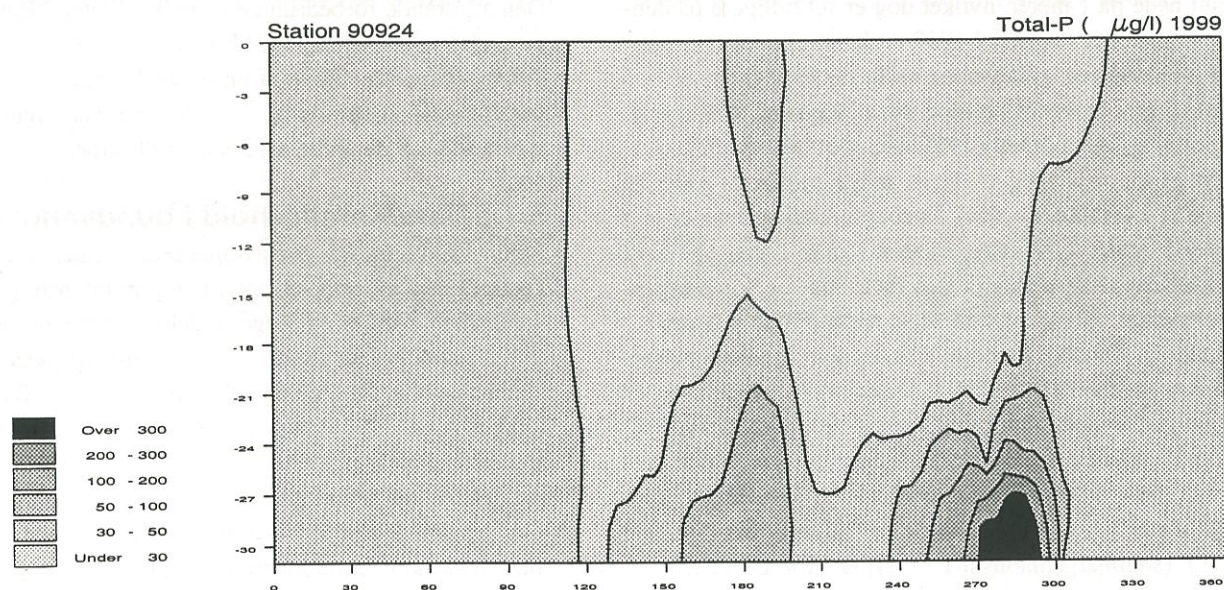
		R ²	P-værdi	Ændring
Total-P	sommergns.	0,36	0,05	Fald
Total-P	årsgns.	0,41	0,03	Fald
Total-N	sommergns.	0,11	0,32	Ingen
Total-N	årsgns.	0,09	0,38	Ingen
Sigtdybde	sommergns.	0,005	0,83	Ingen
Sigtdybde	årsgns.	0,019	0,69	Ingen
Klorofyl	sommergns.	0,12	0,29	Ingen
Klorofyl	årsgns.	0,06	0,46	Ingen
Suspenderet tørstof	sommergns.	0,48	0,03	Fald
Suspenderet tørstof	årsgns.	0,73	0,002	Fald

Tabel 5:

Statistisk analyse af års- og sommergennemsnit af udvalgte vandkemiparametre i Ravn Sø i perioden 1989-1999.



Figur 11:
Isoplethdiagram over ortho-P koncentrationen i Ravn Sø i 1999.

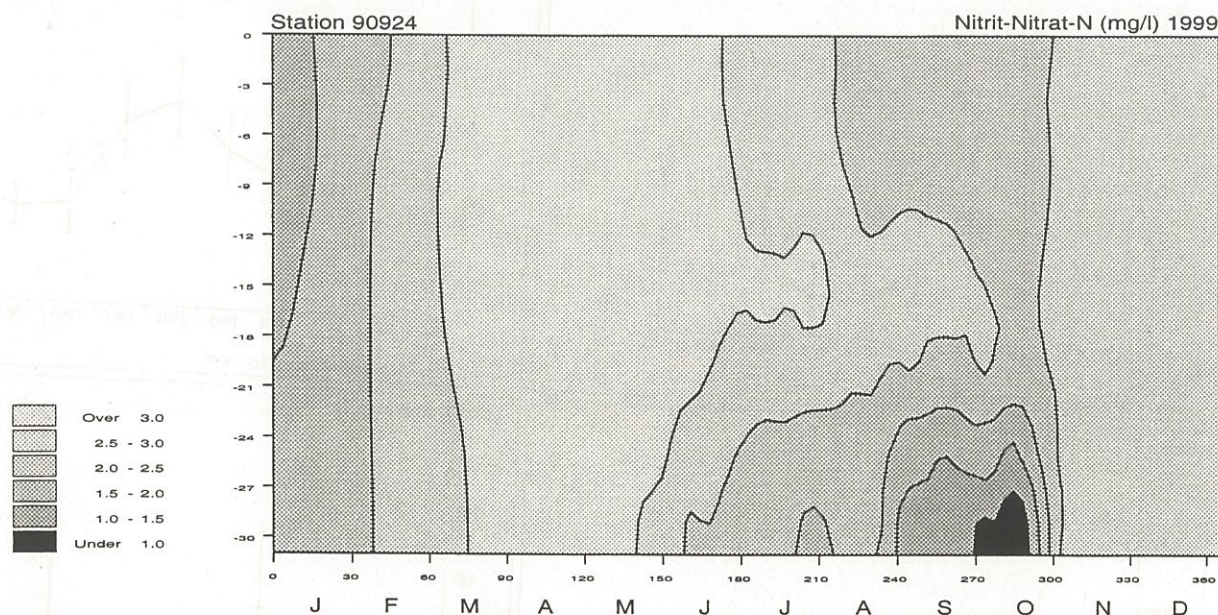


Figur 12:
Isoplethdiagram over total-P koncentrationen i Ravn Sø i 1999.

forfriggelse fra sedimentet med fosforkoncentrationer på ca. 250 µg P/l i bundvandet til følge. Ilt og nitrat forsvinder fra bundvandet i Ravn Sø efter springlagsdannelsen, fordi der kontinuert sker et forbrug ved omsætning af organisk stof i sedimentet uden at der tilføres nye mængder fra overfladevandet. Når iltten er opbrugt forsvinder også nitrat ved denitrifikation baseret på nitrat fra bundvandet, idet de denitrificerende bakterier ikke kan forsynes med nitrat fra nitrifikationen (iltning af ammonium til nitrat), når der er iltfrie forhold. Resultatet er ophobning af ammonium i bundvandet og frigivelse af jernbundet fosfor fra sedimentet, når der ikke længere er oxiderede forhold.

tatet er ophobning af ammonium i bundvandet og frigivelse af jernbundet fosfor fra sedimentet, når der ikke længere er oxiderede forhold.

Figur 14 viser tidsvægtede sommergennemsnit af udvalgte vandkemiparametre ved bunden (30-33 meters dybde) i overvågningsperioden. For alle parametre undtagen pH og temperatur er der en del variation både indenfor og imellem de enkelte år, men der er ikke sket nogen signifikant udvikling for nogle stoffer. Nitratkon-



Figur 13:
Isoplethdiagram over nitratkoncentrationen i Ravn Sø i 1999.

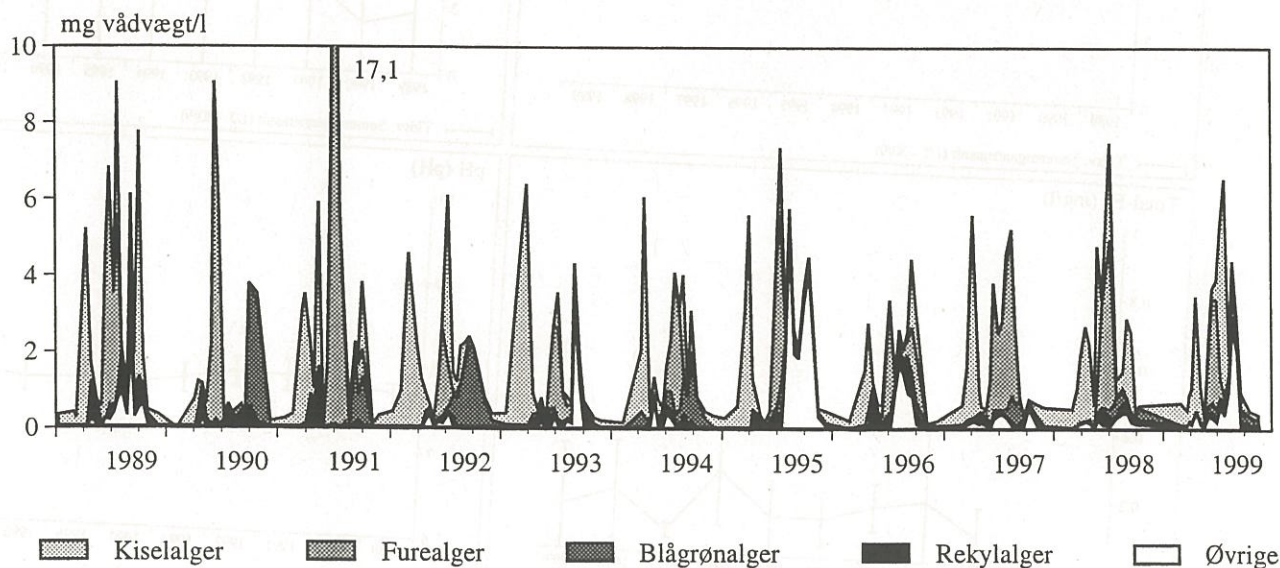
centration i bundvandet var særlig høj i de nedbørsrige år 1993 til 1995, hvilket skyldes en højere nitratkoncentration ved springlagsdannelsen end i tørre år som 1989, 1996 og 1997. I år med lave nitratkoncentrationer, f.eks. 1992 og 1996 har koncentrationen af fosfor, jern og ammonium været særlig høj, hvilket understøtter konklusionen om nitrats oxiderende virkning i overfladeselementet.

5.2 Planteplankton

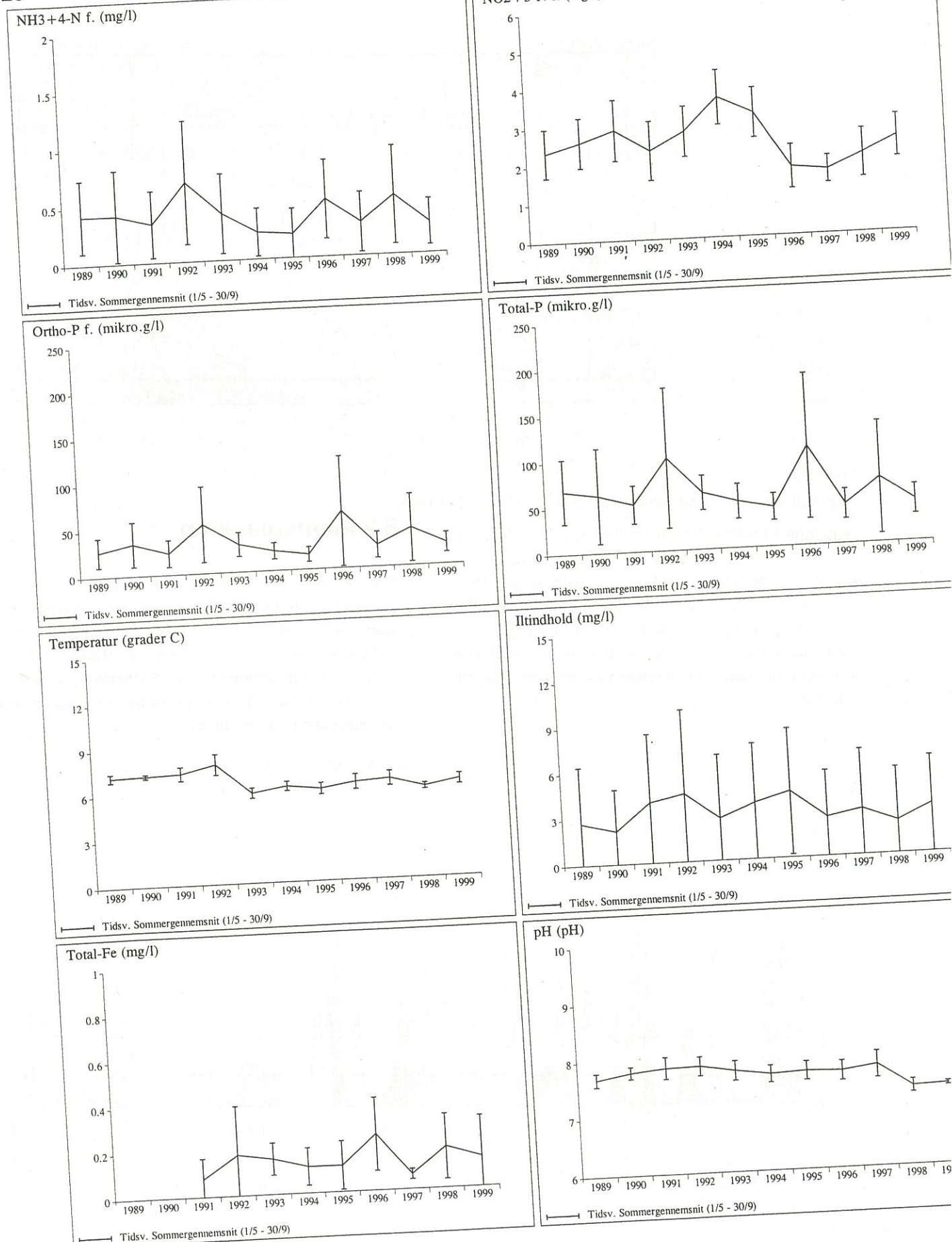
Planteplanktonet i Ravn Sø blev i 1999 undersøgt 18 gange. Prøvefrekvensen efter Vandmiljøplanens Overvågningsprogram var tidligere 19 gange årligt men er nu reduceret, så der ikke udtages prøver i december, januar og februar. Prøvetagnings- og bearbejdningsmetode er beskrevet i bilag. I 1999 er prøverne oparbejdet af konsulentfirmaet Bio/consult as.

5.2.1 Planteplankton i 1999

I dette afsnit vil planteplankton blive kort beskrevet. I



Figur 15:
Biomassen af planteplankton fordelt på hovedgrupper i perioden 1989-1999 (sumkurve).



Figur 14:
Tidsvægtede sommergennemsnit med angivelse af standardafvigelse for udvalgte vandkemiparametre på bundprøver (30-33 meter) i perioden 1989-1999.

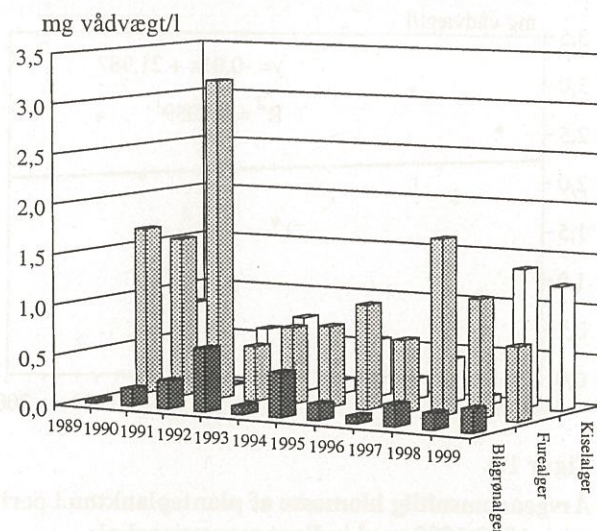
modsatning til tidligere år vil teksten her indskrænke sig til en beskrivelse af de generelle træk for planteplankton i Ravn Sø i perioden 1989-1998 med en kort sammenligning af forholdene i 1999. Årstidsvariationen gennem perioden 1989-1999 fordelt på hovedgrupper fremgår af figur 15.

Da Ravn Sø er en dyb og mesotrof sø er biomassen af planteplankton lille efter danske forhold. Biomassen har i de seneste år varieret mellem 1 og 6 mg vv/l året igennem. Overordnet har der ikke været væsentlige ændringer i hverken biomassen eller artssammensætningen i Ravn Sø siden 1989.

Der er et markant forårsmaksimum hvert år bestående af kiselalger. Dette maksimum kan variere lidt i omfang og tidspunkt, men typisk ligger det i april og med en biomasse på ca. 5 mg vv/l. I foråret 1999 var biomassen dog kun ca. 3 mg vv/l. Kiselalgesamfundet domineres i foråret oftest af den store *Aulacoseira italica*, men både i 1998 og 1999 var der hovedsageligt mindre arter som *Aulacoseira* spp. <10 µm og især *Cyclotella* spp. i størrelse fra <10 µm til 50 µm. I begyndelsen af maj forsvandt kiselalgerne som normalt på grund af en kombination af begyndende springlagsdannelse, dyreplanktons græsning og mangel på silicium.

Efter kiselalgemaksimet var der en klarvandsperiode med sigtdybder på omkring 5 meter i maj-juni. I forbindelse med begyndende opblomstring af først og fremmest furealgen *Ceratium hirundinella* i slutningen af juni, som udgjorde op til 70% af biomassen, faldt sigtdybden til 2-3 meter i juli. *Ceratium hirundinella* er en typisk dominerende art i Ravn Sø. Den kan foretage vertikale vandring i søen og dermed trænge ned i springlaget, hvor næringsstofkoncentrationen er større end i overfladen. Maksima for denne art varierer fra år til år, men biomassen af furealger har været mindre i de senere år end i perioden 1989-1991. Det fremgår også af figur 16, som viser biomassen (sommergennemsnit) af de tre hyppigste algegrupper i Ravn Sø. Nedgangen i furealger skyldes formentlig, at *Ceratium hirundinella* var favoriseret af det noget højere fosforindhold i overfladevandet i 1989-1991 sammenlignet med slutningen af 1990'erne.

Midt i juli var det igen kiselalgerne, der dominerede, og som i 1998 var det først og fremmest kiselalgen *Fragilaria crotonensis*. Denne art klarer sig dårligt i varmt og stille vejr, idet den da hurtigt synker mod bunden, så i den varme sensommer blev biomassen kraftigt reduceret (fra 5,7 mg vv/l til ca. 0,5 mg vv/l). Sammenbrudet i



Figur 16:

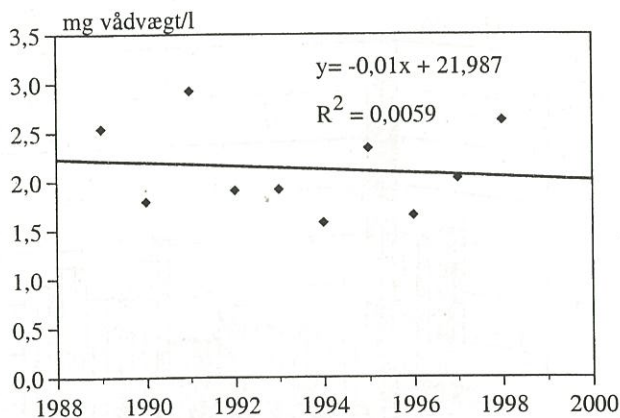
Biomassen (sommergennemsnit) af de tre hovedgrupper indenfor planteplankton i perioden 1989-1999.

kiselalgesamfundet blev afløst af blågrønalger, især *Microcystis aeruginosa* og *Woronichinia naegeliana*, men noget atypisk var der i august 1999 dominans af gulalgen *Dinobryon sociale*. I denne periode var sigtdybden nede omkring 1-2 meter, og der var en del suspenderet stof i vandet. *Dinobryon sociale* har formentlig haft en konkurrencemæssig fordel, idet den kan udnytte det organiske stof i vandet til vækst.

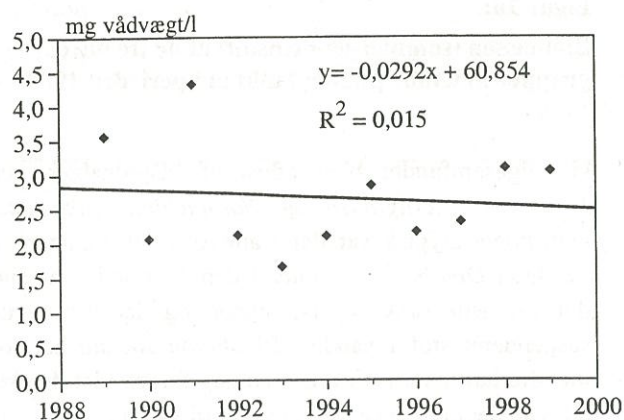
I efteråret er det kiselalgerne, der dominerer i Ravn Sø, således også i 1999, hvor *Fragilaria crotonensis* i september udgjorde omkring 40% af den totale biomasse. I årets sidste måneder var biomassen meget lav (<1 mg vv/l) og bestod som normalt af flere forskellige algegrupper.

