

TEKNISK RAPPORT



KNUD SØ 1997

tilstand og udvikling

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

TITEL : Knud Sø 1997 - tilstand og udvikling

FORFATTER : Torben Bramming Jørgensen

RESUME : Denne rapport beskriver forholdene i Knud Sø i 1997 og den udvikling, som er sket i de sidste 25 år. Knud Sø er efter danske forhold en stor og dyb sø. Vandudskiftningen er langsom og kun ca. 40 % af vandvolumenet blev skiftet i 1997. I alt blev der tilført omkring 10 mio. m³ til søen. Tilførslen af kvælstof og fosfor var henholdsvis 33 ton og 500 kg svarende til en vandføringsvægtet indløbskoncentration på 3,2 mg N/l og 50 µg P/l. Den tilførte kvælstof stammer fortrinsvis fra de dyrkede jorde. Også fosforren kommer i vid udstrækning fra markerne i oplandet, dog bidrager den spredte bebyggelse og regnvandsoverløbene også med betydende bidrag. Det er i Vandkvalitetsplanen for Knud Sø anført, at den vandføringsvægtede indløbskoncentration for fosfor ikke må overstige 50 µg P/l som et årsgennemsnit. Samtidigt må der maksimalt tilføres 20 kg fosfor om året fra regnvandsoverløbene og den spredte bebyggelse. I 1997 er det beregnet, at der kom ca. 30 kg fosfor fra den spredte bebyggelse og 33 kg fra regnvandsoverløbene. Selvom det vandføringsvægtede årsgennemsnit således overholdt Vandkvalitetsplanens krav, gjorde alle enkeltkilder det ikke og målsætningen for Knud Sø var derfor ikke opfyldt i 1997.

Næringsstofniveauet er lagt og vandet forholdsvis klart i Knud Sø. Den gennemsnitlige koncentration af fosfor var 20 µg P/l og for kvælstof 2 mg N/l. Algemængden og produktionen i søen er derfor lille og den gennemsnitlige sigtddybe var i 1997 3,1 meter. Selvom algemængden er lille, opstår der hvert år iltfrie forhold i bundvandet i sommer- og efterårsmånederne. Årsagen er det stabile springlag, som dannes i løbet af maj/juni. Derved adskilles det iltrige overfladevand fra det gradvist mere og mere iltfattige bundvand. På grund af de iltfrie forhold frigives der fosfor fra bunden i efteråret. Det er beregnet, at ca. 300 kg fosfor blev frigivet fra sedimentet i 1997. En stor del af disse 300 kg blev dog bundet i sedimentet igen, da søens lagdeling blev brudt i november måned.

Selvom der generelt er få alger i Knud Sø er der ofte opblomstring af blågrønalger. I løbet af sommeren kan disse blågrønalger danne giftige sammenskyl langs søens bredder. Det er ikke muligt at forudsige, hvornår algerne er giftige og det skal derfor frarådes, at man bader eller lader hunde eller andre dyr drikke af vandet, hvor der er mange blågrønalger.

Det klare vand giver undervandsplanterne gode levevilkår. I Knud Sø er der 10 arter af undervandsplanter. Langt de fleste vokser i søens østbassin, som er stort og dybt. Det vestlige bassin er lavvandet med temmelig blød bund og her er vilkårene for undervandsvegetation ikke så gode. Dybdegrænsen for egentlige undervandsplanter var i 1997 7 meter (Hjertebladet Vandaks) og for grønne trådalger 8 meter. Den samlede dækningsgrad af undervandsvegetation er lille, men lokalt og specielt i østbassinet er der store områder med tæt vegetation (dækningsgrad på op til 30 - 35 %) og her har vegetationen stor betydning.

Knud Sø blev i en femårig periode omkring 1970 tilført spildevand fra Ry. Tilstanden i søen blev forringet af denne belastning men heldigvis blev spildevandet hurtigt afskåret igen. Siden har søen kun været udsat for en mindre belastning og forholdene i søen er nu stort set, som de var i 1960'erne.

EMNEORD : Søer, eutrofiering, hypolimnion, alger, blågrønalger, undervandsvegetation.

FORSIDETEGNING : Sorthalset lappedykker af Jens Overgaard Christensen

FORMAT : A 4

SIDETAL : 42 + bilag

OPLAG : 200

ISBN : 87-7206-041-2

TRYK : Århus Amt Trykkeri

TEKNISK RAPPORT

KNUD SØ 1997

tilstand og udvikling

Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	5
Indledning	9
Vand- og stofbalance	11
Vandbalance	11
Stofbalance	12
Kildeopsplitning	13
Fra Ravn Sø til Knud Sø	14
Vandkvalitetsplan	14
Vandkemi i overfladevandet	15
Udviklingen i de vandkemiske forhold	19
Hypolimnion	21
Sediment	28
Alger	29
Giftige blågrønalger	30
Undervandsvegetation	33
Dækningsgrad	34
Dybdegrænser	36
Plantefyldt volumen	37
Målsætning mm.	39
Referencer	41
Bilagsoversigt	43



Sammenfatning

Denne rapport beskriver tilstanden i Knud Sø i 1997 og den udvikling, som har været i søen i de sidste 20 - 25 år.

Vand- og stofbalance

1997 var et temmeligt tørt år. I alt blev der tilført omkring 10 mio. m³ vand til søen, hvilket er den laveste registrerede vandtilførsel. Vandudskiftningen er langsom og kun ca. 40 % af volumenet blev udskiftet i 1997. Det svarer til en opholdstid på ca. 2,5 år.

Når vandtilførslen er lille er den tilførte stofmængde også beskeden. I 1997 blev der tilført knapt 33 ton kvælstof og 500 kg fosfor. Det svarer til en gennemsnitlig indløbskoncentration på 3,2 mg N/l og 50 µg P/l.

Under vandets ophold i søen blev 36 % af den tilførte kvælstof og 59 % af den tilførte fosfor fjernet. Kvæstoffjernelsen er dermed mindre end i andre tilsvarende store og dybde søer, medens fosforfjernelsen nogenlunde var på det forventede niveau for søtypen.

Knud Sø ligger nedstrøms Ravn Sø i den samme tunneldal. Derfor har den største del af det vand, som strømmer til Knud Sø igennem Knud Å, passeret Ravn Sø først. En stor del af de næringsstoffer, som er i vandet, er fjernet under vandets passage af Ravn Sø og næringsstofniveauet er følgelig forholdsvis lavt i Knud Å, når åen løber ud i Knud Sø.

Der sker dog en vis tilførsel af næringsstoffer til Knud Å nedenfor Ravn Sø fra regulerbare kilder. De dyrkningsbetingede tilførsler er størst, men der sker også en vis tilførsel af næringsstoffer fra den spredte bebyggelse og regnvandsoverløb. Det er beregnet, at der kom ca. 30 kg fosfor fra den spredte bebyggelse og 33 kg fra regnvandsoverløbene til Knud Sø i 1997. I Vandkvalitetsplanen for Århus Amt er det forudsat, at fosfortilførslen ikke overstiger 20 kg om året fra hver af de to kilder.

Det er videre anført i Vandkvalitetsplanen, at den samlede fosfortilførsel til søen ikke bør overskride ca. 700 kg årligt svarende til en fosforkoncentration på 50 µg P/l som et gennemsnit. I 1997 var den gennemsnitlige indløbskoncentration for fosfor præcis 50 µg P/l og målsætningen altså opfyldt med hensyn til den samlede fosfortilførsel. Som nævnt overskred det regnvandsbetingede bidrag og den spredte bebyggelse dog det forudsatte niveau.

Søtilstand

Næringsstofindholdet i det vand, som kommer til Knud Sø, er altså lavt. Derfor er tilstanden i søen god og søen tilhører gruppen af renere søer i Danmark. I 1997 var fosforkoncentrationen omkring 20 µg P/l som et gennemsnit og kvælstofkoncentrationen 2 mg N/l. Det lave næringsstofniveau begrænser mængden af alger i vandet. I 1997 svingede klorofylindholdet, som er et mål for mængden af alger i søen, mellem 1 og 15 µg/l.

Når der ikke er mange alger i søen, er vandet forholdsvis klart. I 1997 var der en sigtddybe på gennemsnitligt 3,1 meter.

Hvert år adskiller et såkaldt springlag fra omkring 1. juni til 1. november det varme overfladevand fra det koldere vand ved bunden. Derfor sker der ikke nogen tilførsel af ilt til bundvandet som erstatning for det, der bruges ved nedbrydningen af bl.a. de alger, der sedimenterer ned på bunden i løbet af sommeren. Resultatet er, at der er mere eller mindre iltfrie forhold i bundvandet fra midt i juli til springlaget brydes i november.

De iltfrie forhold ved bunden har betydning for bl.a. kvælstof- og fosforomsætningen i søen. Særligt øges fosforfrigivelsen fra sedimentet, når ilten forsvinder. Da der er iltfrit i bundvandet hvert år og da der i de sidste mange år ikke er tilført store næringsstofmængder, er mængden af fosfor i sedimentet i Knud Sø dog beskeden. Derfor er fosforfrigivelsen i dag lille og i øvrigt aftagende. I 1997 er det beregnet, at der blev frigivet ca. 300 kg. En stor del af denne fosfor blev bundet igen i sedimentet, da springlaget blev brudt og bundvandet igen tilført ilt.

Juli og august var meget varme og stille i 1997. Algerne i søen havde således gode levevilkår. Der var derfor en større algeopblomstring end normalt på denne årstid. Da det fortrinsvis var blågrønalger, som koncentrerer sig i overfladen, som var i søen, var sigtddyben lille og mindre end normalt i juli og august.

Det varme vejr medførte, at temperaturforskellen mellem overflade- og bundvand var stor. Den kraftige temperaturgradient bevirkede, at de døde alger ikke kunne synke igennem springlaget, men ophobedes lige over dette i 8 - 10 meters dybde. Her påbegyndtes en ned-

brydning af algerne og dermed et forbrug af ilt. Resultatet var, at vandet i 8 - 10 meter's dybde i specielt august var stort set iltfrit.

