

TEKNISK RAPPORT

RAVN SØ 1998

MAJ 1999

UDGIVER: Århus Amt, Natur- & Miljøkontoret, Lyseng Alle 1, 8270 Højbjerg

TITEL: Ravn Sø 1998.

FORFATTERE: Henrik Skovgaard

LAYOUT: Bente Rasmussen

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

FORMAT: A 4

SIDETAL: 46

OPLAG: 75

ISBN: 87-7906-052-8

TRYK: Århus Amts Trykkeri.

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	5
1. Indledning	7
2. Generel søkarakteristik	9
2.1 Oplandsbeskrivelse	11
3. Vand-og næringsstoffbalance	13
3.1 Vandbalance	13
3.2 Fosforbalance	14
3.3 Kvælstofbalance	15
3.4 Jernbalance	15
4. Kilder til næringsstofbelastning	17
5. Udvikling i fysiske, kemiske og biologiske variable	19
5.1 Fysiske og kemiske variable	19
5.1.1 Fosfor	19
5.1.2 Kvælstof	19
5.1.3 Øvrige vandkemiske og fysiske parametre	19
5.1.4 Udviklingstendenser i perioden 1989 til 1998	23
5.1.5 Vandkemiforhold i bundvandet	23
5.2 Planteplankton	26
5.2.1 Planteplankton i 1998	26
5.3 Dyreplankton	27
5.3.1 Årstidsvariation	27
5.3.2 Græsningstrykket på planteplankton	28
5.4 Undervandsplanter	29
5.4.1 Plantedækket areal og plantevolumen	30
5.4.2 Dybdegrænse	31
5.4.3 Artssammensætning og hyppighed	31
5.4.4 Sammenligning med andre danske søer	33
5.5 Fiskeyngel	33
5.6 Fiskeundersøgelse	35
6. Målsætning	39
7. Konklusion	41
8. Referencer	43
9 Bilag	45

Handwritten Title

Date

Page

Subject

Chapter

Section

Topic

Notes

Remarks

Conclusion

Summary

References

Appendix

Index

Glossary

Footnote

Page Number

Total Pages

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 31 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 fik i alt tilført 15 mio. m³ vand i 1998, hvilket er noget over gennemsnittet. I forhold til de meget tørre år 1996 og 1997 var vandtilførslen dobbelt så stor i 1998. Vandets opholdstid var 1,8 år i 1998.

Kvælstoftilførslen reguleres i vid udstrækning af vandtilførslen. På grund af den større vandtilførsel var også kvælstoftilførslen på 132 tons større end normalt, hvorimod den vandføringsvægtede indløbskoncentration på 8,8 mg N/l var mere gennemsnitlig. Kvælstoftilførslen, som er uændret i perioden 1989-1998, er lille i forhold til søens areal. Omkring 30% (incl. magasinering) af den tilførte kvælstof i 1998 blev fjernet ved vandets passage gennem søen.

Den totale fosfortilførsel til Ravn Sø var 1,54 tons i 1998, hvilket er noget højere end normalt på grund af den større vandtilførsel. Den vandføringsvægtede indløbskoncentration på 102 µg P/l var på niveau med koncentrationen i perioden 1992-1997 men betydelig lavere end i 1980'erne, hvor fosfortilførslen fra spildevand blev

stærkt reduceret ved forbedret rensning og afskæring af spildevand.

I 1998 blev der tilbageholdt omkring 66% (incl. magasinering) af den tilførte fosfor på årsbasis. Fosfortilbageholdelsen har altid været stor i Ravn Sø på grund af vandets lange opholdstid og store dybde.

Den tilførte kvælstof stammer næsten udelukkende fra dyrkede arealer i oplandet. Fosfortilførslen har derimod flere betydende kilder. I 1998 er det beregnet, at ca. 2/3 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 lå på et niveau omkring 40 µg P/l i årets første måneder og som normalt omkring 25 µg P/l i sommerperioden, hvilket er meget lavt sammenlignet med andre danske søer. Som følge af det lave fosforindhold var mængden af planteplankton og andet suspenderet stof lav, og sigtdybden stor, således 3,9 meter som gennemsnit i sommeren 1998, hvilket er det næsthøjeste gennemsnit, som er målt i Ravn Sø.

Statistisk analyse af gennemsnitsværdier fra 1989-1998 viser, at der er sket et signifikant 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 sigtdybder på omkring 5 meter i juni. I juli tiltog biomassen på grund af en typisk opblomstring af furealgen *Ceratium hirundinella*. Tidligere års opblomstring af grønalger og/eller blågrønalger i sensommeren udeblev i 1998, og furealgerne blev istedet erstattet af kiselalger. Med et års- og sommergennemsnit på henholdsvis 2,6 mg vv/l og 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 1989-1998.

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 1998 registreredes den største biomasse af dyreplankton på 0,33 mg C/l i slutningen af maj. Forårsmaksimet var lidt større end tidligere, hvorimod sensommermaksimet på 0,1 mg C/l var mindre end normalt. De store dafniearter *Daphnia hyalina* og *Daphnia galeata* dominerede i 1998, som derved adskiller sig fra perioden 1994-1997, hvor den mindre *Daphnia cucullata* dominerede. Artsskiftet tyder på mindre prædation fra fisk på dyreplanktonet. Dyreplanktons græsning på alger <50 µm var ca. 90% og på hele algebiomassen ca. 20% som sommergennemsnit, hvilket er lidt højere end normalt. Det skyldes formentlig tilstedeværelsen af store dafniearter i 1998.

Undervandsvegetationen i Ravn Sø adskilte sig meget lidt fra årene 1993-1997. Det plantedækkede areal udgjorde 2,6% af hele søens areal og det plantedækkede volumen 0,14% af hele søvolumenet i 1998. Det har vist sig, at mængden af vegetation i søen er meget konstant, men at dækningsgraden dækker over store forskelle i dækningsgraden fra år til år i delområderne. Dybdegrænsen for rodfæstet vegetation var 5,0 meter, hvilket er lidt lavere end normalt. Trådalger blev fundet helt ud til 10,5 meters dybde. Der blev ialt registreret 18 arter/slægter af egentlige undervandsplanter. Ravn Sø er dermed en artsrig sø, hvilket skyldes den klarvandede status og varierede dybde- og bundforhold.

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

Fiskeundersøgelsen i september 1998 viste, at artsdiversiteten i søen er høj, og fiskebestanden er domineret af rovfisk, især aborre. Antal og biomasse af fredfisk som skalle og brasen er forholdsvis lille, og især bestanden af småskaller er kraftigt reduceret i forhold til 1992, hvor en lignende undersøgelse blev foretaget. Den totale biomasse af fisk i søen er opgjort til 180 tons, svarende til 100 kg/ha søoverflade. Sammensætning, struktur og størrelse af fiskebestanden er i overensstemmelse med søens store dybde og lave næringsstofkoncentration, og fiskebestanden er ingen hindring for yderligere forbedring af miljøtilstanden på grund af den gode balance mellem rovfisk og fredfisk.

Den generelle målsætning (B2) for søen var samlet set ikke opfyldt i 1998, fordi tilførslen af fosfor fra samtlige spildevandskilder endnu ikke er nedbragt som forudsat i amtets vandkvalitetsplan.

	1998
Indløbskoncentration - total-N - årsgennemsnit	8,8 mg N/l
Indløbskoncentration - total-P - årsgennemsnit	102 µg P/l
Klorofyl - sommergennemsnit	10 µg/l
Sigtdybde - sommergennemsnit	3,9 meter
Total-N - sommergennemsnit	3,45 mg N/l
Total-P - sommergennemsnit	23 µg P/l
Planteplanktonbiomasse, sommergennemsnit	3,1 mg vv/l
Dyreplanktonbiomasse, sommergennemsnit	117 µg C/l
Græsningstryk, sommergennemsnit, % af total planteplanktonbiomasse	20%
Rovfiskeindex (1998)	0,55
Skidtfiskeindex (1998)	0,36
Dybdegrænse for rodfæstet undervandsvegetation	5 meter
Målsætning i regionplan	B2
Målsætning opfyldt i 1998?	Nej

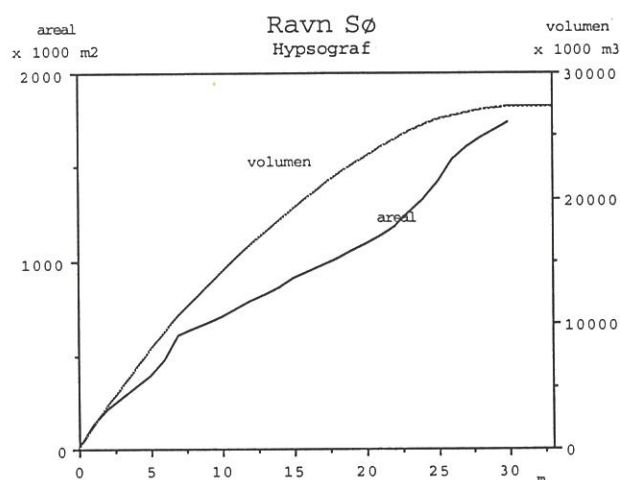
1. Indledning

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 1998 i nærværende rapport på en mere summarisk form. Danmarks Miljøundersøgelses paradigma for amternes afrapportering søges dog i høj grad fulgt.

2. Generel søkarakteristik

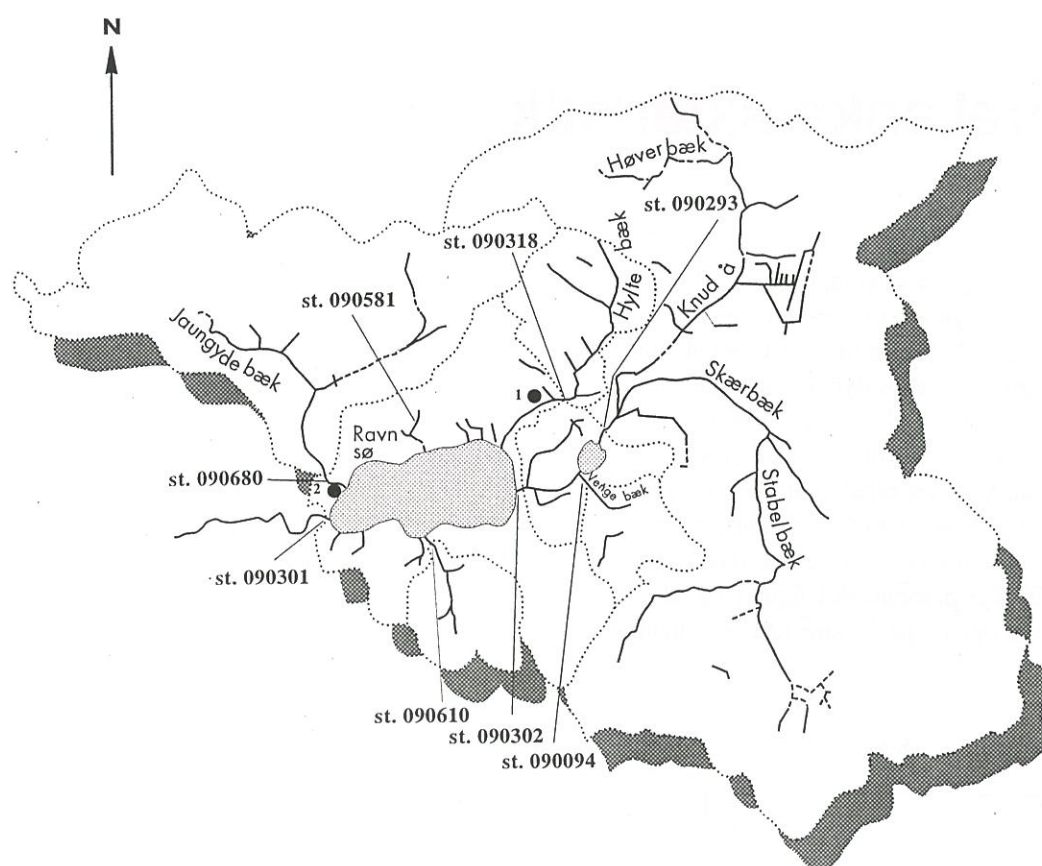
Ravn sø er 182 ha stor og har et volumen på 27,2 mio. m³. Med en gennemsnitsdybde på 15 meter og en største dybde på 33 meter hører Ravn Sø til blandt de dybeste søer i Danmark. På grund af søens dybde opstår der hver sommer en stabil temperaturlagdeling af vandmasserne, som typisk varer 5-6 måneder, 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. Hypsograf og morfometriske data er præsenteret i figur 1 og tabel 1, og det topografiske opland på 55 km² kan ses i figur 2.



Figur 1:
Hypsograf for Ravn Sø

Omkreds, km	5,9
Areal, ha	182
Volumen, mio. m ³	27,2
Gns. dybde, m	15
Max. dybde, m	33
Hydraulisk opholdstid, 1998, år	1,8

Tabel 1:
Morfometriske data for Ravn Sø.



Figur 2:

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

2.1 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 Søjøjland 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 Bæk.

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.

3. Vand- og næringsstofbalance

Vand- og stofbalancen for Ravn Sø i 1998 er beregnet lidt anderledes end i tidligere år. Det skyldes, at Århus Amt har fået foretaget en beregning af vandføringstids-serier på baggrund af flere års vandføringsmålinger, der er udført ved enkeltmålestederne og de beregnede døgn-middelvandføringer ved faste reference målestationer i amtet. (Århus Amt, 1999). Der er således foretaget en optimering af QQ-relationer mellem vingemålinger i til-løbene til Ravn Sø og beregnede døgnmiddelvandføringer ved bedst egnede permanente vandføringsmålestati-oner. 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 ($5\text{km}^2:1,6\text{km}^2$) med Sønderholt Bæk som reference.

Nedbør og fordampning indgår i vandbalancen og er beregnet ud fra månedlige gennemsnitstal for Århus Amt. Der er ligeledes aflæst vandstande i afløbet, som indgår i massebalancen.

Der sker endvidere 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 maga-sinændringer. Usikkerheder i beregningen af vandtrans-porten 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 atmos-færiske deposition af kvælstof og fosfor er sat til hen-holdsvis 15 kg N/ha/år og 0,1 kg P/ha/år, hvilket er lave-re end i tidligere år, hvor der er regnet med 20 kg N/ha/år og 0,2 kg P/ha/år. Ændringen i beregningsforud-sætningen vil medføre en reduktion af den beregnede stoftilførsel på maksimalt 2%.

Der er ikke i massebalancen for 1998 foretaget en vur-dering af årstidsvariationen på månedsbasis for Ravn Sø, idet tidligere undersøgelser har vist betydelige usik-kerheder på månedsbalancer. Det skyldes, at selv små tilfældige udsving i stofkoncentrationen og/eller vand-stand fra den ene prøvetagningsdato til den næste får relativ stor betydning for størrelsen af de interne proces-ser 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

I 1998 er der beregnet en vandtilførsel til Ravn Sø på 15 mio. m³, hvilket er noget over gennemsnittet på 12,8 mio m³ for perioden 1989 til 1997. I forhold til de meget tørre år 1996 og 1997 var vandtilførslen dobbelt så stor i 1998. Den store vandtilførsel i 1998 resulterede i en hydraulisk opholdstid på 1,8 år mod normalt 1,7-3 år. Dette svarer til, at ca. 55% af søens vandvolumen blev udskiftet i 1998.

Det fremgår af tabel 3, at ca. 2/3 af den totale vandtilfø-rsel kom via Knud å. De målte tilløb udgjorde ialt 85% af den totale vandtilførsel. De resterende 15% er grund-vandsindsivning og vandtilførsel fra umålt opland. Med et målt hydraulisk opland på 85% er vandtilførslen til Ravn Sø godt beskrevet.

	Opland, km ²	Vandtilførsel (mio m ³)	Total kvælstof (tons)	Total fosfor (kg)	Ortho-P (kg)	Total jern (tons)
Knud Å (90302)	35	10,21	95,7	1077	634	4,2
Hylte Bæk (90318)	2,4	0,39	2	22	10	0,2
Sønderholt Bæk (90610)	1,6	0,15	0,5	7	4	0
Jaungyde Bæk (90680)	11	2,19	26,4	324	96	4,0
Umålt opland	5	0,4	1,2	19	10	0,1
Atmosfærisk deposition		0,13	2,7	18	0	0
Grundvand		1,48	3,4	69	23	2,3
Samlet tilførsel		14,95	131,9	1536	777	10,8
Fordampning/udsvivning		0,09	2,6	22	16	0
Afløb Ravn Sø (90301)		14,99	62,9	643	334	1,4
Samlet fraførsel		15,08	65,5	665	350	1,4
Magasinændring		-0,13	25,4	-149	326	0
Søbalance (tilbageholdelse excl. magasinering)			66,4	871	427	9,4
Søbalance (% af tilførsel)			50	57	55	87
Sedimentbalance (tilbageholdelse incl. magasinering)			41,0	1020	101	9,3
Sedimentbalance (% af samlet tilførsel)			31	66	13	86

Tabel 3:

Massebalance for Ravn Sø 1998.

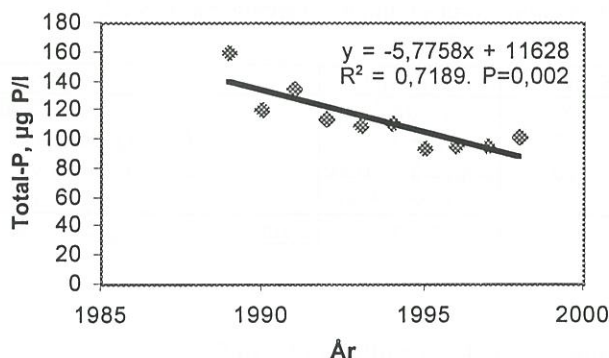
3.2 Fosforbalance

Prøvetagning og vandkemisk analyse i tilløb og afløb er foretaget i samme omfang og efter samme retningslinier som tidligere. I afløbet blev der i 1998 taget vandprøver ialt 30 gange. (12 gange i selve afløbet og 18 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 - og omvendt.

Anvendte koncentrationer af fosfor, kvælstof og jern i tilført grundvand fremgår af senere afsnit. 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 fosfortilførsel til Ravn Sø var 1536 kg i 1998. Det svarer til en vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration på 102 µg P/l, hvilket er på niveau med gennemsnitskoncentrationen i perioden 1992 til 1997, men betydelig lavere end i 1980'erne. Det ses af figur 3, at der er sket et signifikant fald i indløbskoncentrationen af total-P i perioden 1989 til 1998. En total fosfortilførsel på 1536 kg er imidlertid noget højere end normalt og skyldes den store vandtilførsel i 1998. Der er tidligere vist en klar sammenhæng mellem vandføring og fosfortransport i tilløbene til Ravn Sø (Århus Amt, 1994).

1536 kg fosfor svarer til en arealrelateret fosforbelastning på 0,8 g P/m² søoverflade/år, hvilket er i den absolut laveste ende af spektret blandt overvågningssøerne, (Jensen et al. 1998). Heraf blev der tilbageholdt 665 kg eller ca. 57% af den eksterne tilførsel. Medtages magasinændringen i søen øges tilbageholdelsen til 1020 kg eller 66%. En fosforretention på 66% er meget høj for



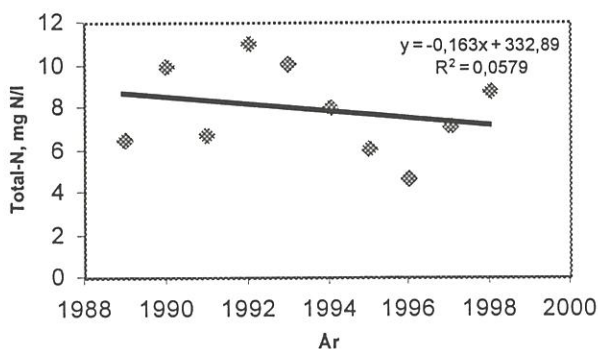
Figur 3:

Vandføringsvægtet indløbskoncentration (årsgs.) af total-P for perioden 1989-1998 med indlagt regressionslinje.

danske søer, hvilket først og fremmest skyldes den lange hydrauliske opholdstid i Ravn Sø. Den arealrelaterede fosfortilbageholdelse på 0,5 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 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 132 tons N i 1998. Det svarer til en vandføringsvægtet gennemsnitskoncentration på 8,8 mg N/l, hvilket er højere end i de foregående 4 år men lavere end i f.eks. 1992 og 1993. Som det fremgår af figur 4, er der ikke sket nogen signifikant udvikling i indløbskoncentrationen. En tilførsel på 132 tons N er dog betydelig højere end normalt, hvilket som for fosfors vedkommende skal sættes i forbindelse med den store vandtilførsel i 1998.



Figur 4:
Vandføringsvægtet indløbskoncentration (årsgns.) af total-N for perioden 1989-1998 med indlagt regressionslinje.

Der er tidligere vist en klar sammenhæng mellem vandføring og kvælstoftransport i tilløbene til Ravn Sø (Århus Amt, 1994).

En kvælstoftilførsel på 132 tons N svarer til 73 g N/m² 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 41 tons N (incl. magasinerings) svarende til 31% af tilførslen. Den arealrelaterede kvælstoffjernelse var ca. 23 g N/m² søoverflade/år, hvilket er noget lavere end den gennemsnitlige kvælstoffjernelse i overvågningsøerne i 1998 (Jensen et al., 1998).

3.4 Jernbalance

Den totale jernbelastning var 10,8 tons Fe i 1998, hvilket er noget højere end normalt.

Fe/P i indløbsvandet var 7 i 1998, mens Fe/P i den tilbageholdte jern- og fosforpulje var 9 mod normalt 6-7. I overfladesedimentet er Fe/P ca. 7, og det sedimenterede materiale i 1998 har derfor bidraget til en forøgelse af Fe/P ved sedimentoverfladen. Et forøgelse af Fe/P forbedrer fosforbindingskapaciteten i sedimentet under oxiderede forhold.

Af de 10,8 tons Fe, som blev transporteret til Ravn Sø, sedimenterede 9,4 tons Fe, hvilket svarer til en typisk retention på knap 90%.

4. Kilder til næringsstofbelastningen

Kildeopsplitningen for Ravn Sø i 1998 er angivet i tabel 4 og grafisk fremstillet i figur 5 og 6.