Samlet set er planteplanktonet i Ravn Sø præget af arter, som findes i et bredt spektrum eutrofigrader i danske søer, dog med dominans af arter, som oftest findes i middelnæringsrige dybe søer. Egentlige rentvandsindikatorer mangler imidlertid.

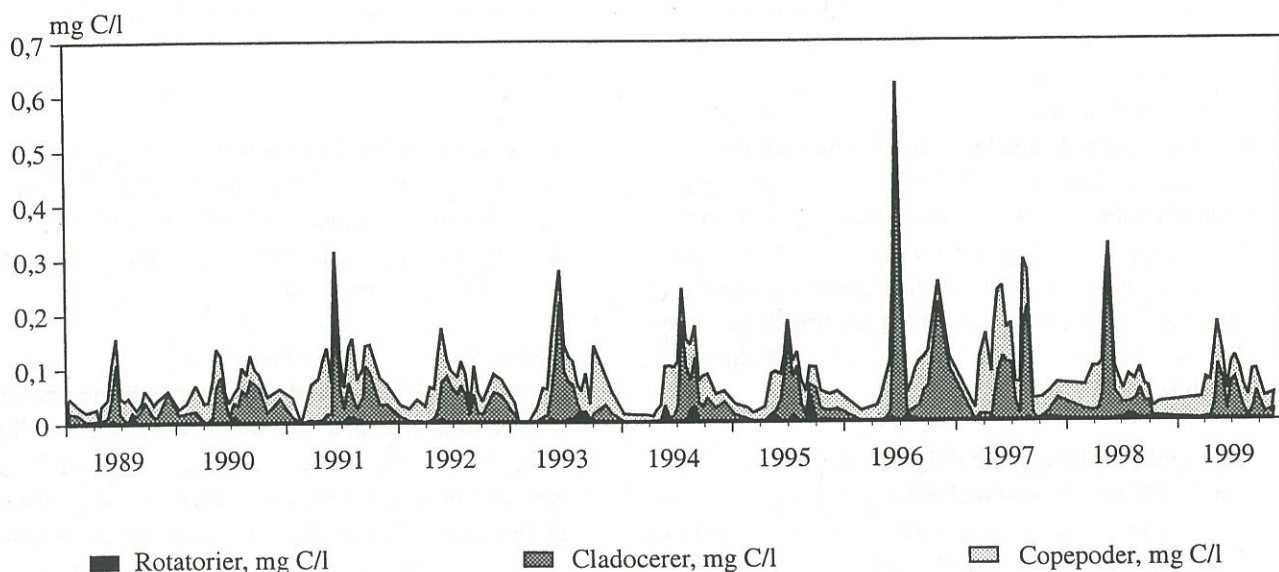
Med et års- og sommergennemsnit på henholdsvis 2,2 mg vv/l og 3,1 mg vv/l var fytoplanktonbiomassen i 1999 som helhed ikke væsentlig forskellig fra tidligere år. Af figur 17 og 18, som viser regressionslinjerne gennem års- og sommergennemsnitlige biomasser fra 1989 til 1999, fremgår det, at der ikke kan påvises nogen signifikant ændring. I forhold til de øvrige overvågnings-søer ligger Ravn Sø mellem 25% fraktilen og medianen (Jensen et al., 1999)



Figur 17:
Årgennemsnitlig biomasse af planteplankton i perioden 1989-1999 med indlagt regressionslinje.



Figur 18:
Sommergennemsnitlig biomasse af planteplankton i perioden 1989-1999 med indlagt regressionslinje.



Figur 19:
Biomassen af dyreplankton fordelt på hovedgrupper i perioden 1989-1999 (sumkurve).

5.3 Dyreplankton

Dyreplanktonet i Ravn Sø blev i 1999 undersøgt 16 gange. Prøvefrekvensen efter Vandmiljøplanens Overvågningsprogram var tidligere 19 gange årligt men er nu reduceret, så der ikke udtages prøver i december, januar og februar. Prøvetagnings- og bearbejdningsmetode er beskrevet i bilag.

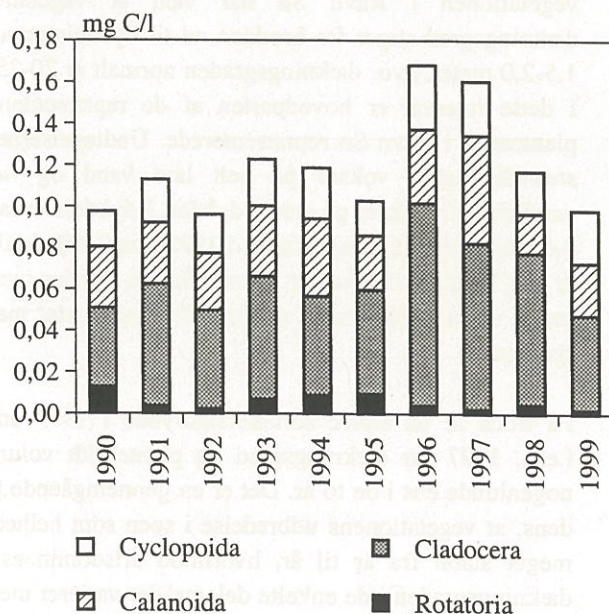
I dette afsnit vil dyreplankton på samme måde som planteplankton blive kort beskrevet. Teksten indskrænkes til en beskrivelse af de generelle træk for dyreplankton i Ravn Sø i perioden 1989-1998 med en sammenligning af forholdene i 1999. Årstidsvariationen blandt hovedgrupperne af dyreplankton i perioden 1989-1999 er vist i figur 19.

5.3.1 Årstidsvariation

Det er det generelle billede i Ravn Sø for alle årene, at dyreplanktonet fra januar til april er domineret af copepoder (vandlopper) med overvægt af calanoide copepoder, mens cladocererne (dafnier) udgør den største andel af biomassen om sommeren. Hjuldyrene udgør sjældent mere end få procent af biomassen, men ofte er der i sensommeren et maksimum. Dette var dog ikke særlig markant i 1999. De højeste koncentrationer af dyreplankton i Ravn Sø findes i det sene forår med et mindre maksimum i sensommeren, hvilket er karakteristisk for mange danske søer. I 1999 registreredes den største biomasse af dyreplankton på 0,18 mg C/l i slutningen af maj. Forårsmaksimet var meget typisk i 1999, hvorimod sensommersmaksimet i begyndelsen af september på 0,09 mg C/l var noget mindre end normalt. Under forårsmaksi-

met var der en ligelig dominans mellem *Daphnia hyalina* og *Daphnia galeata*. Resten af sommeren var dafnierne altovervejende repræsenteret ved *Daphnia galeata*. Derved er artsdominansen i 1999 som i perioden 1990-1993 og 1998 men væsentlig forskellig fra perioden 1994-1997, hvor *Daphnia cucullata* var klart dominerende. Disse skift i artsdominans har givetvis sammenhæng med antallet af fredfisk, idet de store former som *Daphnia hyalina* og *Daphnia galeata* oftest dominerer i klarvandede søer med få fredfisk, mens den mindre *Daphnia cucullata* klarer sig bedre i konkurrencen i de mere eutrofe og fiskerige søer som f.eks. Ørn Sø.

Figur 20 viser den totale biomasse (sommergennemsnit) af dyreplankton fordelt på hovedgrupper i perioden 1989-1999. Der har været en tendens til en stigende biomasse i 1996 og 1997, men i 1998 og 1999 har biomassen ligget omkring 0,1 mg C/l, hvilket synes at være det mest almindelige niveau i Ravn Sø. Generelt er biomassen af dyreplankton lav sammenlignet med de øvrige overvågningssøer. Det skyldes, at fødegrundlaget i form af små alger <50 µm er meget sparsomt i Ravn Sø om sommeren. Der kan ikke påvises nogen signifikant ændringen i sommergennemsnittet af den totale biomasse, men lineær regression på biomassen af cladocerer i perioden 1989 til 1999 viser en signifikant (på 10% niveau, $P=0,07$) stigning for denne gruppe. Cladocernerne er dog gået lidt tilbage fra 1998 til 1999.

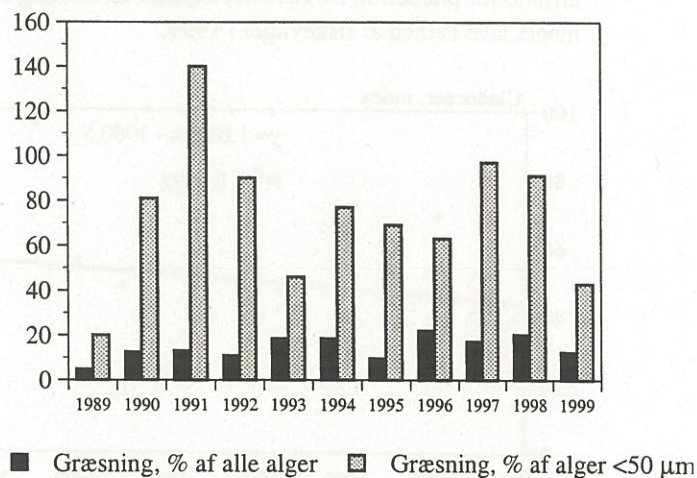


Figur 20:
Sommergennemsnitlig biomasse af hovedgrupper af dyreplankton i perioden 1989-1999.

5.3.2 Græsningstrykket på planteplankton

Generelt optager det filtrerende dyreplankton (rotatorier, cladocerer, calanoide og cyclopoide copepoditter) bedst fødeemner <50 µm. Fødeoptagelsen beregnes ud fra de enkelte grupperes energibehov pr. dag under optimale forhold og antages at være 200% for rotatorier, 100% for cladocerer og 50% for copepoder. Ved lave fødekonzentrationer <0,2 mg C/l nedsættes dyrenes fødeoptagelse, og da vil en korrektion af fødeoptagelsen være nødvendig (Hansen et al., 1992). I beregningerne for 1999 er der som normalt foretaget korrektion på flere datoer på grund af de lave fødekonzentrationer.

På figur 21 er dyreplanktons relative græsning (sommergennemsnit) på planteplankton vist for perioden 1989-1999. Der er skelnet mellem græsningstrykket på alger <50 µm og græsningstrykket på hele algebiomassen. Græsningen på alger <50 µm er typisk 75-100% (91% i 1998), men var i 1999 nede på 43%. Årsagen til den lavere græsningsprocent i 1999 er ikke en lavere biomasse af dyreplankton end normalt men en større biomasse af små algearter.



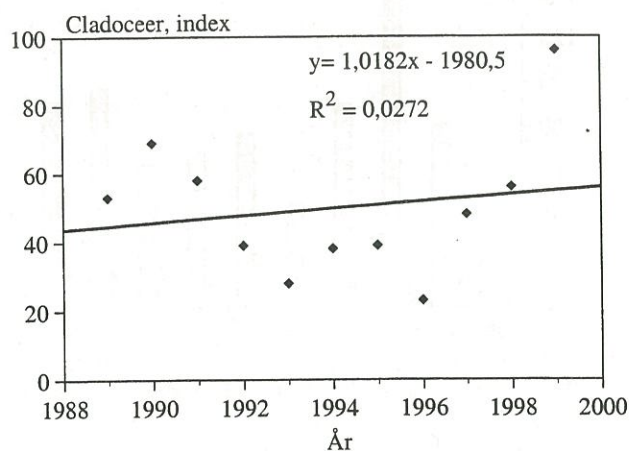
Figur 21:
Dyreplanktons græsning (sommergennemsnit) på planteplankton < 50 µm og hele biomassen af planteplankton i perioden 1989-1999.

Cladocernerne er langt de mest betydningsfulde "græssere" på planteplankton i Ravn Sø om sommeren, men i kortere perioder kan rotatorierne eller copepoderne (især de calanoide copepoder) være betydningsfulde. Græsningsens effekt på planteplankton er typisk størst i maj/juni, hvor græsningen på hele biomassen af planteplankton kan udgøre over 100% med udpræget

klarvandsfase til følge. Det var også tilfældet i maj 1999, hvor en høj græsningsprocent blev ledsaget af en sigtddybde på 6,5 meter. De gennemsnitlige græsningsprocenter dækker således over en stor tidsmæssig variation i alle årene.

Hovedparten af algearterne i Ravn Sø om sommeren er store arter (store kiselalger og furealger), og derfor formåede dyreplankton ikke at nedgræsse mere end ca. 13% (sommeregensnit) af den totale biomasse af planteplankton. Biomassen af planteplankton i Ravn Sø er derfor i højere grad reguleret af næringsstoftilgængelighed og klimabetingede fysiske variable end af dyreplankton, når sommeren betragtes som helhed. Dyreplanktons evne til en egentlig nedgræsning af planteplankton er begrænset til en periode på ca. 1 måned i maj/juni.

Den øgede biomasse af dafnier i de seneste år har resulteret i et højere cladoceer-index, men som det fremgår af figur 22 er der ikke sket nogen signifikant udvikling set over hele perioden 1989-1999. Det meget høje cladoceer-index i 1999 på 0,96 sammenholdt med et skift i dominans blandt dafnier til store arter, der er mere udsatte for prædation fra fiskene, skyldes formentlig den meget lave tæthed af fiskeyngel i 1999.



Figur 22:
Cladoceerindex for perioden 1989-1999 med indlagt regressionslinje.

5.4 Undervandsplanter

I august 1999 blev der som i 1993-1998 gennemført en områdeundersøgelse af undervandsvegetationen i Ravn Sø. Undersøgelsen omfatter udelukkende undervands- og flydebladsvegetationen, og indeholder en beskrivelse af artssammensætningen samt vegetationens dybdeud-

bredelse, dækningsgrad og højde. Ravn Sø er inddelt i 11 delområder (figur 23) fastlagt under hensyntagen til søens morfometri, bundforhold og eksponeringsgrad. I hvert delområde er vegetationen registreret i dybdeintervaller på 0,5 meter. På dybder over 4 meter dog kun i intervaller på 1,0 meter. Til vurdering af dækningsgrad og dybdegrænser er anvendt vandkikkert, planterive og bundskraber. Undersøgelsen er udført i overensstemmelse med DMU's vejledning i vegetationsundersøgelser i søer (Miljøministeriet, 1993).

5.4.1 Plantedækket areal og plantevolumen

Det plantedækkede areal udgjorde i 1999 4,5% af hele søarealet, og det plantedækkede volumen udgjorde 0,1% af hele søens volumen. Som det fremgår af tabel 6 er dækningsgraden i 1999 den højest målte i undersøgelsesperioden 1993-1999, mens det plantedækkede volumen var gennemsnitligt. Der kan ikke påvises nogen signifikant ændring af det plantedækkede areal eller plantedækkede volumen i undersøgelsesperioden 1993 til 1999. Dækningsgraden i det undersøgte område (fra 0 - max. 11 meters dybde) var ca. 13%.

I 1999 blev den største dækningsgrad registreret i dybdeintervallet 1,5 til 2,0 meter, hvor 25% af bunden er dækket af vegetation. De sidste 6 års undersøgelser af vegetationen i Ravn Sø har vist, at vegetationsdækningsgrad stiger fra bredden ud til dybdeintervallet 1,5-2,0 meter, hvor dækningsgraden normalt er 20-25%. I dette interval er hovedparten af de repræsenterede plantearter i Ravn Sø repræsenterede. Undtagelserne er *strandbo*, som vokser på helt lavt vand og *liden vandaks*, der vokser på større dybder. I dybdeintervallet 3-5 meter var dækningsgraden i 1999 kun 2-4%, hvilket er lidt lavere end normalt i Ravn Sø. På dybder over 5 meter var udbredelsen af rodfæstede vandplanter meget sparsom.

På trods af en større sommersigtddybde i 1999 end i f.eks. 1997 var dækningsgrad og plantefyldt volumen nogenlunde ens i de to år. Det er en gennemgående tendens, at vegetationens udbredelse i søen som helhed er meget stabil fra år til år, hvorimod artsdominans og dækningsgraden i de enkelte delområder varierer meget. Det fremgår således af figur 24, at dækningsgraden i f.eks. delområde 3 kan variere mellem 1% og 28%. Andre delområder, som f.eks. 9 og 11 har en mere stabil dækningsgrad, men alle øvrige delområder udviser betydelig år til år variation. Den største dækningsgrad af planter findes i område 1, 2, 5 og 11, som giver mulig-

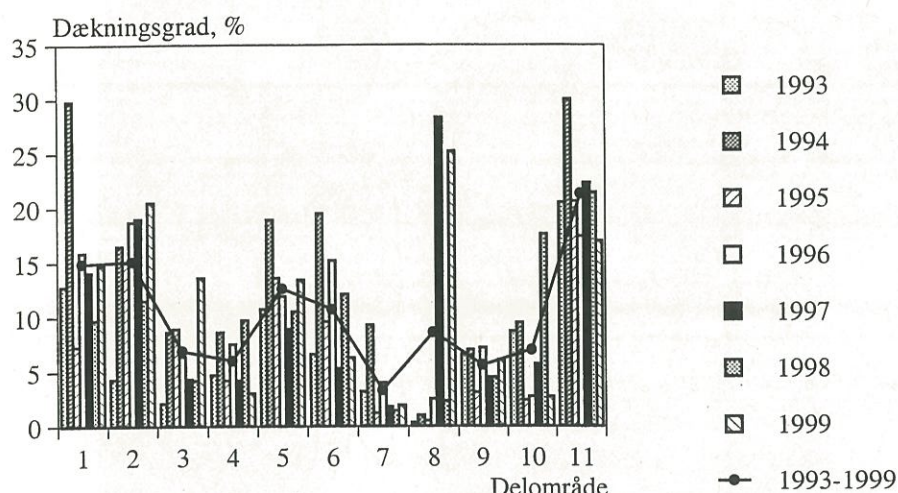


Figur 23:
Oversigt over vegetationsundersøgelsens enkelte delområder i Ravn Sø.

	Dækn., % af delområder	Dækn., % af søareal	Plantevol., % af delområder	Plantevol., % af søvolumen
1993	5,6	1,9	1,9	0,06
1994	12,5	4,3	1,8	0,13
1995	7,9	2,7	1,0	0,07
1996	9,5	3,2	2,3	0,17
1997	11,6	3,9	1,2	0,08
1998	7,5	2,5	1,4	0,14
1999	13,3	4,5	1,1	0,10
1993-1999	9,7	3,3	1,5	0,11

Tabel 6:

Vegetationens dækningsgrad og plantefyldt volumen i perioden 1993-1999.



Figur 24:

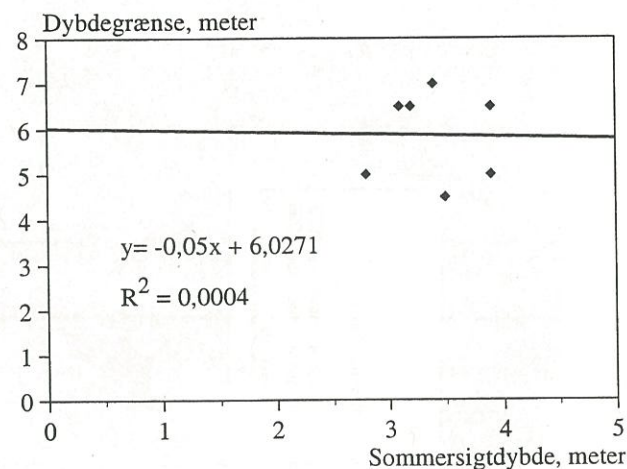
Vegetationens dækningsgrad i de enkelte delområder i perioden 1993-1999.

hed for store sammenhængende bevoksninger på grund af de lavvandede banker, som her strækker sig flere hundrede meter ud i søen. I område 3, 4 og 9 er der meget stejle skrænter og udhængende træer, der skygger, hvilket begrænser vegetationens dækningsgrad til under 10%

5.4.2 Dybdegrænse

For vegetationen som helhed var dybdegrænsen 9,5 meter (normaliseret vanddybde) i 1999, idet der blev registreret enkelte vandhår (*cladophora sp.*) i dybdeintervallet 9,0-10,0 meter i søens vestlige ende. Dybdegrænsen for kransnålalger og blomsterplanter (rodfæstet vegetation) var 4,5 meter. Ved hjælp af bundskraber blev der fundet enkelte små grønne eksemplarer af *kredsbladet vandranunkel*, *høstvandstjerne* og almindelig *vandpest* på 5,0 meter, men sammenhængende vegetation fandtes dog kun på dybder <3-4 meter. *Kredsbladet vandranunkel* udgør sammen med *kruset vandaks*, *akstusindblad*, *hjerterbladet vandaks* og *skør kransnål* den yderste dybdegrænse for mere sammenhængende vegetation.