Da algerne altså blev omsat inden de nåede bunden, var mængden af organisk stof på bunden mindre end normalt og dermed også omsætningen her. Den ophobning af ammonium og frigivelse af fosfor, som sker hver år i Knud Sø, var derfor mindre, end det tidligere er registreret i søen.

Alger

Der var hovedsagligt kiselalger, grønalger og blågrønalger i søen i 1997. I modsætning til tidligere dominerede ingen enkeltgruppe på noget tidspunkt af året. Den større variation i algesammensætningen året igennem kan betragtes som et tegn på, at tilstanden i Knud Sø er blevet en smule bedre end tidligere.

I Knud Sø kan der ske en opblomstring af giftige blågrønalger. Ofte sker denne opblomstring omkring Sct. Hans. Under solrige og rolige vejrforhold kan disse blågrønalger danne sammenskyl langs søens bredder og udgøre en risiko særligt for dyr, der drikker af søvandet, men også for eksempelvis badegæster ved søen.

Der er igennem årene konstateret tilfælde, hvor bl.a. hunde er døde efter at have drukket vand fra Knud Sø. Forgiftninger hos personer, som har badet i søen, har begrænset sig til hudirritationer og kvalme. Generelt skal der dog advares imod at bade i Knud Sø eller i andre søer, når der er mange blågrønalger.

Århus Amt og Ry Kommune følger algernes udvikling igennem sommeren og orienterer bl.a. igennem dagspressen, hvis koncentrationen af blågrønalger er stor og der kan konstateres begyndende algesammenskyl. Ved badestederne er der opsat orienteringstavler om blågrønalgerne.

Undervandsplanter

Søens undervandsvegetation blev også undersøgt i 1997. I alt blev der fundet 10 arter af undervandsplanter i søen, hvilket nok er i underkanten af det forventede. Årsagen er sandsynligvis, at østbassinet, som er den del af søen, hvor der gror flest undervandsplanter, har temmeligt stejle skrænter fra 4 - 5 meter's dybde. Der er derfor ikke så mange forskellige biotoper i søen. Tilbage i 1960'erne husede søen ligeledes 10 arter af undervandsplanter.

Dybdegrænsen for undervandsvegetation er derimod stor og større end det kunne forventes ud fra sigtdybde og fosforkoncentration. Det er grønne trådalger, som vokser længst ude på omkring 8 meter vand. Den rod-

fæstede vegetations dybdegrænse udgøres af små eksemplarer af Hjerterbladet vandaks på ca. 7 meter's dybde.

Planternes tæthed og dækningsgrad er forskellig søen rundt. Den største dækningsgrad og de største dybder opnås i østbassinet langs søens nordside. Dækningsgraden er her op til 30 - 35 %.

Vestbassinet er lavvandet og fungerer som sedimentationsbassin for hele søen. Sedimentet har derfor et større organisk indhold og alt i alt er forholdene for undervandsplanter ikke så gode her som i østbassinet. Dækningsgraden er da også væsentlig mindre (op til 10 - 15 %) og dybdegrænsen kun omkring 4 meter.

Undervandsplanterne vokser i dag på større dybder end i 1990, hvilket er en væsentlig indikation på en forbedret tilstand i søen.

Søens størrelse og store volumen gør, at planternes betydning generelt er beskeden. Lokalt har undervandsplanterne imidlertid stor betydning og det er meget vigtigt, at Knud Sø i fremtiden bevarer den undervandsvegetation, som er i dag, og gerne udvikler den til flere arter og større dybder.

Udvikling

Knud Sø har overordnet set ikke forandret sig væsentligt i de sidste 10 - 15 år. Derimod er tilstanden blevet væsentligt bedre, end den var omkring 1970. På dette tidspunkt blev der ledt spildevand fra Ry ud i søen. Resultatet var et forhøjet næringsstofniveau og en mindre sigtdybde. Efter at spildevandet blev afskåret i starten af 1970'erne, er forholdene i søen langsomt blevet bedre og i dag ser Knud Sø nogenlunde ud, som den gjorde før spildevandstilførslen startede.

Målsætning mm.

Som nævnt opfyldte den samlede fosfortilførsel til Knud Sø målsætningen i 1997 men ikke de enkelte kilder. Fosforniveauet i søen ligger også på det niveau omkring 20 µg P/l som et gennemsnit, som er søens målsætning. Vandet i Knud sø er imidlertid ikke så klart, som man kunne ønske. I Vandkvalitetsplanen er der angivet et niveau på 3,5 til 4,0 meter - i 1997 var gennemsnittet ca. 3,0 meter.

Det vurderes, at den væsentligste årsag til det lidt uklare vand var en større opblomstring af blågrønalger end normalt på grund af den varme sommer. Blågrønalger samler sig som nævnt i overfladen og dermed dæmpes lyset i søen forholdsvis meget selv ved en lille algemængde.

Enhver reduktion i tilførslen af fosfor vil gavne søen. Derfor vil en reduktion i fosfortilførslen forbedre mulig-

hederne for mere klart vand i Knud Sø. Det skal dog understreges, at der også i fremtiden kan ske opblomstringer af bl.a. blågrønalger næsten uanset næringsstofniveau. Blot vil størrelsen og hyppigheden af disse opblomstringer blive mindre med en mindre fosforkoncentration.

En reduktion af udledningerne via regnvandsoverløb fra Ry rensningsanlæg vil videre have en gavnlig effekt på vegetations- og sedimentforhold lokalt ud for rensningsanlægget. Sedimentet er i dag temmeligt næringsrigt og undervandsvegetationen stort set fraværende her og generelt er tilstanden i denne del af søen ikke tilfredsstillende.

Knud Sø er B-målsat og er desuden badevandsmålsat. Fosfortilførslen er endnu ikke helt nedbragt til det ønskede niveau og søens målsætning er derfor ikke opfyldt. Generelt er tilstanden i søen dog i det store og hele tilfredsstillende.

Knud Sø er flittigt brugt i rekreative sammenhænge og har som sådan stor værdi. Samtidigt huser søen også et rigt fugleliv. Bl.a. holder den sorthalsede lappedykker, som er optaget på Rødlisten over truede dyr og planter i Danmark, til i søen.

Det er vigtigt, at færdselen på og omkring søen sker i respekt for fuglelivet og ikke øges i forhold til det nuværende niveau.

		sommergennemsnit
Nitrat	(mg N/l)	1,22
Total kvælstof	(mg N/l)	1,89
Total fosfor	(µg P/l)	21
Klorofyl	(µg P/l)	7
Sigtdybde	(meter)	2,9
		årgennemsnit
Indløbskonc. - fosfor	(µg P/l)	50
Indløbskonc. kvælstof	(mg N/l)	3,2
Dybdegrænse - undervandsvegetation		7 meter

Tabel 1

Udvalgte parametre fra Knud Sø i 1997.

Indledning

Knud Sø ligger i Ry kommune i Midtjylland umiddelbart nord for Ry.

Søen er delt i to bassiner - et mindre lavvandet vestligt og et stort og dybt østligt bassin (maksimal dybde 29 meter). Knud Sø tilhører derfor gruppen af store dybe søer i Danmark. Det er en af årsagerne til, at søen lagdes hver sommer, således at det iltrige overfladevand adskilles fra et mere eller mindre iltfrit bundvand i 4-5 måneder fra juni til november.

Søen har stor rekreativ værdi bl.a. som badevandssø dels i kraft af søens placering i det Midtjyske Søhøjland og tæt på Ry, dels fordi de miljømæssige forhold i søen er gode.

Søen er blevet undersøgt adskillige gange i de sidste 30 år i forbindelse med Århus Amts rutinemæssige undersøgelser af amtets søer samt i forbindelse med forskellige universiteters forskning og undervisning.

Århus Amt har foretaget undersøgelser i søen i starten af 1970'erne som et led i Gudenå-undersøgelsen, i 1979, i 1981-1983, i 1990 og altså senest i 1997.

Knud Sø ligger i en øst-vest vendt tunneldal i et i øvrigt temmeligt kuperet terræn. Det største tilløb er Knud Å, som løber til søen fra øst. Derudover er der en række mindre kilder, som leder vand til søen, særligt fra nord. Afløbet har et kanalagtigt forløb, som udmunder efter 2 - 300 meter i Birk Sø og Gudenåen.

I slutningen af 1960'erne blev der tilført spildevand fra Ry til Knud Sø. Tilstanden i søen blev som følge heraf markant forværret. Som en konsekvens af denne forværring blev spildevandet afskåret igen allerede i starten af 1970'erne og føres nu ud i Birk Sø og Gudenåen.

Selvom udledningen af spildevand kun skete i omkring

5 år, er forholdene i Knud Sø først indenfor de seneste ti år vendt tilbage til de, som var i søen før 1965.

Undersøgelsen i 1997 omfatter foruden en traditionel måling af de fysiske og kemiske forhold i søen igennem 1997 også undersøgelser af fytoplanktonet, sediment og undervandsvegetationen. Desuden er vand- og stoftilførslen til søen målt, således at stofbalancen for Knud Sø i 1997 kan beregnes.

Tabel 2

Morfometriske data for Knud Sø.

Morfometriske data		Vestbassin	Østbassin	I alt
Knud Sø				
Søareal	km ²	0,56	1,35	1,91
Volumen	mio.m ³	2,27	23,0	25,6
Største dybde	m	10,3	29,0	29,0
Gennemsnitsdybde	m	4,60	17,0	13,4
Topografisk opland	km ²			75,0



Figur 1.

Kort over Knud Sø og Ravn Sø samt vandløb imellem de to søer. Vandløbenes farve angiver forureningsgraden. Blå - uforurenet, grøn svagt forurenet, gul stærkt forurenet, rød meget stærkt forurenet.

Vand- og stofbalance

Der er kun et større tilløb til Knud Sø, nemlig Knud Å, som løber til søen i det sydøstlige hjørne. En række mindre kilder specielt på søens nordside fører dog også vand til søen.