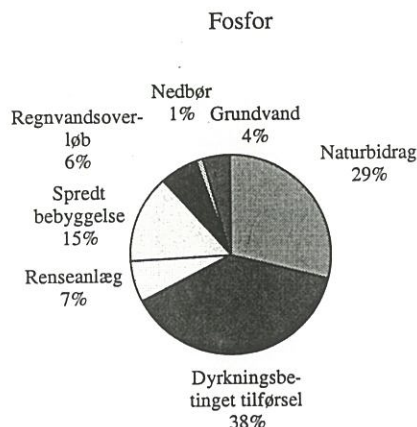
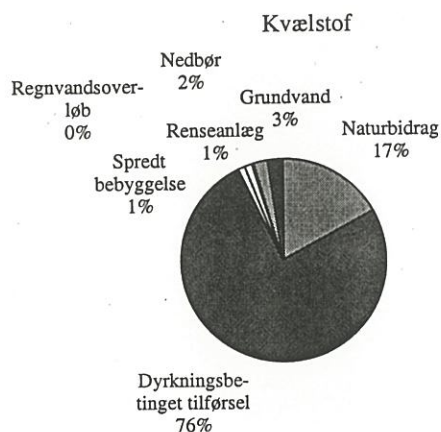
	Kvælstof (tons)	Fosfor (kg)
Naturbidrag	22,4	449
Dyrkningsbetinget tilførsel	100	583
Renseanlæg	1,6	101
Spredt bebyggelse	1,5	225
Regnvandsoverløb	0,4	91
Nedbør	2,7	18
Grundvand	3,4	69
I alt	132	1536

Tabel 4:

Tilførslen af kvælstof og fosfor fordelt på kilder.

Som i tidligere år stammer kvælstoftilførslen hovedsagelig fra de dyrkede arealer i oplandet. I 1998 udgjorde bidraget fra de dyrkede arealer ca. 100 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.

Baggrundsbidraget er beregnet under den antagelse, at der ville være omkring 1,5 mg N/l i det tilførte vand, hvis oplandet hienlå 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.



Figur 5:

Tilførselen af kvælstof med relativ fordeling af kilder.

Figur 6:

Tilførselen af fosfor med relativ fordeling af kilder.

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 renseniveau 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 583 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.

Baggrundsbidraget er i 1998 beregnet til 449 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 henlås 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 og renseniveauet 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 1998 fra spredt bebyggelse, hvilket er lidt højere end fosforbidraget fra renseanlæg og regnvandsoverløb tilsammen.

Bidraget fra renseanlæg er målte værdier på de to renseanlæg i oplandet, Ballen og Jaungyde renseanlæg, mens bidraget fra regnvandsoverløb er fremkommet på baggrund af erfaringstal.

Fosforbelastningen fra renseanlæggene 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 renseanlæg blev udbygget og spildevand fra Høver og størstedelen af Hårby blev ført til Galten og Skanderborg renseanlæg. I 1999 er rodzoneanlægget i Jaungyde nedlagt og spildevandet fra Jaungyde pumpes nu til rensning i Ry. Det vil medføre en reduktion af kvælstof- og fosfortilførslen på henholdsvis 320 kg N/år og 75 kg P/år.

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. Resultaterne fra overfladen i 1998 er sammenlignet med månedsgennemsnit i perioden 1989 til 1997 (se figur 7). I forhold til tidligere år, gennemgås de enkelte parametre i 1998 meget summarisk, idet der istedet lægges vægt på en beskrivelse af udviklingstendenser i perioden 1989 til 1998. 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 40 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 jern- og kiselalgebundet fosfor. I sommerperioden var fosforkoncentrationen omkring 25 µg P/l og dermed indenfor det normale niveau, dog var september præget af meget lave fosforkoncentrationer. Koncentrationen af opløst fosfor (ortho-P) fulgte også den normale årstidsvariation bortset fra månederne maj og juni, hvor der var højere koncentrationer end normalt. Den gennemsnitlige årskoncentration og sommerkoncentration var henholdsvis 30 µg total-P og 23 µg total-P, hvilket er af samme størrelse som i de seneste 5-10 år men markant lavere end i 1970'erne.

I en del af sommeren var koncentrationen af ortho-P under 5 µg P/l, og det må derfor antages, at der har været vækstbegrænsning af fytoplankton som følge af fosformangel.

5.1.2 Kvælstof

Kvælstofindholdet målt som total-N var lavere i årets første måneder i 1998 end i de øvrige overvågningsår på grund af den lille kvælstoftilførsel til søen i efteråret 1997. Resten af året 1998 var kvælstofkoncentrationen indenfor normalområdet, dog med en tendens til lidt

lavere koncentrationer end normalt. Hovedparten, ca. 80% af total-N puljen, fandtes som nitrat. Med de høje nitratkoncentrationer var der på intet tidspunkt kvælstofbegrænsning af planteplankton i 1998. Det generelt høje kvælstofniveau i søen opretholdes, fordi en stor del af nitratmængden ikke udnyttes af planteplankton. Den gennemsnitlige årskoncentration og sommerkoncentration af total-N var henholdsvis 3,4 mg N/l og 3,5 mg N/l, hvilket er lidt højere end i de nedbørsfattige år 1996-97 med lille kvælstofafstrømning men lavere end i de øvrige overvågningsår.

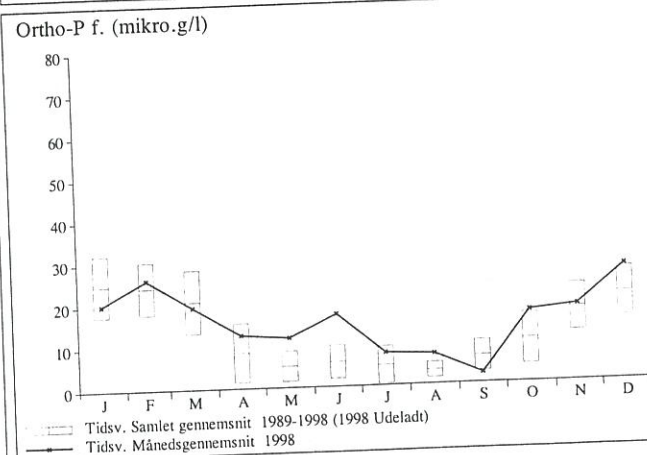
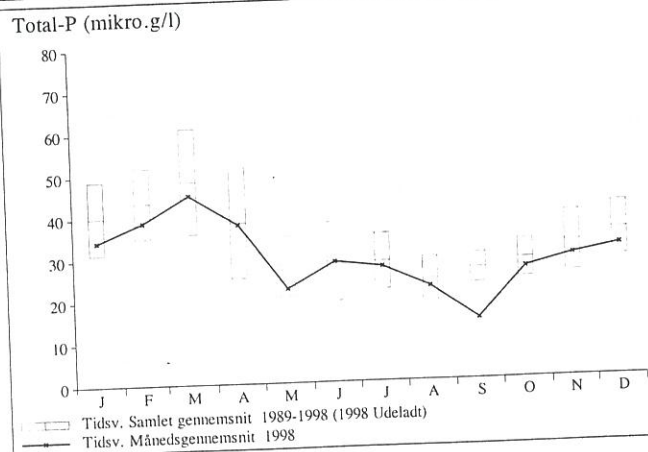
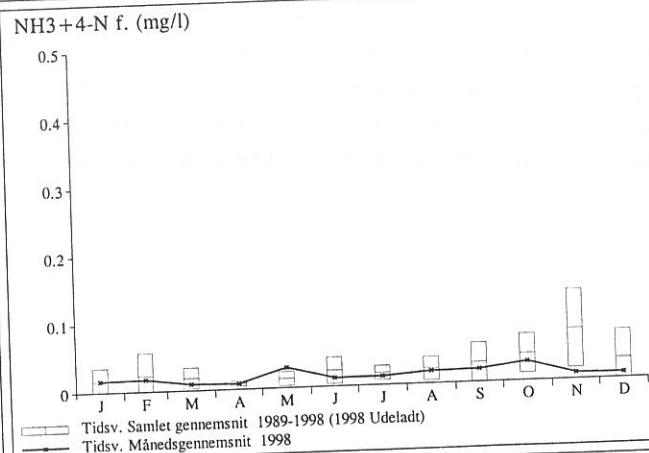
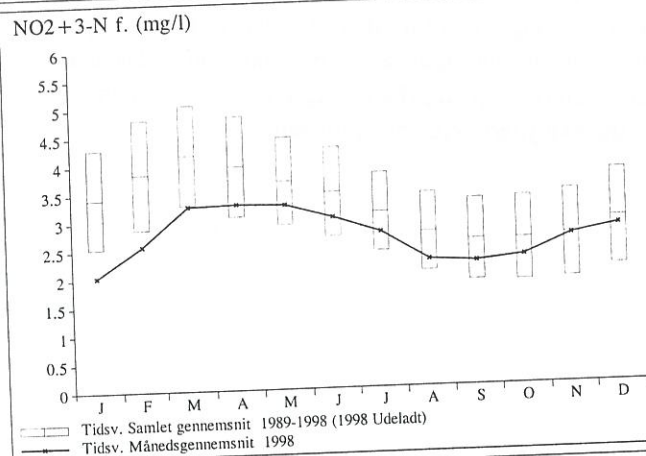
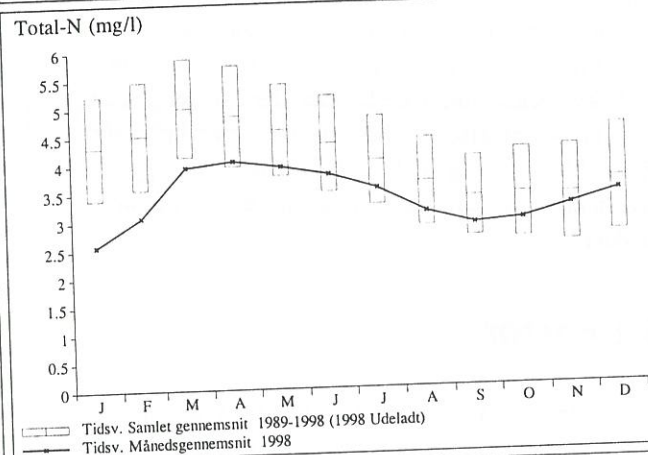
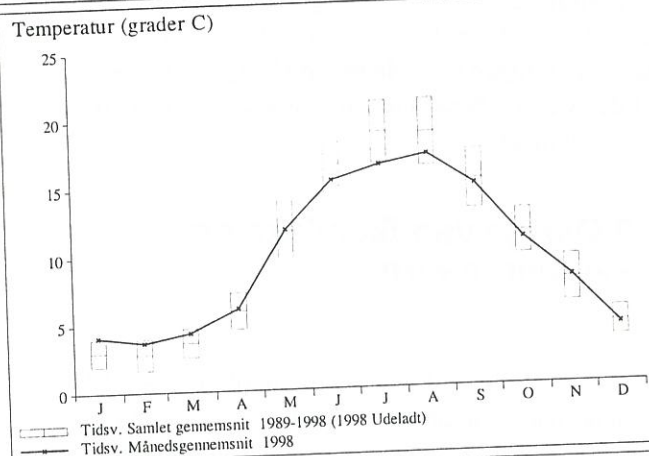
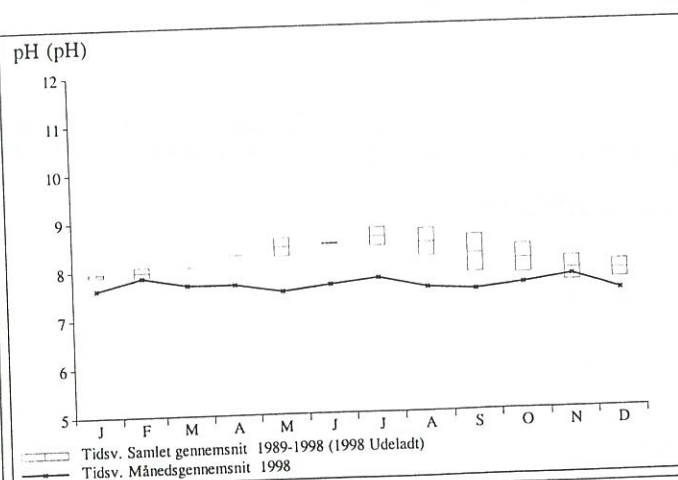
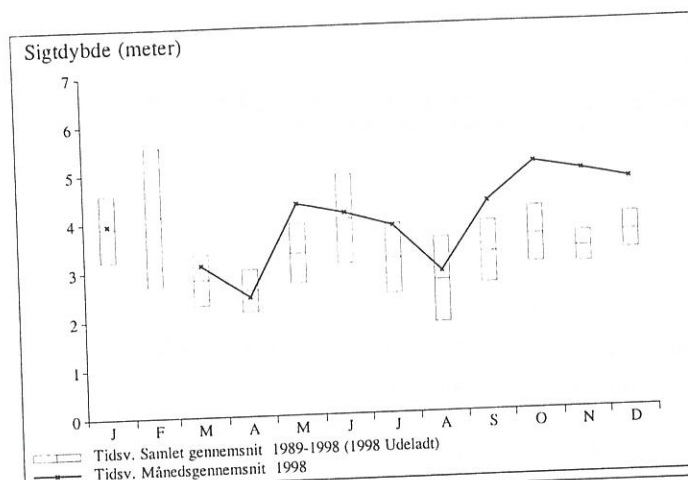
5.1.3 Øvrige vandkemiske og -fysiske parametre

pH

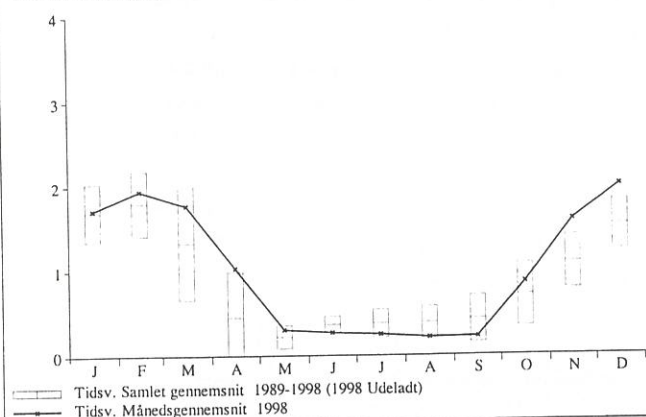
pH varierer kun lidt i Ravn Sø fra år til år. Som det fremgår af figur 7 var pH dog markant lavere i 1998 end i de øvrige år. Der har ikke kunne findes nogen biologisk forklaring (i form af øget algeproduktion) på ændringen endsige analysefejl på laboratoriet. Da det virker usandsynligt, at pH ændringen er reel, kommentere dette ikke yderligere pH-ændringen.

Silicium

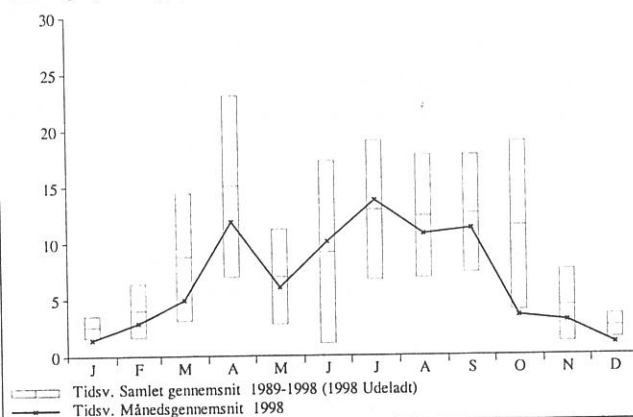
Siliciumkoncentrationen var som normalt høj i første kvartal. På grund af kiselalgeopblomstringen i foråret faldt koncentrationen fra ca. 2 mg Si/l til 0,1 mg Si/l i maj i forbindelse med forårsopblomstringen af kiselalger. Det antages, at populationsvæksten hos kiselalger begrænses ved koncentrationer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



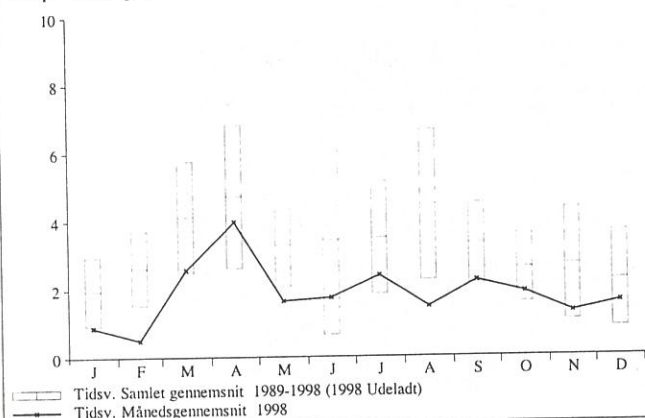
Silicium f (mg/l)



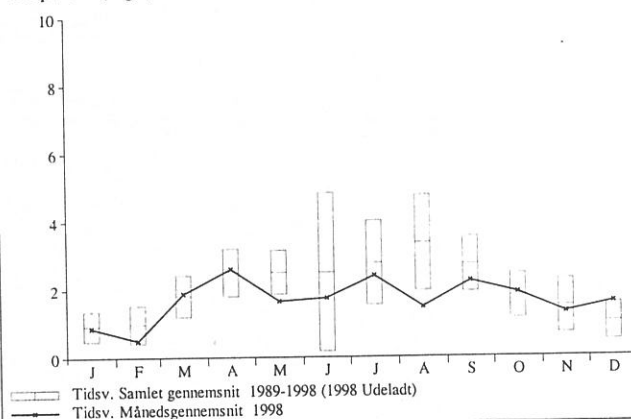
Klorofyl (mikro.g/l)



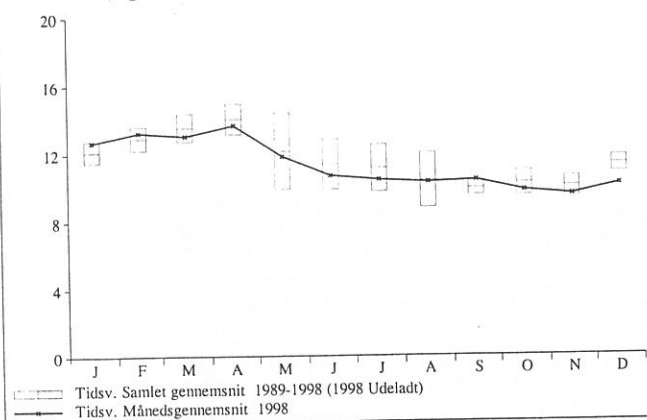
Susp. TS (mg/l)



Susp. GT (mg/l)



Iltindhold (mg/l)



Figur 7:

Tidsvægtede månedsgennemsnit for perioden 1989-1997 af vandkemiske parametre med angivelse af standardafvigelser samt månedsgennemsnit for 1998.

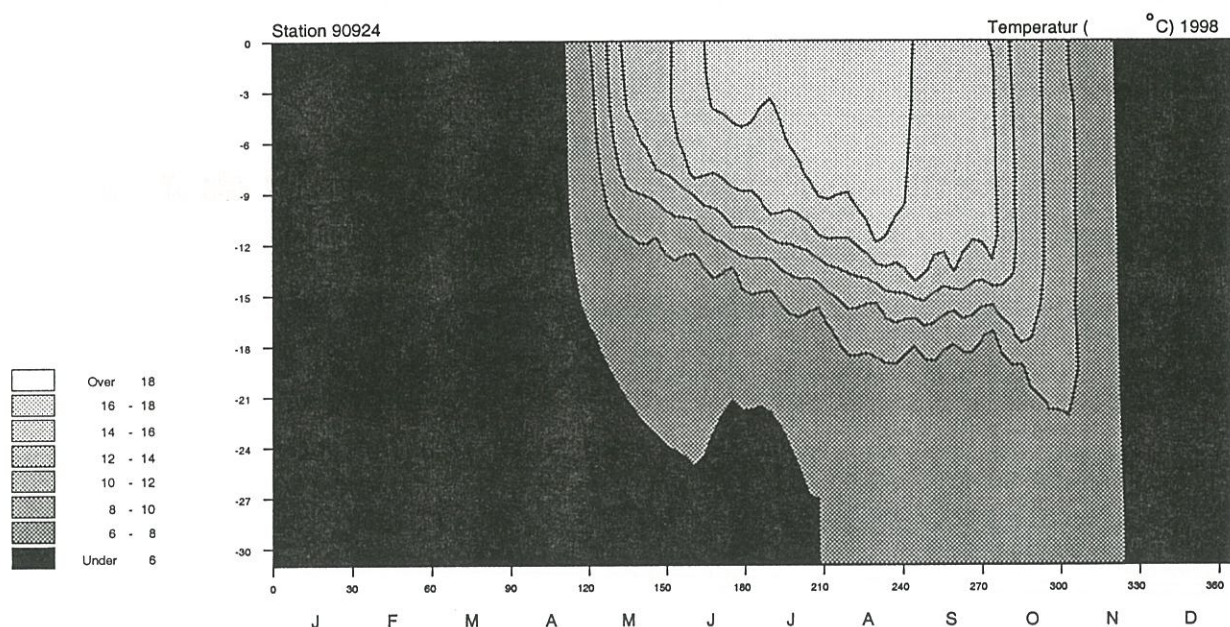
Ilt- og temperaturprofil

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 hele Ravn Sø's volumen i 1998 (figur 8 og 9).