Dybdegrænserne for rodfæstet vegetation har varieret mellem 4,5 og 7,5 meter i perioden 1993-1999. Forskellige undersøgelser har dokumenteret sammenhængen mellem sommersigtdybde og planternes dybdegrænse, men en sådan sammenhæng kan ikke påvises i Ravn Sø (figur 25). Det kan skyldes det relativt lille datamateriale men også, at dybdegrænsen i høj grad afhænger af



Figur 25:

Sammenhæng mellem sommersigtdybde og vegetationens dybdegrænse med indlagt regressionslinje.

enkeltfund af *kredsbladet vandranunkel* omkring dybdegrænsen. Der kan ikke påvises nogen signifikant ændring af dybdegrænsen for rodfæstet vegetation i Ravn Sø i undersøgelsesperioden 1993 til 1999.

5.4.3 Artssammensætning og hyppighed

Der blev i 1999 registreret ialt 18 arter/slægter, hvoraf de 12 kan betegnes som egentlige undervandsplanter. Blandt undervandsplanterne er 10 blomsterplanter og 2 algearter. De sidste 6 arter; almindelig *sumpstrå*, *tagrør*, *søkgogleaks*, *høj sødgræs*, *liden andemad* og *vandpileurt* er sump- eller flydeplanter og mangler egentlige vandplantekaraktistika.

Artsliste og status af de enkelte arter er vist i tabel 7.

Kredsbladet vandranunkel var i 1999 almindeligt forekommende og den dominerende art i plantesamfundet i alle 11 delområder. Den dannede typiske større sammenhængende bevoksninger på 1,5-2,5 meters dybde, især i den østlige ende af søen. På lavt vand var bevoksningerne spredte. Artens status i søen er uændret.

Børstebladet vandaks har sin hovedudbredelse i den vestlige del af søen, hvor den er almindelig. Arten forekom i 1999 kun ud til ca. 1 meters dybde på nær i område 6, hvor den nåede ud til en dybde på 2,75 meter. I andre år har arten haft sin hovedudbredelse omkring dybdeintervallet 1,5-2,0 meter. Artens status i søen er uændret.

Skør kransnål blev registreret i alle delområder med undtagelse af område 2,9 og 10. Kransnålalgerne har generelt en spredt eller fåtallig forekomst i søen. I nogle områder findes kransnålalger kun på lavt vand (0,5-

1,0 meter) og ofte sammen med *strandbo* og *børstebladet vandaks*, men i andre områder vokser de fra bredden og ud til 3 meters dybde (f.eks. område 1). Tidligere er der dog registreret enkelte kransnålalger i dybdeintervallet 6,0-7,0 meter. Artens status er uændret, dog med en tendens til fremgang.

Vandhår udgør vegetationens dybdegrænse i Ravn Sø, idet der blev fundet "mætter" af trådalger (*Cladophora* sp.) i dybdeintervallet 9,0-10,0 meter i delområde 2 og 8, hvor arten må betegnes som almindelig. Arten findes typisk på lidt større dybder fra 2 meter og ud til vegetationens dybdegrænse, særligt i forbindelse med stenbund. Artens status er stort set uændret men med tendens til tilbagegang, idet den er i 1999 kun blev fundet i halvdelen af delområderne.

Strandbo blev i 1999 kun registreret i 2 delområder (5 og 11), hvor den gror spredt på lavt vand (<1 meter). Artens status er uændret med tendens til tilbagegang.

Akustusindblad var i 1999 repræsenteret i 3 delområder, både i den vestlige og østlige ende, men havde som normalt sin hovedudbredelse i den østlige ende (område 1 og 11), hvor den danner store sammenhængende bevoksninger på ca. 2 meters dybde. Her findes arten dog helt ud til en dybde på 2,75 meter. *Akustusindblad* havde på undersøgelsestidspunktet rank vækst uden egentlig kronedannelse ved overfladen. Arten er gået lidt tilbage i forhold til 1998.

Hjerterbladet vandaks fandtes spredt i alle delområder med undtagelse af område 3,8 og 10. Hovedudbredelsen ligger i dybdeintervallet 1,5 til 2,5 meter, men i område 1 og 2 fandtes arten kun på vanddybder under 1 meter. I område 5 og fandtes den dybest registrerede observation på 3,25 meter. Arten er gået lidt frem i de senere år.

Art		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Dybdegrænse 1999, meter
Kredsbladet vandranunkel	<i>Batrachium circinatum</i>	almindelig	almindelig	almindelig	almindelig	almindelig	almindelig	almindelig	4,5
Høstvandsstjerne	<i>Callitriche hermafrodita</i>	almindelig	almindelig	fåtallig	fåtallig	meget fåtallig	ingen fund	fåtallig	4,5
Almindelig vandpest	<i>Elodea canadensis</i>	meget fåtallig	fåtallig	fåtallig	fåtallig	fåtallig	spredt	almindelig	4,5
Strandbo	<i>Littorella uniflora</i>	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	fåtallig	fåtallig	fåtallig	fåtallig	0,25
Akustusindblad	<i>Myriophyllum spicatum</i>	fåtallig	fåtallig	fåtallig	fåtallig	spredt	spredt	spredt	2,75
Kruset vandaks	<i>Potamogeton crispus</i>	meget fåtallig	spredt	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	fåtallig	2,75
Børstebladet vandaks	<i>Potamogeton pectinatus</i>	fåtallig	fåtallig	spredt	spredt	spredt	spredt	spredt	2,75
Hjerterbladet vandaks	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	meget fåtallig	fåtallig	spredt	spredt	spredt	spredt	almindelig	3,25
Hybrid af vandaks	<i>Potamogeton</i> sp.	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	fåtallig	2,25
Liden vandaks	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	ingen fund	ingen fund	ingen fund	ingen fund	ingen fund	meget fåtallig	meget fåtallig	3,25
Smalbladet pindsvineknap	<i>Sarganium angustifolium</i>	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	ingen fund	ingen fund	
Skør kransnål	<i>Chara globularis</i>	fåtallig	spredt	fåtallig	spredt	spredt	spredt	spredt	2,75
Art af rørhinde	<i>Enteromorpha</i> sp.	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	meget fåtallig	ingen fund	
Art af trådalge	<i>Cladophora</i> sp.	spredt	spredt	spredt	spredt	spredt	spredt	spredt	9,5
Almindelig sumpstrå	<i>Eleocharis palustris</i>								
Tagrør	<i>Phragmites australis</i>								
Høj sødgræs	<i>Glyceria maxima</i>								
Liden andemad	<i>Lemna minor</i>								
Søkgogleaks	<i>Scirpus lacustris</i>								
Vandpileurt	<i>Polygonum amphibium</i>								

Tabel 7:

Plantearter i Ravn Sø og deres udbredelse.

Rørhinde er generelt fåtallig i Ravn. Normalt findes arten i 2-3 delområder på dybder fra 0,25-3,25 meter, men i 1999 var der ingen fund.

Almindelig vandpest er visse steder almindelig i Ravn Sø, og arten forekom i alle delområder med undtagelse af område 2 og 8 og især på dybder mellem 1 og 2 meter. I 1999 blev den dog registreret på 4,5 meters dybde i delområde 11. Arten er gået støt frem siden 1993.

Kruset vandaks fandtes kun i to delområder i 1999 (4 og 5) på dybder mellem 1,5 og 3,0 meter, hvor den står som rankegrøde. Artens udbredelse varierer meget fra år til år, men den er altid fåtallig. I 1994 var arten dog noget mere udbredt end i de øvrige år. Status er uændret med en lille tendens til fremgang.

Den *vandakshybrid*, som blev fundet i et enkelt eksemplar i søen (delområde 3) i 1994, har bredt sig indenfor delområdet, men er endnu ikke fundet andre steder. I 1999 fandtes den ud til 2,25 meters dybde, men var hyppigst på dybder omkring 1,5 meter. Der er beskrevet en del vandakshybrider i Danmark, men denne hybrid er ikke at finde blandt disse.

Liden vandaks blev for første gang registreret i 1998. Den fandtes igen i 1999 i delområde 5 og 6 på lidt større dybde. Det er typisk for denne art, at den fremtræder som pionerplante omkring vegetationens dybdegrænse.

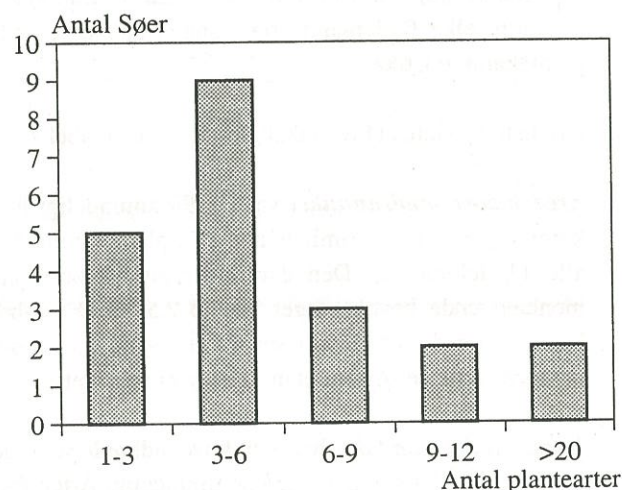
Høstvandstjerne, som i 1993 og tildels 1994 var almindelige i Ravn Sø gik stærkt tilbage og blev ikke fundet i 1998. I 1999 blev arten genfundet i ca. halvdelen af delområderne, dog kun fåtalligt. Den blev fundet både på lavt vand og helt ude på 4,5 meters dybde. *Høstvandstjerne* er en pionerplante, hvis udbredelse i søer ofte fluktuerer voldsomt, og artens fremtidige udbredelse er derfor meget usikker.

Smalbladet pindsvineknop, som tidligere er fundet umiddelbart ud for rørsumpen i område 5, blev ikke genfundet i 1998 og 1999.

5.4.4 Sammenligning med andre danske søer.

Antallet af arter (10, excl. 2 algearter) i Ravn Sø er lidt lavere end gennemsnittet fundet for et større antal danske søer med vegetation og fosforkoncentrationer $<50 \mu\text{g P/l}$ (Jensen m.fl., 1997). Derimod er der flere arter end i de fleste søer i Århus Amt med undervandsvegetation. Her er artsantallet typisk 3-6, jvf. figur 26. I andre dybe søer som Almind Sø og Slåen Sø med lavere

næringsstofniveauer og større sigtddybde end i Ravn Sø er der fundet 20-25 arter (Århus Amt, 1995, Århus Amt, 1999). Antallet af arter i Ravn Sø ville sandsynligvis være større, hvis søen var upåvirket af kulturbetinget næringsstofftilførsel fra oplandet som Almind Sø og Slåen Sø. Artssammensætningen i Ravn Sø er desuden præget af mere næringstolerante arter som *kredsbladet vandranunkel*, *vandpest*, *hjerterbladet vandaks*, *kruset vandaks* og *akstusindblad*, der er de mest hyppige i danske søer på grund af deres generelt høje næringsstofniveau. Der findes således ingen arter i Ravn Sø, som overvejende findes i helt rene søer.



Figur 26:

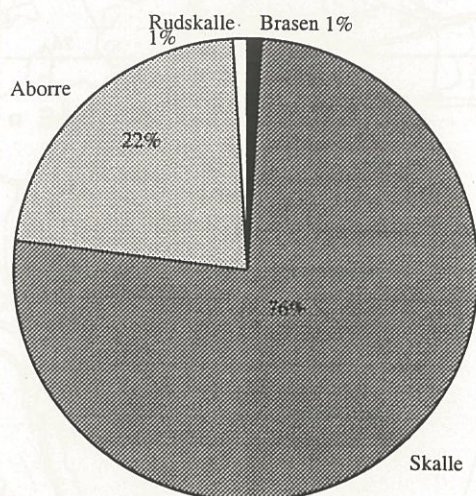
Artsantal af undervandsplanter fordelt på 21 søer i Århus Amt.

Ingen af de forekommende arter i Ravn Sø er omfattet af Røddliste 1997 (sjældne, sårbare eller truede arter i Danmark). En enkelt art, strandbo, er dog gullistet med EU-status, jvf. Stoltze, 1998.

5.5 Fiskeyngel.

Undersøgelsen af fiskeyngel i Ravn Sø er udført af konsulentfirmaet Bio/consult d. 14. juli 1999 efter retningslinierne i vejledningen under Vandmiljøplanens overvågnings-program (Lauridsen et al., 1998). De befiskede sektioner fremgår af figur 27. Fangsttabel og grafer over længdefordeling af fiskearter er vist i bilag.

I Ravn Sø blev der ved undersøgelsen fanget 121 fisk i littoralen og 11 fisk i pelagiet. Med det filtrerede søvolumen svarer det til henholdsvis $0,96 \text{ fisk/m}^3$ og $0,08 \text{ fisk/m}^3$, jf. tabel 8 med flest fisk i sektion 1 og 4. I forhold til 1998 er der sket en betydelig reduktion i antallet af fiskeyngel i littoralen, mens der er sket en mindre



Figur 28:

Fiskeyngel i Ravn Sø fordelt på arter ved undersøgelsen i 1999.

stigning i pelagiet. Til gengæld var de enkelte fisk noget større målt ud fra vægt/fisk, hvilket vidner om en tidligere klækning og/eller hurtigere vækst hos fiskeynglen i 1999 sammenlignet med 1998, idet fiskeundersøgelserne blev foretaget på nogenlunde samme dato i juli. Medianen for antal fiskeyngel/m³ for overvågningssøerne i 1998 var 2,3 i littoralen og 0,54 i pelagiet (Jensen et al., 1999). Ravn Sø har en normal fordeling med størst tæthed af fiskeyngel i littoralen og en normal bestandstørrelse her. Til gengæld er tætheden af fiskeyngel i pelagiet meget lille i Ravn Sø.

	1998	1999
Littoral		
Antal fisk/m ³	7,63	0,96
Vægt/m ³	0,61	0,18
Vægt/fisk, g	0,08	0,19
Pelagiet		
Antal fisk/m ³	0,03	0,08
Vægt/m ³	0,002	0,03

Tabel 8:

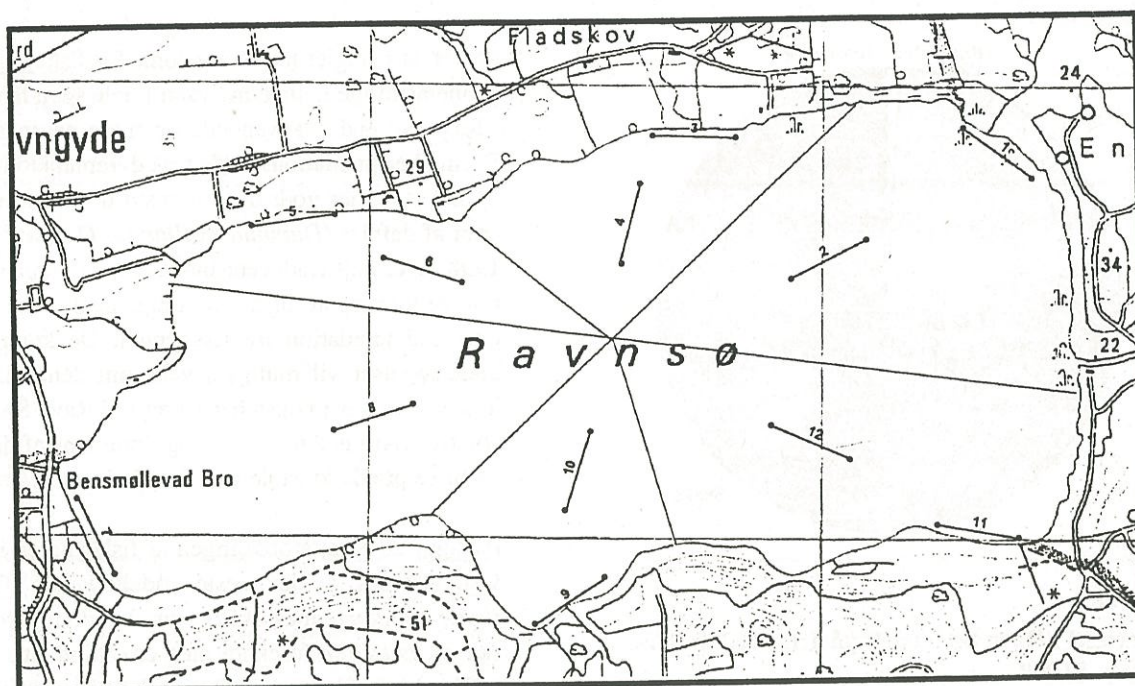
Gennemsnitlig antal fiskeyngel i littoralen og pelagiet i Ravn Sø i 1998 og 1999.

En dyb sø som Ravn Sø har et atypisk horisontalt fordelingsmønster af fiskeyngel, og den absolutte yngeltæthed i pelagiet er formentlig endnu lavere end 0,08 fisk/m³, idet der ved denne undersøgelse ikke tages højde for en ujævn fordeling med betydelig færre fisk på større dybder end i overfladen, hvor befiskningen fore-

går. Hvis pelagiet næsten er tomt for fiskeyngel, er den gennemsnitlige tæthed/m³ vand i hele søen langt mindre i Ravn Sø end i lavvandede og mere næringsrige søer. Dermed er prædationstrykket på dyreplankton også lavt, og det stemmer godt overens med dominansen af store arter af dafnier (*Daphnia hyalina* og *Daphnia galeata*) i 1998 og et højt cladoceer-index, hvor dyreplankton snarere begrænses af alger i fødetilgængelig størrelse (<50 µm) end prædation fra fiskeyngel. De kommende års undersøgelser vil muligvis vise, om denne konklusion holder, idet der jo også har været år i Ravn Sø med flere småfisk (Århus Amt, 1993) og dominans af den mindre og mere prædationstolerante *Daphnia cucullata*.

På figur 28 er artsfordelingen af fiskeynglen i littoralen vist. Det ses, at der næsten udelukkende blev fanget skalle og aborre med skalle som den dominerende. Brasen og rudskalle forekom med enkeltindivider i sektion 1. Der blev således kun fanget 4 arter, men standardfiskeundersøgelsen med gællenet fra 1998 viser, at der findes mindst 15 arter i søen. Yngelundersøgelsen kan derfor ikke bruges til at beskrive fiskebestanden som helhed i Ravn Sø. Det gælder også for de andre overvågningssøer, hvor der maksimalt er fanget 5 forskellige arter ved yngelundersøgelserne (Jensen et al., 1999).

Fordelingen i Ravn Sø med dominans af aborre og skalle er typisk for overvågningssøerne, idet disse arter jo også er de mest almindelige i danske søer. I forhold til standardfiskeundersøgelsen med gællenet fra 1998 er der imidlertid nogle uoverensstemmelser. Skalle dominerede i fiskeyngelundersøgelsen både i 1998 og 1999, mens netundersøgelsen i 1998 viste klar dominans af aborrer med hork som den næstmest almindelige efterfulgt af skalle. Hork blev slet ikke fundet ved fiskeyngelundersøgelsen i 1998, hvilket sikkert skyldes, at hork er en bundlevende fisk.



Figur 27:

Kort over Ravn Sø med befiskede transekter. Hver transekt har en længde på 180 m.