Århus Amt har i 1997 målt vandføring og taget vandprøver til beregning af stoftransporten i Knud Å ved udløbet i Knud Sø 19 gange. Disse vand- og stoftransportberegninger er relateret til den faste vandføringsstation ved afløbet fra Ravn Sø længere oppe ad Knud Å. Herved er den samlede vand- og stoftransport i Knud Å ved udløbet i Knud Sø beregnet.

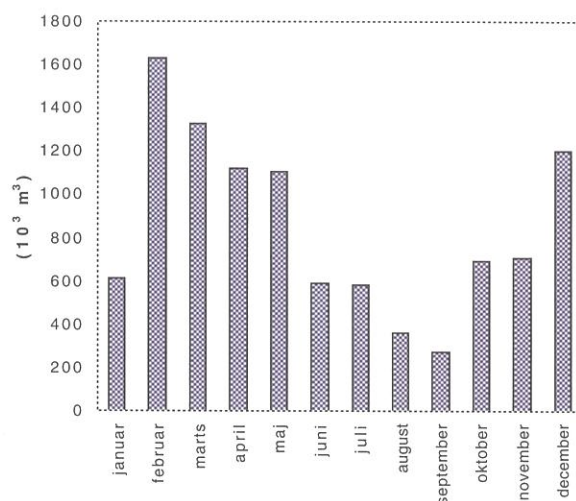
Der er ikke målt i de små kilder, som løber til søen. I stedet er vand- og stoftransporten fra det umålte opland omkring søen beregnet som en arealkorrektion til transporten i Knud Å.

Det brede og kanalagtige afløb løber ud i Birk Sø og Gudenåen. Det er ikke muligt at måle vandføringen her. Derfor er transporten af vand og stof fra Knud Sø beregnet ud fra vandtilførsel og søkoncentrationer.

Vandbalance

Der blev i 1997 tilført ca. 10 mio. m³ vand til søen. 1997 var et relativt tørt år og de 10 mio. m³ er den laveste registrerede vandtilførsel til Knud Sø. Bedømt ud fra vandføringsmålinger længere oppe ad Knud Å har der dog været år med endnu mindre vandføring i åen.

Uanset variation fra år til år er vandtilførslen til søen lille i forhold til søens volumen og vandudskiftningen der-



Figur 2

Den månedlige vandtilførsel til Knud Sø i 1997.

for langsom. Den beregnede opholdstid i Knud Sø i 1997 var 2,5 år.

Fordelingen over året var forholdsvis normal med større tilførsler i vinterhalvåret og en meget lille tilførsel i sensommeren. Dog var januar måned væsentligt mere tør end normalt (figur 2).

	oplandsareal (km ²)	vand (mio. m ³)	fosfor (kg)	kvælstof (ton)
Knud Å	69,3	9,42	400	26,5
Umålt opland	5,6	0,76	32	2,1
Regnvandsoverløb		0,03	33	0,1
Atm. deposition			38	3,8
Samlet tilførsel	74,9	10,21	503	32,6
Afløb	74,9	10,21	209	20,7
Magasinændring			-154	-17,9
Tilbageholdelse (ekskl. mag. ændring)			294	11,8
- %			58%	36%
Tilbageholdelse (inkl. mag. ændring)			448	29,8
- %			89%	91%

Tabel 3

Vand- og stofbalance for Knud Sø i 1997.

Stofbalance

På trods af søens store opland er stoftilførslen til Knud Sø beskeden. Årsagen er, at Ravn sø ligger opstrøms i Knud Å og tæt på Knud Sø. Her sker en stor fosfortilbageholdelse og kvælstoffjernelse og altså en væsentlig reduktion i stofmængden i Knud Å. Imellem Ravn Sø og Knud Sø er omkring 20 km², som dels består af skov, dels af dyrkede arealer.

Kvælstof

Den vandføringsvægtede kvælstofkoncentration i vandet, der løb til Knud Sø var i 1997 3,2 mg N/l og i alt blev der tilført ca. 32 ton til søen (tabel 3). Kvælstofbelastningen er således beskeden og derfor er kvælstofkoncentrationen i søen lille sammenlignet med andre danske søer.

Kvælstofkoncentration og -transport i Knud Å var mindre end i de foregående måleår. Da kvælstoftransporten i vid udstrækning afhænger af nedbør og vandføring og 1997 var et relativt tørt år vurderes det, at den mindre transport primært skyldes mindre nedbør fremfor ændringer i eksempelvis dyrkningspraksis i oplandet.

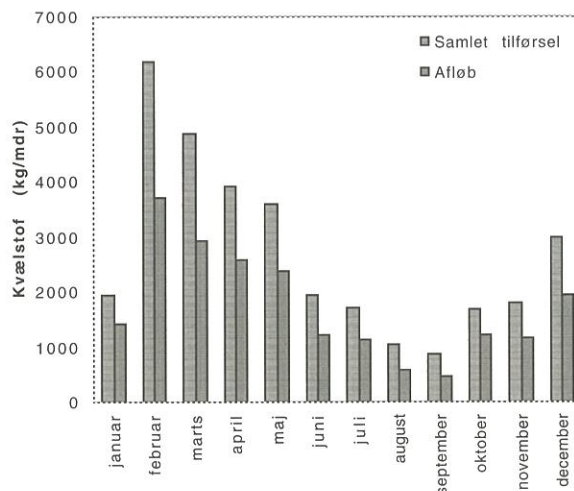
Kvælstoffjernelsen stiger normalt med stigende opholdstid i søen og i søer med lang opholdstid som Knud Sø er der typisk en væsentlig større kvælstoffjernelse. Den kvælstofmængde, som blev transporteret ud af Knud Sø i 1997, var kun 36 % mindre end den tilførte mængde. Til sammenligning var der en kvælstoffjernelse i den opstrøms liggende og tilsvarende store Ravn Sø på omkring 60 % i 1997 (eksklusiv magasinering).

Søens store volumen medfører at stofmængden i søen er stor. Omsætningen i søen herunder kvælstoffjernelsen overstiger derfor den, som kan beregnes ud fra til- og fraførsler. Korrigeres kvælstofbalancen for Knud Sø i 1997 med magasin-ændringen er der således fjernet 91 % af den tilførte kvælstofmængde.

I absolutte tal er der fjernet 42 mg N/m²/d i søen, hvilket er ca 2/3 af den kvælstoffjernelse, som er registreret som et gennemsnit for de danske overvågningssøer fra 1989 til 1996 (Jensen, J.P. et al., 1997).

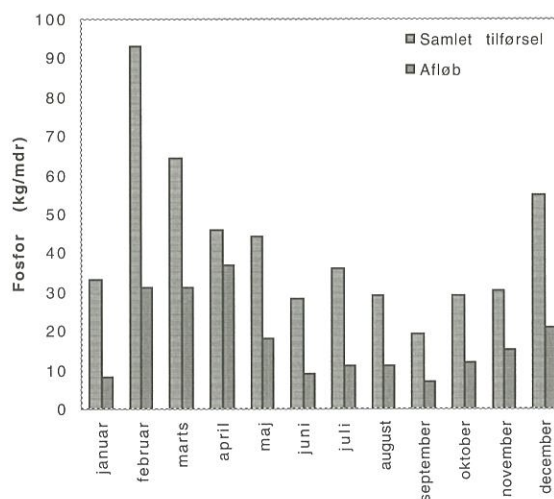
Det vurderes, at den forholdsvis lille kvælstoffjernelse på trods af vandets lange opholdstid skyldes søens lave kvælstofniveau og en ringe kontakt mellem vand og sediment på grund af søens store volumen.

På figur 3 er til- og fraførslen af kvælstof for søen præsenteret. Der er i hver måned en netto kvælstoffjernelse. Senere vil kvælstofdynamikken i søen blive beskrevet herunder udvekslingen mellem sediment og vand.



Figur 3

Den månedlige kvælstoftilførsel, -fraførsel og fjernelse (ekskl. magasinering) i Knud Sø i 1997.



Figur 4

Den månedlige fosfortilførsel, -fraførsel og fjernelse (ekskl. magasinering) i Knud Sø i 1997.

Den atmosfæriske deposition af kvælstof på søens overflade er beregnet til 20 kg kvælstof pr. ha i 1997.

Fosfor

Fosfortilførslen til Knud Sø var ca. 500 kg (tabel 3), hvilket svarer til en vandføringsvægtet indløbskoncentration på 50 µg P/l. De 500 kg er mindre, end der er registreret i de foregående måleår og også indløbskoncentrationen er mindre end tidligere. I forhold til koncentrationsniveauet i 1990 er der dog kun tale om en mindre reduktion og årsagen er sandsynligvis også for

fosfors vedkommende det tørre år.

Det er beregnet, at der løb ca. 200 kg fosfor videre til Birk Sø. Dermed blev der i 1997 tilbageholdt ca. 300 kg fosfor i søen eller omkring 60 % af den tilførte mængde. Også for fosfors vedkommende var koncentrationen mindre i december end i januar '97 og tilbageholdelsen i sedimentet altså større end de 300 kg (tabel 3).

Fosfortilbageholdelsen varierer i væsentlig grad med vandets opholdstid. Opholdstiden er lang i Knud Sø og derfor er tilbageholdelsen af fosfor også betragtelig. Sammenlignet med de tidligere måleår var tilbageholdelsen også større i det tørre 1997 end i år med større vandtilførsel.

Den store fosfortilbageholdelse i 1997 dækker dog over nogen variation fra måned til måned (figur 4), men generelt har der været en større tilførsel end fraførsel i hver eneste måned i 1997. Fosforudveksling mellem sediment og vand mm. vil blive behandlet senere.

Den atmosfæriske deposition af fosfor på søens overflade er beregnet til 0,2 kg fosfor pr. ha i 1997.

Kildeopsplitning

Kilderne til fosfor- og kvælstoftilførslen til Knud Sø i 1997 er præsenteret i tabel 4.

Den største del af oplandet til Knud Sø ligger ovenfor Ravn Sø. Her sker en stor stoftilbageholdelse og den angivne mængde anført i tabel 4 er den kvælstof- og fosformængde, der kom fra Ravn Sø i 1997.

Til Ravn Sø udgør de dyrkningsbetingede udvaskninger det største bidrag til kvælstoftilførslen og den spredte bebyggelse det største regulerbare bidrag til fosfortransporten.