Temperaturspringlaget blev som normalt dannet omkring 15. maj, og lå i begyndelsen af sommeren i 8

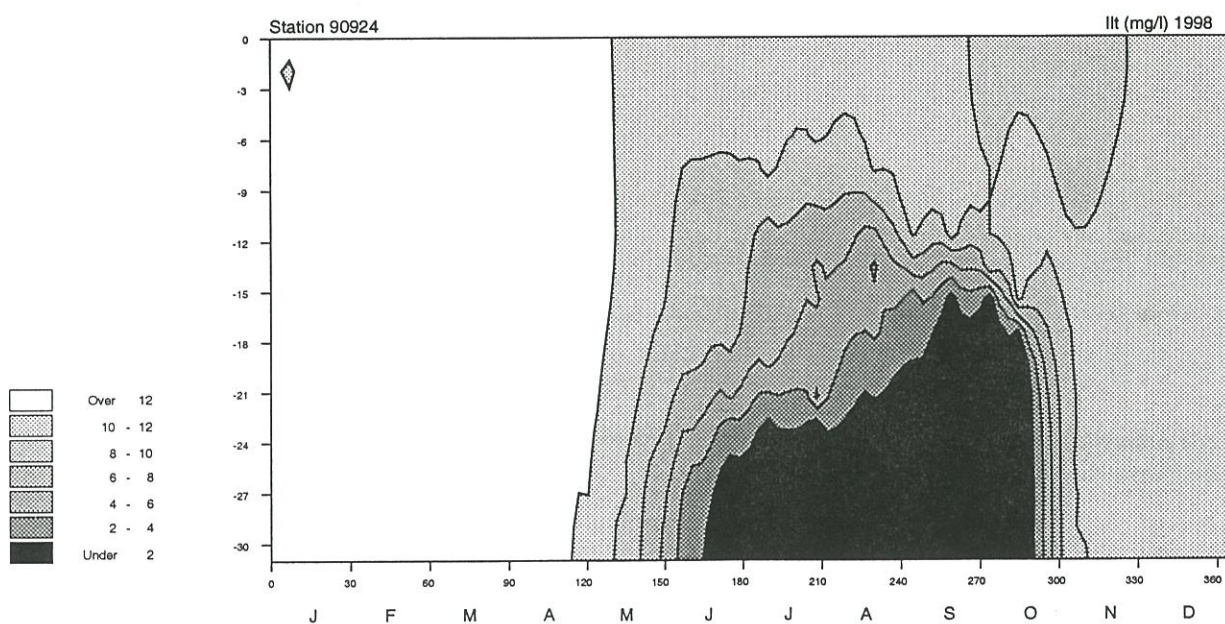
meters dybde. På grund af den kølige sommer var vandtemperaturen aldrig over ca. 16-17 °C i 1998, hvilket resulterede i et dybtliggende springlag i 12-14 meter. I de meget varme somre 1996 og 1997 med vandtemperaturer på op mod 25 °C lå springlaget i 6-8 meters dybde.

I oktober lå springlaget i 18-20 meters dybde og d. 4. november var der igen fuld opblanding af vandmasserne. Lagdelingsperioden varede således knap 6 måneder



Figur 8:

Isoplethdiagram over vandtemperaturen i 1998.



Figur 9:

Isoplethdiagram over iltkoncentrationen i 1998.

som i de øvrige overvågningsår.

Der var velilte forhold i hele søens volumen fra januar til maj. I forbindelse med springlagsdannelsen i faldt iltkoncentrationen imidlertid hurtigt, og i slutningen af juni var iltkoncentrationen mindre end 2 mg O₂/l på 25 meters dybde og iltfrit på 30 meters dybde. Den iltfrie zone strakte sig gradvist i løbet af sommeren fra bunden og op til 20 meters dybde i september. I november var der igen velilte forhold i hele søens volumen efter nedbrydningen af springlaget og efterfølgende fuld opblanding af vandmasserne.

Sigt dybde og klorofyl a.

Sigt dybden var normal i første kvartal af 1998. I maj og især i årets sidste kvartal var sigt dybden imidlertid større end gennemsnittet for de øvrige overvågningsår. I sommermånederne var sigt dybden gennemsnitlig. Den forbedrede sigt dybde sidst på året var sammenfaldende med forholdsvis lave koncentrationer af klorofyl og suspenderet stof. I 1997 var sigt dybden betydelig lavere end i 1998, hvilket først og fremmest skyldes den varme og stille sommer i 1997, som medførte meget gunstige forhold for blågrøn alger og fotosyntetiserende bakterier (grøn- og purpurbakterier). Både års- og sommergennemsnittet af sigt dybden blev 3,9 meter i 1998, hvilket er det næsthøjeste, der er målt i Ravn Sø. Et klorofylindhold på 10 µg/l (sommergennemsnit) er typisk for de senere år, mens indholdet af suspenderet stof på 1,9 mg/l (sommergennemsnit) er en del lavere end normalt.

5.1.4 Udviklingstendenser i perioden 1989 til 1998

Med henblik på undersøgelse af udviklingstendenser for en række vigtige vandkemiparametre (overfladeprøver) i Ravn Sø i perioden 1989 til 1998, 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 sigt dybde i de senere år. Med det nuværende lave fosforindhold i søen er det i højere grad klimatiske forhold og den biologiske

		R ²	P-værdi
Total-P	sommergns.	0,58	0,01
Total-P	årsgns.	0,67	0,004
Total-N	sommergns.	0,13	0,3
Total-N	årsgns.	0,11	0,34
Sigt dybde	sommergns.	0,002	0,9
Sigt dybde	årsgns.	0,004	0,86
Klorofyl	sommergns.	0,08	0,44
Klorofyl	årsgns.	0,02	0,72
Suspenderet tørstof	sommergns.	0,54	0,02
Suspenderet tørstof	årsgns.	0,7	0,005

Tabel 5:

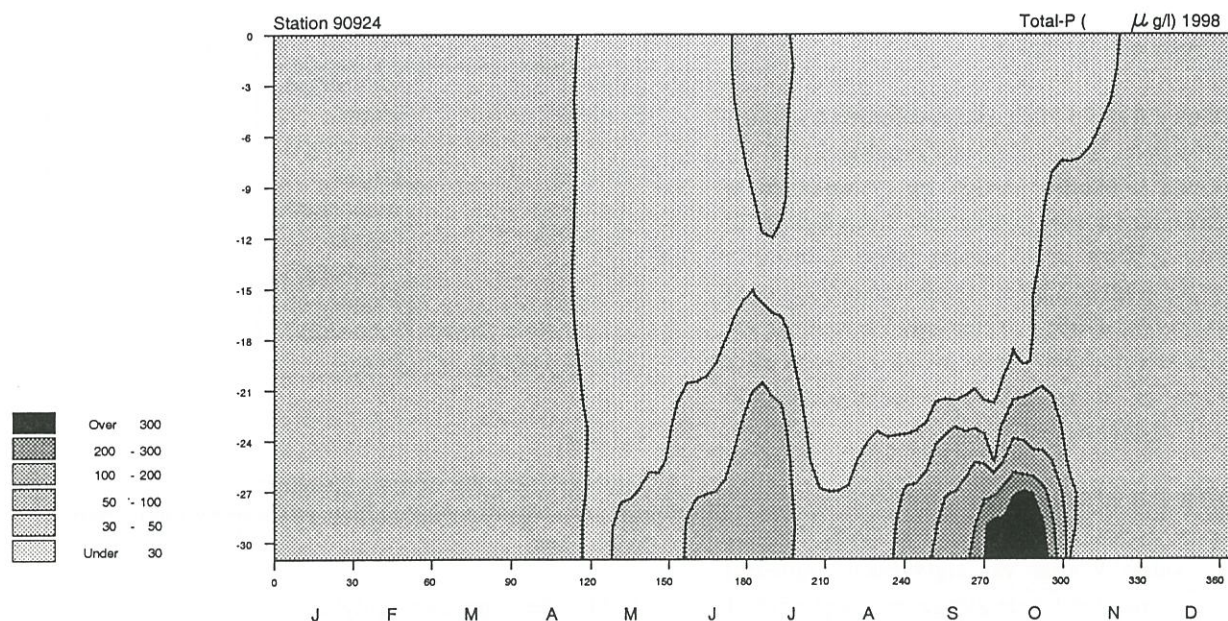
Statistisk analyse af års- og sommergennemsnit af udvalgte vandkemiparametre i Ravn Sø i perioden 1989-1998.

struktur, der regulerer sigt dybden i det enkelte år.

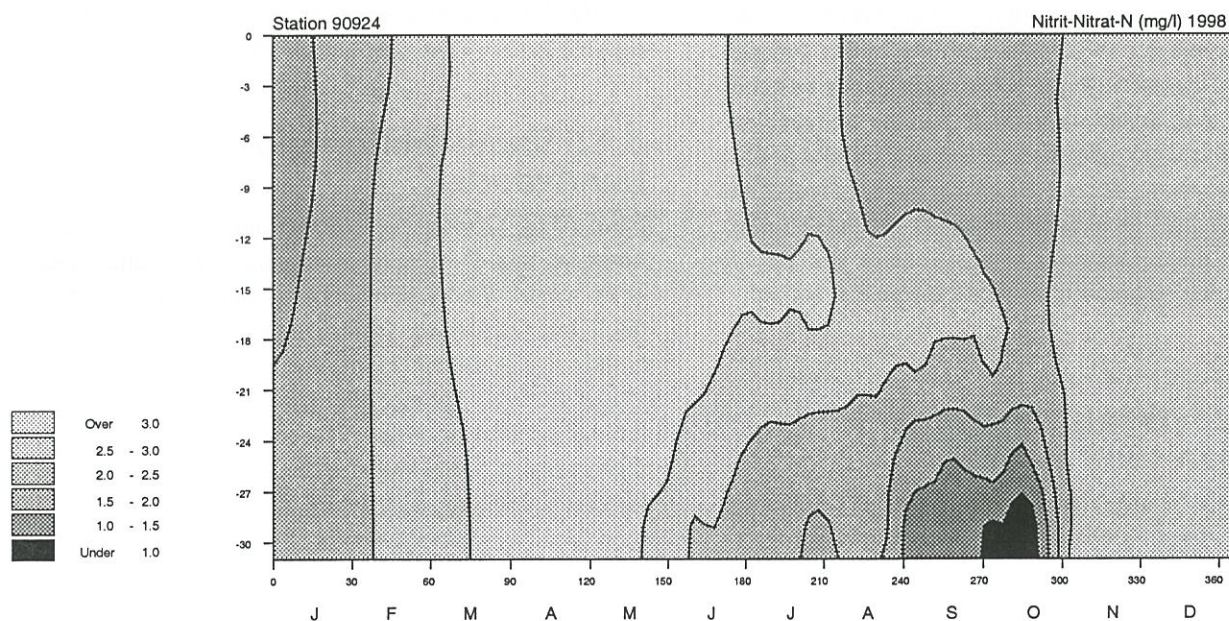
Den afgørende forbedringen i vandkvaliteten i Ravn Sø, herunder et lavere indhold af klorofyl og en bedre sigt dybde skete som følge af en betydelig reduktion i fosfortilførslen i 1980'erne. I 1970'erne var sigt dybden typisk 0,5-1,0 meter mindre end i 1990'erne.

5.1.5 Vandkemiforhold i bundvandet.

Figur 10 og 11 viser isoplethdiagrammer over koncentrationen af total-P og nitrat ned gennem vandsøjlen. Der er en meget tydelig sammenhæng mellem nitratindholdet 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 (figur 9) 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 i første halvdel af oktober registreredes den maksimale fosforfrigivelse fra sedimentet med fosforkoncentrationer på over 300 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 ilten 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



Figur 10:
Isoplethdiagram over fosforkoncentrationen i 1998.

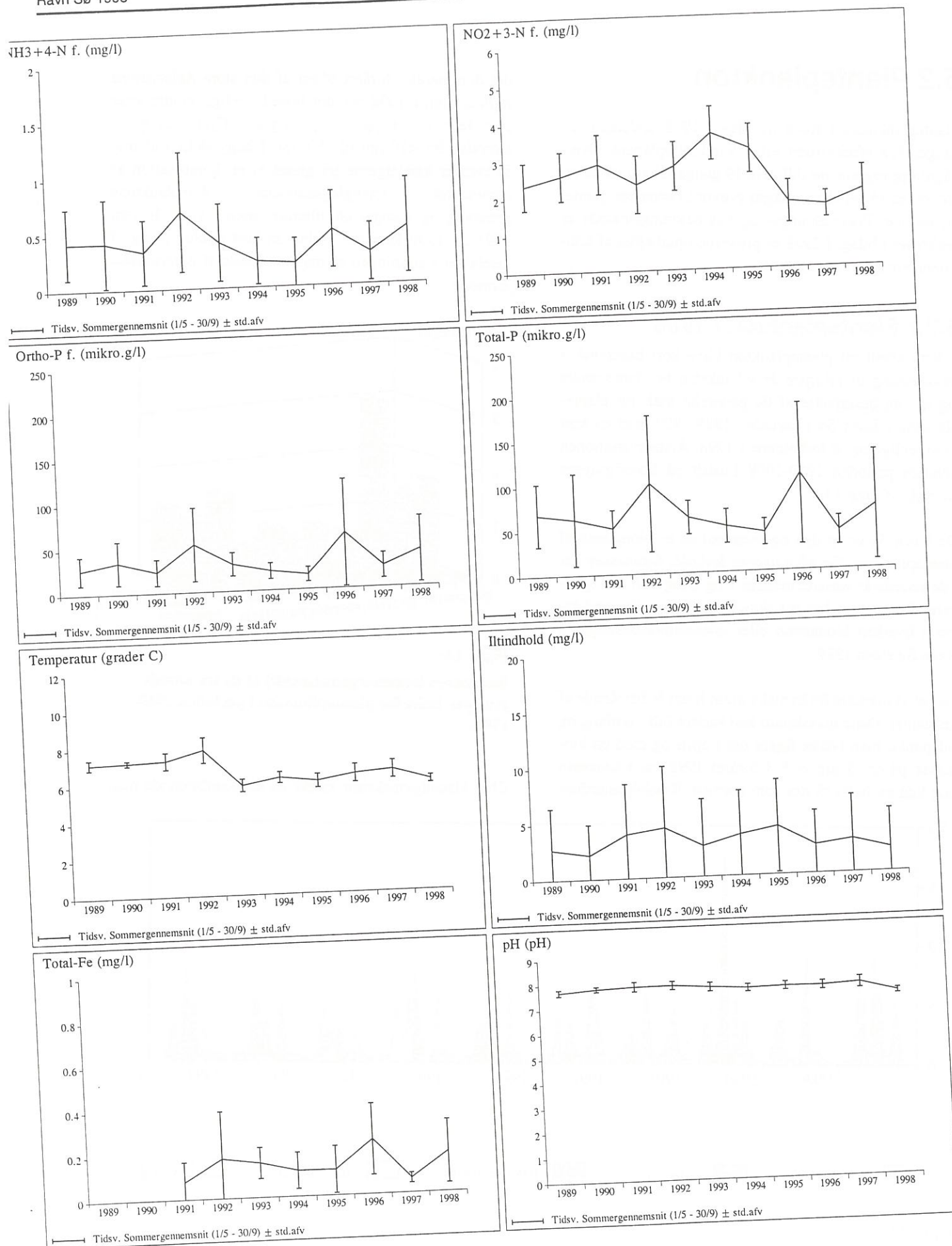


Figur 10:
Isoplethdiagram over nitratkoncentrationen i 1998.

ikke længere er oxiderede forhold.

Figur 12 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. Nitratkoncentration 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 sedimentet.



Figur 12:
Tidsvægtede sommergennemsnit med angivelse af standardafvigelse for udvalgte vandkemiparametre på bundprøver (30-33 meter) i perioden 1989-1998.

5.2 Planteplankton

Planteplanktonet i Ravn Sø blev i 1998 undersøgt 15 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 1998 er prøverne oparbejdet af konsulentfirmaet Bio/consult as.

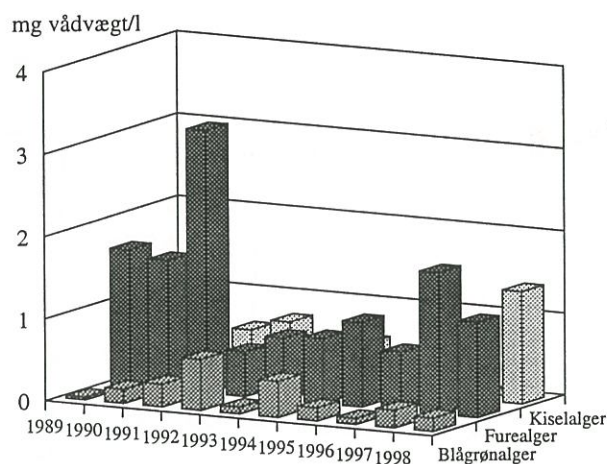
5.2.1 Planteplankton i 1998

I dette afsnit vil planteplankton blive kort beskrevet. I modsætning til tidligere år vil teksten her indskrænke sig til en beskrivelse af de generelle træk for planteplankton i Ravn Sø i perioden 1989-1997 med en kort sammenligning af forholdene i 1998. Årstidsvariationen gennem perioden 1989-1998 fordelt på hovedgrupper fremgår af figur 13.

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.

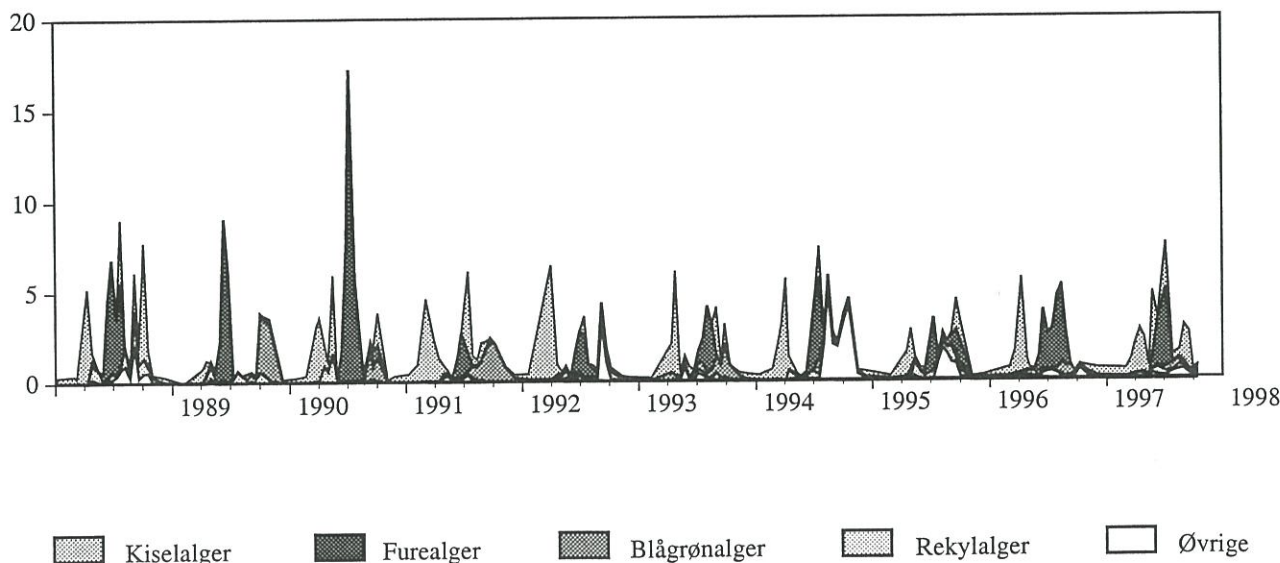
Der er et markant forårsmaksimum hvert år bestående af kiselalger. Dette maksimum kan variere lidt i omfang og tidspunkt, men typisk ligger det i april og med en biomasse på ca. 5 mg vv/l. I foråret 1998 var biomassen dog kun ca. halvt så stor som normalt. Kiselalgesamfun-

det domineres i foråret oftest af den store *Aulacoseira italica*, men i 1998 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 forsvinder kiselalgerne på grund af en kombination af begyndende springlagsdannelse, dyreplanktons græsning og mangel på silicium, men i visse år som 1991 og 1998 kom der endnu en kort opblomstring af kiselalger i slutningen af maj bestående af *Asterionella formosa*.



Figur 14:
Biomassen (sommergennemsnit) af de tre hovedgrupper indenfor planteplankton i perioden 1989-1998.

Efter kiselalgemaksima er der en klarvandsperiode med



Figur 13:
Biomassen af planteplankton fordelt på hovedgrupper i perioden 1989-1998.

sigtdybder på omkring 5 meter i juni. Sigtdybden var også høj i juni 1998 omend lidt lavere end normalt i juni. Allerede i juli tiltager biomassen. Denne gang dominerer furealgen *Ceratium hirundinella*, som kan foretage vertikale vandringer i søen og dermed trænge ned i springlaget, hvor næringsstofkoncentrationen er større end i overfladen. I 1998 havde *Ceratium hirundinella* maksimum med 4,4 mg vv/l starten af august. Maksimum for denne art varierer fra år til år, men biomassen af furealger har klart været mindre i de senere år end i perioden 1989-1991. Det fremgår også af figur 14, 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.

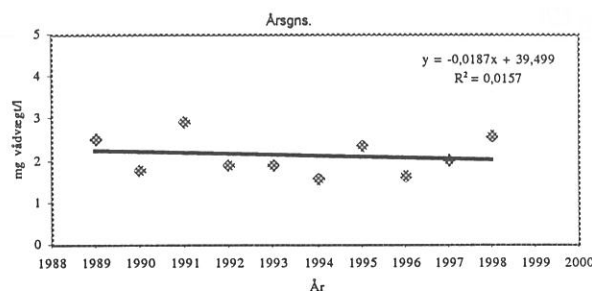
Lidt atypisk var der i juli 1998 en forholdsvis stor biomasse af kiselalgen *Fragilaria crotonensis*, hvilket kan skyldes den kølige og blæsende sommer, idet store kiselalger hurtigt synker mod bunden i varme og stille somre.

I sensommeren er der ofte igen et maksimum i Ravn Sø. Sammensætningen af dette maksimum er forskellig. I nogle år har der været en relativ stor opvækst af blågrønalger og i 1996 og 1997 var der en relativ stor biomasse af grønalger, men ingen af disse var særlig hyppige i 1998 og det omtalte sensommersmaksimum udeblev. I august var den totale biomasse af planteplankton således kun 1-1,5 mg vv/l.

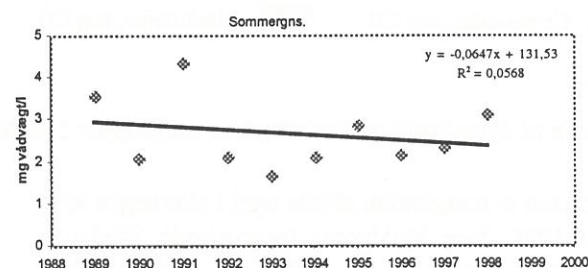
I efteråret er det igen kiselalgerne, der dominerer, således også i 1998, hvor *Fragilaria crotonensis* i september udgjorde omkring 2/3 af den totale biomasse. I årets sidste måneder er biomassen altid meget lav (<1 mg vv/l) og består ofte af flere forskellige algegrupper.