6. Målsætning

Ravn Sø er i Århus Amts vandkvalitetsplan (Århus Amt, 1997) B2-målsat. Det vil sige, at søen har en generel målsætning og badevandsmålsætning. Fosforkoncentrationen i søen skal være mindre end 25 µg P/l, hvilket kræver en maksimal indløbskoncentration på 90 µg P/l. Indløbskoncentrationen i 1999 var netop 90 µg P/l, og således lidt lavere end i 1998 (100 µg P/l). Reduktionen skyldes til dels, at rodzoneanlægget i Jaungyde er nedlagt, så belastningen fra renseanlæg (Ballen) er nu under de fastsatte krav på maksimalt 100 kg P/år. Med 104 kg P udledt i 1999 var tilførslen fra regnvandsbetingede under det fastsatte krav på maksimalt 130 kg P/år. Tilførslen af fosfor fra spredt bebyggelse er endnu ikke er nedbragt fra de nuværende 225 kg P/år til de fastsatte 100 kg P/år.

Den generelle målsætning var samlet set ikke opfyldt i 1999, fordi tilførslen af fosfor fra samtlige spildevandskilder endnu ikke er nedbragt som forudsat i vandkvalitetsplanen.

7. Konklusion

Ravn Sø var meget belastet med spildevand i 1970'erne, hvor der første gang blev foretaget undersøgelser i søen. Som følge af eutrofieringen var søens sigtdybde forringet i forhold til idag. Tiltag overfor spildevandskilder især i 1980'erne er nu slået igennem på vandkvaliteten og søen fremstår idag som en klarvandet eutrof sø, omend tilførslen stadig er for stor i forhold til målsætningen. I overvågningsperioden 1989-1999 er fosforkoncentrationen faldet, men der har ikke kunne påvises nogen signifikante ændringer af sigtdybde eller biologiske parametre i denne periode. Tendenser i retning af større biomasse af dyreplankton med effektive græssere på planteplankton, lavere biomasse af planteplankton og færre planktonædende fisk kombineret med det lavere fosforindhold trækker sandsynligvis søen langsomt men sikkert mod en lidt bedre tilstand end i dag. Det vil formentlig tage mange år på grund af søens lange opholdstid og udviklingen kan yderligere sløres på kort sigt af naturlige år til år variationer i den biologiske struktur.

T. Konstantin

The first part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species. The second part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species. The third part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species. The fourth part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species. The fifth part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species. The sixth part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species. The seventh part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species. The eighth part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species. The ninth part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species. The tenth part of the paper is devoted to a review of the literature on the effects of climate change on the distribution and abundance of species.

8. Referencer

- Downing, J.A., Plante, C. & Lalonde, S. (1990): Fish production correlated with primary productivity and the morphoedaphic index. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:1929-1936.
- Hansen, A.-M, E. Jeppesen, S. Bosselmann og P. Andersen (1990): Zooplanktonundersøgelser i søer - metoder: Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser og Miljøstyrelsen, 1990).
- Hansson, J.M., & Leggett, W.C. (1982): Empirical prediction of fish biomass and weight. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39:257-263.
- Lauridsen T.L., Jensen J. P., Berg S., Michelsen, K., Rugaard T., Schriver, P. & Rasmussen, A.C. (1998). Fiskeyngelundersøgelser i søer. Danmarks Miljøundersøgelser. Teknisk anvisning fra DMU.
- Jensen, J.P., Jeppesen, E., Søndergård, M., Lauridsen, T.L. & Sortkjer L. (1999): Søer 1998. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 106 s. Faglig rapport fra DMU nr. 291.
- Kiefer, F. og G. Freyer (1978): Das zooplankton der Binnengewasser. Die Binnengewasse Band XXVI, 2. Teil.
- McCauley, E. (1984): The estimation of the Abundance and Biomass of zooplankton in samples. Fra: A Manual on methods for the Assessment of Secondary Productivity in Freshwater; IBP Handbook 17, 2nd edition. (Ed. J.A. Downing & F.H. Riegler). Blackwell Scientific Publications pp. 228-265.
- Moeslund et al., (1993): Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser. 45 s. Teknisk anvisning fra DMU nr. 6.
- Olrik, K. (1990): Planteplanktonsamfund i danske søer.
- Olrik, K. (1991): Vejledning i phytoplanktonbedømmelser, del I. Metoder. Rapport til Miljøstyrelsen.
- Pontin, R.M. (1978): A key to British Freshwater Planktonic Rotifera: Freshwater Biological Association.
- Reynolds, C.S. (1984): The ecology of freshwater phytoplankton.
- Ruttner-Kalisko, A. (1974): Planktonic Rotifers biology and taxonomy. Die Binnengewasser vol. XXVI/1 supplement.
- Voigt, M & W. Koste (1978): Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. Gebruder Borntraeger. Berlin, Stuttgart.
- Århus Amt (1997): Vandkvalitetsplan for Århus Amt, 1997.
- Århus Amt (1979): Ravn Sø og tilløb til Ravn Sø, 1978. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1985): Knud Sø, Ravn Sø og Knud Å, 1981-83. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1989): Fisk i Ravn Sø, 1988. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1990): Ravn Sø, 1989. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1991): Ravn Sø, 1990. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1992): Ravn Sø, 1991. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1993): Ravn Sø, 1992. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1993): Fisk i Ravn Sø, 1992. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt. Udført af Bio/consult as.
- Århus Amt (1994): Ravn Sø 1993. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1995): Ravn Sø, 1994. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.
- Århus Amt (1995): Almind Sø, 1994, Miljøtilstand. Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1996): Ravn Sø, 1995. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1997): Ravn Sø, 1996. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1998): Ravn Sø, 1997. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1999): Ravn Sø, 1998. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt.

Århus Amt (1999): Fisk i Ravn Sø, 1998. Teknisk rapport, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt. Udført af Bio/consult as.

Århus Amt (1999). Beregning af tidsserier for vandføringen ved udvalgte lokaliteter i Århus Amt. Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt. Rapport udført af Hedeselskabet. Ikke publiceret.

9. Bilag

1. Metode til beregning af vand- og stofbalance.
2. Massebalance for vand, fosfor, kvælstof og jern.
3. Kurver over vandkemiske data.
4. Resultater fra vegetationsundersøgelse i 1999. Delområder og samlet resultat..
5. Resultater af undersøgelse af fiskeyngel i 1999.
6. Samletabeller for massebalance, vandkemiske og biologiske parametre i Ravn Sø i perioden 1989 - 1999.
7. Oplandsstørrelse, arealanvendelse og jordbundstype i Ravn Sø's opland.
8. Arealhypsograf over Ravn Sø.

Metode til beregning af vand - og stofbalance

Vandbalancen opstilles ud fra følgende størrelser:

GRUNDDATA

N : nedbør	(månedsværdier, mm)
E _a : fordampning	(månedsværdier, mm)
Q _p : direkte tilførsel	(månedsværdier, l/s)
Q _t : sum af målte tilløb	(månedsværdier, l/s)
Q _a : afløb	(månedsværdier, l/s)
Q _u : umålt opland (beregnes ud fra vægtning af tilløb)	(månedsværdier, l/s)
Q _s : vandstandsvariationer (magasinering)	(diskrete værdier, m)
Q _g : udveksling med grundvand	(månedsværdier, mm)
A : søareal	(konstant, m ²)

$$\text{Ligning : } Q_g = -A(N - E_a) - Q_p - Q_t + Q_a - Q_u + Q_s$$

hvor $Q_u = \text{sum af } (Q_i(v_i - 1))$, for $i = 1$ til antal tilløb (v_i er vægte $< > 1,0$)

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

Stofbalance opstilles ud fra:

P _a : atmosfærisk deposition	(konstant, kg/ha/år)
T _t : sum af målte transporter i tilløb	(månedsværdier, kg)
T _a : transport i afløb	(månedsværdier, kg)
T _p : direkte stofudledning fra punktkilder	(månedsværdier, kg)
T _ø : direkte udledning fra øvrige kilder	(månedsværdier, kg)
T _u : stoftilførsel fra umålt opland (vægtede)	(månedsværdier, kg)
T _g : stofudveksling med grundvand (+/-)	(månedsværdier, kg)
S : ændret stofindhold i søen (søkonc., volumen)	(diskrete værdier, µg/l-m ³)
T _i : intern belastning	(månedsværdier, kg)
C : søkoncentration	(diskrete værdier, µg/l)
V : søvolumen	(diskrete værdier, m ³)
g ₊ : koncentration af tilført grundvand	(konstant, µg/l)
g ₋ : koncentration af udsivet grundvand	(konstant, µg/l)

$$\text{Ligning : } T_i = -P_a A - T_t + T_a - T_p - T_{\text{ø}} - T_u - T_g + S$$

hvor $T_u = \text{sum af } (T_i(v_i - 1))$, for $i = 1$ til antal tilløb (med vægte $< > 1,0$)

$T_g = g_+ Q_g$ for $Q_g > 0$ (måneder med tilstrømning) og

$T_g = g_- Q_g$ for $Q_g < 0$ (måneder med udsivning).

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

(søvolumener er beregnet ud fra diskrete vandstande og søareal)

SØ-VAKS, Sø-modul

VANDBALANCE

Side : 1

Sø: Ravnø (RAV I)

Udskrevet: 03/05/2000

År: 1999

Enhed.....: 1000 m3

Af : HSK

Parameter:

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	1384.6	1105.4	2097.0	1109.9	527.1	497.8	409.1	288.4	513.7	1419.7	535.9	2458.0	2236.1	12346.7
90318	72.5	47.3	81.8	38.5	20.4	19.4	17.1	13.8	24.4	63.1	31.5	95.9	95.0	525.7
90610	27.1	18.3	35.6	15.4	6.5	8.2	5.6	7.1	10.1	26.4	11.9	42.5	37.5	214.6
90680	461.8	283.5	525.9	219.3	108.0	99.4	74.2	56.9	142.7	397.2	175.9	583.9	481.2	3128.7
Målt tilførsel	1945.9	1454.6	2740.3	1383.1	662.0	624.7	506.1	366.2	691.0	1906.4	755.3	3180.2	2849.9	16215.8
Umålt opland	67.2	46.7	91.4	39.8	16.3	21.7	14.8	20.0	26.3	67.5	30.6	110.8	99.2	553.2
Nedbør	13.3	8.0	17.3	7.1	9.6	24.0	7.8	17.3	18.0	19.1	4.6	25.5	76.8	171.6
Samlet tilførsel	2026.4	1509.3	2849.0	1430.0	688.0	670.5	528.7	403.5	735.3	1993.0	790.4	3316.5	3025.9	16940.6
Fordampning	0.5	1.1	3.5	8.6	14.9	13.7	16.7	14.4	8.2	2.7	0.9	0.7	67.9	85.9
90301	2462.6	1783.1	3009.8	1986.8	1111.8	889.8	928.5	749.3	608.1	2403.2	1033.5	3131.8	4287.6	20098.5
Samlet fraførsel	2463.1	1784.2	3013.3	1995.4	1126.7	903.5	945.3	763.7	616.3	2406.0	1034.4	3132.6	4355.5	20184.4
Volumen ændring	60.1	-216.2	77.2	-277.3	-192.1	93.3	-170.0	28.6	85.8	163.8	101.2	377.2	-154.4	131.6
Vandbalance	496.8	58.8	241.5	288.0	246.6	326.3	246.6	388.9	-33.2	576.7	345.1	193.3	1175.2	3375.4

BILAG 2

BILAG 2

Side : 3

Udskrevet: 03/05/2000

Af : HSK

DATAGRUNDLAG

Parameter: 1211 Total-N

Enhed.....:

SØ-VAKS, Sø-modul

Sø: Ravnsø (RAV I)

År: 1999

Søareal.....: 1.82 km2 Søvolumen.....: 27200000 m3 Umålt opland: 5.00 km2 Atmosfarisk deposition: 15.00 kg/ha/år

Indløb: 90302 (35 km2) , 90318 (2.4 km2) , 90610 (1.6 km2) , 90680 (11 km2) ,
Udløb.: 90301 ,

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	73.0	44.0	95.0	39.0	53.0	132.0	43.0	95.0	99.0	105.0	25.0	140.0
Fordampning	3.0	6.0	19.0	47.0	82.0	75.0	92.0	79.0	45.0	15.0	5.0	4.0
Vandtilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stoftilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Koncentr. til vandbalance	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Dato	Vandst. (m)	Dato	Konc. (mg/l)
13/01/1999	0.80	28/01/1999	3.96
28/01/1999	0.85	02/03/1999	4.52
02/03/1999	0.71	23/03/1999	5.52
23/03/1999	0.82	29/03/1999	4.82
29/03/1999	0.79	07/04/1999	5.16
07/04/1999	0.69	21/04/1999	4.20
21/04/1999	0.69	05/05/1999	4.54
05/05/1999	0.57	18/05/1999	4.34
18/05/1999	0.56	03/06/1999	4.49
03/06/1999	0.49	16/06/1999	4.14
16/06/1999	0.54	30/06/1999	4.14
30/06/1999	0.55	13/07/1999	3.92
13/07/1999	0.52	28/07/1999	3.55
28/07/1999	0.46	11/08/1999	3.27
11/08/1999	0.44	25/08/1999	3.18
25/08/1999	0.48	08/09/1999	2.93
08/09/1999	0.45	22/09/1999	2.96
22/09/1999	0.44	20/10/1999	3.87
20/10/1999	0.68	17/11/1999	3.78
17/11/1999	0.51	20/12/1999	3.71
20/12/1999	0.87		

SØ-VAKS, Sø-modul

STOFBALANCE

Side : 2

Sø: Ravnø (RAV I)

Parameter: 1211 Total-N

Udskrevet: 03/05/2000

År: 1999

Enhed.....: Tons

Af : HSK

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	14.4	11.5	21.5	9.6	2.3	2.1	1.0	0.5	2.8	9.9	3.0	22.8	8.8	101.5
90318	0.3	0.2	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.4	0.3	2.0
90610	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.7
90680	5.5	3.4	6.0	2.2	0.6	0.7	0.5	0.3	1.6	4.2	1.3	6.1	3.6	32.2
Malt tilløb	20.3	15.2	28.1	12.0	3.1	2.8	1.6	0.8	4.5	14.3	4.4	29.4	12.7	136.4
Unålt opland	0.3	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.1	1.8
Acm. deposition	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1	2.7
Stofbalance	0.7	0.1	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.6	0.6	0.9	0.5	0.3	1.8	5.1
Samlet tilførsel	21.6	15.7	29.2	12.8	3.7	3.5	2.2	1.6	4.8	15.6	5.2	30.4	15.8	146.1
90301	9.5	7.5	14.9	9.2	4.9	3.8	3.5	2.4	1.8	8.6	3.8	11.7	16.5	81.8
Stofbalance									0.1				0.1	0.1
Samlet fraførsel	9.5	7.5	14.9	9.2	4.9	3.8	3.5	2.4	2.0	8.6	3.8	11.7	16.6	81.9
Magasinændring	1.9	12.0	11.8	-14.5	-0.1	-8.9	-18.1	-11.2	5.5	16.0	-2.1	-0.5	-32.8	-8.2
Søbalance	-12.0	-8.2	-14.3	-3.5	1.2	0.2	1.3	0.8	-2.8	-6.9	-1.4	-18.7	0.8	-64.2
Søbalance %	-0.1	-0.1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	-0.0	-0.1	0.1	-0.2
Søbalance -g/m2	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.04
Sedimentbalance	-10.1	3.8	-2.5	-18.1	1.1	-8.7	-16.7	-10.4	2.7	9.1	-3.4	-19.2	-31.9	-72.4
Sedimentbalance %	-0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.2	-0.8	-0.7	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-1.6	-1.8
Sedimentbalance -g/m2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.04

BILAG 2

SØ-VAKS, Sø-modul

STOFBALANCE

Side : 2

Sø: Ravnø (RAV 1)

Parameter: 1304 Ortho-P f.

Udskrevet: 03/05/2000

År: 1999

Enhed.....: Kg

År : HSK

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	68.3	47.6	76.8	28.3	23.8	44.2	46.3	49.5	70.3	130.1	29.9	149.0	234.0	763.9
90318	1.5	1.0	1.0	0.5	0.4	0.6	0.4	0.4	1.0	2.4	0.5	1.4	2.8	11.1
90610	0.8	0.4	0.9	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.8	1.2	5.4
90680	21.1	9.9	19.9	9.9	4.9	6.0	4.7	2.1	9.7	24.5	5.0	21.2	27.5	139.0
Målt tilførsel	91.7	59.0	98.6	39.0	29.3	51.1	51.6	52.2	81.3	157.7	35.6	172.3	265.6	919.3
Umålt opland	2.0	1.1	2.4	0.8	0.5	0.9	0.5	0.6	0.8	1.9	0.5	2.0	3.3	13.9
Stofbalance	5.0	0.6	2.4	2.9	2.5	3.3	2.5	3.9	0.1	5.8	3.5	1.9	12.1	34.1
Samlet tilførsel	98.7	60.6	103.4	42.6	32.3	55.3	54.6	56.6	82.1	165.4	39.5	176.2	280.9	967.3
90301	73.0	62.1	79.1	30.7	9.0	8.6	1.9	1.8	1.5	17.2	15.2	69.7	22.8	369.8
Stofbalance									0.1				0.1	0.1
Samlet fraførsel	73.0	62.1	79.1	30.7	9.0	8.6	1.9	1.8	1.6	17.2	15.2	69.7	22.9	369.9
Magasinændring	-55.4	-398.9	104.6	-519.7	-186.4	-63.7	7.3	-7.5	53.3	182.3	198.1	144.7	-196.9	-541.3
Søbalance	-25.6	1.4	-24.2	-12.0	-23.2	-46.7	-52.8	-54.8	-80.5	-148.1	-24.3	-106.5	-258.0	-597.3
Søbalance %	-26.0	2.4	-23.5	-28.0	-72.0	-84.5	-95.6	-96.8	-98.0	-89.6	-61.6	-60.5	-447.8	-734.5
Søbalance -g/m2	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.08	-0.01	-0.06	-0.14	-0.32
Sedimentbalance	-81.1	-397.5	80.4	-531.7	-209.6	-110.4	-45.5	-62.3	-27.2	34.2	173.8	38.2	-454.9	-1138.6
Sedimentbalance %	-82.2	-655.4	77.9	-1247.2	-649.4	-199.6	-83.3	-140.0	-33.1	40.7	440.8	21.7	-1075.4	-2590.1
Sedimentbalance -g/m2	-0.04	-0.22	0.04	-0.29	-0.12	-0.06	-0.02	-0.03	-0.01	0.02	0.10	0.02	-0.24	-0.61

SØ-VAKS, Sø-modul

DATAGRUNDLAG

Side : 3

Sø: Ravnsø (RAV I)

Parameter: 1304 Ortho-P f.