Nedenfor Ravn Sø bliver der kun tilført beskedne kvælstofmængder til Knud å og der er ingen væsentlige kilder

	Kvælstof ton	Fosfor kg
Tilførsel fra Ravn Sø	24,4	274
Naturbidrag	2,0	40
Regnvandsbetingede udledn.	0,1	33
Spredt bebyggelse	0,1	28
Atmosfærisk deposition	3,8	38
Dyrkningsbetingede tilførsler	2,2	93
I alt	32,6	506

Tabel 4

Kvælstof- og fosfortilførslen til Knud Sø i 1997 fordelt på kilder.

- heller ikke det dyrkningsbetingede bidrag er særligt stort.

For fosfors vedkommende kommer der et betydende bidrag, som kan reguleres, fra regnvandsoverløb, den spredte bebyggelse og de dyrkede jorde.

I tabel 5 er spildevandsforholdene for de spredt liggende ejendomme i oplandet til Knud Å nedenfor Ravn Sø præsenteret (pers., Ry Kommune). I alt er der 119 ejendomme, hvoraf 10 - 15 anvendes som sommerhuse. Fosforbelastningen fra denne kilde sker primært fra 14 ejendomme med mekanisk udledning og 21 med sandfilter eller rodzoneanlæg.

Ved anvendelse af Miljøstyrelsens udmeldte normtal for rensningsgraden i de enkelte rensningsanlægstyper kan det beregnes, at fosforudledningen fra spildevand fra de spredt liggende ejendomme var ca. 60 kg i 1997. Det antages for de videre beregninger, at 50 % af denne mængde nåede Knud Sø. Den samlede spildevandsmængde fra den spredte bebyggelse til Knud Å nedenfor Ravn Sø og dermed til Knud Sø var altså ca. 30 kg i 1997.

I Vandkvalitetsplanen for Århus Amt (1997) er det forudsat, at fosfortilførslen til Knud Sø fra regnvandsover-

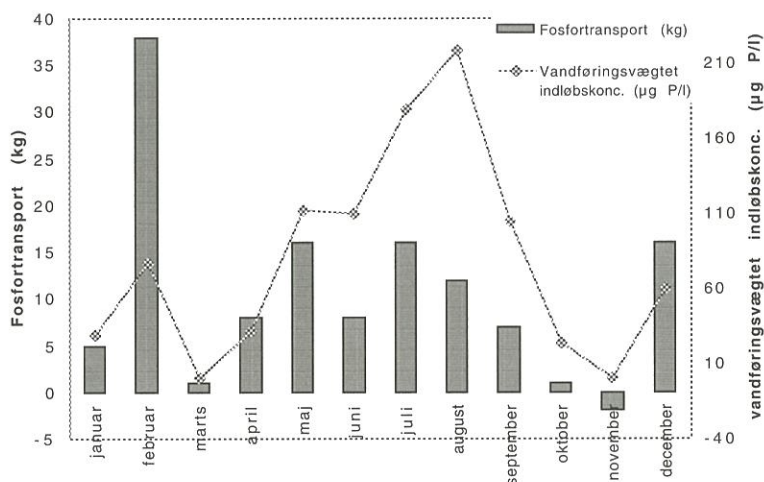
Tabel 5

Spredt bebyggelse i oplandet til Knud Sø fordelt på rensningstype.

	Antal ejendomme
Knud Å	
Nedsivning	52
Mekanisk udledn. (septiktank)	12
Samletank	9
Sandfilter	10
Rodzoneanlæg	3
Marskendal Bæk	
Nedsivning	23
Mekanisk udledn. (septiktank)	2
Sandfilter	8
I alt	119

Figur 5

Fosfortilførslen til Knud Å imellem Ravn Sø og Knud Sø i 1997 beregnet i absolutte mængder og som en vandføringsvægtet tilløbskoncentration



løb og spredt bebyggelse ikke overstiger 20 kg om året fra hver kilde.

Fra Ravn Sø til Knud Sø

Da der i 1997 både er målt i Knud Å i afløbet fra Ravn Sø og i Knud Å i tilløbet til Knud Sø, er det muligt at bestemme den vand- og stoftilførsel, som sker imellem de to søer.

På figur 5 er forskellen i fosformængde og koncentration de to stationer imellem præsenteret. Forskellen repræsenterer altså den fosformængde og den fosforkoncentration, som var i det vand, der løb til Knud Å mellem Ravn Sø og Knud Sø.

Ikke overraskende var der en stor tilførsel i de våde måneder februar og december. Fordi der også kom meget vand var fosforkoncentrationen i det tilførte vand beskeden. I sommermånederne var mængden af fosfor ikke så stor som i de to våde måneder, men derimod var koncentrationen temmelig høj. Typisk vil store næringsstofkoncentrationer i et vandløb om sommeren indikere en tilførsel af spildevand, fordi vandføringen og fortyndingen er lille.

Noget af belastningen og særligt i sensommeren skyldes sandsynligvis en aflastning fra den lille Ilsø syd for Jaungyde, som har afløb til Knud Å.

Vandkvalitetsplan

I følge Vandkvalitetsplanen for Århus Amt (1997) skal det tilstræbes, at den vandføringsvægtede indløbskoncentration af fosfor som et årgennemsnit ikke er større end 50 µg P/l. I 1997 var koncentrationen netop 50 µg P/l og målet således opfyldt. Imidlertid var koncentrationen af fosfor i afløbet fra Ravn Sø bare 33 µg P/l. Fos-

forkoncentrationen stiger altså ca. 50 % i Knud Å under vandets transport fra Ravn Sø til Knud Sø.

Det er videre forudsat i Vandkvalitetsplanen, at spildevandet fra den spredte bebyggelse skal renses gennem etablering af nedsivning i så stor udstrækning som muligt. Som det kan ses i tabel 5, er der etableret nedsivning ved en stor del af de spredt liggende ejendomme. Endnu er der dog en del ejendomme, som kan forbedre spildevandsrensningen.

Vedrørende regnvandsoverløb fra Ry og Ry rensningsanlæg er der ingen tvivl om, at en reduktion af udledningen vil forbedre forudsætningerne for en bedre tilstand i Knud Sø generelt og specielt lokalt i det område af søen, som grænser op til Ry rensningsanlæg. Dette område er i dag præget af en stor sedimentation af organisk materiale og stor gasproduktion i sedimentet også på lavt vand.

I Vandkvalitetsplanen er det nævnt at en indløbskoncentration på højst 50 µg P/l vil medføre en søkoncentration på ca. 20 µg P/l. Dette holdt også stik i 1997, hvor den gennemsnitlige fosforkoncentration i sommerhalvåret var 21 µg P/l. Imidlertid har sigtddyben i søen i 1997 ikke været tilsvarende stor. Ved en fosforkoncentration på gennemsnitligt 20 µg P/l burde sigtddyben i gennemsnit være 3,5 - 4,0 meter. I 1997 var den kun knapt 3 meter. Årsagen er sandsynligvis den meget varme sommer og de deraf ekstra gode forhold for algerne i søen. Også i andre søer heriblandt Ravn Sø er det observeret, at sigtddyben i 1997 var mindre end normalt på grund af det fine vejr.

Vandkemi i overfladevandet

Der er taget vandprøver som en blandingsprøve af overfladevandet 19 gange i løbet af 1997. Prøverne er taget i østbassinet på søens dybeste punkt (29 meter). Endvidere er ilt- og temperaturforholdene ned igennem vandsøjlen målt og der er taget en blandingsprøve af bundvandet i den periode, hvor søen var lagdelt.

I det følgende vil udviklingen i vandkemien i overfladevandet i Knud Sø i 1997 blive beskrevet og sammenlignet med de undersøgelser, som tidligere er lavet i søen. Profilmålinger og bundprøver bliver beskrevet senere.

Sigtdybde

Sigtdybden varierede fra 5 meter i juni til knapt 2 meter i august (figur 6 øverst). Gennemsnittet for hele året var 3,1 meter og for sommerhalvåret 2,9 meter.

Knud Sø var mest klar i det sene efterår og i vintermånederne, hvor sigtdybden var omkring 3,5 - 4,0 meter, samt under maj måneds klarvandsperiode med en sigtdybde på næsten 5 meter. I april og maj var der blot en sigtdybde på 2,0 - 2,5 meter og de laveste sigtdybder var i august (sigtdybde på ca. 2 meter).

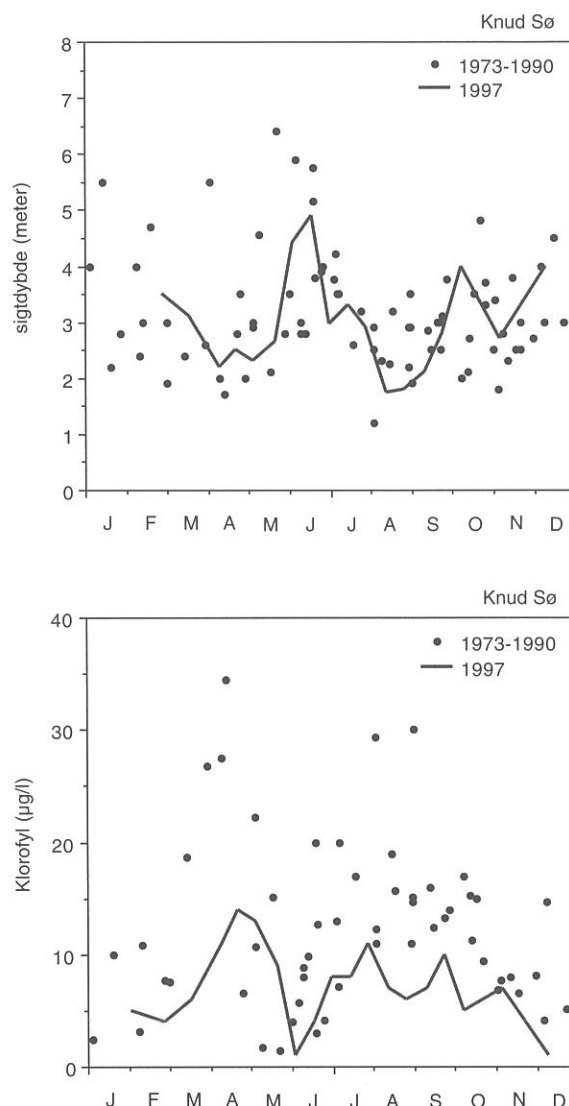
Der er således forholdsvis store variationer i vandets klarhed. Det er først og fremmest algemængden, som regulerer sigtdybden. Derfor var søen mest uklar under forårets kiselalgemaksimum og i sensommeren, hvor der også var en større algeopblomstring.