Samlet set er planteplanktonet i Ravn Sø præget af arter, som findes i et bredt spektrum af 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 2,6 mg vv/l og 3,1 mg vv/l var fytoplanktonbiomassen i 1998 som helhed ikke væsentlig forskellig fra tidligere år. Af figur 15 og 16, som viser regressionslinjerne gennem års- og sommergennemsnitlige biomasser fra 1989 til 1998, fremgår det, at der ikke kan påvises nogen signifikant ændring.



Figur 15:
Årsgennemsnitlig biomasse af planteplankton i perioden 1989-1998 med indlagt regressionslinie.



Figur 16:
Sommergegensnitlig biomasse af planteplankton i perioden 1989-1998 med indlagt regressionslinie.

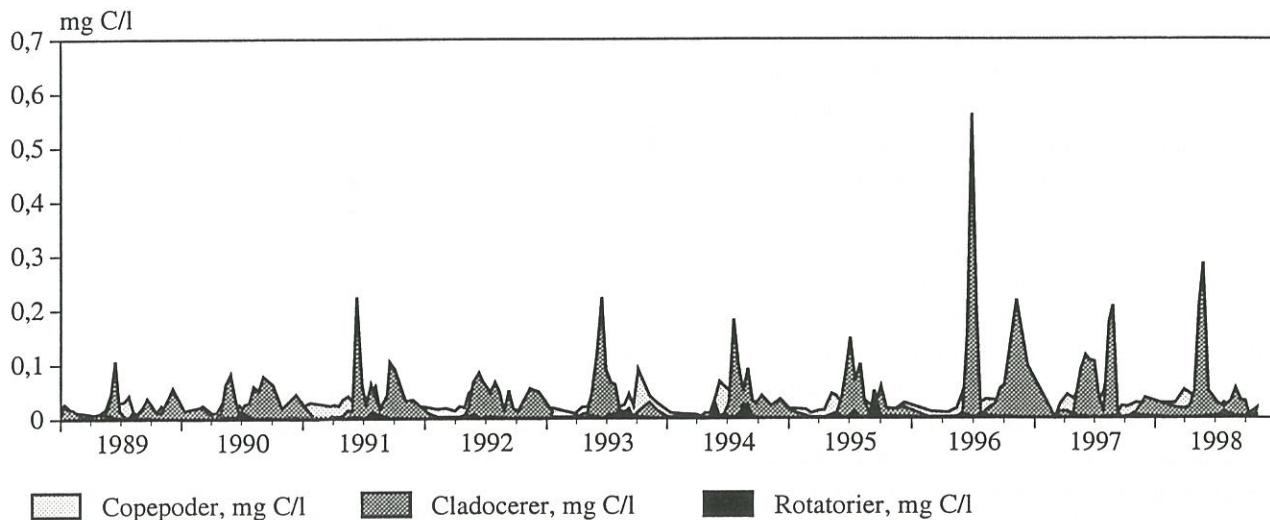
5.3 Dyreplankton

Dyreplanktonet i Ravn Sø blev i 1998 undersøgt 15 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 dyreplanktonet i Ravn Sø i perioden 1989-1997 med en sammenligning af forholdene i 1998. Årstidsvariationen blandt hovedgrupperne af dyreplankton i perioden 1989-1998 er vist i figur 17.

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 fra maj til oktober. Hjuldyrene udgør sjældent mere end få procent af biomassen, men ofte er der i



Figur 17:

Biomassen af dyreplankton fordelt på hovedgrupper i perioden 1989-1998.

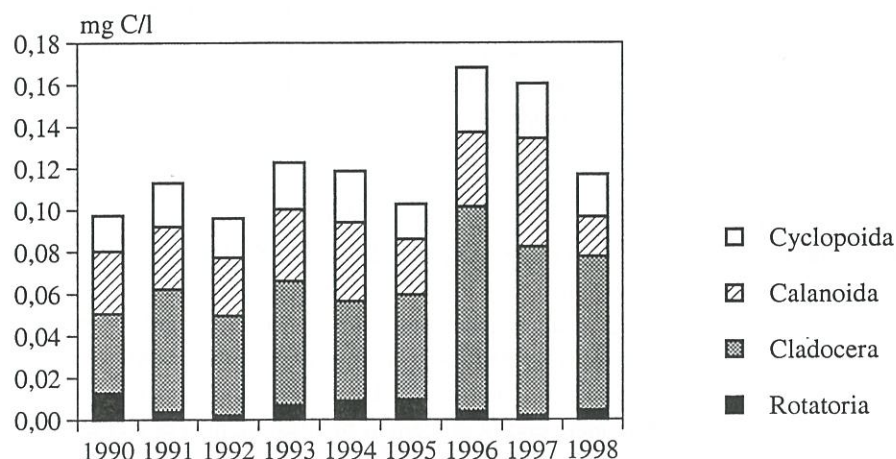
sensommeren et maksimum, således også i slutningen af august i 1998, hvor hjuldyrene (overvejende *Trichocerca similis*) udgjorde 15% af biomassen. De største koncentrationer af dyreplankton i Ravn Sø findes i det sene forår med et mindre maksimum i sensommeren, hvilket er karakteristisk for mange danske søer. I 1998 registreredes den største biomasse af dyreplankton på 0,33 mg C/l i slutningen af maj. Forårsmaksimet var lidt større end i de øvrige år, hvorimod sensommermaksimet i begyndelsen af september på 0,1 mg C/l var noget mindre end normalt. Forårsmaksimet bestod næsten udelukkende af *Daphnia hyalina* mens der resten af sommeren var ligelig dominans mellem *Daphnia hyalina* og *Daphnia galeata*. Derved er artsdominansen i 1998 som i perioden 1990-1993 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 18 viser den totale biomasse (sommergennemsnit) af dyreplankton fordelt på hovedgrupper i perioden 1989-1997. Der er tendens til en stigende biomasse, men det kan blot skyldes, at biomassen var særlig høj i 1996 og 1997. Biomassen var på et mere almindeligt niveau i 1998 og der kan da heller ikke påvises en signifikant stigning ved lineær regression ($P=0,08$). Derimod ser det ud til, at cladocerernes andel og samlede biomasse er steget i de senere år.

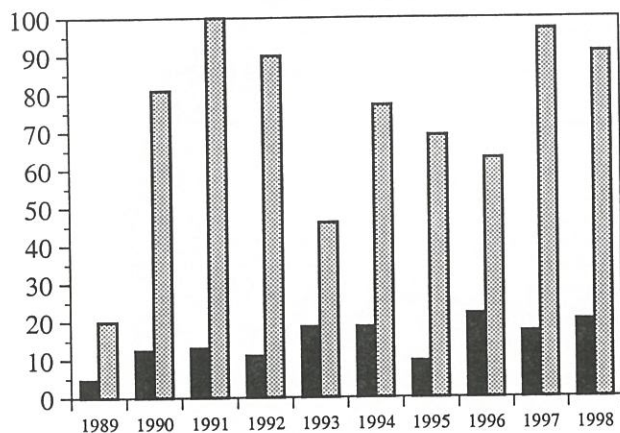
5.3.2 Græsningstrykket på planteplankton

Generelt optager det filtrerende dyreplankton (rotatorier, cladocerer, calanoide og cyclopoide copepoditter) bedst fødeemner $<50 \mu\text{m}$. Fødeoptagelsen beregnes ud fra de



Figur 18:

Sommergennemsnitlig biomasse af hovedgrupper af dyreplankton i perioden 1989-1998.



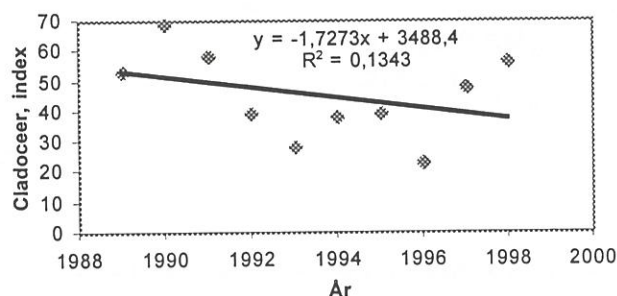
enkelte grupperes energibehov pr. dag under optimale forhold og antages at være 200% for rotatorier, 100% for cladocerer og 50% for copepoder. Ved lave fødekonzentrationer <0,2 mg C/l nedsættes dyrenes fødeoptagelse, og da vil en korrektion af fødeoptagelsen være nødvendig (Hansen et al., 1992).

På figur 19 er dyreplanktons relative græsning (sommergennemsnit) på planteplankton vist for perioden 1989-1998. 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), dvs. dyreplankton formår effektivt at holde antallet af små alger nede, men da hovedparten af algearterne i Ravn Sø om sommeren er store arter (store kiselalger og furealger) kan dyreplankton ikke nedgræsse mere end ca. 20% af den totale biomasse af planteplankton.

Cladocererne 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. Græsningens 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 1998, hvor en græsning (potentiel) på 137% i midten af maj blev ledsaget af en sigtdybde på 6 meter. De sommergennemsnitlige græsningsprocenter på ca. 20% i figur 19 dækker således over en stor tidsmæssig variation.

Den øgede biomasse af dafnier i de seneste år har resulteret i et højere cladoceer-index, men som det fremgår af figur 20 er der ikke sket nogen signifikant udvikling set over hele perioden 1989-1998. Det høje cladoceer-index i 1998 sammenholdt med et skift i dominans blandt dafnier til store arter, der er mere udsatte for prædation fra

Figur 19:
Dyreplanktons græsning (sommergennemsnit) på planteplankton <50µm og på helebiomassen af planteplankton i perioden 1989-1998.

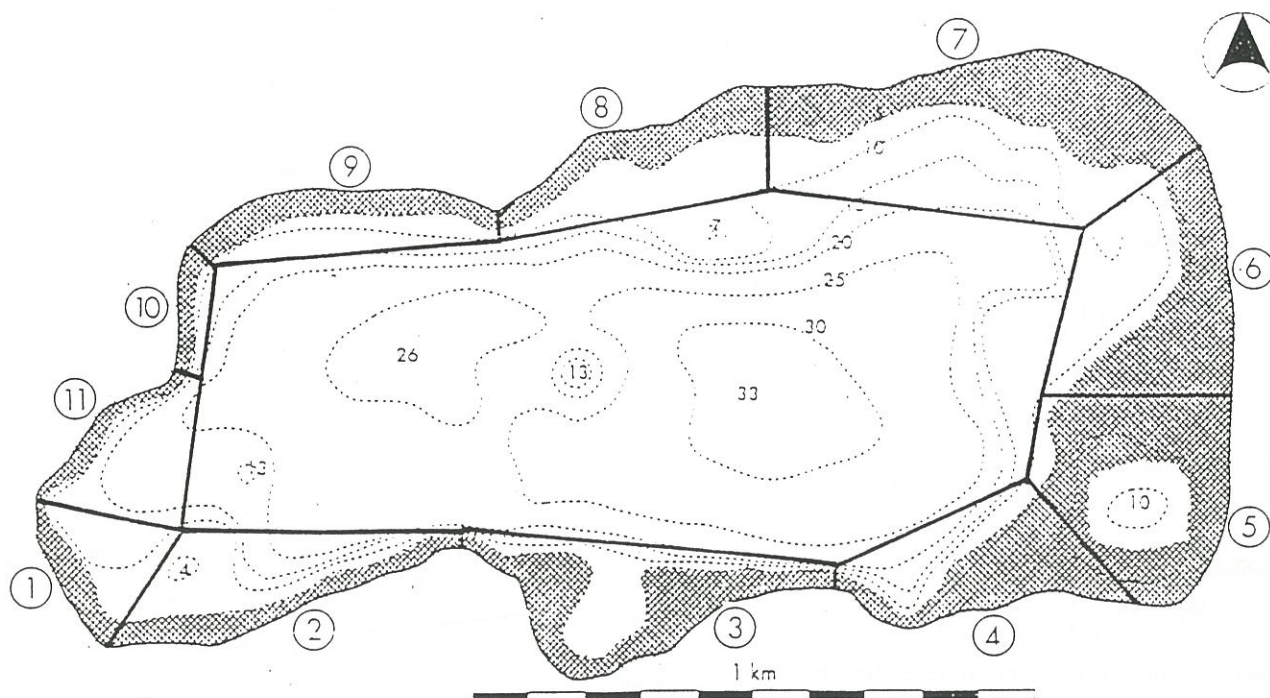


Figur 20:
Cladoceer-index for perioden 1989-1998 med indlagt regressionslinje.

fiskene, hænger muligvis sammen med fiskedød i den varme sommer 1997. Fiskedød er kendt fra blandt Mossø og Skanderborg Sø i sommeren 1997.

5.4 Undervandsplanter

I august 1998 blev der som i 1993-1997 gennemført en områdeundersøgelse af undervandsvegetationen i Ravn Sø. Undersøgelsen omfatter udelukkende undervands- og flydebladsvegetationen og indeholder en beskrivelse af artssammensætningen samt vegetationens dybdeudbredelse, dækningsgrad og højde. Ravn Sø er inddelt i 11 delområder (figur 21) 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 dybdegrenser er anvendt vandkikkert, planterive og bundskraber. Undersøgelsen er udført i overensstemmelse med DMU's vejledning i vegetationsundersøgelser i søer (Moeslund m.fl., 1993).



Figur 21:

Oversigt over vegetationsundersøgelsens enkelte delområder i Ravn Sø.

5.4.1 Plantedækket areal og plantevolumen

Det plantedækkede areal udgjorde i 1998 2,6% af hele søarealet, og det plantedækkede volumen udgjorde 0,14% af hele søens volumen. Som det fremgår af tabel 6 svarer det stort set til gennemsnitsværdierne i perioden 1993-1998. Dækningsgraden i det undersøgte område (fra 0- ca.10 meters dybde) var knap 9%.

I 1998 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 vegetations dækningsgrad 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

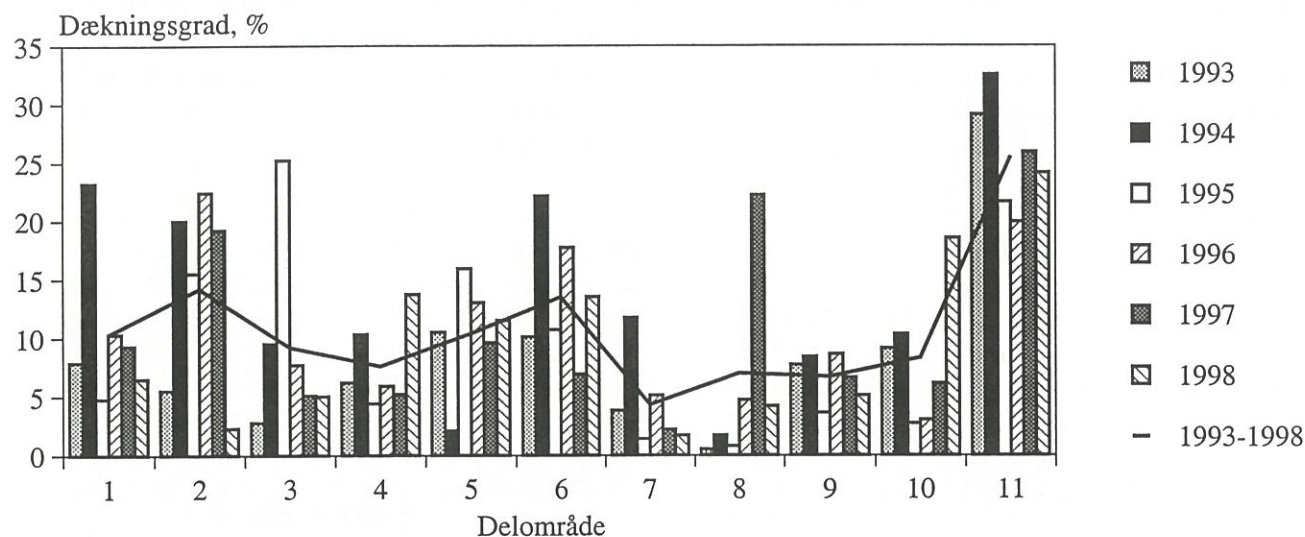
strandbo, som vokser på helt lavt vand og liden vandaks, der vokser på større dybder. I dybdeintervallet 3-5 meter var dækningsgraden i 1998 kun 2-4%, hvilket er lidt lavere end normalt i Ravn Sø. På dybder over 5 meter var udbredelsen af rodfæstede vandplanter meget sparsom. Dækningsgraden i dybdeintervallet 2,0 til 2,5 meter er noget mindre end i 1993, hvilket muligvis skyldes en lavere tæthed af *høstvandstjerne*.

På trods af en større sommersigt dybde i 1998 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 22, at dækningsgraden i f.eks. delområde 3 kan variere mellem 3% og 25%. Andre delområder, som f.eks. 9 og 11 har en mere stabil

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

Tabel 6:

Vegetationens dækningsgrad og plantefyldt volumen i perioden 1993-1998.



Figur 22:
Vegetationens dækningsgrad i de enkelte delområder i perioden.

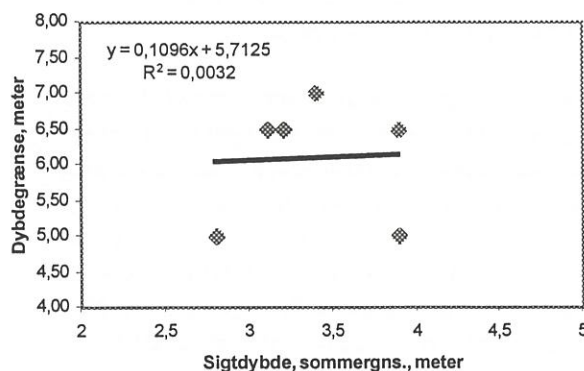
dækningsgrad, men alle øvrige delområder udviser betydelig år til år variation. Den største dækningsgrad af planter findes i område 1, 2, 6 og 11, som giver mulighed for store sammenhængende bevoksninger på grund af de lavvandede banker, som her strækker sig flere hundrede meter ud i søen. I område 3, 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 10,5 meter (normaliseret vanddybde) i 1998, idet der blev registreret enkelte vandhår (*cladophora sp.*) i dybdeintervallet 10,0-11,0 meter i søens vestlige ende (område 2). Dybdegrænsen for kransnålalger og blomsterplanter (rodfæstet vegetation) var 5,0 meter. Ved hjælp af bundskraber blev der fundet enkelte små grønne eksemplarer af *kredsbladet vandranunkel* 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 5 og 7,5 meter i perioden 1993-1998. Forskellige undersøgelser har dokumenteret sammenhængen mellem sommersigtdybde og planternes dybdegrænse, men en sådan sammenhæng kan ikke påvises i Ravn Sø

(figur 23). Det kan skyldes det relativt lille datamateriale men også, at dybdegrænsen i høj grad afhænger af enkeltfund af *kredsbladet vandranunkel* omkring dybdegrænsen.



Figur 23:
Sammenhæng mellem sommersigtdybde og vegetationens dybdegrænse med indlagt regressionslinie.

5.4.3 Artssammensætning og hyppighed

Der blev i 1998 registreret ialt 18 arter/slægter, hvoraf de 10 kan betegnes som egentlige undervandsplanter. Trådalger og rørhinde er ikke medregnet her. Af de 10 undervandsplanter er der 9 blomsterplanter og én algeart (skør kransnål). De sidste 6 arter; *almindelig sumpstrå*, *tagrør*, *søkogeleaks*, *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 1998 almindeligt forekommende og den dominerende art i plantesamfundet i alle 11 delområder, og dannede typisk større sammenhængende bevoksninger på 1,5-2,5 meters dybde, især i den østlige ende af søen. På lavt vand er bevoksningerne spredte. Artens status i søen er uændret.

Børstebladet vandaks har sin hovedudbredelse i den vestlige del af søen, hvor den er almindelig. Arten forekommer kun ud til ca. 1 meters dybde på nær i område 2, hvor den når ud til en dybde på 2,25 meter. I andre år har arten haft sin hovedudbredelse omkring dybdeintervallet 1,5-2,0 meter. Artens status i søen er uændret.

Skør kransnål er registreret i alle delområder med undtagelse af område 1 og 7. Kransnålalgerne har generelt en spredt eller fåtallig forekomst i søen som helhed. I nogle områder findes Kransnålalgerne 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 3,75 meters dybde (f.eks. område 8). 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 "måtter" af trådalger (*Cladophora* sp.) i dybdeintervallet 10,0-11,0 meter i delområde 2 og 7, hvor arten må betegnes som almindelig. *Vandhår* er registreret i alle delområder med undtagelse af delområderne 1 og 11, og findes typisk på lidt større dybder fra 2 meter og ud til vegetationens dybdegrænse, særligt i forbindelse med stenbund. Artens status er uændret.

Strandbo er kun registreret i 5 delområder, hovedsagelig på de nordlige bredder og i område 5, hvor den gror spredt på lavt vand (<1 meter). Artens status er uændret med tendens til fremgang.

Akustusindblad er repræsenteret i 6 delområder. Den findes både i den vestlige og østlige ende, men har sin hovedudbredelse i den østlige ende (område 5 og 6), hvor den danner store sammenhængende bevoksninger på ca. 2 meters dybde. Her findes arten dog helt ud til en dybde på 3,75 meter. *Akustusindblad* havde på undersøgelsestidspunktet rank vækst uden egentlig kronedannelse ved overfladen. Artens status er uændret.

Hjerterbladet vandaks findes spredt i alle delområ-

der med undtagelse af område 9. Hovedudbredelsen ligger i dybdeintervallet 1,5 til 2,5 meter, men i område 1 og 10 findes arten kun på vanddybder under 1 meter. I område 5 findes den dybest registrerede observation på 3,25 meter. Artens status er uændret.

Rørhinde er fåtallig i Ravn og findes kun i 3 områder. Hovedudbredelsen er i område 5, hvor arten findes på dybder fra 0,25-3,25 meter. Artens status er uændret.

Almindelig vandpest er visse steder almindelig i Ravn Sø, og den forekommer i alle delområder med undtagelse af område 2. Arten findes især på dybder mellem 1 og 2 meter men når dog ud til en dybde på 2,75 meter i område 5. Arten er gået frem siden 1993, formentlig i takt med at *høstvandstjerne* er gået kraftigt tilbage i de senere år og nu er helt forsvundet fra søen.

Kruset vandaks fandtes kun i to delområder i 1998 (1 og 5) og kun på dybder mellem 2 og 3,5 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.