Udskrevet: 03/05/2000

År: 1999

Enhed.....:

Af : HSK

Søareal.....: 1.82 km2 Søvolumen.....: 27200000 m3 Umålt opland: 5.00 km2 Atmosferisk deposition: 0.00 kg/ha/år

Indløb: 90302 (35 km2) , 90318 (2.4 km2) , 90610 (1.6 km2) , 90680 (11 km2) ,

Udløb.: 90301 ,

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	73.0	44.0	95.0	39.0	53.0	132.0	43.0	95.0	99.0	105.0	25.0	140.0
Fordampning	3.0	6.0	19.0	47.0	82.0	75.0	92.0	79.0	45.0	15.0	5.0	4.0
Vandtilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stoftilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Koncentr. til vandbalance	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

Dato	Vandst. (m)	Dato	Konc. (µg/l)
13/01/1999	0.80	28/01/1999	43.00
28/01/1999	0.85	02/03/1999	26.00
02/03/1999	0.71	23/03/1999	24.00
23/03/1999	0.82	29/03/1999	38.00
29/03/1999	0.79	07/04/1999	15.00
07/04/1999	0.69	21/04/1999	12.00
21/04/1999	0.69	05/05/1999	11.00
05/05/1999	0.57	18/05/1999	7.00
18/05/1999	0.56	03/06/1999	4.00
03/06/1999	0.49	16/06/1999	17.00
16/06/1999	0.54	30/06/1999	2.00
30/06/1999	0.55	13/07/1999	2.00
13/07/1999	0.52	28/07/1999	2.00
28/07/1999	0.46	11/08/1999	3.00
11/08/1999	0.44	25/08/1999	2.00
25/08/1999	0.48	08/09/1999	2.00
08/09/1999	0.46	22/09/1999	2.00
22/09/1999	0.44	20/10/1999	8.00
20/10/1999	0.68	17/11/1999	14.00
17/11/1999	0.51	20/12/1999	23.00
20/12/1999	0.87		

BILAG 2

Side : 2

STOFBALANCE

SØ-VAKS, Sø-modul

Parameter: 1376 Total-P

Udskrevet: 03/05/2000

Sø: Ravnsø (RAV 1)

Enhed.....: Kg

Af : HSK

År: 1999

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	102.5	83.0	186.7	76.8	57.7	70.8	58.4	62.2	110.1	215.8	51.3	247.6	359.2	1323.0
90318	2.5	1.8	3.6	1.4	1.0	1.3	0.9	1.1	2.9	6.1	1.1	2.7	7.2	26.3
90610	1.7	0.8	2.9	0.8	0.5	0.6	0.3	0.5	0.8	1.5	1.9	1.9	2.7	12.6
90680	34.0	18.5	51.6	27.6	16.9	12.4	8.9	3.7	22.6	60.4	13.8	59.9	64.5	330.2
Målt tilløb	140.6	104.1	244.8	106.6	76.1	85.2	68.6	67.4	136.4	283.8	66.5	312.1	433.6	1692.1
Umålt opland	4.2	2.0	7.4	2.0	1.1	1.7	0.8	1.5	2.1	3.9	0.9	5.0	7.2	32.5
Atm. deposition	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18.2
Stofbalance	14.9	1.8	7.2	8.6	7.4	9.8	7.4	11.7	1.5	17.3	10.4	5.8	36.3	102.3
Samlet tilførsel	161.2	109.2	260.9	118.7	86.1	98.1	78.4	82.0	140.0	306.6	79.2	324.5	484.7	1845.0
90301	106.1	91.8	155.2	86.0	32.0	34.1	20.9	14.8	13.3	45.7	22.1	109.6	115.1	731.5
Stofbalance									0.7				0.7	0.7
Samlet fraførsel	106.1	91.8	155.2	86.0	32.0	34.1	20.9	14.8	14.0	45.7	22.1	109.6	115.8	732.2
Magasinændring	-1.5	-34.2	-270.5	-245.3	46.2	-357.6	-15.9	-26.3	40.5	-29.1	230.8	214.9	-313.2	-448.1
Søbalance	-55.2	-17.4	-105.8	-32.7	-54.2	-64.0	-57.5	-67.2	-126.0	-260.8	-57.1	-214.9	-368.9	-1112.9
Søbalance -g/m2	-0.03	-0.01	-0.06	-0.02	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.07	-0.14	-0.03	-0.12	-0.21	-0.62
Sedimentbalance	-56.7	-51.6	-376.3	-278.0	-8.0	-421.6	-73.4	-93.5	-85.5	-289.9	173.7	0.0	-682.2	-1561.0
Sedimentbalance -g/m2	-0.03	-0.03	-0.21	-0.15	0.00	-0.23	-0.04	-0.05	-0.05	-0.16	0.10	0.00	-0.37	-0.85

SØ-VAKS, Sø-modul

DATAGRUNDLAG

Side : 3

Sø: Ravnsø (RAV I)

Parameter: 1376 Total-P

Udskrevet: 03/05/2000

År: 1999

Enhed.....:

Af : HSK

Søareal.....: 1.82 km2 Søvolumen.....: 27200000 m3 Umålt opland: 5.00 km2 Atmosfærisk deposition: 0.10 kg/ha/år

Indløb: 90302 (35 km2) , 90318 (2.4 km2) , 90610 (1.6 km2) , 90680 (11 km2) ,

Udløb.: 90301 ,

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	73.0	44.0	95.0	39.0	53.0	132.0	43.0	95.0	99.0	105.0	25.0	140.0
Fordampning	3.0	6.0	19.0	47.0	82.0	75.0	92.0	79.0	45.0	15.0	5.0	4.0
Vandtilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stoftilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Koncentr. til vandbalance	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0

Dato	Vandst. (m)	Dato	Konc. (µg/l)
13/01/1999	0.80	28/01/1999	52.00
28/01/1999	0.85	02/03/1999	51.00
02/03/1999	0.71	23/03/1999	45.00
23/03/1999	0.82	29/03/1999	43.00
29/03/1999	0.79	07/04/1999	37.00
07/04/1999	0.69	21/04/1999	53.00
21/04/1999	0.69	05/05/1999	24.00
05/05/1999	0.57	18/05/1999	29.00
18/05/1999	0.56	03/06/1999	35.00
03/06/1999	0.49	16/06/1999	50.00
16/06/1999	0.54	30/06/1999	21.00
30/06/1999	0.55	13/07/1999	27.00
13/07/1999	0.52	28/07/1999	21.00
28/07/1999	0.46	11/08/1999	21.00
11/08/1999	0.44	25/08/1999	18.00
25/08/1999	0.48	08/09/1999	22.00
08/09/1999	0.46	22/09/1999	23.00
22/09/1999	0.44	20/10/1999	18.00
20/10/1999	0.68	17/11/1999	23.00
17/11/1999	0.51	20/12/1999	36.00
20/12/1999	0.87		

BILAG 2

SØ-VAKS, Sø-modul

STOFBALANCE

Side : 2

Sø: Ravnø (RAV I)

Parameter: 2041 Total-Fe

Udskrevet: 03/05/2000

År: 1999

Enhed.....: Tons

Af : HSK

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	0.5	0.4	1.0	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.8	0.2	1.6	0.9	5.9
90318	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.4
90610	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
90680	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1	0.4	0.3	1.9
Målt tilfø	0.7	0.6	1.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1	0.5	1.3	0.4	2.1	1.4	8.2
Umålt opland	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Stofbalance	0.5	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.4	0.6	0.3	0.2	1.2	3.4
Samlet tilførsel	1.2	0.7	1.5	0.8	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5	1.9	0.8	2.3	2.6	11.8
90301	0.2	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	1.3
Stofbalance	0.2	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	1.3
Samlet fraførsel	0.2	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	1.3
Magasinændring	0.0	-0.7	0.5	-0.2	-1.0	0.1	8.6	-9.2	0.5	0.4	0.5	0.5	-1.0	-0.1
Søbalance	-1.1	-0.5	-1.3	-0.6	-0.5	-0.6	-0.3	-0.5	-0.5	-1.8	-0.7	-2.1	-2.4	-10.5
Søbalance - %	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-1.1
Søbalance - g/m2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Sedimentbalance	-1.1	-1.2	-0.8	-0.8	-1.6	-0.5	8.2	-9.6	0.0	-1.4	-0.2	-1.6	-3.5	-10.6
Sedimentbalance - %	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.3	-0.1	1.9	-1.9	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.4	-1.0
Sedimentbalance - g/m2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01

SØ-VAKS, Sø-modul

DATAGRUNDLAG

Side : 3

Sø: Ravnø (RAV I)

Parameter: 2041 Total-Fe

Udskrevet: 03/05/2000

År: 1999

Enhed.....

Af : HSK

Søareal.....: 1.82 km2 Søvolumen.....: 27200000 m3 Umålt opland: 5.00 km2 Atmosfarisk deposition: 0.00 kg/ha/år

Indløb: 90302 (35 km2) , 90318 (2.4 km2) , 90610 (1.6 km2) , 90680 (11 km2) ,
Udløb.: 90301 ,

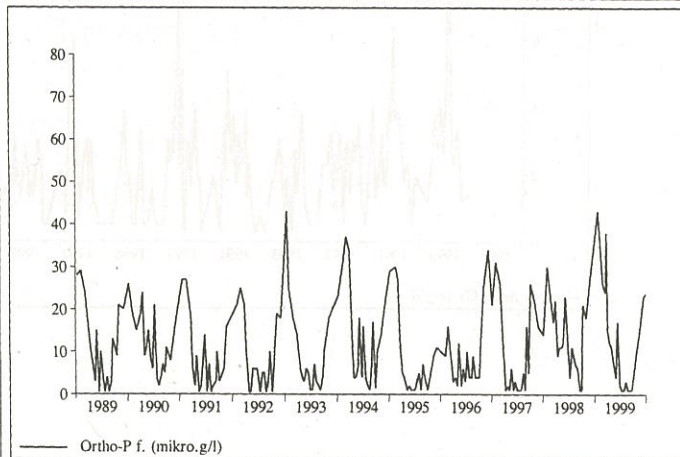
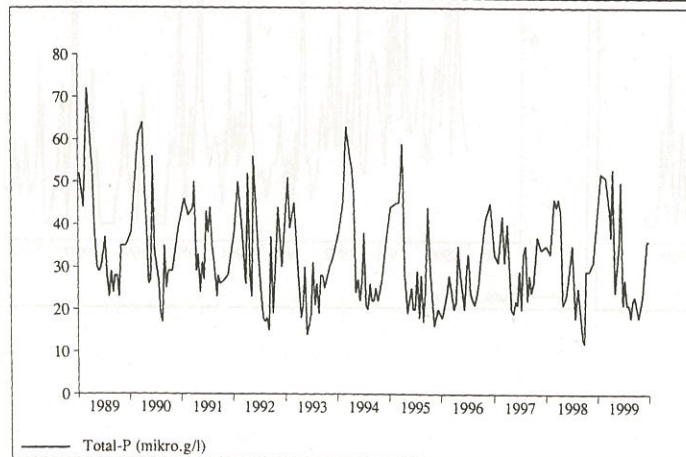
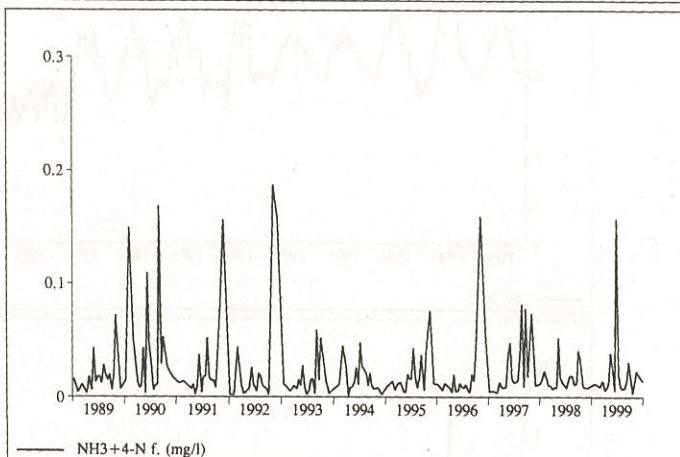
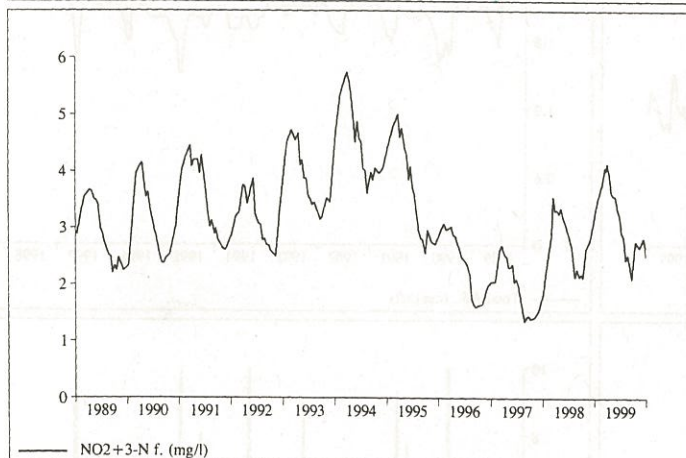
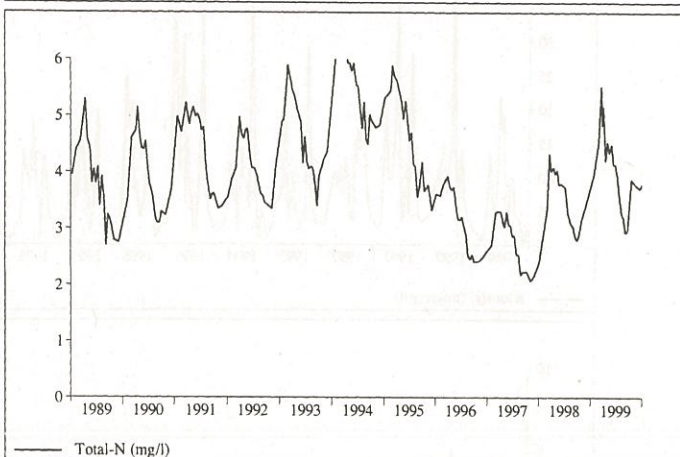
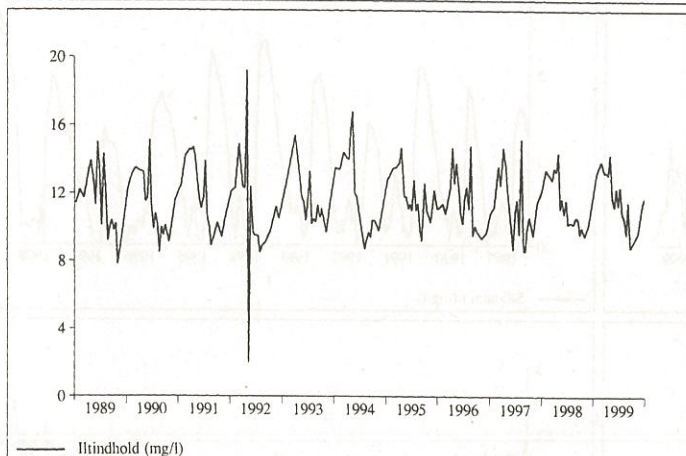
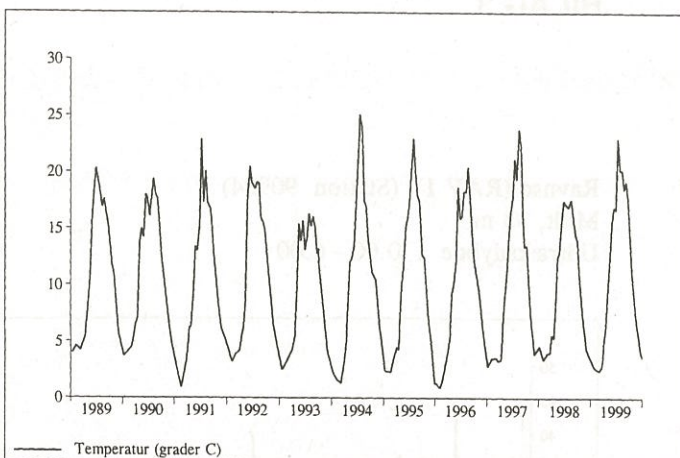
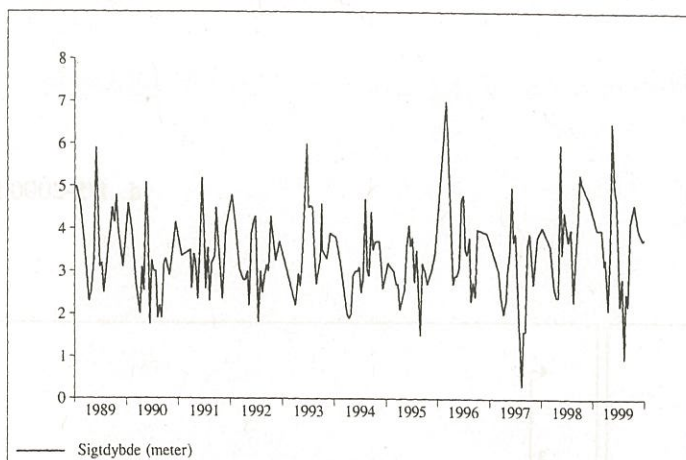
Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	73.0	44.0	95.0	39.0	53.0	132.0	43.0	95.0	92.0	105.0	25.0	140.0
Fordampning	3.0	6.0	19.0	47.0	82.0	75.0	92.0	79.0	45.0	15.0	5.0	4.0
Vandtilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stoftilf. fra grundvand	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Koncentr. til vandbalance	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Dato	Vandst. (m)	Dato	Konc. (mg/l)
13/01/1999	0.80	28/01/1999	0.09
28/01/1999	0.85	02/03/1999	0.06
02/03/1999	0.71	23/03/1999	0.07
23/03/1999	0.82	29/03/1999	0.08
29/03/1999	0.79	07/04/1999	0.07
07/04/1999	0.69	21/04/1999	0.09
21/04/1999	0.69	05/05/1999	0.06
05/05/1999	0.57	18/05/1999	0.03
18/05/1999	0.56	03/06/1999	0.03
03/06/1999	0.49	16/06/1999	0.02
16/06/1999	0.54	30/06/1999	0.03
30/06/1999	0.55	13/07/1999	0.03
13/07/1999	0.52	28/07/1999	0.49
28/07/1999	0.46	11/08/1999	0.01
11/08/1999	0.44	25/08/1999	0.02
25/08/1999	0.48	08/09/1999	0.01
08/09/1999	0.46	22/09/1999	0.03
22/09/1999	0.44	20/10/1999	0.03
20/10/1999	0.68	17/11/1999	0.05
17/11/1999	0.51	20/12/1999	0.06
20/12/1999	0.87		