Kiselalgeopblomstringen er normal for danske søer og for Knud Sø. Derimod er det ikke normalt i Knud Sø, at vandet er meget uklart i august. I 1997 var det meget varmt og stille i denne periode og derfor var forholdene optimale for algevækst. Resultatet var en større algeopblomstring end sædvanligt. På figur 6 kan det også ses, at sigtdybden i august var blandt de laveste registrerede i søen.

På grund af de mange alger i sensommeren var den gennemsnitlige sommersigtdybde forholdsvis lille og væsentligt under det mål på 3,5 - 4,0 meter, som er angivet, som målsætningen for søen.

Klorofyl

Klorofylkoncentrationen er et indirekte mål for indholdet af alger i søvandet. Som nævnt er det primært algemængden, som er regulerende for vandets klarhed og derfor er der en tæt sammenhæng mellem klorofylkon-



Figur 6

Variationen i sigtdybde (øverst) og klorofylkoncentration (nederst) i Knud Sø i 1997 sammenlignet med tidligere målinger fra søen.

centration og sigtdybde. Klorofylindholdet var mellem 1 og 15 $\mu\text{g/l}$ (figur 6 nederst). Lavest i vinterhalvåret og under forårets klarvandsperiode, hvor sigtdybden var størst og de største koncentrationer i april og maj under kiselalgemaksimummet. Derimod er der faktisk kun målt klorofylkoncentrationer omkring 10 $\mu\text{g/l}$ i august i den periode, hvor vandet i Knud Sø var mest uklart i 1997.

Fosfor

Fosforkoncentrationen i overfladevandet i Knud Sø er generelt lav. Års- og sommergennemsnit var i 1997 begge 21 $\mu\text{g P/l}$.

Variationen over året er beskeden (figur 7 øverst). Kun i april var der et lidt forhøjet fosforniveau på omkring 50 $\mu\text{g P/l}$ forårsaget af forårsafstrømningen. I august ses også en svagt stigende fosforkoncentration. Forklaringen er sandsynligvis en opvækst af algetyper, som er i stand til at vandre op og ned i vandsøjlen og derfor kan hente fosfor fra mere fosforrige lag under springlaget. Endvidere kan det ses, at der ikke sker nogen stigning i overfladevandets fosforindhold i forbindelse med springlagets opbrydning i efteråret. En indikation på at fosforfrigivelsen fra bunden er relativ lille.

Sammenlignet med de tidligere måleår fremstår det tydeligt, at fosforniveauet er blevet mindre. Her skal det dog understreges, at de større fosforkoncentrationer primært blev målt i 1970'erne og -'80'erne og at fosforniveauet ikke har ændret sig siden sidste undersøgelse i 1990.

Orthofosfat

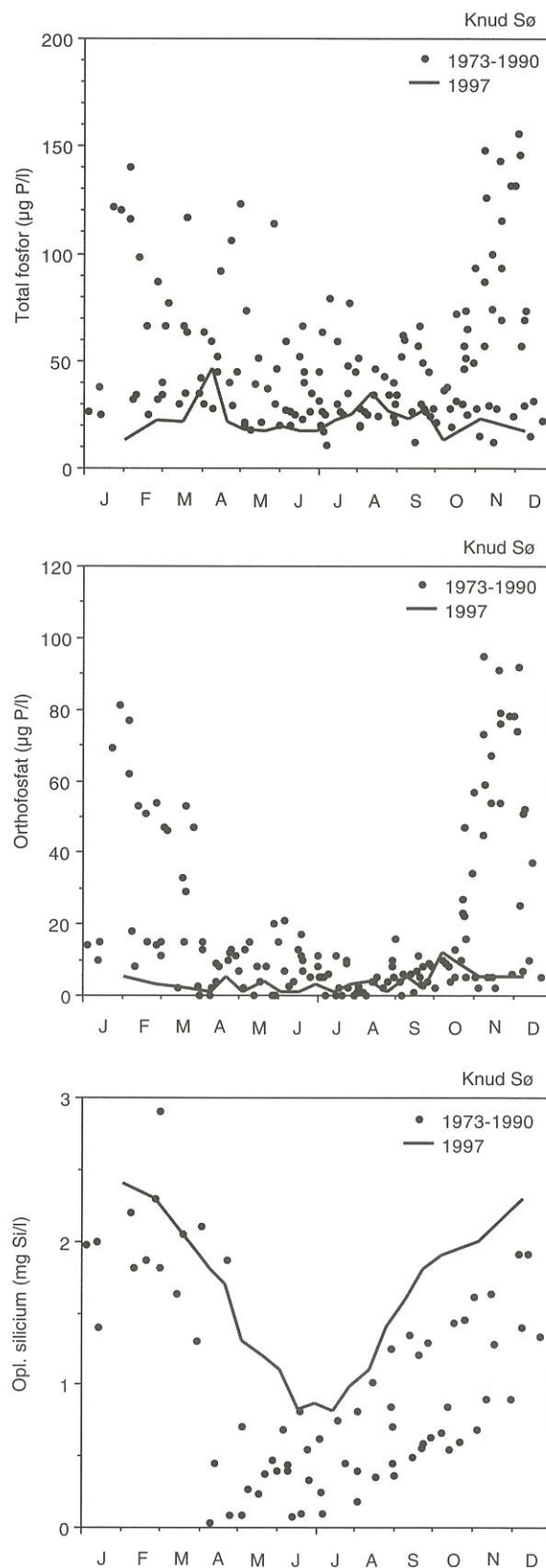
Også orthofosfatindholdet i Knud Sø er temmeligt lavt. År- og sommergennemsnittet i 1997 var 2 - 4 $\mu\text{g P/l}$. I vinterhalvåret er der en smule mere opløst fosfor i søen og væksten i søen er ikke begrænset af fosformængden. Derimod var indholdet af opløst fosfor meget lavt i visse perioder i forårs- og sommermånederne i forbindelse med de algemaksima, som var i søen omkring 1. maj og i juli og august (figur 7 - i midten). I disse perioder er det sandsynligt, at fosfor i kortere tidsrum har været begrænsende for algenes vækst.

Koncentrationen af orthofosfat er også blevet væsentligt mindre, end den var i '70'erne og '80'erne. Her var der forholdsvis høje koncentrationer i vinterhalvåret, hvor tilførslerne var størst og forbruget mindst. I sommerhalvåret var der en væsentlig større algebiomasse og dermed også en større optagelse af opløst fosfor. Niveaulet var dog også om sommeren større, end det er i dag.

Opløst silicium

Som det fremgår af figur 7 (nederst), er indholdet af opløst silicium i forårs månederne nogenlunde det samme som i de foregående måleår. I vinterhalvåret sker der en større tilførsel af silicium til Knud Sø.

Kiselalgerne, som fortrinsvis er i søen i første halvdel af året, optager en del af denne opløste silicium. Når kiselalgerne dør og sedimenterer, forsvinder der dermed noget silicium fra søvandet og koncentrationen falder. Da mængden af kiselalger er lille i efteråret, vil der ikke



Figur 7

Variationen i koncentrationen af total fosfor (øverst), orthofosfat (i midten) og opløst silicium (nederst) i Knud Sø i 1997 sammenlignet med tidligere målinger fra søen.

ske nogen væsentlig sedimentation på dette tidspunkt af året. I stedet sker der en omsætning i løbet af sommeren af de kiselalger, som sedimenterede i forårsperioden og en del af den sedimenterede silicium frigives igen til vandet, samtidigt med at tilførslerne stiger hen igennem efteråret med stigende koncentration til følge.

Koncentrationen af opløst silicium var større i Knud Sø i 1997 end i de tidligere måleår. Forklaringen er sandsynligvis ikke en større tilførsel, men derimod en mindre optagelse i forårs- og sommermånederne på grund af en mindre kiselalgemængde og dermed en mindre sedimentation.

Total kvælstof

Også indholdet af kvælstof var i 1997 mindre end tidligere (figur 8 øverst). Årsagen er de sidste 2 - 3 tørre år med små kvælstoftilførsler. For 1997 var årsgennemsnittet 2 mg N/l.

Der sker kun en mindre reduktion i kvælstofniveauet henover året, sandsynligvis fordi algebiomassen og dermed sedimentationen er lille og fordi denitrifikation på grund af det lave kvælstofniveau er forholdsvis beskedne.

Kvælstofomsætning, denitrifikation mv. vil blive nøjere gennemgået i et senere afsnit.

Nitrat

Som for total kvælstof er nitratkoncentrationen naturligvis også lav i Knud Sø.

Års- og sommergennemsnittet var henholdsvis 1,3 og 1,2 mg N/l.