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. Der er beskrevet en del vandakshybrider i Danmark, men denne hybrid er ikke at finde blandt disse.

Liden vandaks er for første gang registreret i 1998. Den fandtes i område 5 og 6 på lidt større dybde. I område 6 således kun i intervallet 3,25-4,5 meter. 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 er gået stærkt tilbage og findes nu ikke længere i søen. Høstvandstjerne er også en pionerplante, hvis udbredelse i søer ofte fluktuerer voldsomt.

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

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	Dybdegrænse 1998, meter
Art								5,00
Kredsbladet vandranunkel	<i>Batrachium circinatum</i>	almindelig	almindelig	almindelig	almindelig	almindelig	almindelig	
Høstvandsstjerne	<i>Callitriche hermafrodita</i>	almindelig	almindelig	fåtalig	fåtalig	meget fåtalig	ingen fund	2,75
Alm. Vandpest	<i>Elodea canadensis</i>	meget fåtalig	fåtalig	fåtalig	fåtalig	fåtalig	spredt	0,75
Strandbo	<i>Littorella uniflora</i>	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	fåtalig	spredt	fåtalig	3,75
Aktusindblad	<i>Myriophyllum spicatum</i>	fåtalig	fåtalig	fåtalig	spredt	spredt	spredt	4,50
Kruset vandaks	<i>Potamogeton crispus</i>	meget fåtalig	spredt	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	2,25
Børstebladet vandaks	<i>Potamogeton pectinatus</i>	fåtalig	fåtalig	spredt	spredt	spredt	spredt	3,25
Hjerterbladet vandaks	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	meget fåtalig	fåtalig	spredt	spredt	spredt	spredt	1,75
Hybrid af vandaks	<i>Potamogeton sp.</i>	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	4,50
Liden vandaks	<i>Potamogeton berchtoldii Fieber</i>	ingen fund	ingen fund	ingen fund	ingen fund	ingen fund	ingen fund	
Smaalbladet pindsvineknap	<i>Sparganium angustifolium</i>	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	ingen fund	3,75
Skør kransnål	<i>Chara globularis</i>	fåtalig	spredt	fåtalig	fåtalig	spredt	spredt	3,25
Art af rørhinde	<i>Enteromorpha sp.</i>	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	meget fåtalig	11,50
Art af trådalge	<i>Cladophora sp.</i>	spredt	spredt	spredt	spredt	spredt	spredt	
Almindelig sumpstrå	<i>Eleocharis palustris</i>							
Tagrør	<i>Phragmites australis</i>							
Høj sødgræs	<i>Glyceria maxima</i>							
Liden andemad	<i>Lemna minor</i>							
Søkgøleaks	<i>Scirpus lacustris</i>							
Vandpileurt	<i>Polygonum amphibium</i>							

Tabel 7:

Plantearter i Ravn Sø og deres udbredelse.

5.4.4 Sammenligning med andre danske søer.

Antallet af arter (10) 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). I andre dybe søer som Almind Sø og Slåen Sø med lavere næringsstofniveauer og større sigtddybde end i Ravn Sø er der fundet henholdsvis 21 og 24 arter (Århus Amt, 1995, Århus Amt, under udarbejdelse). 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, selvom Ravn Sø naturligt er lidt mere næringsrig end disse. Artssammensætningen i Ravn Sø er desuden præget af mere næringstolerante arter som *kredsbladet vandranunkel*, *vandpest*, *hjerterbladet vandaks*, *kruset vandaks* og *aktusindblad*, der er de mest hyppige i danske søer på grund af deres generelt høje næringsstofniveau.

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

5.5 Fiskeyngel.

Undersøgelsen fiskeyngel i Ravn Sø er udført af konsulentfirmaet Bio/consult d. 10. juli 1998 efter retningslinjerne i vejledningen under Vandmiljøplanens overvågningsprogram (Lauridsen et al., 1998).

I Ravn Sø blev der ved undersøgelsen fanget 7,63 fisk/m³ i littoralet og 0,03 fisk/m³ i pelagiet. Fordelingen på arter fremgår af tabel 8. På grund af den meget store forskel i fangst mellem littoralen og pelagiet

adskiller Ravn Sø sig fra f.eks. Arreskov Sø, hvor forskellen var ubetydelig ved en forundersøgelse i 1997 (Lauridsen et al., 1999). En dyb sø som Ravn Sø passer derfor ikke ind i fiskeynglens forventede horisontale fordelingsmønster. Den absolutte yngeltæthed i pelagiet er formentlig endnu lavere end her angivet, idet der ved denne undersøgelse ikke tages højde for en ujævn fordeling med betydelig færre fisk på større dybder end i overfladen, hvor befiskningen foregår. Tætheden af årsyngel i littoralen, hvor hovedparten af fiskeynglen øjensynlig befinder sig, er forholdsvis høj sammenlignet med 6 andre danske lavvandede søer (Lauridsen et al., 1999). Men hvis pelagiet næsten er tomt for fiskeyngel i en dyb og klarvandet sø, 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 cladocær-index, hvor dyreplankton snarere begrænses af alger i fødetilgængelig størrelse ($<50 \mu\text{m}$) 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*.

Artsfordelingen ved denne undersøgelse stemmer ikke godt overens med resultaterne fra fiskeundersøgelsen i september 1998. Her udgjorde aborrer $<10 \text{ cm}$ 37% af CPUE-antallet og var dermed den hyppigste art, mens skaller som næsthyppigste art udgjorde 30%. Det skal ses i forhold til fiskeyngelundersøgelsen, hvor 96% af fiskene var skalle yngel og kun 2% var aborre yngel. Det er derfor sandsynligt, at der er metodiske problemer med at fastsætte den korrekte artsfordeling af fiskeyngel

Vandmængde Filtreret, m3												149,48 Antal pr. m3												Vægt g pr. m3		
Navn		Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g pr. m3
Karpefisk		0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00							0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00					0,00	
Skalle		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,00	
Brasen																									0,00	
Rudskalle																									0,00	
Andre																									0,00	
Aborre/fisk																									0,00	
Aborre		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,01	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00					0,00	
Hork																									0,00	
Sandart																									0,00	
Laksefisk																									0,00	
Smelt																									0,00	
Helt																									0,00	
Andre																									0,00	
Andre/ukendte																									0,00	
9-pig hundestejle																									0,00	
3-pig hundestejle																									0,00	
Gedde																									0,00	
Andre																									0,00	
Total		0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,00	0,00	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	149,48											Total		
Vandmængde														pr. m3												
Filtreret, m3		29	24	23	24	24	24	25																		
Navn	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g	Vægt g pr. m3	
Karpefisk	248,00	101,00	17,00	387,00	247,00	100,00							17,20	8,80	1,10	29,30	19,80	8,80							0,57	
Skalle	1,00	2,00	3,00	4,00	1,00	0,00							0,07	0,00	0,10	0,20	0,10	0,00							0,00	
Brasen													0,00												0,00	
Rudskalle													0,00												0,00	
Andre													0,00												0,00	
Abborrefisk													0,00												0,00	
Aborre	2,00	3,00	2,00	10,00	5,00	3,00							0,17	0,30	0,50	2,40	0,80	0,50							0,04	
Hork	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00							0,01	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00							0,00	
Sandart													0,00												0,00	
Laksefisk													0,00												0,00	
Smelt													0,00												0,00	
Helt													0,00												0,00	
Andre													0,00												0,00	
Andre/ukendte													0,00												0,00	
3-pig hundestejle													0,00												0,00	
Gedde	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00							0,01	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,00	
Andre													0,00												0,00	
Total	252	108	24	401	264	103	0	0	0	0	0	0	18,20	9,40	2,30	31,90	20,70	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	

Tabel 8:

Resultater af fiskeingelundersøgelse i Ravn Sø i 1998.

i Ravn Sø. Aborrenglen har muligvis et bevægelsesmønster i søen, som adskiller sig fra lavvandede søer, hvor der også fanges meget aborrengel, selvom aborrebestanden er relativ mindre end i Ravn Sø.

5.6 Fiskeundersøgelse

I 1998 har konsulentfirmaet Bio/consult as udført en fiskeundersøgelse for Århus Amt (Århus Amt, 1999) efter standarden i Vandmiljøplanens overvågningsprogram (program "G"). Det er tidligere gjort i 1992. Desuden blev der lavet en sammenlignelig undersøgelse i 1988.

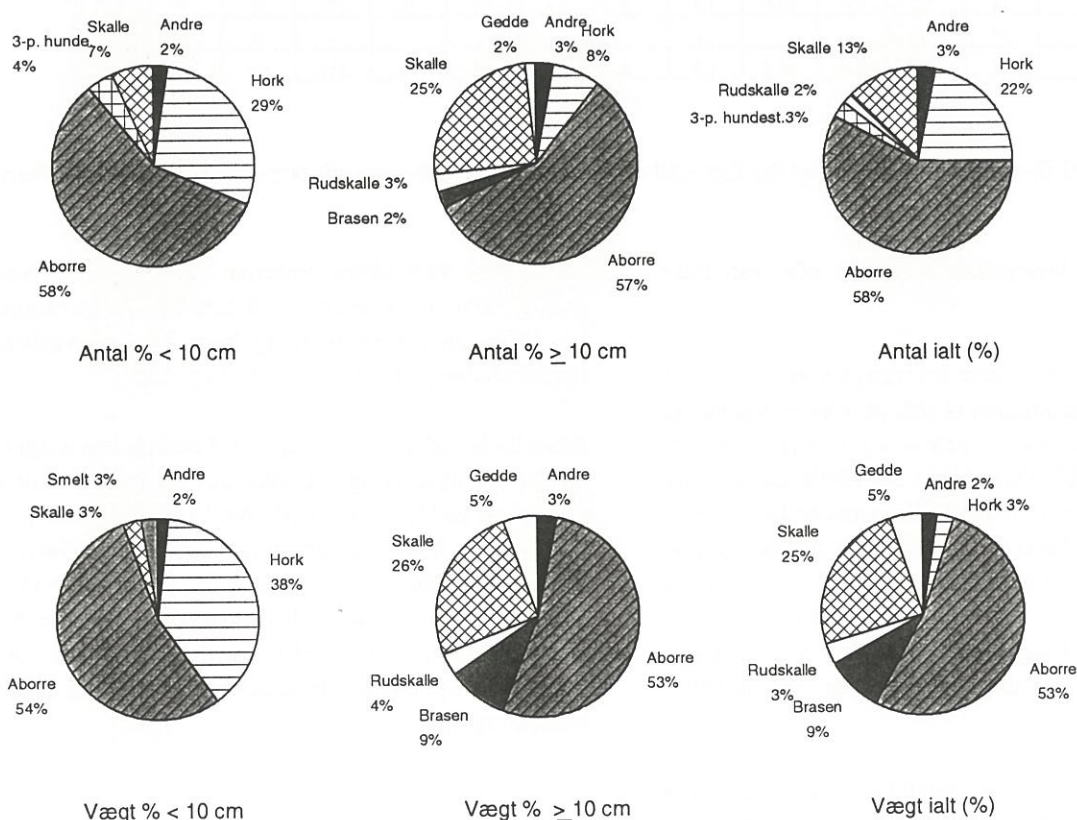
Der blev ved undersøgelsen fanget i alt 225 kg fisk fordelt på 4496 fisk. Heraf udgjorde småfisk under 10 cm i antal 68%, men kun 5% vægtmæssigt. I fangsten blev der registreret 15 arter; ørred, smelt, helting, gedde, skalle, rudskalle, suder, grundling, flire, brasen, ål, knude, trepigget hundestejle, aborre og hork). Hermed er Ravn Sø blandt de artsrige danske søer, som gennemsnitligt huser 10 arter.

En oversigt over den procentuelle fordeling på antal og vægt af fisk <10 cm og >10 cm fremgår af figur 24, og tabel 9 viser CPUE-værdier for garnfangster og ved

elektrofisken. Den samlede fangst i Ravn Sø er domineret af aborre både i antal og biomasse med henholdsvis 58% og 53%. Den næstmest talrige art er hork med 22%, mens skalle vægtmæssigt indtager andenpladsen med 25% af den samlede fangst. De resterende arter udgør tilsammen antalsmæssigt 20% og vægtmæssigt 17%, heraf vejer brasen mest.

Tæthed og biomasse af fisk under 10 cm er kraftigt reduceret i forhold til 1992. Den markante forskel skyldes med overvejende sandsynlighed naturlige årlige variationer i fiskenes ynglesucces og overlevelse, herunder muligheden for fiskedød i sommeren 1997. Der er dog ikke sket væsentlige ændringer i tæthed og biomasse af større fisk. I forhold til søens lave næringsniveau er tæthed og biomasse af både små og større fisk i dag normal. CPUE (garn) var således 59 i 1998. Sammenlignet med 13 andre middeldybde eller dybe søer ligger Ravn Sø forholdsvist lavt og ligner mest Nors Sø, Madum Sø og Hald Sø, der også er store dybe søer med fosforkoncentrationer <50 µg P/l (figur 25). Furesøen, der er væsentlig mere eutrofieret end Ravn Sø, har en betydelig større tæthed af fisk.

Den beregnede totale biomasse af fisk er opgjort til 180 tons svarende til ca. 100 kg ha. Det skal sammenlignes



Figur 24:

Den procentuelle fordeling på antal og vægt af fiskearter i Ravn Sø 1998.

Art	N	Oversigtsgarn CPUE-værdier med 95% konfidensgrænser											
		Antal <10 cm			Antal >10 cm			Vægt <10 cm			Vægt >10 cm		
		CPUE	cl. min	cl. max	CPUE	cl. min	cl. max	CPUE	cl. min	cl. max	CPUE	cl. min	cl. max
Smelt	66	,4	-,7	-,5	,0	-	-	4	0	13	0	-	-
Heltling	66	,0	-	-	,2	-,9	-,8	0	-	-	4	0	11
Gedde	66	,0	-	-	,2	-,8	-,8	0	-	-	137	67	276
Skalle	66	,5	-,7	-,4	5,3	3,1	5,8	3	0	6	822	499	1348
Rudskalle	66	,1	-,9	-,9	,6	-,6	,0	1	-1	0	116	13	949
Suder	66	,0	-	-	,0	-	-	0	-	-	24	-	-
Grundling	66	,0	-	-	,0	-	-	0	-	-	0	-	-
Flire	66	,0	-1,0	-1,0	,2	-,8	-,8	0	-1	-1	38	17	83
Brasen	66	,1	-,9	-,9	,5	-,6	-,3	0	-1	-1	273	88	841
Aborre	66	23,9	11,9	43,2	12,3	8,5	15,0	84	40	171	1704	1208	2400
Hork	66	13,1	5,6	25,2	1,7	,0	1,9	64	31	130	27	11	61
CPUE-sum	66	38,2	13,4	64,7	21,0	7,9	20,0	157	69	319	3144	1902	5969

Art	N	Elektrofiskeri CPUE-værdier med 95% konfidensgrænser											
		Antal <10 cm			Antal >10 cm			Vægt <10 cm			Vægt >10 cm		
		CPUE	cl. min	cl. max	CPUE	cl. min	cl. max	CPUE	cl. min	cl. max	CPUE	cl. min	cl. max
Ørred, Sø	11	,0	-	-	,1	-	-	0	-	-	17	-	-
Gedde	11	,0	-	-	,9	-	-	0	-	-	236	-	-
Skalle	11	14,1	-	-	1,5	-	-	11	-	-	103	-	-
Rudskalle	11	2,4	-	-	,0	-	-	2	-	-	0	-	-
Grundling	11	,1	-	-	,0	-	-	0	-	-	0	-	-
Brasen	11	,0	-	-	,2	-	-	0	-	-	199	-	-
Ål	11	,0	-	-	,4	-	-	0	-	-	32	-	-
Knude	11	,4	-	-	1,3	-	-	2	-	-	21	-	-
3-p. hundestejle	11	11,6	-	-	,0	-	-	5	-	-	0	-	-
Aborre	11	17,2	3,7	61,8	1,2	-,4	1,4	48	10	210	27	4	148
Hork	11	1,5	-	-	,0	-	-	1	-	-	0	-	-
CPUE-sum	11	47,1	3,7	61,8	5,5	-,4	1,4	69	10	210	635	4	148

Tabel 9:

Oversigt over CPUE-antal og CPUE-vægt for fisk <10 cm fanget i biologiske oversigtsgarn og ved elektrofiskeri i Ravn Sø 1998.

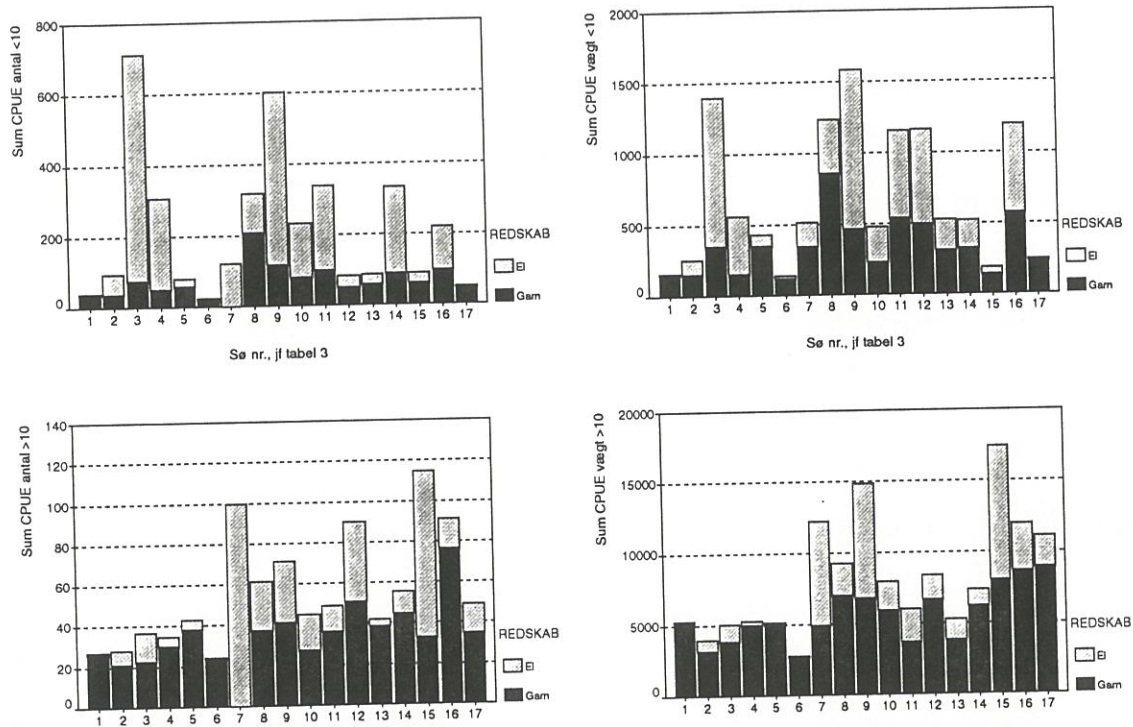
med næringsrige lavvandede søer, der ofte kan huse 500-1000 kg/ha.

Tværgående analyser af data fra mange søer har vist, at biomassen og produktionen af fisk pr. arealenhed ved et givet næringsstofniveau er uafhængig af dybden (Hansen & Leggett, 1982; Downing et al., 1990). Det betyder derfor, at biomassen af fisk pr. volumenenhed er væsentlig mindre i Ravn Sø end i en lavvandet sø med samme lave fosforkoncentration som Ravn Sø. Hermed er også fiskenes prædation på dyreplankton mindre, idet dyreplankton udover at søge skjul i vegetationen også kan skjule sig for fisk om dagen ved at søge ned på vanddybder med mørke.

Som følge af især den store bestand af rovabborrer i Ravn Sø er rovfiskeindexet højt (0,55) og skidtfiskeindexet

lavt (0,36). Rovfiskene omfatter i denne sammenhæng gedde, sandart og aborre >10 cm. Til sammenligning har Furesøen (næringsrig) og Nors Sø (næringsfattig) rovfiskeindex på henholdsvis 0,13 og 0,35.

Ravn Sø har idag en naturlig fiskebestand, kendetegnet for en dyb, kølig og mesotrof sø med aborre og sekundært gedde som rovfisk, der i vid udstrækning er i stand til at holde de dominerende fredfisk (først og fremmest skalle) nede ved et stort prædationstryk på ynglen. Der er således en hensigtsmæssig balance mellem fiskearterne i søen set ud fra et ønske om at opretholde et lavt prædationstryk på dyreplankton og en fortsat stor sigt dybde.



Figur 25:

Sum af CPUE-værdier for den samlede fangst i garn og ved elektrofiskeri i Ravn Sø, 1998 (2) og 1992 (3) samt i 13 andre søer.

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 1998 var ca. 100 µg P/l, hvilket skyldes, at tilførslen af fosfor fra spredt bebyggelse endnu ikke er nedbragt fra de nuværende 225 kg P/år til de fastsatte 100 kg P/år. Belastningen fra renseanlæg vil muligvis blive opfyldt i 1999, da Jaungyde Renseanlæg er nedlagt og tilførslen fra regnvandsbetingede udledninger var i 1998 under det fastsatte krav på maksimalt 100 kg P/år.

Den generelle målsætning var samlet set ikke opfyldt i 1998, 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 sigtddybde forringet i forhold til naturtilstanden. 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 1989-1998 er fosforkoncentrationen faldet, men der har ikke kunne påvises nogen signifikante ændringer af sigtddybde 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 tage mange år på grund af søens lange hydrauliske opholdstid, og udviklingen kan yderligere sløres på kort sigt af naturlige år til år variationer i den biologiske struktur.

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. & Sortkær L. (1998): Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1997. Danmarks Miljøundersøgelser. 104 s. Faglig rapport fra DMU nr. 251.
- Kiefer, F. og G. Freyer (1978): Das zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer 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 Planctonic Rotifera: Freshwater Biological Association.
- Reynolds, C.S. (1984): The ecology of freshwater phytoplankton.
- Ruttner-Kalisko, A. (1974): Planctonic Rotifers biology and taxonomy. Die Binnengewässer vol. XXVI/1 supplement.
- Voigt, M & W. Koste (1978): Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. Gebrüder 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): Fisk i Ravn Sø, 1998. Teknisk rap-
port, Natur- og Miljøkontoret, Århus Amt. Udført af
Bio/consult as.