BILAG 2

Ravnø (RAV 1) (Station 90924)
Midt, 33 m
Udtræksdybde : 0.00 - 6.00

BILAG 3



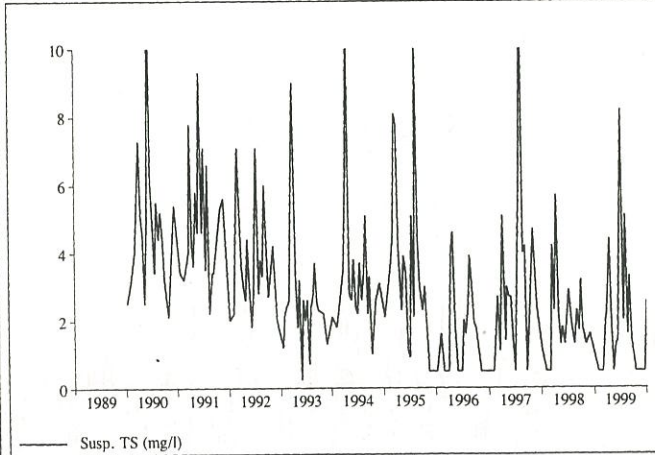
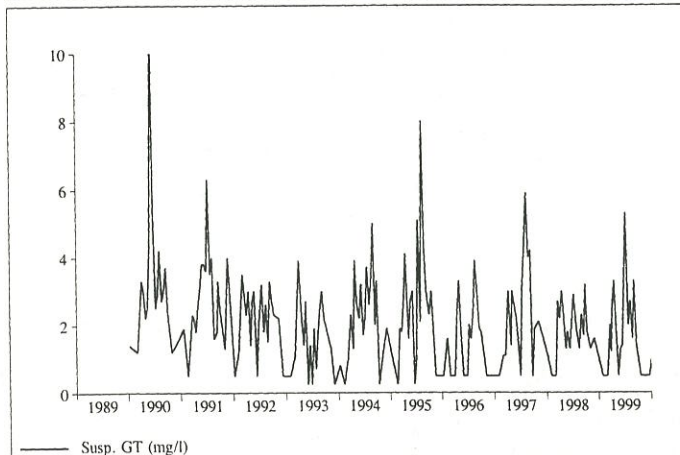
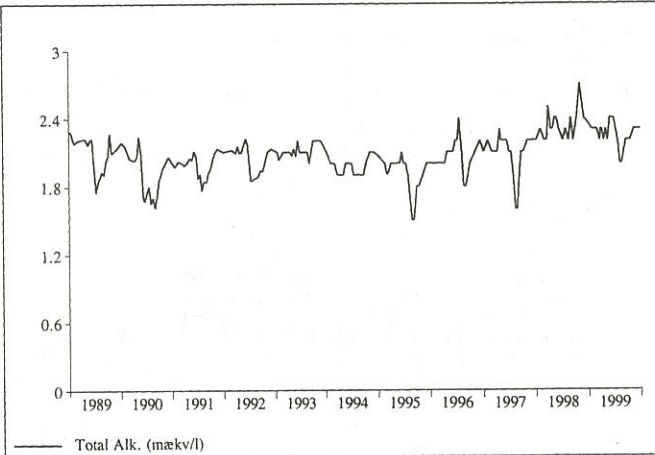
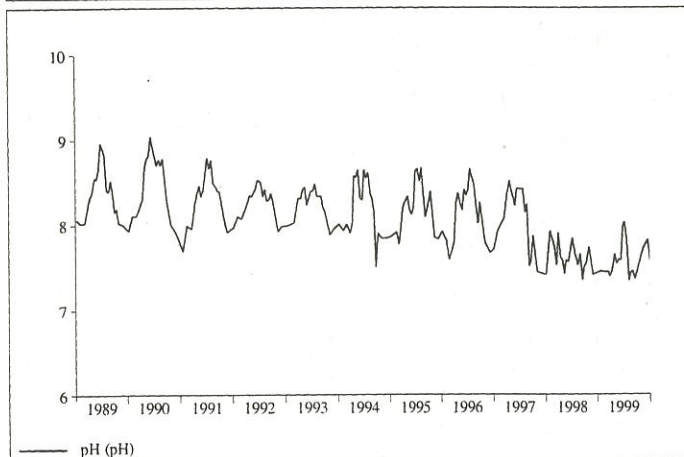
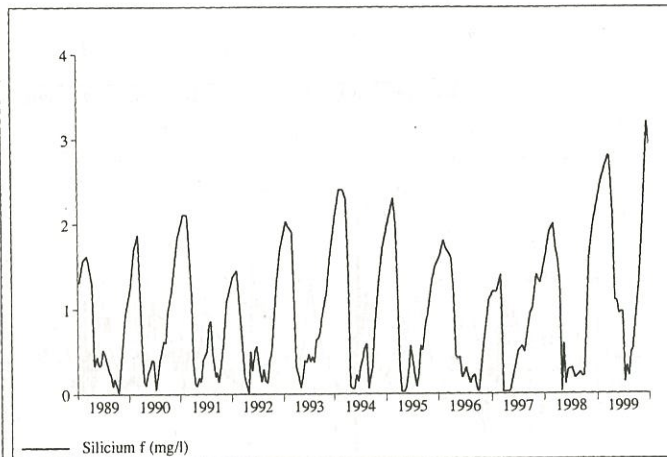
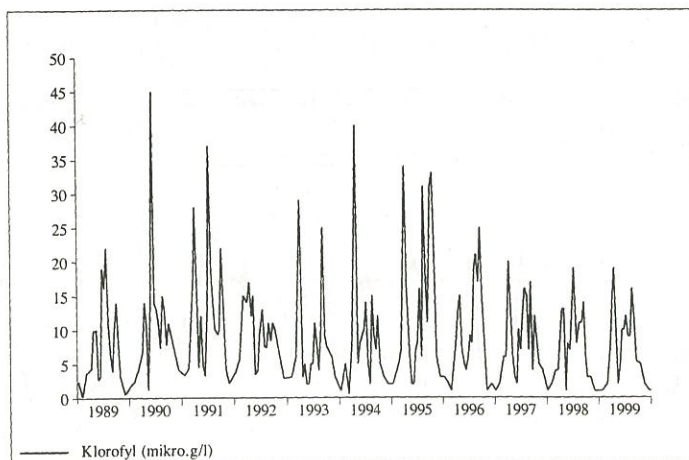
BILAG 3

Ravnø (RAV 1) (Station 90924)

Midt, 33 m

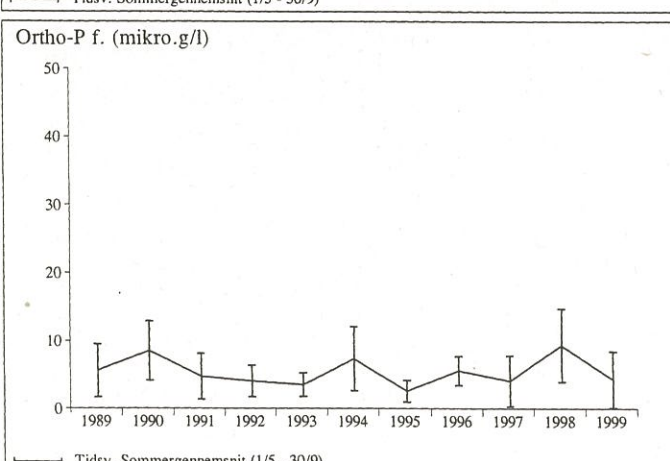
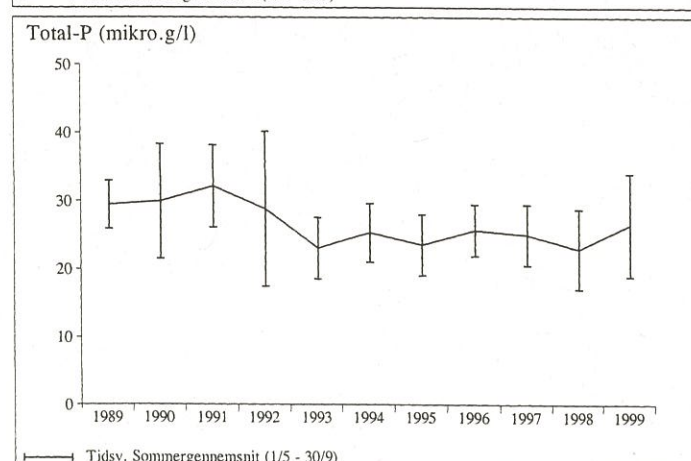
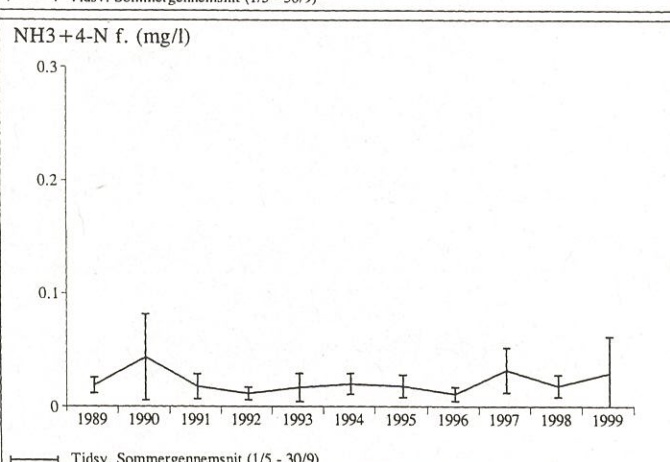
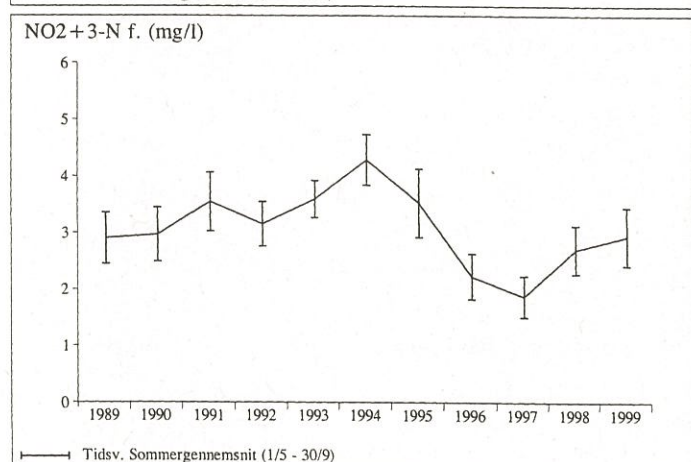
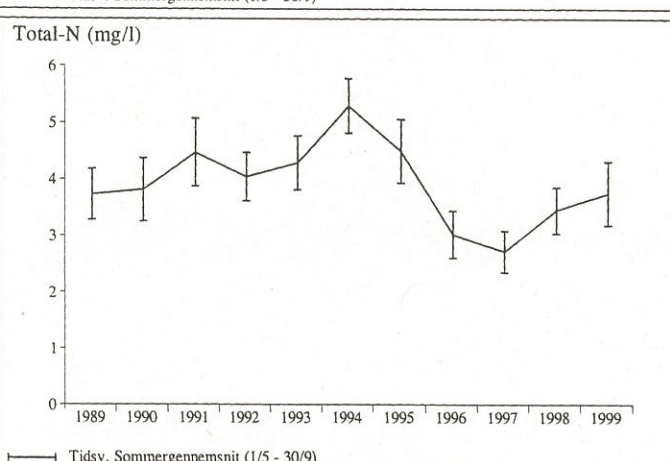
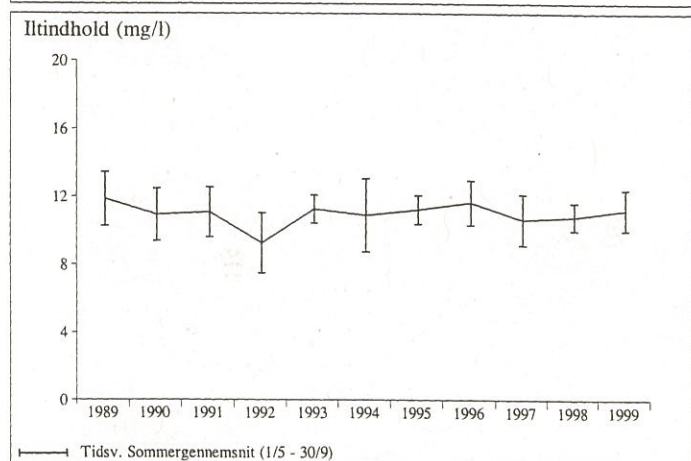
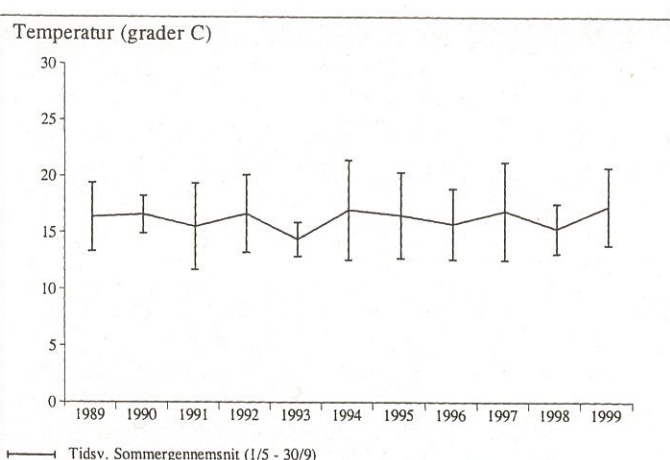
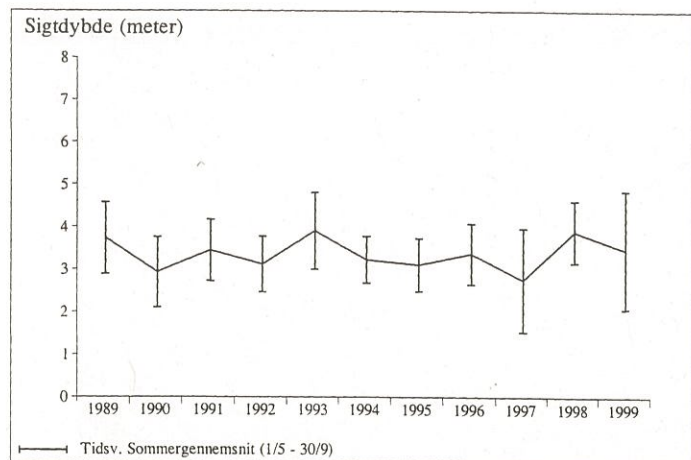
Udtræksdybde : 0.00 - 6.00

d. 1/5-2000 kl. 12:



Ravnø (RAV 1) (Station 90924)
 Midt, 33 m
 Udtræksdybde : 0.00 - 6.00

BILAG 3



SAMLESKEMA FOR PLANTEFYLDT VOLUMEN																
Projekt : 9990924 Ravn Sø 1999																
DMU-station : 90924 Ravn Sø																
Periode : 5/08/99 - 1/09/99																
		Normaliseret vanddybde-interval (m)														
		0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00
		Plante fyldt volumen fra delområder (1000m3)														
Delområdenr.																
1	0,415	0,552	0,015	0,266	0,148	0,053	0,013	0,004								
10	0,029	0,043	0,003	0,017	0,003	0,002										
11	0,096	0,089	0,079	0,191	0,079	0,064		0,004								
2	0,101	0,277	0,124	0,089	0,095	0,102	0,030	0,004	0,352	0,194	0,141	0,284				
3	0,314	0,031	0,060	0,593	0,521	0,120	0,021	0,012	0,184	0,004	0,004					
4	0,052	0,004	0,004	0,087	0,149	0,004	0,001	0,002	0,020	0,009						
5	1,156	2,331	2,239	2,845	2,845	1,841	0,980	0,258	0,020	0,009						
6	0,177	1,230	1,481	1,169	1,169	0,280	0,050	0,003								
7	0,004	0,098	0,252	0,300	0,300	0,081	0,013	0,013								
8	0,055	0,008	0,055	0,057	0,057	0,004	0,002	0,466	1,203	0,510	0,305	0,190	0,033	0,022		
9	0,211	0,005	0,066	0,299	0,066	0,022	0,014	0,005								
Sum	1,378	2,202	4,068	5,569	5,432	2,573	1,124	1,132	1,759	0,664	0,305	0,474	0,033	0,022		
Vandvol. (1000m3)	13,099	32,468	44,939	57,493	87,707	109,599	103,230	116,145	411,653	352,866	454,403	216,164	160,911	131,355		
Rel. plante fyldt Volumen (%)	10,520	6,782	9,052	9,686	6,193	2,348	1,089	0,975	0,427	0,188	0,067	0,219	0,021	0,017		

BILAG 4

SAMLESKEMA FOR PLANTEDEKKET AREAL																
Projekt : 9990924 Ravn Sø 1999																
DMU-station : 90924 Ravn Sø																
Periode : 5/08/99 - 1/09/99																
		Normaliseret vanddybde-interval (m)														
		0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
		0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00
		Plantedækket areal fra delområder (1000m²)														
Delområdenr.																
1	1,038	0,920	0,051	0,266	0,148	0,107	0,013	0,021								
10		0,096	0,086	0,034	0,005	0,003										
11	0,531	0,320	0,179	0,191	0,079	0,064		0,007								
2	0,503	0,692	0,207	0,148	0,159	0,170	0,301	0,044	1,409	3,518	2,840					
3	0,786	0,051	0,080	0,593	0,521	0,401	0,207	0,121	0,087	3,690						
4		0,173	0,009	0,116	0,198	0,042	0,006	0,017								
5	0,537	2,890	2,331	2,239	2,845	1,841	0,980	2,190	0,093	0,203						
6	0,887		1,230	1,481	1,169	0,280	0,050	0,028								
7		0,021	0,196	0,336	0,400	0,081	0,013	0,013								
8			0,028	0,184	0,189	0,010	0,009		4,661	12,027	5,100	3,052	1,896	0,331	0,222	
9	1,053	0,018	0,132	0,598	0,131	0,022	0,014	0,005								
Sum	5,335	5,181	4,529	6,186	5,844	3,021	1,593	2,401	13,145	19,438	6,689	3,052	4,736	0,331	0,222	
Bundareal (1000m²)	52,394	43,290	35,951	32,853	38,981	39,854	31,763	30,972	63,509	74,846	54,287	60,587	25,431	16,938	12,510	
Dækningsgrad (%)	10,182	11,968	12,598	18,829	14,992	7,580	5,015	7,752	20,698	25,971	12,322	5,037	18,623	1,954	1,775	

Projekt : 9990924		Ravn Sø 1999		Delområde : 1		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : TJ							
DMU-station: 90924		Ravn Sø						Dato : 12/08/1999							
Prøvenr : 1								Side : 1							
Dybdeinterval (m)	0	1	2	3	4	5	6	Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations-højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)	
														Fl.blad	Tr.alger
0,00 - 0,50	0	0	3	0	0	1	0	33,12	0,40	0,132	3.134	415,2	1.038,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00	2	0	1	1	1	0	1	35,83	0,60	0,215	2.568	552,1	920,1	0,00	0,00
1,00 - 1,50	5	1	1	0	0	0	0	2,50	0,30	0,008	2.020	15,2	50,5	0,00	0,00
1,50 - 2,00	3	4	2	1	0	1	0	15,00	1,00	0,150	1.772	265,8	265,8	0,00	0,00
2,00 - 2,50	4	4	2	2	0	0	0	9,58	1,00	0,096	1.540	147,5	147,5	0,00	0,00
2,50 - 3,00	3	4	2	1	0	0	0	7,75	0,50	0,039	1.387	53,7	107,5	0,00	0,00
3,00 - 3,50	7	5	0	0	0	0	0	1,04	1,00	0,010	1.273	13,2	13,2	0,00	0,00
3,50 - 4,00	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	1.188	0,0	0,0	0,00	0,00
4,00 - 5,00	3	2	0	0	0	0	0	1,00	0,20	0,002	2.066	4,1	20,7	0,00	0,00
5,00 - 6,00	1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	1.846	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	2.310	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	2.730	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde											23.834	1.466,8	2.563,3		

Projekt : 9990924		Ravn Sø 1999		Delområde : 2		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : TJ							
DMU-station: 90924		Ravn Sø						Dato : 1/09/1999							
Prøvenr : 2								Side : 1							
Dybdeinterval (m)	Skalaværdi (antal observationer)							Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations-højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantetækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)	
	0	1	2	3	4	5	6							Fl. blad Tr. alger	
0,00 - 0,50	1	2	2	2	0	0	0	15,71	0,20	0,031	3.202	100,6	503,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00	2	2	2	1	1	1	0	24,72	0,40	0,099	2.800	276,9	692,2	0,00	0,00
1,00 - 1,50	5	2	1	0	1	0	0	9,17	0,60	0,055	2.262	124,5	207,4	0,00	0,00
1,50 - 2,00	6	3	4	1	0	0	0	7,50	0,60	0,045	1.972	88,7	147,9	0,00	0,00
2,00 - 2,50	10	4	2	0	1	0	0	6,03	0,60	0,036	2.633	95,3	158,8	0,00	0,00
2,50 - 3,00	5	5	1	3	0	0	0	10,00	0,60	0,060	1.697	101,8	169,7	0,00	0,00
3,00 - 3,50	5	2	1	0	1	1	0	17,00	0,10	0,017	1.768	30,1	300,6	0,00	0,00
3,50 - 4,00	4	7	1	0	0	0	0	2,71	0,10	0,003	1.637	4,4	44,4	0,00	0,00
4,00 - 5,00	1	0	1	0	0	0	1	38,33	0,10	0,038	5.063	194,1	1.940,6	0,00	0,00
5,00 - 6,00	0	0	0	2	1	0	1	59,38	0,10	0,059	5.925	351,8	3.518,3	0,00	0,00
6,00 - 7,00	0	0	3	0	0	0	0	15,00	0,10	0,015	9.394	140,9	1.409,1	0,00	0,00
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	7.991	0,0	0,0	0,00	0,00
8,00 - 9,00	0	0	0	0	4	0	0	62,50	0,10	0,063	4.544	284,0	2.840,0	0,00	0,00
9,00 - 10,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	3.715	0,0	0,0	0,00	0,00
10,00 - 11,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	3.615	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde											58.218	1.793,1	11.932,0		

Projekt : 9990924		Ravn Sø 1999						Delområde : 3		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : TJ											
DMU-station: 90924		Ravn Sø										Dato : 18/08/1999											
Prøvenr : 3												Side : 1											
Dybdeinterval (m)	Skalaværdi (antal observationer)											Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations-højde (m)	Arealspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)					
	0	1	2	3	4	5	6	Fl. blad	Tr. alger														
	0,00 - 0,50	3	1	0	0	0	1			20,50	0,40							0,082	3.832	314,2	785,6	0,00	0,00
	0,50 - 1,00	3	2	0	0	0	0			1,00	0,60							0,006	5.089	30,5	50,9	0,00	0,00
	1,00 - 1,50	6	4	1	0	0	0			2,27	0,75							0,017	3.534	60,2	80,2	0,00	0,00
	1,50 - 2,00	11	4	1	2	0	3			17,26	1,00							0,173	3.437	593,2	593,2	0,00	0,00
	2,00 - 2,50	10	4	4	2	1	1			13,41	1,00							0,134	3.882	520,6	520,6	0,00	0,00
	2,50 - 3,00	11	2	2	2	1	0			9,58	0,30							0,029	4.190	120,4	401,4	0,00	0,00
	3,00 - 3,50	13	1	1	2	0	0			5,44	0,10							0,005	3.813	20,7	207,4	0,00	0,00
	3,50 - 4,00	5	0	1	0	0	0			2,50	0,10							0,003	4.830	12,1	120,8	0,00	0,00
4,00 - 5,00	0	1	0	0	1	0	32,50	0,05	0,016	12.056	195,9	3.918,2	0,00	0,00									
5,00 - 6,00	0	2	0	1	0	0	14,17	0,05	0,007	26.040	184,5	3.689,9	0,00	0,00									
6,00 - 7,00	0	1	0	0	0	0	2,50	0,05	0,001	3.473	4,3	86,8	0,00	0,00									
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	2.539	0,0	0,0	0,00	0,00									
Totaler for delområde											76.715	2.056,6	10.455,0										