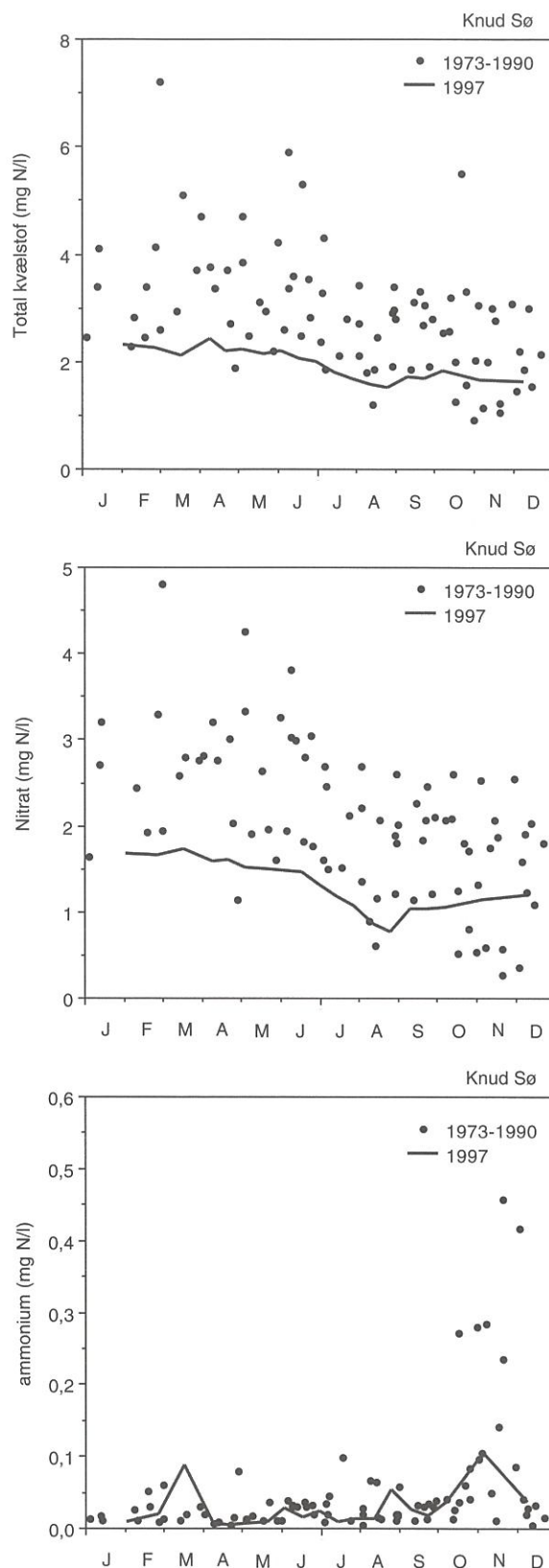
Nitratindholdet faldt i løbet af året fra ca. 1,6 mg N/l i vintermånederne til mindre end 1 mg N/l i august (figur 8 - i midten). Det er dog ikke sandsynligt, at kvælstofkoncentrationen på noget tidspunkt har været så lav at vækst og produktion i søen har været kvælstofbegrænset.

I forhold til de tidligere måleår var nitratindholdet i 1997 væsentligt mindre og skyldes som nævnt små eksterne tilførsler på grund af den ringe nedbør.

Ammonium

Der er meget beskedne ammoniummængder i overfladevandet i Knud Sø (figur 8 nederst).

I hypolimnion sker der en vis ammoniumproduktion og i lagdelingsperioder også en ammoniumophobning. I forbindelse med isens opbrud i februar/marts skete der en omrøring af vandmasserne i søen og en transport af ammonium til overfladen. Herved steg ammoniumkoncentrationen til ca. 0,1 mg N/l. Det samme fænomen gentog sig i november efter opbruddet af sommerens



Figur 8

Variationen i koncentrationen af total kvælstof (øverst), nitrat (i midten) og ammonium (nederst) i Knud Sø i 1997 sammenlignet med tidligere målinger fra søen.

springlag. Også her blev der efterfølgende målt forhøjede ammoniumkoncentrationer i overfladevandet. I den øvrige del af året var niveauet lavt og ikke over 0,05 mg N/l.

De meget høje ammoniumkoncentrationer, som tidligere er målt, skyldtes en ophobning af NH_4 i bundvandet og en efterfølgende transport til overfladen ved lagdelingens ophør.

Suspenderet tørstof

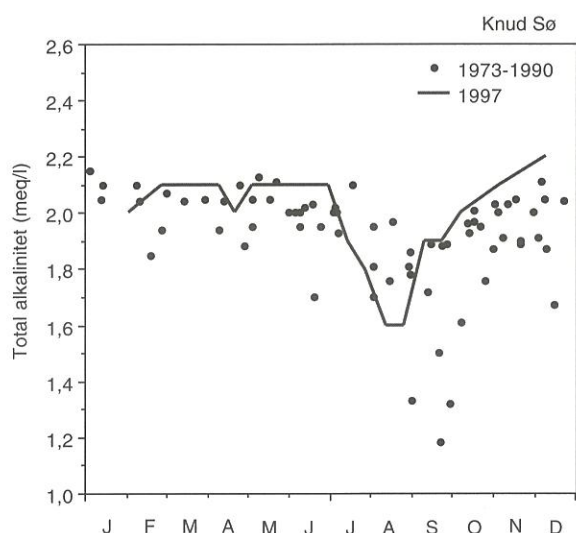
Der er kun målt suspenderet tørstof og - glødetab i 1990 og 1997. I disse to måleår er der ikke nogen væsentlig forskel. Års- og sommergennemsnittet for 1997 var 2,4 og 2,9 mg/l med to maksima. Det første ved forårets kiselalgeopblomstring og det sidste i august, hvor algerne primært bestod af furealger og blågrønalger (figur 10).

Suspenderet glødetab

Langt den største del af det suspenderede stof udgøres i Knud Sø af organisk materiale (alger), som kan måles som et glødetab. Såvel niveau som udvikling over året er for det suspenderede glødetab derfor parallelt med det suspenderede tørstof.

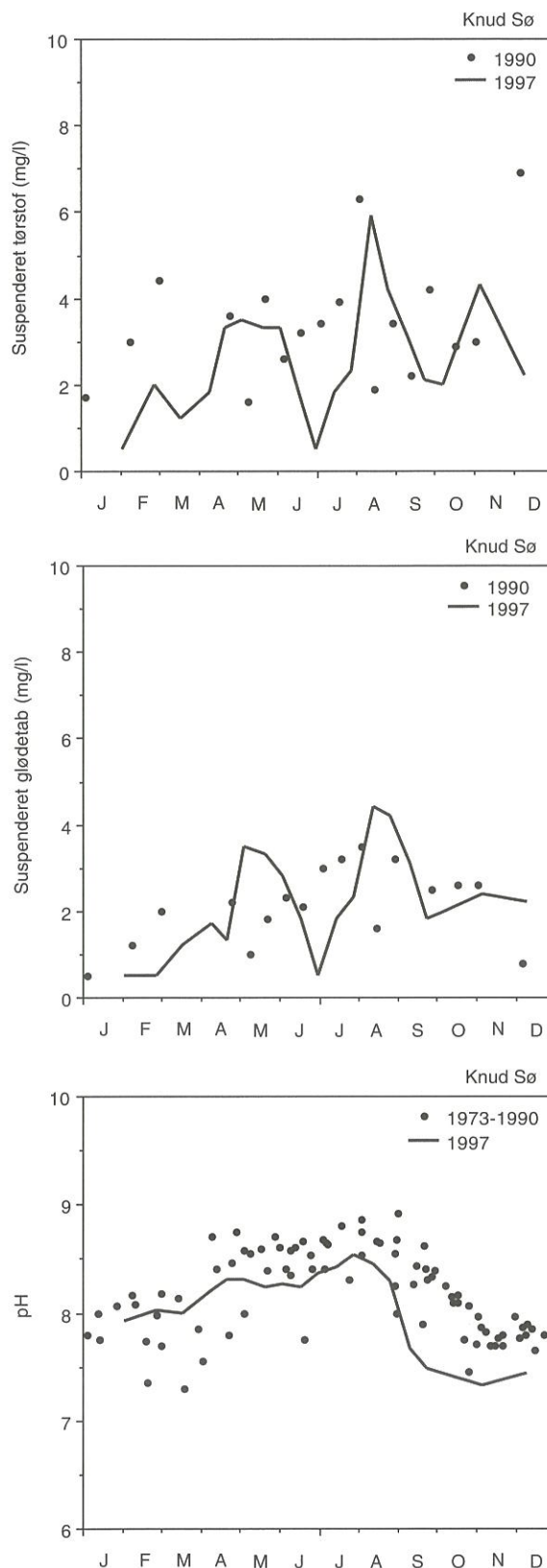
pH og total alkalinitet

Knud Sø er en mesotrof alkalisk sø. pH er derfor forholdsvis høj hele året (figur 10 nederst). Produktionen og med den pH er jævnt stigende igennem årets første halvdel.



Figur 9

Variationen i total alkaliniteten i Knud Sø i 1997 sammenlignet med tidligere målinger fra søen.



Figur 10

Variationen i koncentrationen af suspenderet tørstof (øverst), suspenderet glødetab (i midten) og pH (nederst) i Knud Sø i 1997 sammenlignet med tidligere målinger fra søen.

I løbet af juli, august og september falder den samlede mængde af opløste stoffer i søen, fordi der ikke sker nogen ekstern tilførsel i sommermånederne og fordi algerne, som var i søvandet i foråret og først på sommeren er sedimenteret ud af epilimnion og med dem en vis mængde næringssalte. Resultatet er et forholdsvist stort fald i alkaliniteten (figur 9). Reduktionen i mængden af næringssalte afspejler sig i en mindre produktion i søen som videre resulterer i det fald i pH, som kan ses på figur 10 (nederst).