Århus Amt (1999). Beregning af tidsserier for vand-
føringen ved udvalgte lokaliteter i Århus Amt. Natur- og
Miljøkontoret, Århus Amt. Rapport udført af Hedesel-
skabet. 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 fra 1989-1998.
4. Fytoplankton metodik.
5. Zooplankton metodik.
6. Resultater fra vegationsundersøgelse i 1998. Delområder og samlet resultat.
7. Oplandsstørrelse, arealanvendelse og jordbundstype i Ravn Sø's opland.
8. Samletabel for massebalance, vandkemiske

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 $< > 1,0$)

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

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)

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

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)

BILAG 1

Side : 1

VANDBALANCE

SØ-VAKS, Sø-modul

Sø: Ravnø (RAV I)

Parameter:

Udskrevet: 03/05/1999

År: 1998

Enhed.....: 1000 m3

Af : HSK

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	1132.2	989.8	1513.0	967.9	397.2	187.0	198.1	168.7	230.3	1574.1	1557.1	1298.9	1181.4	10214.4
90318	46.4	41.5	63.8	34.6	14.2	10.4	11.8	8.7	11.5	61.7	41.6	41.2	56.6	387.3
90610	19.4	15.8	24.4	17.7	5.8	4.2	4.3	4.0	4.9	20.4	16.3	16.7	23.1	153.7
90680	303.0	250.2	415.2	197.4	52.7	38.5	55.1	27.6	34.7	370.7	199.7	244.9	208.6	2189.6
Målt tilløb	1500.9	1297.3	2016.4	1217.6	470.0	240.1	269.4	208.9	281.3	2026.9	1814.6	1601.5	1469.7	12945.0
Umålt opland	49.1	39.9	60.8	47.8	16.2	11.6	11.4	11.3	13.9	49.8	43.4	42.9	64.4	398.1
Nedbør	9.6	7.5	9.3	12.4	5.3	14.7	10.9	9.8	9.5	24.4	6.4	10.0	50.2	129.8
Samlet tilførsel	1559.7	1344.7	2086.4	1277.8	491.4	266.5	291.7	230.1	304.7	2101.1	1864.4	1654.4	1584.3	13472.9
Fordampning	0.5	1.8	5.1	6.4	15.7	16.0	16.2	13.7	6.9	4.0	0.7	0.2	68.4	87.2
90301	1761.4	1474.8	2407.4	1833.4	965.0	421.5	545.3	394.3	427.8	1253.8	2200.3	1306.7	2754.0	14991.8
Samlet fraførsel	1762.0	1476.6	2412.5	1839.8	980.7	437.6	561.5	408.0	434.7	1257.8	2201.1	1306.9	2822.4	15079.0
Volumen ændring	-135.2	124.8	-62.4	-9.1	-219.4	-49.9	2.8	-18.2	191.7	489.0	-444.1	0.0	-93.0	-130.0
Vandbalance	67.1	256.7	263.6	552.9	269.9	121.1	272.7	159.7	321.7	-354.3	-107.4	-347.5	1145.1	1476.1

BILAG 2

BILAG 2

SØ-VAKS, Sø-modul

DATAGRUNDLAG

Side : 3

Sø: Ravnsø (RAV I)

Parameter: 1211 Total-N

Udskrevet: 03/05/1999

År: 1998

Enhed.....:

Af : HSK

Søareal.....: 1.82 km2 Søvolumen.....: 27200000 m3 Umålt opland: 5.00 km2 Atmosferisk 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	53.0	41.0	51.0	68.0	29.0	81.0	60.0	54.0	52.0	134.0	35.0	55.0
Fordampning	3.0	10.0	28.0	35.0	86.0	88.0	89.0	75.0	38.0	22.0	4.0	1.0
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)
06/01/1998	0.63	06/01/1998	2.39
03/02/1998	0.55	03/02/1998	2.86
03/03/1998	0.63	03/03/1998	3.34
19/03/1998	0.74	19/03/1998	4.33
31/03/1998	0.59	31/03/1998	4.02
16/04/1998	0.67	16/04/1998	4.09
30/04/1998	0.59	30/04/1998	3.97
14/05/1998	0.54	14/05/1998	4.04
25/05/1998	0.47	25/05/1998	3.78
11/06/1998	0.46	11/06/1998	3.80
25/06/1998	0.42	25/06/1998	3.73
08/07/1998	0.46	08/07/1998	3.27
28/07/1998	0.44	28/07/1998	3.09
17/08/1998	0.44	17/08/1998	3.03
01/09/1998	0.43	01/09/1998	2.84
17/09/1998	0.47	17/09/1998	2.79
20/09/1998	0.44	20/09/1998	2.87
04/11/1998	0.83	04/11/1998	3.18
01/12/1998	0.56	01/12/1998	3.41

Udskrevet: 03/05/1999

Sø: Ravnsø (RAV 1)

Parameter: 1211 Total-N

År: 1998

Enhed.....: Tons

Af : HSK

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	17.4	13.5	11.8	6.5	2.0	0.4	0.2	0.2	0.4	13.8	16.1	13.5	3.2	95.7
90318	0.3	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0
90610	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.5
90680	6.1	4.6	6.3	1.9	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	1.6	2.0	3.1	0.9	26.4
Målt tilløb	23.9	18.4	18.7	8.5	2.5	0.6	0.5	0.3	0.6	15.7	18.3	16.8	4.4	124.6
Unålt opland	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	1.2
Atm. 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	0.1	0.4	0.4	0.8	0.4	0.2	0.4	0.2	0.5				1.7	3.4
Samlet tilførsel	24.3	19.2	19.5	9.6	3.1	1.0	1.1	0.8	1.3	16.1	18.7	17.2	7.3	131.9
90301	4.6	4.5	9.6	7.4	3.8	1.6	1.9	1.2	1.2	13.6	8.7	4.7	9.8	62.9
Stofbalance										1.1	0.4	1.2		2.6
Samlet fraførsel	4.6	4.5	9.6	7.4	3.8	1.6	1.9	1.2	1.2	14.7	9.0	5.9	9.8	65.5
Magasinændring	11.5	13.2	19.2	-1.5	-5.9	-1.2	-14.0	-5.5	-6.2	10.1	5.9	0.0	-32.9	25.4
Sebalance	-19.7	-14.6	-10.0	-2.2	0.7	0.6	0.8	0.4	-0.1	-1.4	-9.7	-11.4	2.5	-66.4
Sebalance -%	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.2	-0.1
Sebalance -g/m2	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.04
Sedimentbalance	-8.2	-1.4	9.2	-3.7	-5.2	-0.6	-13.2	-5.1	-6.3	8.6	-3.7	-11.4	-30.4	-41.0
Sedimentbalance -%	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.1	-1.2	-0.6	-0.5	0.1	0.0	-0.1	-2.6	-2.6
Sedimentbalance -g/m2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.02

BILAG 2

SØ-VAKS, Sø-modul

STOFBALANCE

Side : 2

Sø: Ravnsø (RAV I)

Parameter: I376 Total-P

Udskrevet: 03/05/1999

År: 1998

Enhed.....: Kg

Af : HSK

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	83.0	79.0	74.6	83.2	34.5	15.9	49.3	46.2	56.1	267.2	169.8	118.1	202.0	1076.9
90318	1.6	1.6	3.4	1.0	0.6	0.6	0.7	0.6	0.9	5.4	3.1	2.2	3.4	21.6
90610	0.7	0.6	1.3	0.7	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	1.3	0.7	0.8	1.1	7.2
90680	23.5	24.6	192.5	12.7	3.2	2.4	3.1	1.5	2.3	18.7	19.9	19.9	12.4	324.2
Målt tilførsel	108.8	105.8	271.8	97.6	38.5	19.1	53.3	48.5	59.5	292.5	193.6	141.1	218.8	1429.9
Udalt opland	1.8	1.6	3.2	1.9	0.9	0.5	0.5	0.5	0.6	3.1	1.9	2.0	3.0	18.5
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	7.6	18.2
Stofbalance	2.0	7.7	7.9	16.6	8.1	3.6	8.2	4.8	9.7				34.4	68.6
Samlet tilførsel	114.2	116.4	284.4	117.6	49.1	24.7	63.5	55.3	71.2	297.1	197.0	144.6	263.8	1535.2
90301	60.3	57.6	108.7	71.1	21.3	11.9	15.1	8.7	6.0	150.7	88.1	43.2	63.0	642.5
Stofbalance										7.5	3.2	10.8		21.5
Samlet fraførsel	60.3	57.6	108.7	71.1	21.3	11.9	15.1	8.7	6.0	158.2	91.3	53.9	63.0	664.0
Magasinændring	-55.0	328.2	22.4	-673.5	87.6	225.0	-367.8	-11.1	-184.6	438.5	41.3	0.0	-250.9	-149.0
Søbaltance	-53.9	-58.8	-175.8	-46.5	-27.8	-12.8	-48.4	-46.6	-65.2	-139.0	-105.7	-90.7	-200.8	-871.1
Søbaltance -%	-47.2	-50.5	-61.8	-39.5	-56.7	-52.0	-76.2	-84.2	-91.5	-46.8	-53.7	-62.7	-360.6	-722.8
Søbaltance -g/m2	-0.03	-0.03	-0.10	-0.03	-0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.04	-0.08	-0.06	-0.05	-0.13	-0.51
Sedimentbalance	-108.9	269.4	-153.4	-720.0	59.8	212.2	-416.2	-57.7	-249.9	299.6	-64.4	-90.7	-451.7	-1020.2
Sedimentbalance -%	-95.4	231.4	-53.9	-612.3	121.9	859.4	-655.7	-104.3	-350.7	100.8	-32.7	-62.7	-129.3	-654.1
Sedimentbalance -g/m2	-0.06	0.15	-0.08	-0.40	0.03	0.12	-0.23	-0.03	-0.14	0.16	-0.04	-0.05	-0.25	-0.57

DATAGRUNDLAG

SØ-VAKS, Sø-modul

Udskrevet: 03/05/1999

Parameter: 1376 Total-P

Sø: Ravnsø (RAV 1)

Af : HSK

År: 1998

Enhed.....:

0.10 kg/ha/år

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	53.0	41.0	51.0	68.0	29.0	81.0	60.0	54.0	52.0	134.0	35.0	55.0
Fordampning	3.0	10.0	28.0	35.0	86.0	88.0	89.0	75.0	38.0	22.0	4.0	1.0
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)
06/01/1998	0.63	06/01/1998	35.00
03/02/1998	0.55	03/02/1998	33.00
03/03/1998	0.63	03/03/1998	46.00
19/03/1998	0.74	19/03/1998	44.00
31/03/1998	0.59	31/03/1998	46.00
16/04/1998	0.67	16/04/1998	43.00
30/04/1998	0.59	30/04/1998	21.00
14/05/1998	0.54	14/05/1998	22.00
25/05/1998	0.47	26/05/1998	23.00
11/06/1998	0.46	11/06/1998	27.00
25/06/1998	0.42	08/07/1998	35.00
08/07/1998	0.46	28/07/1998	18.00
28/07/1998	0.44	17/08/1998	25.00
17/08/1998	0.44	01/09/1998	19.00
01/09/1998	0.43	17/09/1998	13.00
17/09/1998	0.47	30/09/1998	12.00
20/09/1998	0.44	12/10/1998	29.00
04/11/1998	0.83	04/11/1998	29.00
01/12/1998	0.56	01/12/1998	31.00

BILAG 2

SØ-VAKS, Sø-modul

DATAGRUNDLAG

Side : 3

Sø: Ravnø (RAV I)

Parameter: 1304 Ortho-P f.

Udskrevet: 29/04/1999

År: 1998

Enhed.....:

Af : HSK

0.00 kg/ha/år

Atmosfærisk deposition: 5.00 km2

Seareal.....: 1.82 km2 Søvolumen.....: 27200000 m3 Umålt opland: 5.00 km2
 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	53.0	41.0	51.0	68.0	29.0	81.0	60.0	54.0	52.0	134.0	35.0	55.0
Fordampning	3.0	10.0	28.0	35.0	86.0	88.0	89.0	75.0	38.0	22.0	4.0	1.0
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)
06/01/1998	0.63	06/01/1998	14.00
03/02/1998	0.55	03/02/1998	30.00
03/03/1998	0.63	03/03/1998	21.00
19/03/1998	0.74	19/03/1998	17.00
31/03/1998	0.59	31/03/1998	22.00
16/04/1998	0.67	16/04/1998	9.00
30/04/1998	0.59	30/04/1998	11.00
14/05/1998	0.54	14/05/1998	11.00
25/05/1998	0.47	26/05/1998	12.00
11/06/1998	0.46	11/06/1998	23.00
25/06/1998	0.42	08/07/1998	4.00
08/07/1998	0.46	28/07/1998	11.00
28/07/1998	0.44	17/08/1998	7.00
17/08/1998	0.44	01/09/1998	6.00
01/09/1998	0.43	17/09/1998	2.00
17/09/1998	0.47	30/09/1998	2.00
20/09/1998	0.44	12/10/1998	21.00
04/11/1998	0.83	04/11/1998	18.00
01/12/1998	0.56	01/12/1998	27.00

STOFBALANCE

SØ-VAKS, Sø-modul

Udskrevet: 29/04/1999

Parameter: 1304 Ortho-P f.

Sø: Ravnsø (RAV I)

Af : HSK

Enhed.....: Kg

År: 1998

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	46.7	27.2	29.1	30.0	15.3	10.2	35.5	34.6	40.6	182.1	109.6	73.0	136.2	633.8
90318	0.9	0.7	1.5	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	0.5	2.7	1.1	0.7	1.6	9.7
90610	0.4	0.2	0.7	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.5	0.4	0.5	3.9
90680	13.8	10.2	29.2	7.3	1.8	1.5	2.1	1.0	0.9	11.3	8.0	9.2	7.3	96.2
Målt tilløb	61.8	38.2	60.5	38.3	17.5	12.0	38.1	36.0	42.0	196.9	119.0	83.3	145.6	743.7
Unålt opland	1.0	0.6	1.7	1.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.1	1.6	1.2	1.1	1.5	10.0
Stofbalance	0.7	2.6	2.6	5.5	2.7	1.2	2.7	1.6	3.2				11.5	22.9
Samlet tilførsel	63.5	41.4	64.8	45.1	20.7	13.6	41.2	37.8	45.4	198.5	120.2	84.4	158.6	776.5
90301	31.7	37.9	47.5	23.2	11.1	7.4	4.1	3.1	1.3	80.3	56.2	30.5	26.9	334.1
Stofbalance										3.9	2.4	9.4		15.7
Samlet fraførsel	31.7	37.9	47.5	23.2	11.1	7.4	4.1	3.1	1.3	84.2	58.6	39.8	26.9	349.8
Magasinændring	400.2	-195.0	8.3	-276.6	135.5	-194.1	34.7	-112.9	-106.9	407.7	224.9	0.0	-243.8	325.8
Søb balance	-31.8	-3.5	-17.4	-22.0	-9.6	-6.1	-37.0	-34.8	-44.1	-114.3	-61.6	-44.5	-131.7	-426.7
Søb balance -g/m2	-50.1	-8.4	-26.8	-48.7	-46.5	-45.3	-90.0	-91.9	-97.2	-57.6	-51.2	-52.8	-370.9	-666.5
Sedimentbalance	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.02	-0.02	-0.02	-0.06	-0.03	-0.02	-0.07	-0.22
Sedimentbalance -g/m2	368.4	-198.5	-9.0	-298.5	125.9	-200.3	-2.3	-147.7	-151.0	293.4	163.3	-44.5	-375.4	-100.9
Sedimentbalance -g/m2	579.9	-479.7	-13.9	-661.2	609.2	-1477.7	-5.7	-390.3	-332.9	147.8	135.8	-52.8	-1597.4	-1941.5
Sedimentbalance -g/m2	0.20	-0.11	0.00	-0.16	0.07	-0.11	0.00	-0.08	-0.08	0.16	0.09	-0.02	-0.20	-0.04

BILAG 2

SØ-VAKS, Sø-modul

DATAGRUNDLAG

Side : 3

Sø: Ravnsø (RAV 1)

Parameter: 2041 Total-Fe

Udskrevet: 29/04/1999

År: 1998

Enhed.....:

Af : HSK

Søareal.....: 1.82 km2 Søvolumen.....: 27200000 m3 Umålt opland: 5.00 km2 Atmosfærisk 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
Nedber	53.0	41.0	51.0	68.0	29.0	81.0	60.0	54.0	52.0	134.0	35.0	55.0
Fordampning	3.0	10.0	28.0	35.0	86.0	88.0	89.0	75.0	38.0	22.0	4.0	1.0
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)
06/01/1998	0.63	06/01/1998	0.06
03/02/1998	0.55	03/02/1998	0.04
03/03/1998	0.63	03/03/1998	0.05
19/03/1998	0.74	19/03/1998	0.08
31/03/1998	0.59	31/03/1998	0.08
16/04/1998	0.67	16/04/1998	0.06
30/04/1998	0.59	30/04/1998	0.04
14/05/1998	0.54	14/05/1998	0.02
25/05/1998	0.47	25/05/1998	0.07
11/06/1998	0.46	11/06/1998	0.04
25/06/1998	0.42	25/06/1998	0.02
08/07/1998	0.46	08/07/1998	0.23
28/07/1998	0.44	28/07/1998	0.02
17/08/1998	0.44	17/08/1998	0.01
01/09/1998	0.43	01/09/1998	0.01
17/09/1998	0.47	17/09/1998	0.02
20/09/1998	0.44	20/09/1998	0.04
04/11/1998	0.83	04/11/1998	0.08
01/12/1998	0.56	01/12/1998	0.03

Sø: Ravnsø (RAV 1)

Parameter: 2041 Total-Fe

År: 1998

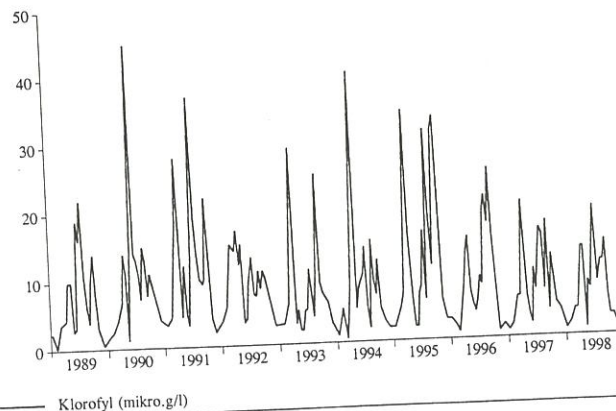
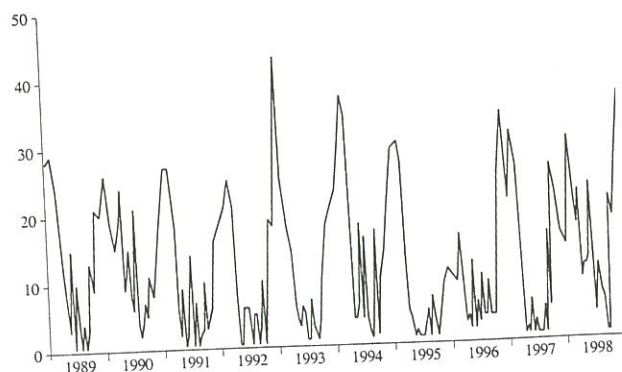
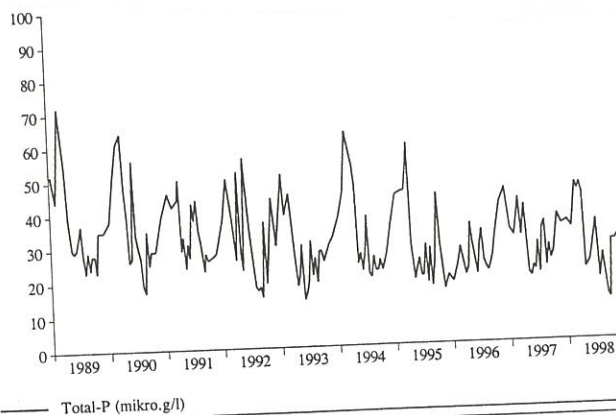
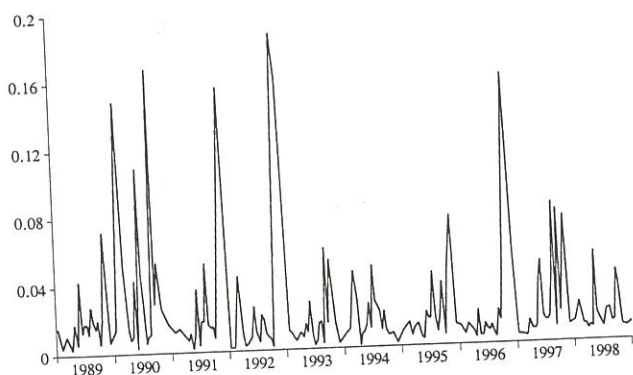
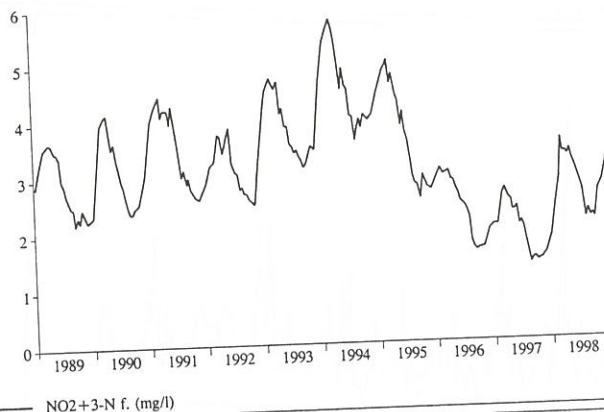
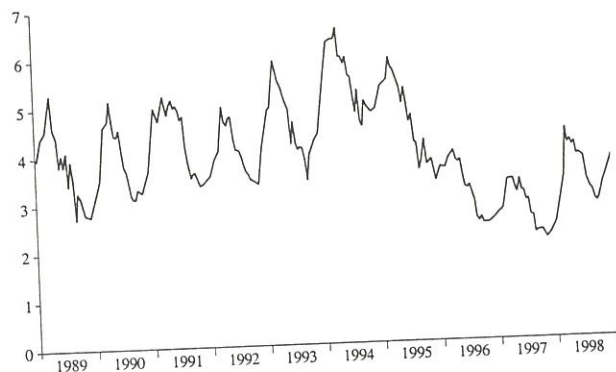
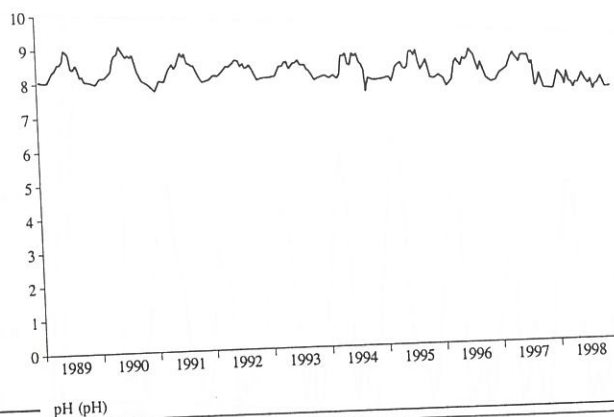
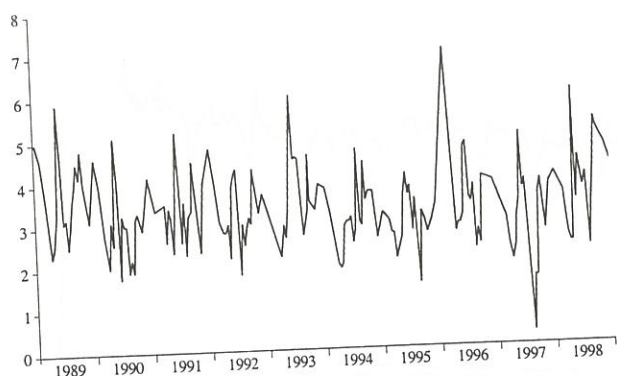
Enhed.....: Tons