BILAG 4

Projekt : 9990924		Ravn Sø 1999						Delområde : 4		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : tj				
DMU-station: 90924		Ravn Sø										Dato : 18/08/1999				
Prøvenr : 4												Side : 1				
Dybdeinterval (m)	0	1	2	3	4	5	6	Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)		
														Fl. blad	Tr. alger	
0,00 - 0,50	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	2.367	0,0	0,0	0,00	0,00	
0,50 - 1,00	3	0	0	1	0	0	0	9,38	0,30	0,028	1.841	51,8	172,7	0,00	0,00	
1,00 - 1,50	6	2	0	0	0	0	0	0,62	0,50	0,003	1.521	4,7	9,4	0,00	0,00	
1,50 - 2,00	1	5	5	0	0	0	0	7,95	0,75	0,060	1.457	86,9	115,8	0,00	0,00	
2,00 - 2,50	7	2	1	4	1	0	0	15,50	0,75	0,116	1.280	148,8	198,4	0,00	0,00	
2,50 - 3,00	8	2	0	1	0	0	0	3,86	0,10	0,004	1.077	4,2	41,6	0,00	0,00	
3,00 - 3,50	6	2	0	0	0	0	0	0,62	0,10	0,001	1.024	0,6	6,3	0,00	0,00	
3,50 - 4,00	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	1.018	0,0	0,0	0,00	0,00	
4,00 - 5,00	2	1	0	0	0	0	0	0,83	0,10	0,001	2.051	1,7	17,0	0,00	0,00	
5,00 - 6,00	1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	1.879	0,0	0,0	0,00	0,00	
6,00 - 7,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	1.780	0,0	0,0	0,00	0,00	
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	1.715	0,0	0,0	0,00	0,00	
Totaler for delområde													19.010	298,7	561,2	

Projekt : 9990924		Ravn Sø 1999						Delområde : 5		Vandstand (m): 0,00		Prøvetager : tj			
DMU-station: 90924		Ravn Sø										Dato : 5/08/1999			
Prøvenr : 5												Side : 1			
Dybdeinterval (m)	Skalaværdi 0 1 2 3 4 5 6 (antal observationer)							Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%) Fl.blad Tr.alger	
	0,00 - 0,50	1	1	1	0	0	0	5,83	0,10	0,006	9.211	53,7	537,0	0,00	0,00
	0,50 - 1,00	1	3	2	0	1	2	38,75	0,40	0,155	7.458	1.156,0	2.890,0	0,00	0,00
	1,00 - 1,50	4	6	4	2	3	1	25,00	1,00	0,250	9.323	2.330,8	2.330,8	0,00	0,00
	1,50 - 2,00	4	6	6	4	0	1	23,59	1,00	0,236	9.491	2.238,9	2.238,9	0,00	0,00
	2,00 - 2,50	4	4	6	6	1	0	18,45	1,00	0,185	15.421	2.845,2	2.845,2	0,00	0,00
	2,50 - 3,00	7	5	2	0	2	0	10,47	1,00	0,105	17.588	1.841,5	1.841,5	0,00	0,00
	3,00 - 3,50	5	4	2	2	0	0	8,85	1,00	0,089	11.071	979,8	979,8	0,00	0,00
	3,50 - 4,00	2	5	0	2	0	1	25,00	0,50	0,125	8.760	1.095,0	2.190,0	0,00	0,00
4,00 - 5,00	2	4	0	0	2	0	16,88	0,10	0,017	15.286	258,0	2.580,3	0,00	0,00	
5,00 - 6,00	1	2	0	0	0	0	1,67	0,10	0,002	12.181	20,3	203,4	0,00	0,00	
6,00 - 7,00	2	1	0	0	0	0	0,83	0,10	0,001	11.242	9,3	93,3	0,00	0,00	
7,00 - 8,00	1	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	13.145	0,0	0,0	0,00	0,00	
Totaler for delområde											140.177	12.828,5	18.730,2		

BILAG 4

BILAG 4

Projekt : 9990924		Ravn Sø 1999						Delområde : 6		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : tj			
DMU-station: 90924		Ravn Sø										Dato : 18/08/1999			
Prøvenr : 6												Side : 1			
Dybdeinterval (m)		Skalaværdi 0 1 2 3 4 5 6 (antal observationer)						Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)	
		Fl.blad	Tr.alger												
0,00 - 0,50		1	0	1	0	0	0	7,50	0,20	0,015	11.832	177,5	887,4	0,00	0,00
0,50 - 1,00		8	0	0	0	0	0	0,00	0,75	0,000	9.699	0,0	0,0	0,00	0,00
1,00 - 1,50		4	6	1	2	0	1	19,50	1,00	0,195	6.307	1.229,9	1.229,9	0,00	0,00
1,50 - 2,00		3	3	2	2	0	2	29,81	1,00	0,298	4.969	1.481,3	1.481,3	0,00	0,00
2,00 - 2,50		1	5	6	2	0	1	22,81	1,00	0,228	5.127	1.169,5	1.169,5	0,00	0,00
2,50 - 3,00		3	5	3	0	0	0	5,23	1,00	0,052	5.360	280,3	280,3	0,00	0,00
3,00 - 3,50		5	4	0	0	0	0	1,11	1,00	0,011	4.464	49,6	49,6	0,00	0,00
3,50 - 4,00		3	1	0	0	0	0	0,62	0,10	0,001	4.590	2,8	28,5	0,00	0,00
4,00 - 5,00		3	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	7.465	0,0	0,0	0,00	0,00
5,00 - 6,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	4.530	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	3.819	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	4.942	0,0	0,0	0,00	0,00
8,00 - 9,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	8.244	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde											81.348	4.390,9	5.126,5		

Projekt : 9990924		Ravn Sø 1999		Delområde : 7		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : t.j						
DMU-station: 90924		Ravn Sø						Dato : 1/09/1999						
Prøvenr : 7								Side : 1						
Dybdeinterval (m)	Skalaværdi 0 1 2 3 4 5 6 (antal observationer)						Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantetækket areal (m²)	Dækningsgrad (%) Fl.blad Tr.alger	
	0,00 - 0,50	2	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	8.230	0,0	0,0	0,00	0,00
	0,50 - 1,00	6	1	0	0	0	0,36	0,20	0,001	5.717	4,1	20,6	0,00	0,00
	1,00 - 1,50	8	3	1	1	0	4,62	0,50	0,023	4.247	98,1	196,2	0,00	0,00
	1,50 - 2,00	6	4	5	2	0	9,41	0,75	0,071	3.569	251,9	335,8	0,00	0,00
	2,00 - 2,50	5	4	4	1	0	13,00	0,75	0,098	3.080	300,3	400,4	0,00	0,00
	2,50 - 3,00	10	4	0	1	0	3,17	1,00	0,032	2.557	81,1	81,1	0,00	0,00
	3,00 - 3,50	10	3	0	0	0	0,58	1,00	0,006	2.284	13,2	13,2	0,00	0,00
	3,50 - 4,00	7	2	0	0	0	0,56	1,00	0,006	2.344	13,1	13,1	0,00	0,00
4,00 - 5,00	1	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	5.175	0,0	0,0	0,00	0,00	
5,00 - 6,00	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	5.733	0,0	0,0	0,00	0,00	
6,00 - 7,00	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	6.061	0,0	0,0	0,00	0,00	
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	6.902	0,0	0,0	0,00	0,00	
Totaler for delområde														1.060,4

BILAG 4

BILAG 4

Projekt : 9990924 Ravn Sø 1999										Delområde : 8		Vandstand (m): 0,00		Prøvetager : tj	
DMU-station: 90924 Ravn Sø														Dato : 1/09/1999	
Prøvenr : 8														Side : 1	
Dybdeinterval (m)	Skalavardi (antal observationer)						Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)		
	0	1	2	3	4	5							6	Fl.-blad	Tr.-alger
0,00 - 0,50	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	4.044	0,0	0,0	0,00	0,00	
0,50 - 1,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,30	0,000	3.233	0,0	0,0	0,00	0,00	
1,00 - 1,50	3	2	0	0	0	0	1,00	0,30	0,003	2.794	8,4	27,9	0,00	0,00	
1,50 - 2,00	6	2	2	1	0	0	6,59	0,30	0,020	2.787	55,1	183,7	0,00	0,00	
2,00 - 2,50	9	2	4	1	0	0	6,41	0,30	0,019	2.945	56,6	188,8	0,00	0,00	
2,50 - 3,00	13	2	0	0	0	0	0,33	0,40	0,001	3.146	4,2	10,4	0,00	0,00	
3,00 - 3,50	8	1	0	0	0	0	0,28	0,20	0,001	3.345	1,9	9,4	0,00	0,00	
3,50 - 4,00	6	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	3.806	0,0	0,0	0,00	0,00	
4,00 - 5,00	1	0	0	0	0	1	50,00	0,10	0,050	9.322	466,1	4.661,0	0,00	0,00	
5,00 - 6,00	0	0	0	0	0	1	100,00	0,10	0,100	12.027	1.202,7	12.027,0	0,00	0,00	
6,00 - 7,00	1	0	0	0	0	1	43,75	0,10	0,044	11.658	510,0	5.100,4	0,00	0,00	
7,00 - 8,00	1	0	0	1	0	0	18,75	0,10	0,019	16.278	305,2	3.052,1	0,00	0,00	
8,00 - 9,00	0	0	1	0	0	0	15,00	0,10	0,015	12.643	189,6	1.896,5	0,00	0,00	
9,00 - 10,00	0	1	0	0	0	0	2,50	0,10	0,003	13.223	33,1	330,6	0,00	0,00	
10,00 - 11,00	0	1	0	0	0	0	2,50	0,10	0,003	8.895	22,2	222,4	0,00	0,00	
Totaler for delområde											2.855,1	27.710,2			

Projekt : 9990924		Ravn Sø 1999						Delområde : 9		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : tj			
DMU-station: 90924		Ravn Sø										Dato : 12/08/1999			
Prøvenr : 9												Side : 1			
Dybdeinterval (m)	Skalavardi						Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations-højde (m)	Areal-specifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)		
	0	1	2	3	4	5							6	(antal observationer)	Fl.blad
0,00 - 0,50	0	1	1	4	0	0	0	27,92	0,20	0,056	3.770	210,5	1.052,6	0,00	0,00
0,50 - 1,00	3	1	0	0	0	0	0	0,62	0,30	0,002	2.879	5,4	17,8	0,00	0,00
1,00 - 1,50	4	5	4	0	0	0	0	5,58	0,50	0,028	2.371	66,2	132,3	0,00	0,00
1,50 - 2,00	3	1	1	3	1	1	0	28,00	0,50	0,140	2.135	298,9	597,8	0,00	0,00
2,00 - 2,50	5	4	2	1	0	0	0	6,46	0,50	0,032	2.033	65,7	131,3	0,00	0,00
2,50 - 3,00	6	5	0	0	0	0	0	1,14	1,00	0,011	1.972	22,5	22,5	0,00	0,00
3,00 - 3,50	7	3	0	0	0	0	0	0,75	1,00	0,008	1.930	14,5	14,5	0,00	0,00
3,50 - 4,00	8	1	0	0	0	0	0	0,28	1,00	0,003	1.896	5,3	5,3	0,00	0,00
4,00 - 5,00	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	3.643	0,0	0,0	0,00	0,00
5,00 - 6,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	3.406	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	3.187	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	3.142	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde											32.364	689,0	1.974,1		

BILAG 4

Projekt : 9990924 Ravn SØ 1999										Delområde : 10		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : tj	
DMU-station: 90924 Ravn SØ														Dato : 12/08/1999	
Prøvenr : 10														Side : 1	
Dybdeinterval (m)	Skalaværdi (antal observationer)						Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations-højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)		
	0	1	2	3	4	5							6	Fl.blad	Tr.alger
0,00 - 0,50	2	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	1.116	0,0	0,0	0,00	0,00	
0,50 - 1,00	2	1	0	1	0	0	10,00	0,30	0,030	958	28,7	95,8	0,00	0,00	
1,00 - 1,50	3	2	1	2	0	0	11,88	0,50	0,059	722	42,9	85,8	0,00	0,00	
1,50 - 2,00	5	2	3	0	0	0	5,00	0,50	0,025	670	16,8	33,5	0,00	0,00	
2,00 - 2,50	6	3	0	0	0	0	0,83	0,50	0,004	580	2,4	4,8	0,00	0,00	
2,50 - 3,00	9	3	0	0	0	0	0,62	0,50	0,003	485	1,5	3,0	0,00	0,00	
3,00 - 3,50	5	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	437	0,0	0,0	0,00	0,00	
3,50 - 4,00	8	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	418	0,0	0,0	0,00	0,00	
4,00 - 5,00	5	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	803	0,0	0,0	0,00	0,00	
5,00 - 6,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	744	0,0	0,0	0,00	0,00	
6,00 - 7,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	717	0,0	0,0	0,00	0,00	
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	727	0,0	0,0	0,00	0,00	
Totaler for delområde										8.377	92,3	222,9			

Projekt : 9990924		Ravn Sø 1999						Delområde : 11		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : tj			
DMU-station: 90924		Ravn Sø										Dato : 12/08/1999			
Prøvenr : 11												Side : 1			
Dybdeinterval (m)		Skalaværdi (antal observationer)						Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantetækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)	
		0	1	2	3	4	5							6	Fl.blad
0,00 - 0,50		1	0	2	1	2	0	0	32,08	0,064	1.656	106,2	531,2	0,00	0,00
0,50 - 1,00		0	4	1	1	2	1	0	30,56	0,092	1.048	96,1	320,3	0,00	0,00
1,00 - 1,50		1	2	4	0	2	0	0	21,11	0,106	850	89,7	179,4	0,00	0,00
1,50 - 2,00		2	1	2	1	0	1	1	32,19	0,322	594	191,2	191,2	0,00	0,00
2,00 - 2,50		3	2	1	0	0	0	1	17,14	0,171	460	78,8	78,8	0,00	0,00
2,50 - 3,00		1	2	2	0	1	0	0	16,25	0,163	395	64,2	64,2	0,00	0,00
3,00 - 3,50		4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	354	0,0	0,0	0,00	0,00
3,50 - 4,00		4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	485	0,0	0,0	0,00	0,00
4,00 - 5,00		1	1	0	0	0	0	0	1,25	0,006	579	3,6	7,2	0,00	0,00
5,00 - 6,00		2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	535	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00		0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	646	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00		0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	476	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde											8.078	629,8	1.372,3		

BILAG 4

Dato	Sektion	Transekt	Måneskin	Dybde m	Kl	Skydække	Vindforhold		Easting		Northing	
							Grader	m/s	Start	Slut	Start	Slut
990714	1	Littoral	Nej	,5	2,57	5	-	0	9,49466	9,49544	56,06190	56,06100
		Pelagiet 1	Nej	,5	2,49	5	-	0	9,50007	9,50177	56,06270	56,06300
	2	Littoral	Nej	,5	2,39	5	-	0	9,50438	9,50585	56,06037	56,06092
		Pelagiet 1	Nej	,5	2,31	5	-	0	9,50504	9,50558	56,06172	56,06266
	3	Littoral	Nej	,5	2,16	5	-	0	9,50942	9,51107	56,06272	56,06230
		Pelagiet 1	Nej	,5	2,23	5	-	0	9,51290	9,51461	56,06151	56,06134
	4	Littoral	Nej	,5	2,02	5	-	0	9,50987	9,51143	56,06447	56,06493
		Pelagiet 1	Nej	,5	2,10	5	-	0	9,51496	9,51350	56,06616	56,06619
	5	Littoral	Nej	,5	3,23	5	-	0	9,50872	9,50693	56,06616	56,06619
		Pelagiet 1	Nej	,5	3,17	5	-	0	9,50666	9,50625	56,06562	56,06467
	6	Littoral	Nej	,5	3,06	5	-	0	9,50285	9,50117	56,06445	56,06475
		Pelagiet 1	Nej	,5	3,11	5	-	0	9,50012	9,49838	56,06526	56,06514

Tabel 3. Parametre for de befiskede transekter i Ravn Sø, den 14. juli 1999. De geografiske længde- og breddekoordinater for start og slut for hver transekt er angivet i grader, decimalminutter i projektion WGS 84.

Placering	Sektion	m²	Art	Antal	Antal/m²	Vægt (g)	Vægt (g)/m²
Littoral	1	14,39	Rudskalle	1	,07	,1	,00
			Skalleyngel	36	2,50	6,8	,47
			Brasen yngel	1	,07	,1	,01
			Aborre yngel	12	,83	3,9	,27
	2	23,32	Skalleyngel	11	,47	,9	,04
			Aborre yngel	6	,26	3,4	,15
	3	22,83	Skalleyngel	3	,13	,3	,01
			Aborre yngel	1	,04	,4	,02
	4	16,16	Skalleyngel	36	2,23	3,2	,20
			Aborre yngel	1	,06	,7	,04
	5	24,15	Skalleyngel	2	,08	,2	,01
			Aborre yngel	3	,12	,8	,03
	6	25,02	Skalleyngel	4	,16	,3	,01
			Aborre yngel	4	,16	1,4	,06
Pelagiet 1	1	24,68	Aborre yngel	1	,04	,5	,02
	2	22,53	Aborre yngel	2	,09	1,1	,05
	3	22,38	Aborre yngel	2	,09	1,3	,06
	4	21,82	Skalleyngel	3	,14	,3	,01
	5	24,19	Skalleyngel	0	,00	,0	,00
	6	24,30	Skalleyngel	1	,04	,1	,00
			Aborre yngel	2	,08	,9	,04

Tabel 4. Fangst i antal og vægt for hver transekt samt den beregnede gennemsnitlige fangst pr. filtreret m³ søvand. Ravn Sø, den 14. juli 1999.

BILAG 5

Tilstand		Tilstand		Tilstand		Tilstand		Tilstand	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Det er en del af de data, som er indsamlet i forbindelse med undersøgelsen af de forskellige faktorer, som kan påvirke resultaterne. De data er indsamlet i forbindelse med undersøgelsen af de forskellige faktorer, som kan påvirke resultaterne.

Tilstand		Tilstand		Tilstand		Tilstand		Tilstand	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Det er en del af de data, som er indsamlet i forbindelse med undersøgelsen af de forskellige faktorer, som kan påvirke resultaterne. De data er indsamlet i forbindelse med undersøgelsen af de forskellige faktorer, som kan påvirke resultaterne.

Det er en del af de data, som er indsamlet i forbindelse med undersøgelsen af de forskellige faktorer, som kan påvirke resultaterne. De data er indsamlet i forbindelse med undersøgelsen af de forskellige faktorer, som kan påvirke resultaterne.

Det er en del af de data, som er indsamlet i forbindelse med undersøgelsen af de forskellige faktorer, som kan påvirke resultaterne. De data er indsamlet i forbindelse med undersøgelsen af de forskellige faktorer, som kan påvirke resultaterne.