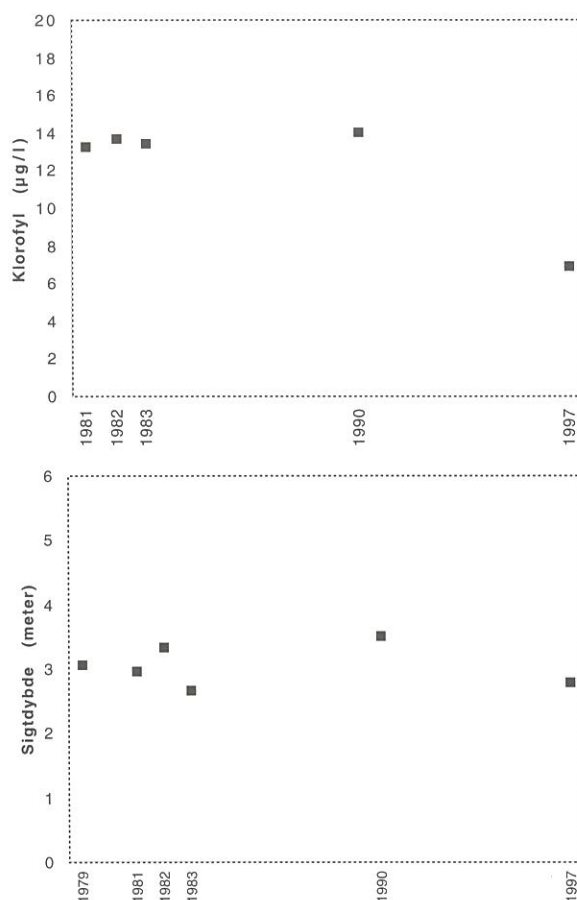
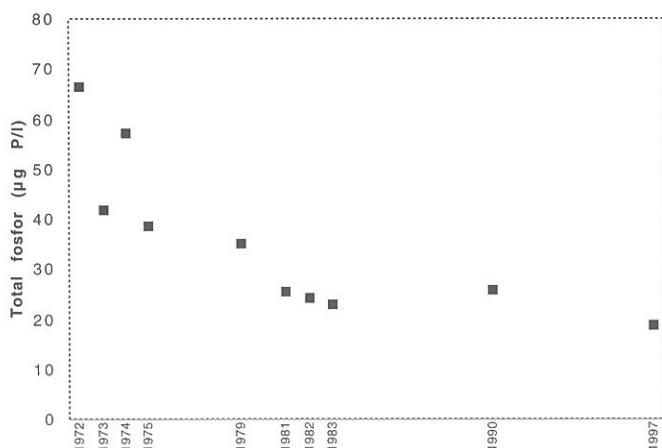
Udviklingen i de vandkemiske forhold

Variationen i forholdene i overfladen i Knud Sø i 1997 er allerede beskrevet og sammenlignet med de foregående måleår. På figur 11 er median samt 25- og 75 % fraktiler for sommerprøverne for sigtddybde og klorofyl i de enkelte måleår præsenteret. Medianen påvirkes i mindre grad af enkelte store udsving i datamaterialet og er derfor valgt fremfor gennemsnittet.

Der er sket et markant og signifikant ($p < 0,05$) fald i indholdet af klorofyl i sommerhalvåret i søen i 1997 sammenlignet med de foregående måleår. Klorofylniveauet var således i 1997 kun 5 - 10 $\mu\text{g/l}$ imod et niveau på 10 - 15 $\mu\text{g/l}$ eller mere i de foregående måleår.

Dette fald er dog ikke afspejlet i sigtddybden, som er stort set uændret i de sidste tyve år.

Umiddelbart skulle det forventes, at en reduktion i algemængden målt som klorofyl ville resultere i en stigning i sigtddybden, fordi de partikulære stoffer i søen hovedsageligt består af levende og døde alger og i mindre grad af andet suspenderet stof. Forklaringen på, at sigtddybden ikke er blevet større, er sandsynligvis, at der er sket en ændring af algesammensætningen fra 1990 til 1997.



Figur 11

Median samt 25 og 75 % fraktiler for sommermålingerne af klorofyl (øverst) og sigtddybde (nederst) i Knud Sø i måleårene fra 1979 til 1997.

Algerne i søen i sommeren 1997 var i højere grad end i 1990 af en type, som koncentreredes i overfladen og dermed forhindrede lyset i at trænge ned i søen fremfor tidligere, hvor algerne i højere grad var fordelt i hele epilimnion.

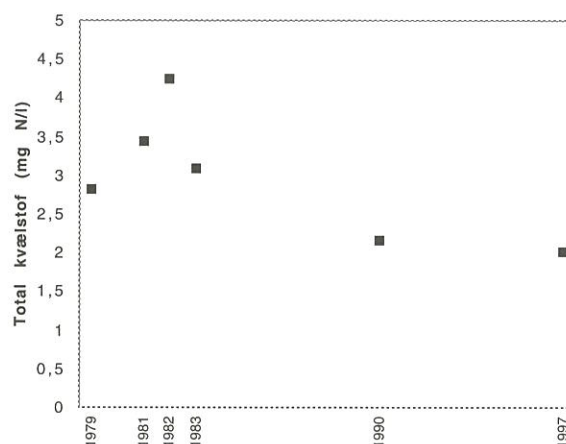
Der eksisterer data for fosforindholdet i søen 7 år længere tilbage (1972) end bl.a. klorofyl og sigtddybde (figur 12). På dette tidspunkt var søen fortsat påvirket af den korte periode sidst i 1960'erne, hvor spildevandet fra Ry blev ledt ud i søen. Da spildevandspåvirkningen kun skete i en kortere periode blev fosforkoncentrationen hurtigt reduceret igen i løbet af 1970'erne. Siden da

Figur 12

Median samt 25 og 75 % fraktiler for sommermålingerne af total fosfor i Knud Sø i måleårene fra 1979 til 1997.

er der ikke sket nogen væsentlig udvikling i indholdet af fosfor og niveauet er nu som for 15 år siden 20 - 25 µg P/l om sommeren.

Kvælstofniveauet var i 1990 og 1997 væsentligt mindre end først i 1980'erne (figur 13). Forklaringen er som tidligere nævnt små eksterne tilførsler på grund af mindre nedbør i oplandet end i årene 1981 til 1983.



Figur 13

Median samt 25 og 75 % fraktiler for sommermålingerne af total kvælstof i Knud Sø i måleårene fra 1979 til 1997.

Sommergennemsnit		1971	1972	1973	1974	1975	1979	1981	1982	1983	1990	1997
Sigtdybde	meter						3,2	3,1	3,3	2,9	3,7	2,9
Klorofyl	µg/l									14	12	7
Orthofosfat	µg P/l		6	3	10	4	10		6	6	8	3
Total fosfor	µg P/l		69	44	57	47	35	25	25	23	27	21
Nitrat	mg N/l						1,93	2,86	2,62	2,47	1,54	1,22
Ammonium	mg N/l						0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
Total kvælstof	mg N/l						2,84	3,37	4,10	3,03	2,24	1,89
Opl. Silicium	mg Si/l						0,72	0,37	0,45	0,30	0,83	2,61
Part. COD	mg/l						1,83	4,99	2,60	3,00	3,09	2,67

Årsgennemsnit		1971	1972	1973	1974	1975	1979	1981	1982	1983	1990	1997
Sigtdybde	meter				2,3	3,7	3,9	2,7	3,3	2,6	3,7	3,1
Klorofyl	µg/l									14	9	6
Orthofosfat	µg P/l	12	31	32	31	17	11	6	8	5	11	4
Total fosfor	µg P/l	50	81	80	72	55	29	26	29	28	32	21
Nitrat	mg N/l				0,83	1,28	2,22	2,94	2,80	2,37	1,48	1,34
Ammonium	mg N/l				0,19	0,06	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
Total kvælstof	mg N/l				1,58	1,87	3,27	3,54	4,23	2,93	2,30	1,96
Opl. Silicium	mg Si/l						1,35	0,86	1,04	0,88	1,25	3,04
Part. COD	mg/l						1,52	2,89	2,44	2,62	2,25	2,38

Tabel

Sommergennemsnit (øverst) og årsgennemsnit (nederst) af kemiske parametre fra overfladevandet i Knud Sø i måleårene fra 1971 til 1997.

Hypolimnion

Knud Sø er en stor og dyb sø og der dannes derfor hvert år et stabilt springlag i søen, som adskiller et varmt vandlag i de øverste 10 - 12 meter fra det noget koldere vand fra omkring 15 meter's dybde. Lagdelingen begynder normalt i løbet af maj/juni måned og brydes først op sidst på efteråret i oktober-november (figur 14).

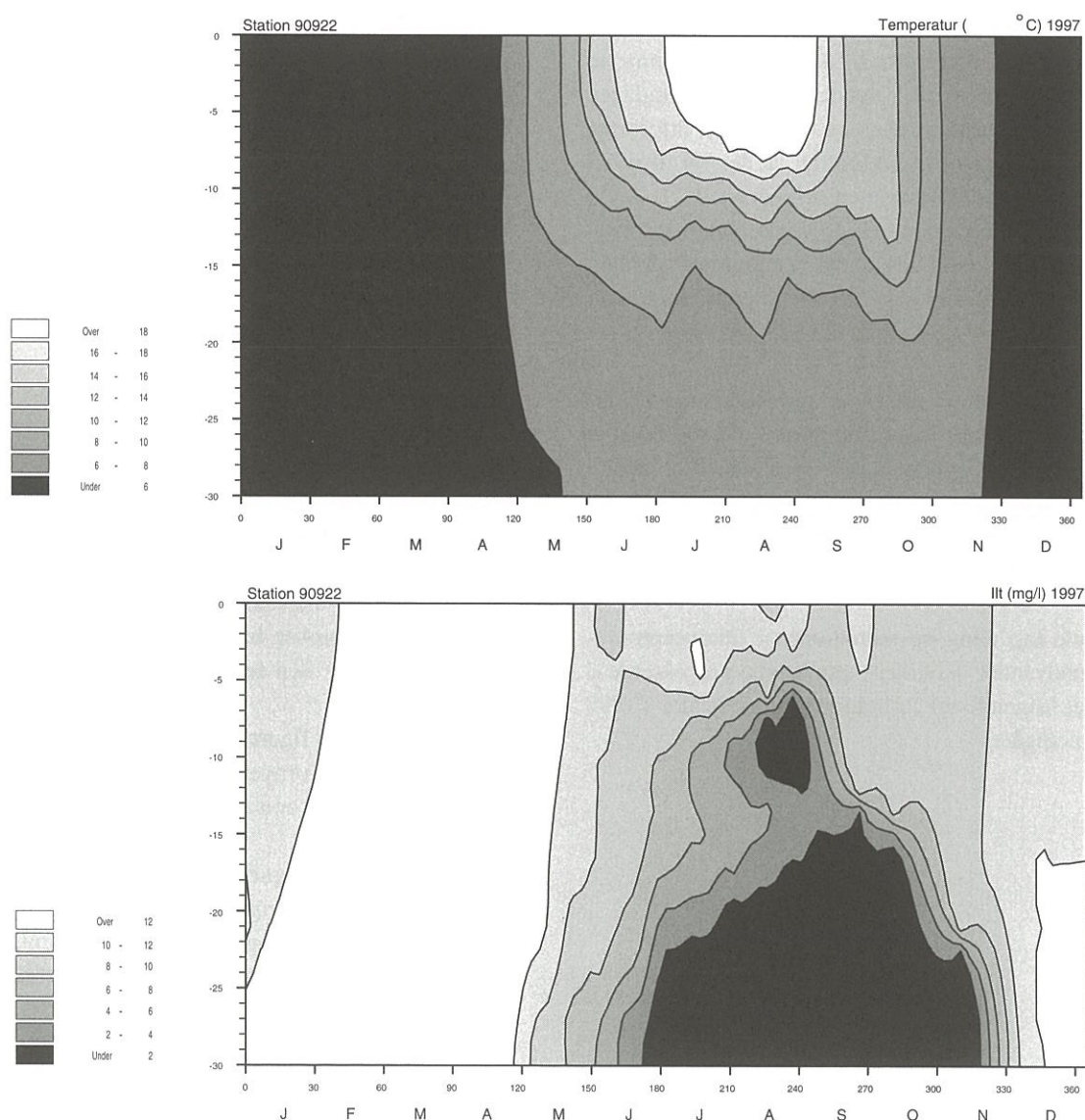
På grund af denne lagdeling sker der ikke nogen opblanding af overflade- og bundvand i hele sommerhalvåret. Derfor vil iltindholdet i bundvandet, i takt med at omsætningen ved bunden foregår, blive meget lavt.