Af : HSK

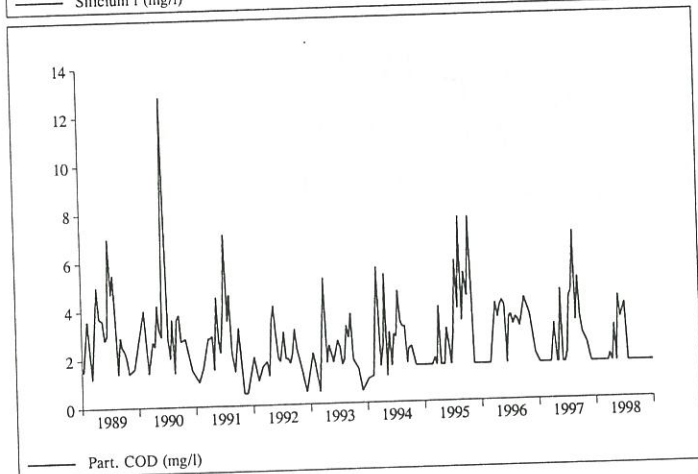
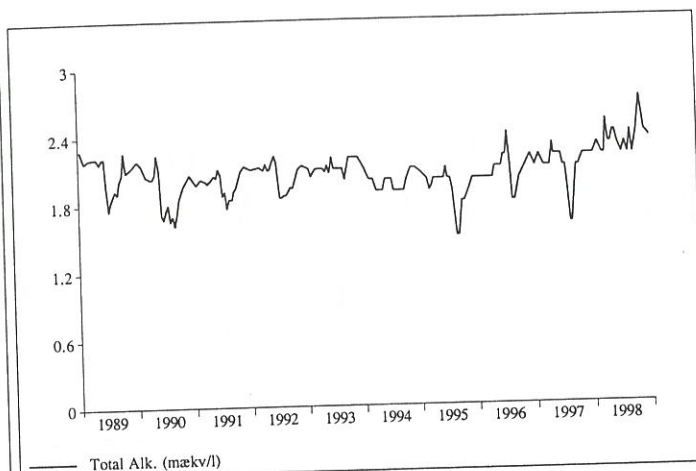
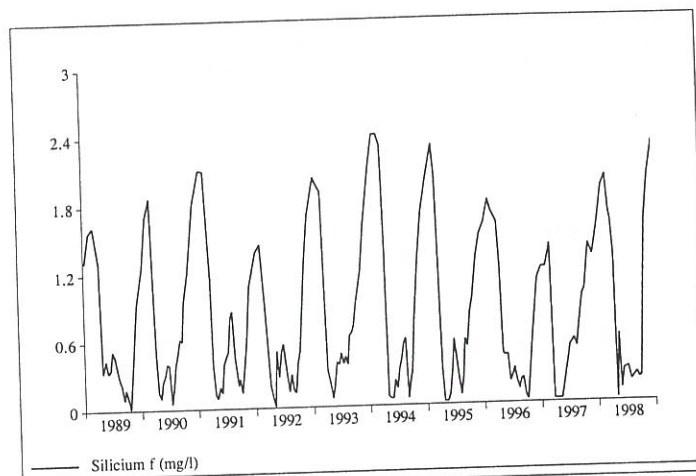
Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90302	0.3	0.3	0.5	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9	0.7	0.5	4.2
90318	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2
90610	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90680	0.3	0.4	2.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	0.1	4.0
Målt tilføje	0.6	0.7	2.8	0.7	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	1.5	0.9	0.6	0.6	8.4
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	0.1
Stofbalance	0.1	0.3	0.3	0.6	0.3	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	1.1	2.3
Samlet tilførsel	0.7	1.0	3.1	1.2	0.6	0.2	0.4	0.2	0.4	1.5	0.9	0.6	1.8	10.8
90301	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	0.1	1.4
Stofbalance	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.2	0.1	0.1	1.4
Samlet fraførsel	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.2	0.1	0.1	1.4
Magasinændring	-0.5	0.3	0.8	-1.1	0.5	-0.9	4.4	-4.8	0.5	1.9	-1.2	0.0	-0.3	0.0
Sebalance	-0.6	-0.9	-2.9	-1.1	-0.5	-0.2	-0.3	-0.2	-0.4	-0.9	-0.7	-0.6	-1.7	-9.4
Sebalance -%	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-1.1
Sebalance -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	-0.6	-2.1	-2.2	0.0	-1.1	4.1	-5.0	0.0	1.0	-1.9	-0.6	-1.9	-9.3
Sedimentbalance -%	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.6	1.1	-2.2	0.0	0.1	-0.2	-0.1	-1.6	-2.3
Sedimentbalance -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

BILAG 2

BILAG 3



BILAG 3



Phytoplankton - metodik

Prøvetagning

De kvantitative fytoplanktonprøver er udtaget på en station, som er placeret på det dybeste sted i søen. Prøven er udtaget med vandhenter og af blandingsprøven fra 0,2 + 2 + 4 + 6 m er der udtaget 250 ml, som er fikseret i sur lugol opløsning.

Derudover er der udtaget netprøver til kvalitativ bestemmelse af ikke så hyppigt forekommende slægter/arter. Prøven er udtaget med planktonnet med maskevidde på 20 µm, hvorefter den er fikseret i sur lugol opløsning. I øvrigt henvises til overvågningsprogrammets tekniske anvisning : Miljøprojekt nr. 187. Planteplanktonmetoder, 1991.

Bearbejdning af prøver

Den kvalitative oparbejdning af fytoplanktonprøverne er foretaget ved hjælp af omvendt mikroskopi ved anvendelse af Uthermöhl's sedimentationsteknik (Uthermöhl, 1958). Der er anvendt sedimentationskamre med et volumen på 10 ml.

For hver prøvetagningdag er der fra net - og vandprøverne udarbejdet en artsliste med samtlige fundne slægter og arter.

Der er tilstræbt at tælle mindst 100 individer/kolonier af de hyppigst forekommende arter i hver prøve. Et tælle-tal på ca. 100 medfører en usikkerhed på ca. 20 %.

Volumen af de kvantitativt dominerende arter er bestemt ved opmåling af de lineære dimensioner af 10 - 15 celler og en efterfølgende tilnærmelse af cellens form til simple geometriske figurer (Edler, 1979).

For kiselalger er der for data fra 1989 ved omregning fra vådvægt til kulstof, altid kalkuleret med en vakuolestørrelse i cellen på 75 %. Med data for 1990 og 1991 er der ved denne omregning kalkuleret med en plasmatykkelse i cellen på 1 µm. Efterfølgende omregning til kulstof er foretaget ved hjælp af formlen :

$$PV = CV - (0,9 \cdot VV)$$

hvor PV er det modificerede plasmavolumen, CV det totale cellevolumen og VV vakuolens volumen.

Med data fra 1992 er beregningsmetoden for kulstofindhold i kiselalger ændret til ikke længere at tage hensyn til en vakuole med et lavere kulstofindhold.

I følge ovennævnte retningslinier er det endvidere antaget, at kulstof udgør følgende procentdele af organis-

mernes plasmavolumen : Thekate furealger 13 %, øvrige algegrupper 11 %.

De vigtigste slægter og arter er optalt særskilt. Flagellater tilhørende slægten *Cryptomonas*, flagellater der ikke kunne artsbestemmes i de lugolfikserede prøver, celler der var for fåtallige til at blive optalt særskilt samt celler, der ikke kunne identificeres, er samlet i passende størrelsesgrupper. Volumen af disse grupper er således påført en større usikkerhed end de øvrige volumenberegninger.

Prøverne er oparbejdet af cand. scient. Helle Jensen.

Registreringer, beregninger og rapportering er foretaget ved hjælp af planktondatabaseprogrammet ALGESYS.

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

Fytoplanktonrådata kan findes i den til den tekniske rapport hørende datarapport, der indeholder såvel zooplankton- som fytoplankton rådata.

BILAG 4

Zooplankton - metodik

Prøvetagning

Prøverne er indsamlet med 5 liter hjerteklap vandhenter med KC-maskiners ekstra sikring af klapperne.

Prøvetagningsmetode 1989.

Zooplanktonprøverne blev indsamlet på vandkemistationen (dybde 31 m) og fra dybderne 0,2 + 4 + 6 m og 10 + 15 + 20 + 25 + 30 m. Der blev dels udtaget en filtreret prøve ($> 90 \mu\text{m}$) og en ufiltreret prøve. Prøverne blev konserveret med sur lugol opløsning og blev opbevaret mørkt.

Prøvetagningsmetode fra 1990.

På hver af de tre stationer er der udtaget prøver i 0,5 + 3 + 6 + 9 + 12 m og i 15 + 20 + 25 m. Fra hver blandingsprøve er der udtaget hhv. 2 liter til filtrering gennem $90 \mu\text{m}$ net og 0,25 liter til sedimentation. Alle tre stationer er endeligt puljet således, at den filtrerede prøve indeholder 12 liter fra 0,5 + 3 + 6 + 9 + 12 + 15 + 20 + 25 m og den sedimenterede prøve 1,5 liter fra de samme dybder. Begge prøver er konserveret med sur lugol opløsning og opbevaret i mørke flasker.

Bearbejdning

Den kvantitative oparbejdning af prøverne er foretaget i omvendt mikroskop. I de fleste tilfælde er identifikation af dyrene også foretaget i dette.

Oparbejdningen af den sedimenterede og den filtrerede prøve er så vidt muligt sket i overensstemmelse med overvågningsprogrammets vejledning "Zooplanktonundersøgelser i søer; Metoder", som der derfor henvises til for en detaljeret beskrivelse af metodik.

Zooplanktonets biomasse er beregnet efter længde/vægt relationer (McCauley, 1984). Biomassen er opgivet i mm^3/l . Beregningerne er for alle grupper foretaget som et gennemsnit af de individuelle biomasseværdier. Gennemsnit og standardafvigelser af de målte længder og tilhørende biomasser er angivet i datarapporten.

Bestemmelse og optælling er foretaget af Bioconsult / cand. scient. Viggo Mahler.

Registreringer bearbejdning og rapportering er foretaget ved hjælp af planktondatabasebehandlingsprogrammet ALGESYS.

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i referencelisten.

Zooplanktonrådata kan findes i den til den tekniske rapport hørende datarapport, der indeholder såvel zooplankton- som fytoplankton rådata.

BILAG 5

SAMLESKEMA FOR PLANTEDEKKET AREAL

Projekt : 9890924 Ravn Sø 1998
 DMU-station : 90924 Ravn Sø
 Periode : 11/08/98 - 18/08/98

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	11,00
	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	11,00	
Plantedækket areal fra delområder (1000m²)																
Delområdenr.																
1	0,152	0,240	0,140	0,279	0,296	0,014	0,008		0,009	0,021						
10	0,442	0,240	0,250	0,235	0,122	0,008	0,001									
11	0,663	0,338	0,458	0,448	0,183	0,006										
2	0,525	0,321	0,405	0,214	0,216	0,529	0,210	0,165	1,020	1,625	0,781	0,031	0,019	0,010	0,009	
3	0,394	0,037	0,134	0,991	0,394	0,392	0,469		0,500	0,086						
4	1,875		0,025	0,113	0,071	0,020	0,029	0,004	0,004	0,002	0,006					
5	2,000	1,321	2,858	2,602	1,526	1,400	0,212	0,091	0,225	0,124	0,019					
6	2,350	0,786	2,411	3,500	2,523	0,686	0,290	0,493	0,035							
7		0,032	0,393	0,487	0,128	0,005	0,009									
8	1,875	0,125	0,175	0,156	0,394	0,164		0,021	0,163							
9	0,428	0,164	0,188	0,415	0,170	0,050	0,015		0,017	0,017						
Sum	10,704	3,604	7,437	9,440	6,023	3,274	1,243	0,774	1,973	1,875	0,806	0,031	0,019	0,010	0,009	
Bundareal(1000m²)	53,600	52,100	42,760	39,160	38,590	35,590	30,890	29,890	54,700	65,100	33,015	31,665	9,000	10,000	9,500	
Dækningsgrad (%)	19,970	6,917	17,392	24,106	15,608	9,199	4,024	2,589	3,607	2,880	2,441	0,098	0,211	0,100	0,095	

BILAG 6

SAMLESKEMA FOR PLANTEFYLDT VOLUMEN																
Projekt : 9890924 Ravn Sø 1998																
DMU-station : 90924 Ravn Sø																
Periode : 11/08/98 - 18/08/98																
		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
Delområdenr.		Plantefyldt volumen fra delområder (1000m3)														
1		0,061	0,144	0,105	0,279	0,296	0,007	0,003		0,001	0,002					
10		0,133	0,120	0,075	0,070	0,024	0,002									
11		0,199	0,169	0,458	0,448	0,183	0,003									
2		0,053	0,096	0,203	0,107	0,065	0,159	0,042	0,017	0,102	0,163	0,078	0,003	0,001		
3		0,158	0,022	0,101	0,991	0,197	0,196	0,188		0,025	0,004					
4		0,188		0,013	0,057	0,035	0,006	0,009	0,001							
5		0,200	0,528	2,858	2,602	1,526	1,120	0,106	0,045	0,045	0,012	0,002				
6		1,175	0,590	2,411	3,500	2,523	0,686	0,290	0,345	0,007						
7			0,003	0,197	0,243	0,038	0,002	0,002								
8		0,375	0,037	0,052	0,047	0,118	0,066		0,004	0,065						
9		0,043	0,082	0,150	0,207	0,085	0,015	0,003		0,003	0,002					
Sum		2,585	1,791	6,623	8,551	5,090	2,262	0,643	0,412	0,248	0,183	0,080	0,003	0,001	0,001	
Vandvol. (1000m3)		13,400	39,075	53,450	68,530	86,828	97,873	100,393	112,088	246,150	358,050	214,598	237,488	76,500	95,000	99,750
Rel. plantefyldt Volumen (%)		19,291	4,583	12,391	12,478	5,862	2,311	0,640	0,368	0,101	0,051	0,037	0,001	0,001	0,001	

Projekt : 9890924										Ravn Sø 1998										Delområde : 1		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : TJ/HSK	
DMU-station: 90924										Ravn Sø												Dato : 13/08/1998			
Prøvenr : 1																						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	5	2	1	2	0	0	0	9,50	0,038	1.600	60,8	152,0	0,00	0,00											
0,50 - 1,00	4	1	0	0	0	1	0	15,00	0,090	1.600	144,0	240,0	0,00	0,00											
1,00 - 1,50	6	0	3	0	1	0	0	10,75	0,081	1.300	104,8	139,8	0,00	0,00											
1,50 - 2,00	4	2	1	4	0	1	0	21,46	0,215	1.300	279,0	279,0	0,00	0,00											
2,00 - 2,50	2	2	4	0	3	0	0	22,95	0,230	1.290	296,1	296,1	0,00	0,00											
2,50 - 3,00	5	4	0	0	0	0	0	1,11	0,006	1.290	7,2	14,3	0,00	0,00											
3,00 - 3,50	3	1	0	0	0	0	0	0,62	0,002	1.290	3,2	8,0	0,00	0,00											
3,50 - 4,00	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	1.290	0,0	0,0	0,00	0,00											
4,00 - 5,00	4	1	0	0	0	0	0	0,50	0,001	1.700	0,9	8,5	0,00	0,00											
5,00 - 6,00	1	1	0	0	0	0	0	1,25	0,001	1.700	2,1	21,3	0,00	0,00											
6,00 - 7,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	1.540	0,0	0,0	0,00	0,00											
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	1.540	0,0	0,0	0,00	0,00											
Totaler for delområde										17.440	898,1	1.159,0													

BILAG 6

BILAG 6

Projekt : 9890924		Ravn Sø 1998		Delområde : 2		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : TJ/HSK			
DMU-station: 90924		Ravn Sø						Dato : 12/08/1998			
Prøvenr : 2								Side : 1			
		Skalaværdi						Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)		
		0	1	2	3	4	5			6	
Dybdeinterval (m)		(antal observationer)							Fl.blad	Tr.alger	
0,00 - 0,50		0	0	2	0	0	0	0	525,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00		3	1	1	1	0	0	0	96,3	0,00	0,00
1,00 - 1,50		6	0	1	1	0	1	0	202,3	0,00	0,00
1,50 - 2,00		6	2	1	0	1	0	0	107,3	0,00	0,00
2,00 - 2,50		6	2	1	2	0	0	0	64,8	0,00	0,00
2,50 - 3,00		4	3	2	2	1	0	1	158,6	0,00	0,00
3,00 - 3,50		4	1	2	1	0	0	0	42,0	0,00	0,00
3,50 - 4,00		5	1	1	1	0	0	0	165,1	0,00	0,00
4,00 - 5,00		3	2	1	0	1	1	0	102,0	0,00	0,00
5,00 - 6,00		4	1	1	0	0	2	1	162,5	0,00	0,00
6,00 - 7,00		3	0	0	0	1	0	0	781,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00		3	1	0	0	0	0	0	31,0	0,00	0,00
8,00 - 9,00		3	1	0	0	0	0	0	18,6	0,00	0,00
9,00 - 10,00		4	1	0	0	0	0	0	10,0	0,00	0,00
10,00 - 11,00		3	1	0	0	0	0	0	9,3	0,00	0,00
11,00 - 12,00		2	1	0	0	0	0	0	12,5	0,00	0,00
Totaler for delområde								49.800	1.088,5	6.092,4	

BILAG 6

Projekt : 9890924		Ravn Sø 1998		Delområde : 4		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : TJ							
DMU-station: 90924		Ravn Sø						Dato : 12/08/1998							
Prøvenr : 4								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 (%)	
0,00 - 0,50		0	0	0	1	0	1	0	62,50	0,10	0,063	3.000	187,5	1.875,0	0,00 0,00
0,50 - 1,00		1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,50	0,000	2.500	0,0	0,0	0,00 0,00
1,00 - 1,50		3	2	0	0	0	0	0	1,00	0,50	0,005	2.500	12,5	25,0	0,00 0,00
1,50 - 2,00		5	0	1	1	0	0	0	7,50	0,50	0,038	1.500	56,3	112,5	0,00 0,00
2,00 - 2,50		5	4	2	2	0	0	0	8,85	0,50	0,044	800	35,4	70,8	0,00 0,00
2,50 - 3,00		5	2	1	0	0	0	0	2,50	0,30	0,008	800	6,0	20,0	0,00 0,00
3,00 - 3,50		5	1	0	1	0	0	0	5,71	0,30	0,017	500	8,6	28,6	0,00 0,00
3,50 - 4,00		5	2	0	0	0	0	0	0,71	0,20	0,001	500	0,7	3,6	0,00 0,00
4,00 - 5,00		4	2	0	0	0	0	0	0,83	0,10	0,001	500	0,4	4,2	0,00 0,00
5,00 - 6,00		5	1	0	0	0	0	0	0,42	0,10	0,000	500	0,2	2,1	0,00 0,00
6,00 - 7,00		4	1	0	0	0	0	0	0,50	0,05	0,000	1.275	0,3	6,4	0,00 0,00
7,00 - 8,00		0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	1.275	0,0	0,0	0,00 0,00
Totaler for delområde											15.650	307,9	2.148,2		

Projekt : 9890924		Ravn Sø 1998		Delområde : 5		Vandstand (m): 0,00		Prøvetager : TJ						
DMU-station: 90924		Ravn Sø				Dato : 11/08/1998								
Prøvenr : 5						Side : 1								
Dybdeinterval (m)	Skalaværdi (antal observationer)						Vegetations- højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantetækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)		
	0	1	2	3	4	5						Fl.blad	Tr.alger	
0,00 - 0,50	0	1	0	1	0	0	0	20,00	0,020	10.000	200,0	2.000,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00	3	1	1	2	0	0	0	13,21	0,053	10.000	528,4	1.321,0	0,00	0,00
1,00 - 1,50	4	3	4	0	2	0	4	34,85	0,349	8.200	2.857,7	2.857,7	0,00	0,00
1,50 - 2,00	2	4	1	2	2	1	1	31,73	0,317	8.200	2.601,9	2.601,9	0,00	0,00
2,00 - 2,50	3	7	4	4	1	0	0	15,26	0,153	10.000	1.526,0	1.526,0	0,00	0,00
2,50 - 3,00	3	5	4	2	1	0	0	14,00	0,112	10.000	1.120,0	1.400,0	0,00	0,00
3,00 - 3,50	5	9	1	0	0	0	0	2,50	0,013	8.500	106,3	212,5	0,00	0,00
3,50 - 4,00	4	3	0	0	0	0	0	1,07	0,005	8.500	45,5	91,0	0,00	0,00
4,00 - 5,00	4	6	0	0	0	0	0	1,50	0,003	15.000	45,0	225,0	0,00	0,00
5,00 - 6,00	2	1	0	0	0	0	0	0,83	0,001	15.000	12,5	124,5	0,00	0,00
6,00 - 7,00	3	1	0	0	0	0	0	0,62	0,001	3.000	1,9	18,6	0,00	0,00
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	2.250	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde									108.650	9.045,2	12.378,2			