BILAG 6

Specifikation / år	1978	1982	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
VANDBALANCE FOR RAVN SØ													
Samlet fraførsel ($10^6 \text{ m}^3/\text{år}$)	15,5	12	9	15,9	12,2	11,2	12,4	22,6	16,8	7,08	8,43	15,1	20,2
Heraf Indsivning ($10^6 \text{ m}^3/\text{år}$)			2,2	1,7	2,1	1	1,7	1,4	3	2,9	1,7	1,5	3,4
Opholdstid:													
år	5,3	4	3	1,7	2,2	2,4	2,2	1,2	1,6	3,8	3,2	1,8	1,3
sommer (1/5-30/9)					3,6	5,9	7,5	8,1	4,2	8,3			
max. måned (år)					10,5	27	18	7	12,2	17,5			
min. måned (år)					0,7	1,1	0,9	0,5	0,6	1,9			
BELASTNING - MASSEBALANCER													
Total-fosfor - år:													
Samlet tilførsel (t P/år)	3,44	2,88	1,42	1,92	1,6	1,28	1,36	2,5	1,53	0,68	0,82	1,54	1,85
renseanlæg (t P/år)	0,5	0,5	0,26	0,21	0,21	0,18	0,1	0,07	0,09	0,11	0,09	0,1	0,04
spredt bebyggelse (t P/år)	0,1	0,2	0,47	0,47	0,24	0,4	0,4	0,27	0,27	0,27	0,27	0,23	0,23
regnvandsoverløb (t P/år)							0,22	0,18	0,15	0,04	0,05	0,09	0,10
dyrkningsbetinget bidrag (t P/år)	2	1,6	0,25	0,49	0,57		0,2	1,26	0,41	-0,07	0,06	0,58	0,85
naturbidrag (t P/år)	0,8	0,6	0,4	0,71	0,55	0,53	0,36	0,66	0,49	0,22	0,26	0,45	0,50
nedbør (t P/år)			0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02
Samlet fraførsel (t P/år)	0,9	0,8	0,34	0,72	0,56	0,61	0,52	0,96	0,68	0,21	0,27	0,53	0,73
Tilbageholdt P (t P/år)	2,5	2	1,08	1,2	1,04	0,67	0,85	1,54	0,85	0,47	0,54	1,00	1,11
do %	73	70	78	63	65	52	62	62	56	70	67	65	60
Samlet tilførsel (g P/m ² år)	1,89	1,58	0,78	1,05	0,88	0,7	0,75	1,37	0,84	0,37	0,3	0,84	1,00
Pi (indløbskonc. i µg P/l)	222	240	160	121	134	115	109	111	94	95	96	102	91
Total-kvælstof - år:													
Samlet tilførsel (t N/år)	161	111	59	159	83	122	126	181	100	33	60	132	146
renseanlæg (t N/år)	2	2	1,8	1,9	2	2	2	2,7	2	1,6	1,8	1,6	1,4
spredt bebyggelse (t N/år)	0,5	0,5	3,1	3,1	2,6	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5
regnvandsoverløb (t N/år)							0,85	0,71	0,56	0,15	0,22	0,4	0,4
dyrkningsbetinget bidrag (t N/år)	135	90	39,6	128	59	100	98	143	65	12,5	38	100	110
naturbidrag (t N/år)	23	18	10,9	22	16	15	19	33	24	10,8	13	22	25
nedbør			3,6	3,6	3,6	4	4	4	4	4	4	3	3
Samlet fraførsel (t N/år)	91	74	36	63	54	46	60	127	87	23	24	54	82
Kvælstoffjernelse (t N/år)	6	7	3					54			36	78	64
Kvælstoffjernelse i %	3	6	5					30			59	59	44
Denitrifikation (t N/år)	64	30	19										
Denitrifikation i %	40	27	33										
Samlet tilførsel (g N/m ² /år)	88	61	32	87	46	67	69	100	55	18	20	73	80
Ni (indløbskonc. i mg N/l)	10	9	6,5	10	6,7	11	10,1	8	6,1	4,6	7,1	8,8	7,2

BILAG 6

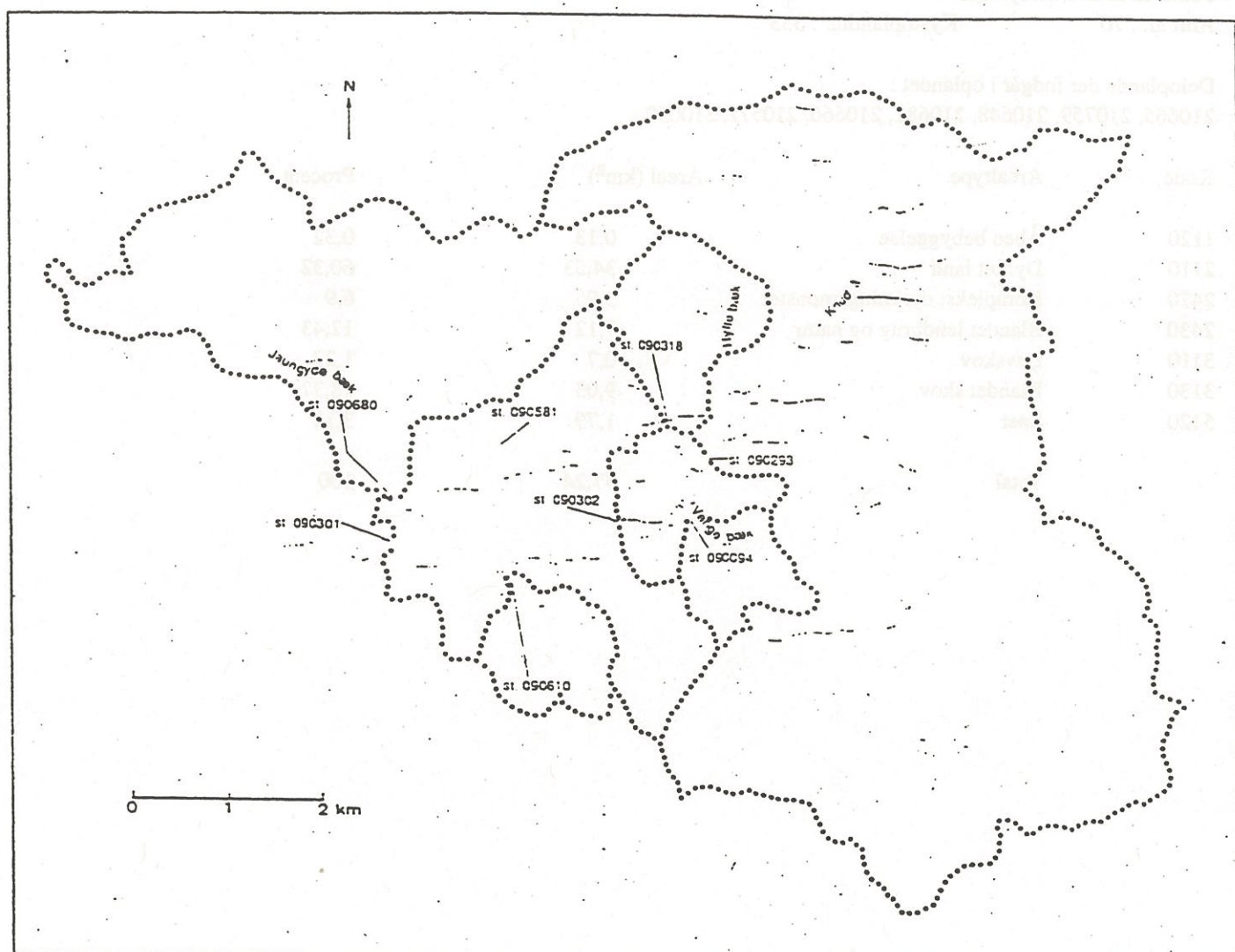
VANDKEMI & FYSISKE MÅLINGER I SØVANDET	1973	1974	1975	1978	1982	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Sigtdybde (1/5 - 30/9) :																
Sigtdybde (m)	3,0	2,3	2,6	2,5	2,8	3,7	2,9	3,4	3,1	3,9	3,2	3,1	3,4	2,8	3,9	3,5
Sigtdybde 50%-fraktilen (m)	2,6	2,3	2,7	2,6	2,9	3,5	3,0	3,0	3,0	3,7	3,0	3,1	3,4	3,0	3,9	3,3
Max. sigtdybde (m)	4,8	3,3	3,8	2,8	3,1	5,9	5,1	5,2	4,3	6,0	4,7	4,1	4,1	5,0	6,0	6,5
Min. sigtdybde (m)	1,4	1,0	1,0	2,0	2,3	2,5	1,8	2,3	1,8	2,7	2,5	1,5	1,5	0,3	2,3	1,0
Fosfor (1/5-30/9):																
Total fosfor gns. (µg P/l)	45,1	43	70,1	32	31	29	30	32	29	23	25	24	25	25	23	26
Total fosfor 50%-fraktilen	41	45	74	30	29	29	28	29	26	24	24	23	24	24	23	23
Total fosfor max. (µg P/l)	86	65	162	35	45	37	56	50	56	31	38	29	33	42	35	50
Total fosfor min. (µg P/l)	28	18	14	25	25	23	17	23	15	14	20	17	20	19	12	18
Opløst fosfat gns. (µg P/l)	12	8	6	10	8	5	9	6	4	4	7	3	6	4	9	4
Opløst fosfat 50%-fraktilen	11	8	6	8	7	4	8	5	4	3	4	2	4	3	9	2
Opløst fosfat max. (µg P/l)	19	13	16	20	17	15	21	16	10	7	18	7	12	31	23	17
Opløst fosfat min. (µg P/l)	7	4	0	5	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Kvælstof (1/5-30/9):																
Total kvælstof gns. (mg N/l)			4,1	5,7	5,0	3,7	3,8	4,3	4,1	4,3	5,3	4,5	3,0	2,7	3,5	3,7
Total kvælstof 50%-fraktilen			4,5	5,6	5,3	3,8	3,7	4,4	4,0	4,1	5,2	4,6	3,1	2,9	3,6	3,8
Total kvælstof max. (mg N/l)			4,6	5,8	6,3	4,4	4,7	5,2	4,8	5,1	5,9	5,3	3,7	3,3	4,0	4,5
Total kvælstof min. (mg N/l)			3,3	5,4	3,9	2,7	3,1	3,4	3,5	3,4	4,5	3,6	2,5	2,1	2,8	2,9
Klorofyl a gns. (1/5-30/9) :																
Klorofyl a gns. (µg/l)					16,6	10,3	13,8	12,5	9,2	7,9	9,2	11,8	12,3	9,2	10	9
Klorofyl a 50%-fraktilen (µg/l)					16,7	9,9	11,9	10,3	9,5	6,3	9	10,1	8,6	8,8	11	10
Klorofyl a max. (µg/l)					29	22	45	37	15	25	15	31	25	20	19	16
Klorofyl a min. (µg/l)					8	3	1	2	3	2	2	2	4	1	1	2
Øvrige variable (1/5-30/9):																
Susp. tørstof mg/l							5,2	5,0	4,0	2,2	3,2	3,6	1,9	3,7	1,9	2,2
Susp. glødetab mg/l							4,0	2,9	2,3	1,7	2,9	3,1	1,9	2,9	1,9	2,1
pH gns.		8,6	9,0	8,5	8,4	8,6	8,8	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,2	7,6	7,6
Total alkalinitet (meq/l)		2,0	1,5		2,0	2,0	1,8	2,0	2,0	2,1	1,9	1,9	2,1	2,0	2,3	2,2
Opløst silicium gns. (mg Si/l)					0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,2	0,5	0,3	0,7
Part. COD gns. (mg O2/l)					3,4	3,6	4,3	2,7	2,5	2,4	3,2	3,7	3,3	3,5	2,4	
Nitrat+nitrit-kvælstof gns. (mg N/l)		2,75	2,8	4,86	3,43	2,85	2,96	3,40	3,15	3,59	4,28	3,52	2,23	1,87	2,70	2,93
Ammonium-kvælstof gns. (mg N/l)		0,08	0,07	0,020	0,020	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,030	0,020	0,03
Alle variable - årsgennemsnit:																
Sigtdybde (meter)						3,8	3,2	3,5	3,4	3,5	3,1	3,0	4,1	3,0	3,9	3,7
Klorofyl (µg/l)						7	9	11	9	7	8	12	8	8	7	6
Total fosfor (µg P/l)		55	58	41	53	38	38	34	34	29	35	30	28	30	30	33
Opløst fosfat (µg P/l)		20	15	18	19	14	13	11	12	13	16	10	11	10	16	15
Total kvælstof (mg N/l)		3,3	3,9	6,2	5,6	3,8	3,9	4,4	4,0	4,6	5,5	4,6	3,1	2,7	3,4	4,0
Nitrat+nitrit-kvælstof (mg N/l)		2,4	3,0	4,8	4,1	2,9	3,1	3,5	3,1	3,9	4,6	3,7	2,4	1,9	2,7	3,1
Ammonium-kvælstof (mg N/l)		0,07	0,06	0,026	0,059	0,02	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
pH		8,4	8,6	8,1	8,1	8,3	8,4	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	8,1	8	7,6	7,6
Total alkalinitet (meq/l)		2,0	1,7		2,1	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,0	1,9	2,1	2,1	2,3	2,3
Opløst silicium (mg Si/l)					1,2	0,7	0,9	0,8	0,7	1,0	1,1	0,9	0,8	0,8	1,0	1,6
Part. COD (mg O2/l)					3,1	2,9	3,3	2,3	1,9	2	2,4	3	2,9	2,6	1,93	
Susp. tørstof (mg/l)							4,5	4,7	3,6	2,6	3,2	3,1	1,5	2,8	1,9	1,9
Susp. glødetab (mg/l)							2,7	2,7	2,0	1,5	2	2,2	1,3	2,1	1,7	1,5

BILAG 6

Biologiske parametre	Enheder	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Planteplanktonbiomasse, sommergns	mm3/l											
Planteplanktonbiomasse, årsgns.	mm3/l	3,56	2,07	4,32	2,12	1,66	2,11	2,84	2,17	2,32	3,09	3,05
% blågrønalger af sommergns.		2,54	1,8	2,93	1,91	1,92	1,57	2,34	1,65	2,03	2,62	2,22
% kiselalger af sommergns.		1	8	6	29	5	21	6	3	9	5	8
% rekylalger af sommergns.		23	1	14	35	8	27	7	20	4	44	40
		47	76	74	26	46	38	36	33	75	38	5
Zooplankton, årsgennemsnit												
Rotatorier	µg C/l		6	19	1	4	4	5	3	2	3	2
Cladocerer	µg C/l		28	40	31	35	29	29	88	50	52	34
Calanoid copepoder	µg C/l		26	26	22	33	25	21	27	42	24	26
Cyclopoide copepoder	µg C/l		17	24	18	19	14	12	25	32	20	23
total zooplankton	µg C/l		77	105	71	91	72	69	142	126	100	85
Zooplankton, sommergennemsnit												
total zooplankton	µg C/l		97	113	96	122	119	103	168	161	117	98
clad-index		53	69	58	39	28	38	39	23	48	56	96
zoo. totale fødeopt./fyk<50µ	%	20	81	140	90	46	77	69	63	97	91	43
zoo. totale fødeopt./ total fytopl.,	%	5	13	13	11	19	19	10	22	17	20	13
Fisk	CPUE, garn				97						59	
Total antal					4124						3307	
Total biomasse	(g)											
Fisk	CPUE, el				654						53	
Total antal					2340						704	
Total biomasse	(g)											
Rovfiske-index												
Skidtfiske-index												
Fiskeyngel												
Antal pr. m3 i pelagiet											0,03	0,08
Antal pr. m3 i littoralzonen											7,63	0,96
Undervandsvegetation												
Max. Dybdegrænse	meter					8	8	8	8,5	11	11	9,5
Dybdegrænse for rodfæstet vegetation	meter					6,5	6,5	6,5	7	5	5	4,5
Plantetækket areal, % af hele søarealet	%					1,9	4,2	2,7	3,3	2,9	2,6	3,3
Plantefyldt volumen, % af hele søvolumen	%					0,06	0,13	0,07	0,17	0,08	0,14	0,11

BILAG 6

Oplandsstørrelse, arealanvendelse og jordbundstype.



Ravn Sø. Oplande og stationer i vandløb.

BILAG 7

Udskrift af CORINE Arealanvendelses data

DMU/fevø - Dato : 1995. 04.11

Århus Amt Stationsopland nr. : 210665

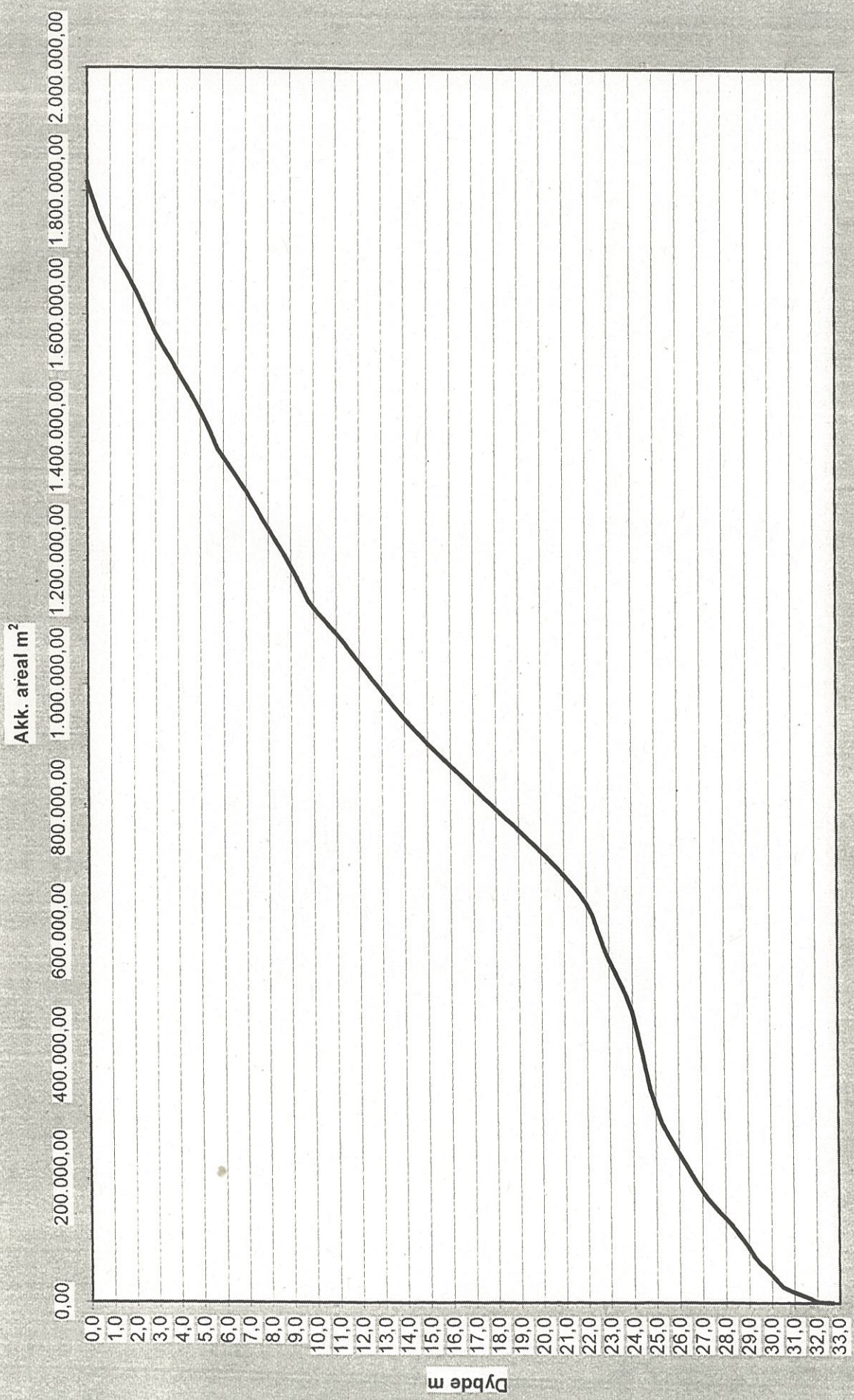
Summen af alle deloplande

Amt nr. : 70 Kystoplandnr. : 353

Deloplande der indgår i oplandet :

210665, 210759, 210648, 210681, 210666, 210572, 210030.

Kode	Arealtype	Areal (km ²)	Procent
1120	Åben bebyggelse	0,13	0,32
2110	Dyrket land	34,53	60,32
2420	Komplekst dyrkningsmønster	3,95	6,9
2430	Blandet landbrug og natur	7,12	12,43
3110	Løvskov	0,7	1,23
3130	Blandet skov	9,03	18,77
5120	Søer	1,79	3,13
	Total	57,24	100



BILAG 8