BILAG 6

BILAG 6

Projekt : 9890924										Ravn Sø 1998										Delområde : 6		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : TJ	
DMU-station: 90924										Ravn Sø												Dato : 11/08/1998			
Prøvenr : 6																						Side : 1			
Dybdeinterval (m)		Skalaværdi						Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)											
		0	1	1	1	1	0							0	Fl.blad	Tr.alger									
0,00 - 0,50		1	1	1	1	1	0	0	23,50	0,50	0,118	10.000	1.175,0	2.350,0	0,00	0,00									
0,50 - 1,00		4	1	1	1	0	0	0	7,86	0,75	0,059	10.000	589,5	786,0	0,00	0,00									
1,00 - 1,50		3	2	3	3	2	1	0	26,79	1,00	0,268	9.000	2.411,1	2.411,1	0,00	0,00									
1,50 - 2,00		0	2	3	3	0	3	1	43,75	1,00	0,438	8.000	3.500,0	3.500,0	0,00	0,00									
2,00 - 2,50		1	2	4	3	0	0	1	25,23	1,00	0,252	10.000	2.523,0	2.523,0	0,00	0,00									
2,50 - 3,00		2	3	1	1	0	0	0	8,57	1,00	0,086	8.000	685,6	685,6	0,00	0,00									
3,00 - 3,50		4	5	0	1	0	0	0	5,00	1,00	0,050	5.800	290,0	290,0	0,00	0,00									
3,50 - 4,00		2	2	0	1	0	0	0	8,50	0,70	0,060	5.800	345,1	493,0	0,00	0,00									
4,00 - 5,00		4	1	0	0	0	0	0	0,50	0,20	0,001	7.000	7,0	35,0	0,00	0,00									
5,00 - 6,00		1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	7.000	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	6.000	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	6.000	0,0	0,0	0,00	0,00									
8,00 - 9,00		0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	4.000	0,0	0,0	0,00	0,00									
Totaler for delområde												96.600	11.526,3	13.073,7											

Projekt : 9890924		Ravn Sø 1998		Delområde : 7		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : TJ							
DMU-station: 90924		Ravn Sø						Dato : 18/08/1998							
Prøvenr : 7								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		0	0	0	0	0	0	0,00	0,05	0,000	10.000	0,0	0,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00		6	1	0	0	0	0	0,36	0,10	0,000	9.000	3,2	32,4	0,00	0,00
1,00 - 1,50		14	3	2	1	1	0	6,55	0,50	0,033	6.000	196,5	393,0	0,00	0,00
1,50 - 2,00		10	4	4	1	0	1	9,75	0,50	0,049	5.000	243,8	487,5	0,00	0,00
2,00 - 2,50		14	2	1	1	0	0	3,19	0,30	0,010	4.000	38,3	127,6	0,00	0,00
2,50 - 3,00		13	1	0	0	0	0	0,18	0,30	0,001	3.000	1,6	5,4	0,00	0,00
3,00 - 3,50		7	1	0	0	0	0	0,31	0,20	0,001	3.000	1,9	9,3	0,00	0,00
3,50 - 4,00		7	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	2.500	0,0	0,0	0,00	0,00
4,00 - 5,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	5.500	0,0	0,0	0,00	0,00
5,00 - 6,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	5.000	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	5.000	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	4.500	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde											62.500	485,3	1.055,2		

BILAG 6

BILAG 6

Projekt : 9890924		Ravn Sø 1998						Delområde : 8		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : TJ				
DMU-station: 90924		Ravn Sø										Dato : 18/08/1998				
Prøvenr : 8												Side : 1				
Dybdeinterval (m)		Skalaværdi						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	1	0	0	0	37,50	0,20	0,075	5.000	375,0	1.875,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00		0	1	0	0	0	0	0	2,50	0,30	0,008	5.000	37,5	125,0	0,00	0,00
1,00 - 1,50		2	1	1	0	0	0	0	4,38	0,30	0,013	4.000	52,6	175,2	0,00	0,00
1,50 - 2,00		5	2	2	0	0	0	0	3,89	0,30	0,012	4.000	46,7	155,6	0,00	0,00
2,00 - 2,50		1	5	1	0	1	0	0	11,25	0,30	0,034	3.500	118,1	393,8	0,00	0,00
2,50 - 3,00		3	3	2	0	0	0	0	4,69	0,40	0,019	3.500	65,7	164,2	0,00	0,00
3,00 - 3,50		4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	3.000	0,0	0,0	0,00	0,00
3,50 - 4,00		2	1	0	0	0	0	0	0,83	0,20	0,002	2.500	4,2	20,8	0,00	0,00
4,00 - 5,00		0	1	0	0	0	0	0	2,50	0,40	0,010	6.500	65,0	162,5	0,00	0,00
5,00 - 6,00		0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	6.800	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	6.000	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	6.000	0,0	0,0	0,00	0,00
8,00 - 9,00		0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	2.000	0,0	0,0	0,00	0,00
9,00 - 10,00		0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	8.000	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	8.000	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde											73.800	764,8	3.072,1			

Projekt : 9890924		Ravn SØ 1998							Delområde : 9		Vandstand (m): 0,00		Prøvetager : TJ		
DMU-station: 90924		Ravn SØ											Dato : 13/08/1998		
Prøvenr : 9													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							Fl.blad	Tr.alger
0,00 - 0,50		3	2	2	0	0	0	12,22	0,10	0,012	3.500	42,8	427,7	0,00	0,00
0,50 - 1,00		3	3	2	0	0	0	4,69	0,50	0,023	3.500	82,1	164,2	0,00	0,00
1,00 - 1,50		5	1	4	0	0	0	6,25	0,80	0,050	3.000	150,0	187,5	0,00	0,00
1,50 - 2,00		1	3	5	1	1	0	16,59	0,50	0,083	2.500	207,4	414,8	0,00	0,00
2,00 - 2,50		2	7	2	1	1	0	11,35	0,50	0,057	1.500	85,1	170,3	0,00	0,00
2,50 - 3,00		3	2	1	0	0	0	3,33	0,30	0,010	1.500	15,0	50,0	0,00	0,00
3,00 - 3,50		3	2	0	0	0	0	1,00	0,20	0,002	1.500	3,0	15,0	0,00	0,00
3,50 - 4,00		4	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	1.500	0,0	0,0	0,00	0,00
4,00 - 5,00		3	1	0	0	0	0	0,62	0,20	0,001	2.800	3,5	17,4	0,00	0,00
5,00 - 6,00		3	1	0	0	0	0	0,62	0,10	0,001	2.700	1,7	16,7	0,00	0,00
6,00 - 7,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	2.400	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00		0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	2.300	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde												590,6	1.463,6		

BILAG 6

BILAG 6

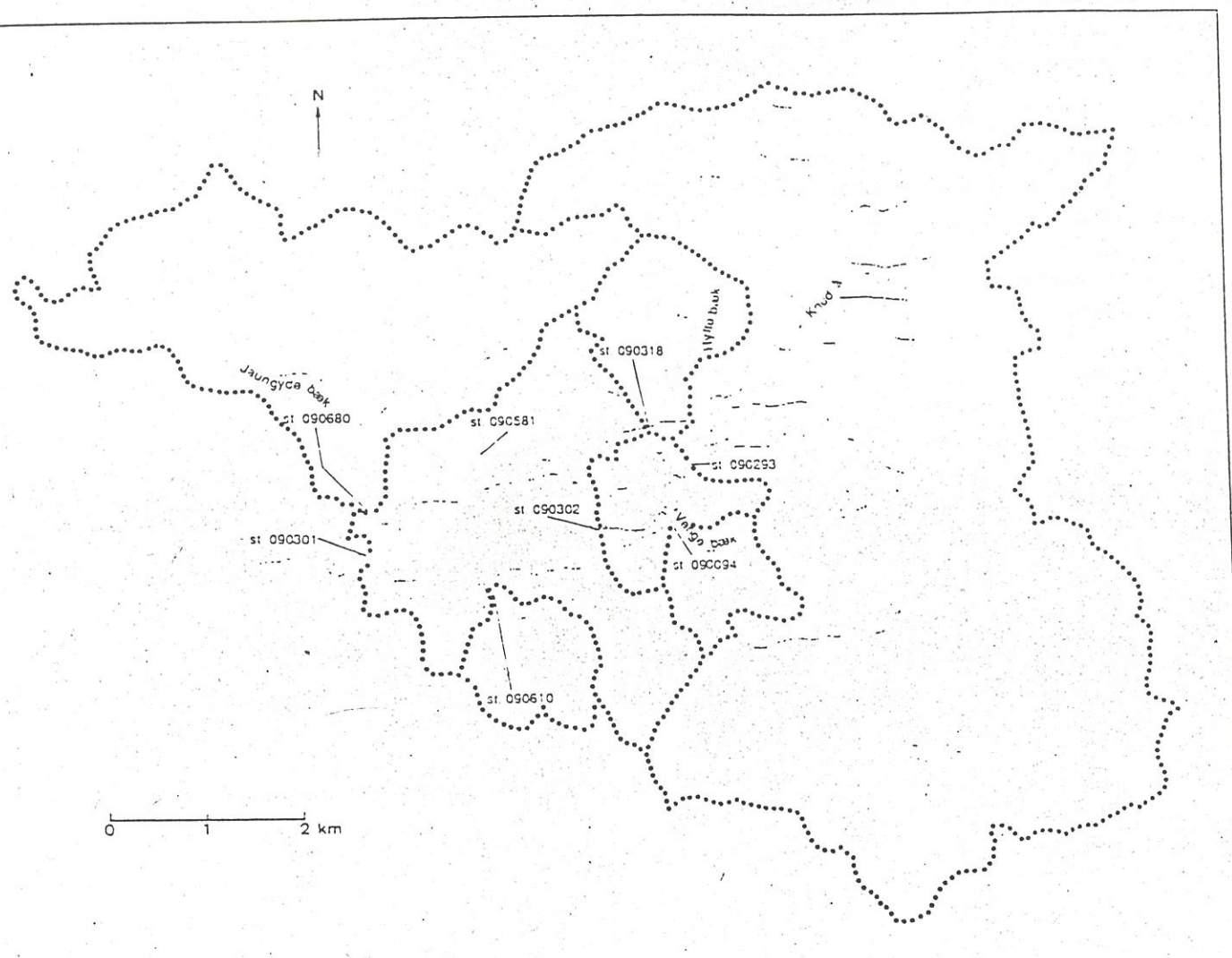
Projekt. : 9890924		Ravn Sø 1998						Delområde : 11		Vandstand (m): 0,00		Prøvetager : TJ				
DMU-station: 90924		Ravn Sø										Dato : 13/08/1998				
Prøvenr : 11												Side : 1				
		Skalavardi														
		0	1	2	3	4	5	6								
		(antal observationer)														
Dybdeinterval (m)									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	1	0	3	1	1	0	44,17	0,30	0,133	1.500	198,8	662,6	0,00	0,00
0,50 - 1,00		0	0	4	2	0	0	0	22,50	0,50	0,113	1.500	168,8	337,5	0,00	0,00
1,00 - 1,50		1	0	0	1	0	1	0	41,67	1,00	0,417	1.100	458,4	458,4	0,00	0,00
1,50 - 2,00		1	0	2	5	0	2	1	44,77	1,00	0,448	1.000	447,7	447,7	0,00	0,00
2,00 - 2,50		1	1	2	0	1	1	0	30,42	1,00	0,304	600	182,5	182,5	0,00	0,00
2,50 - 3,00		3	2	0	0	0	0	0	1,00	0,50	0,005	600	3,0	6,0	0,00	0,00
3,00 - 3,50		3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	600	0,0	0,0	0,00	0,00
3,50 - 4,00		0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	600	0,0	0,0	0,00	0,00
4,00 - 5,00		0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,000	300	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	300	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	300	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	300	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde																
												8.700	1.459,2	2.094,7		

Projekt : 9890924										Ravn Sø 1998										Delområde : 10		Vandstand (m): 0,00		Prøvetager : TJ			
DMU-station: 90924										Ravn Sø														Dato : 13/08/1998			
Prøvenr : 10																								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							Fl.blad	Tr.alger													
0,00 - 0,50	0	1	0	3	1	1	0	44,17	0,133	1.000	132,5	441,7	0,00	0,00													
0,50 - 1,00	0	0	3	2	0	0	0	24,00	0,120	1.000	120,0	240,0	0,00	0,00													
1,00 - 1,50	1	0	0	1	0	1	0	41,67	0,125	600	75,0	250,0	0,00	0,00													
1,50 - 2,00	1	0	2	5	0	2	0	39,25	0,118	600	70,7	235,5	0,00	0,00													
2,00 - 2,50	1	1	2	0	1	1	0	30,42	0,061	400	24,3	121,7	0,00	0,00													
2,50 - 3,00	7	2	1	0	0	0	0	2,00	0,006	400	2,4	8,0	0,00	0,00													
3,00 - 3,50	6	1	0	0	0	0	0	0,36	0,000	300	0,0	1,1	0,00	0,00													
3,50 - 4,00	5	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	300	0,0	0,0	0,00	0,00													
4,00 - 5,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	600	0,0	0,0	0,00	0,00													
5,00 - 6,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	600	0,0	0,0	0,00	0,00													
6,00 - 7,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	600	0,0	0,0	0,00	0,00													
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	600	0,0	0,0	0,00	0,00													
Totaler for delområde										7.000	424,9	1.298,0															

BILAG 6

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

Specifikation / år	1978	1982	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
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
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
Opholdstid:												
år	5,3	4	3	1,7	2,2	2,4	2,2	1,2	1,6	3,8	3,2	1,8
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
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
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
åbent landbidrag (t P/år)	2	1,6	0,25	0,49	0,57		0,2	1,26	0,41	-0,07	0,06	0,58
basis (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
nedbør (t P/år)			0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	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	0,67
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	0,87
do %	73	70	78	63	65	52	62	62	56	70	67	57
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
Pi (indløbskonc. i $\mu\text{g P/l}$)	222	240	160	121	134	115	109	111	94	95	96	102
Total-kvælstof - år:												
Samlet tilførsel (t N/år)	161	111	59	159	83	122	126	181	100	33	60	132
renseanlæg (t N/år)	2	2	1,8	1,9	2	2	2	2,7	2	1,6	1,8	1,6
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
åbent landbidrag (t N/år)	135	90	39,6	128	59	100	98	143	65	12,5	38	100
basis (t N/år)	23	18	10,9	22	16	15	19	33	24	10,8	13	22
nedbør			3,6	3,6	3,6	4	4	4	4	4	4	3
Samlet fraførsel (t N/år)	91	74	36	63	54	46	60	127	87	23	24	66
Kvælstoffjernelse (t N/år)	6	7	3					54			36	66
Kvælstoffjernelse i %	3	6	5					30			59	50
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
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

BILAG 8

VANDKEMI & FYSISKE MÅLINGER I SØVANDE	1973	1974	1975	1978	1982	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sigtdybde (1/5 - 30/9) :															
Sigtdybde (m)	2,96	2,26	2,57	2,5	2,84	3,72	2,9	3,4	3,1	3,9	3,2	3,1	3,4	2,8	3,9
Sigtdybde 50%-fraktilen (m)	2,57	2,3	2,69	2,6	2,88	3,5	3	3	3	3,7	3	3,1	3,4	3	3,9
Max. sigtdybde (m)	4,8	3,3	3,8	2,8	3,1	5,9	5,1	5,2	4,3	6	4,7	4,1	4,1	5	6
Min. sigtdybde (m)	1,4	1	1	2	2,3	2,5	1,75	2,3	1,8	2,65	2,5	1,5	1,5	0,3	2,3
Fosfor (1/5-30/9):															
Total fosfor gns. (µg P/l)	45,1	43	70,1	32	31	29,1	29,9	31,7	28,6	23	25	24	25	25	23
Total fosfor 50%-fraktilen	41	45	74	30	29	29,2	28,1	28,8	25,5	23,5	24	22,5	24	24	23
Total fosfor max. (µg P/l)	86	65	162	35	45	37	56	50	56	31	38	29	33	42	35
Total fosfor min. (µg P/l)	28	18	14	25	25	23	17	23	15	14	20	17	20	19	12
Opløst fosfat gns. (µg P/l)	12	8,1	5,9	9,8	8	5,4	8,5	5,5	4	3,5	7	2,6	5,6	4	9
Opløst fosfat 50%-fraktilen	11	8,3	5,8	8,3	7,4	3,5	7,5	4,7	4,4	3,38	4	1,9	4	2,6	9
Opløst fosfat max. (µg P/l)	19	13	16	20	17	15	21	16	10	7	18	7	12	31	23
Opløst fosfat min. (µg P/l)	7	4	0	5	2,5	0,5	2	0,5	0,5	1	1	1	2	1	1
Kvælstof (1/5-30/9):															
Total kvælstof gns. (mg N/l)			4,1	5,7	4,98	3,72	3,81	4,27	4,05	4,29	5,29	4,5	3,02	2,72	3,45
Total kvælstof 50%-fraktilen			4,46	5,62	5,27	3,83	3,74	4,42	4,04	4,14	5,24	4,6	3,1	2,86	3,55
Total kvælstof max. (mg N/l)			4,6	5,8	6,3	4,4	4,7	5,15	4,77	5,14	5,94	5,26	3,74	3,31	4,04
Total kvælstof min. (mg N/l)			3,31	5,4	3,9	2,7	3,1	3,35	3,45	3,4	4,49	3,55	2,45	2,07	2,79
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
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
Klorofyl a max. (µg/l)					29	22	45	37	15	25	15	31	25	20	19
Klorofyl a min. (µg/l)					7,8	2,7	1,2	2,1	3,4	2	2	2	4	1	1
Øvrige variable (1/5-30/9)															
Susp. tørstof mg/l								5,0	4	2,23	3,2	3,6	1,9	3,7	1,9
Susp. glødetab mg/l								2,9	2,3	1,65	2,9	3,1	1,86	2,9	1,9
pH gns.	8,6	9	8,5	8,4	8,6	8,8	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,35	8,2	7,6
Total alkalinitet (meq/l)	1,97	1,54		1,98	2	1,82	2	2	2	2,1	1,94	1,9	2,1	2	2,3
Opløst silicium gns. (mg Si/l)				0,34	0,41	0,38	0,42	0,33	0,45	0,26	0,33	0,24	0,49	0,25	0,25
Part. COD gns. (mg O2/l)				3,35	3,64	4,26	2,72	2,49	2,37	3,2	3,73	3,34	3,49	2,43	2,43
Nitrat+nitrit-kvælstof gns. (mg N/l)	2,75	2,8	4,86	3,43	2,85	2,96	3,4	3,15	3,59	4,28	3,52	2,23	1,87	2,7	2,7
Ammonium-kvælstof gns. (mg N/l)	0,08	0,07	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02
Alle variable - årsgennem															
Sigtdybde (meter)						3,8	3,2	3,5	3,4	3,5	3,1	3	4,1	3	3,9
Klorofyl (µg/l)						7	9	11	9	7	8	12	8	8	7
Total fosfor (µg P/l)	55	58	41	53	38	38	34	34	29	35	30	28	30	30	30
Opløst fosfat (µg P/l)	20	15	18	19	14	13	11	12	13	16	10	11	10	16	16
Total kvælstof (mg N/l)	3,25	3,87	6,24	5,6	3,75	3,86	4,36	4,02	4,61	5,46	4,62	3,11	2,69	3,39	3,39
Nitrat+nitrit-kvælstof (mg N/l)	2,43	3,04	4,81	4,07	2,89	3,07	3,53	3,14	3,85	4,57	3,72	2,36	1,94	2,72	2,72
Ammonium-kvælstof (mg N/l)	0,07	0,06	0,03	0,06	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	8,1	8	7,6
Total alkalinitet (meq/l)	1,99	1,66		2,06	2,11	1,95	2	2,05	2,12	1,99	1,92	2,06	2,1	2,33	2,33
Opløst silicium (mg Si/l)				1,2	0,72	0,91	0,83	0,72	0,96	1,1	0,94	0,79	0,78	1,04	1,04
Part. COD (mg O2/l)				3,08	2,9	3,32	2,28	1,93	2	2,4	3	2,93	2,55	1,93	1,93
Susp. tørstof (mg/l)						4,5	4,7	3,56	2,56	3,2	3,1	1,45	2,84	1,86	1,86
Susp. glødetab (mg/l)						2,7	2,7	2,01	1,45	2	2,2	1,34	2,05	1,69	1,69

Biologiske parametre	Enheder	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
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
% blågrønalger af sommergns.		2,54	1,8	2,93	1,91	1,92	1,57	2,34	1,65	2,03	2,62
% kiselalger af sommergns.		1	8	6	29	5	21	6	3	9	5
% rekylalger af sommergns.		23	1	14	35	8	27	7	20	4	44
		47	76	74	26	46	38	36	33	75	38
Zooplankton, årsgennemsnit											
Rotatorier	µg C/l		6	19	1	4	4	5	3	2	3
Cladocerer	µg C/l		28	40	31	35	29	29	88	50	52
Calanoide copepoder	µg C/l		26	26	22	33	25	21	27	42	24
Cyclopoide copepoder	µg C/l		17	24	18	19	14	12	25	32	20
total zooplankton	µg C/l		77	105	71	91	72	69	142	126	100
Zooplankton, sommergennemsnit											
total zooplankton	µg C/l		97	113	96	122	119	103	168	161	117
clad-index		53	69	58	39	28	38	39	23	48	56
zoo. totale fødeopt./fyt<50µ		20	81	140	90	46	77	69	63	97	91
zoo. totale fødeopt./total fytopl.		5	13	13	11	19	19	10	22	17	20
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											0,55
Skidtfiske-index											0,36
Fiskeyngel											0,03
Antal pr m3 i pelagiet											7,63
Antal pr m3 i littoralzonen											
Undervandsvegetation											
Max. Dybdegrænse	meter					8	8	8	8,5	11	11
Dybdegrænse for rodfæstet vegetation	meter					6,5	6,5	6,5	7	5	5
Plantedækket areal, % af hele søarealet	%					1,9	4,2	2,7	3,3	2,9	2,6
Plante fyldt volumen, % af hele søvolumen	%					0,06	0,13	0,07	0,17	0,08	0,14

BILAG 8