Århus Amt har ved undersøgelsen i 1997 ligesom i de

tidligere undersøgelsesår målt ilt og temperatur ned igennem vandsøjlen ved hver prøvetagning, ligesom der er taget en blandingsprøve af vand fra 20, 25 og 29 meters dybde til vandkemibestemmelse.

I det følgende vil forholdene i bundvandet i 1997 blive beskrevet og sammenlignet med tidligere undersøgelser.

Der blev dannet et springlag i Knud sø i juni måned i 8 - 10 meters dybde. Dette springlag blev gradvist udbygget hen over sommeren og samtidigt trængt længere ned i søen. I juli og august lå springlaget i 10 - 12 meter og i



Figur 14

Temperatur- og iltisopletter for Knud Sø i 1997.

september-oktober i omkring 15 meter's dybde.

Iltkoncentrationen i bundvandet blev kraftigt reduceret allerede i løbet af maj og i slutningen af juni var der ikke mere ilt i bundvandet. I løbet af juli og august blev der gradvist mindre ilt højere og højere op i vandsøjlen. D. 8. oktober var der således mindre end 2 mg ilt pr. liter fra 15 meter's dybde.

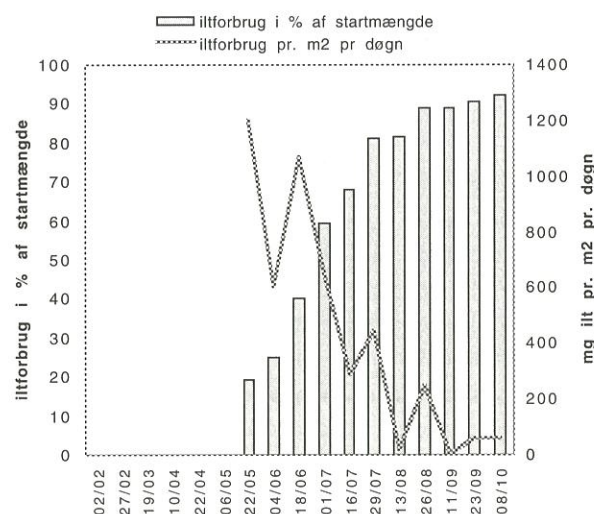
I takt med at efteråret gik, blev springlaget som nævnt trængt længere ned i søen, men først i løbet af november var søen fuldstændigt omrørt og der blev tilført ilt til sedimentoverfladen.

Det var meget varmt og stille i juli og august og derfor var forholdene for algerne i overfladen næsten optimale. Dette medførte en relativ kraftig vækst og opblomstring. Den store produktion bevirkede en stor sedimentation af døde alger. På grund af det varme og stille vejr var overfladevandet temmeligt varmt og temperaturforskellen til hypolimnion var stor. Dette medførte en ophobning af døde alger i 8 - 10 meter's dybde lige over springlaget. Her startede en nedbrydning og dermed et iltforbrug, som i løbet af august blev så kraftigt, at der var iltfrit i 8 - 10 meters dybde i slutningen af måneden.

I september faldt temperaturen og vejret blev mere ustadigt. Derfor blev overfladevandet (epilimnion) opblandet. Herefter var forholdene ens i hele epilimnion over det egentlige springlag, som nu lå i 12 - 14 meter.

Det er ikke normalt, at der er så stor omsætning i overfladevandet og så lave iltkoncentrationer i Knud Sø eller i andre tilsvarende dybde danske søer. Vejrforholdene i sensommeren 1997 var imidlertid meget atypiske og også i Ravn Sø blev der registreret et lavt iltindhold henover springlaget i sensommeren.

Den stabile lagdeling og reduktionen i iltkoncentrationen i bundvandet påvirker naturligvis processerne i søen. I det følgende vil forholdene i bundvandet i 1997 blive gennemgået.



Figur 15

Iltforbruget i hypolimnion i Knud Sø i 1997 angivet pr. m² pr. døgn og som det kumulerede forbrug i procent af iltmængden i hypolimnion ved lagdelingens start.

Ilt

Det gennemsnitlige iltforbrug for hele lagdelingsperioden var ca. 600 mg ilt/m²/dag. Da iltkoncentrationen nærmede sig nul allerede i starten af juli, var der dog et væsentligt større iltforbrug i lagdelingens første periode.

På figur 15 er iltforbruget vist pr. m² og som % af iltindholdet ved lagdelingens start hen igennem 1997.

Der var et meget stort iltforbrug på op til 1,2 g ilt pr. m² pr. døgn i juni, hvor der både var høje iltkoncentrationer og rigelige mængder organisk stof til rådighed. I løbet af juli var mere end 75 % af iltten i hypolimnion forbrugt og den aerobe omsætning blev mindre og mindre. Omkring 1. september, hvor der bare var ca. 10 % af ilt-puljen tilbage, var den aerobe omsætning stort set gået i stå.

Det er ikke vist på figuren, men i forbindelse med totalomrøringen og en fornyet ilttilførsel til sedimentoverfladen steg den aerobe omsætning markant.

Der er tidligere beregnet et gennemsnitligt iltforbrug i hypolimnion på 650 mg ilt pr. m² pr. døgn (1982) og 800 mg ilt pr. m² pr. døgn i 1990 (Århus Amt, 1985 og 1992). I 1997 var der som beskrevet et iltforbrug på 600 mg ilt pr. m² pr. døgn. I betragtning af at der skete en vis omsætning i epilimnion i 1997, vurderes det, at der ikke er sket nogen væsentlige ændringer i omsætningens størrelse i bundvandet i søen i de sidste 15 - 20 år.

Nitrat og ammonium

Når ilten forsvinder, kan nitrifikation og omsætning af ammonium til nitrat ikke foregå. Derfor ophobes ammonium og nitratindholdet falder, idet denitrifikationen og nitratfjernelsen fortsat pågår.

Generelt var nitratreduktionen i Knud Sø beskeden i 1997. Betragtes hele lagdelingsperioden, var der således kun en nitratreduktion på gennemsnitligt ca. 20 mg N/m²/d i hypolimnion i 1997 (figur 16).

Til sammenligning blev der i 1982 beregnet en nitratreduktion på 130 mg N pr m² pr døgn, medens niveauet i 1990 var 45 mg N pr m² pr døgn. I den forbindelse skal det erindres, at kvælstofkoncentrationen i søen er faldet siden 1982 og 1990.

Der var naturligvis væsentlige variationer gennem sommeren (figur 16).

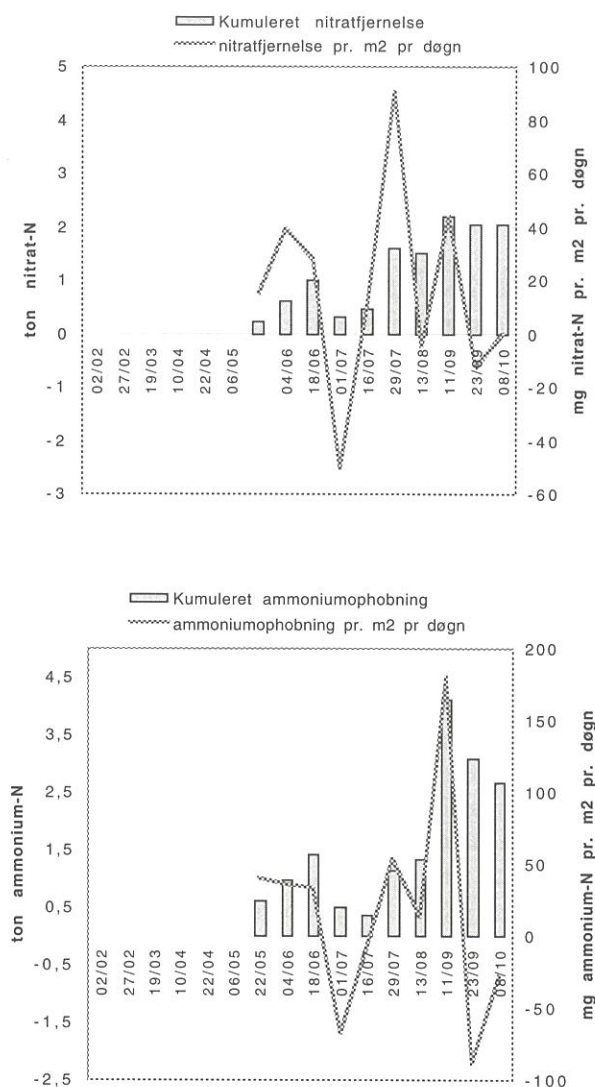
Sedimentationen af forårets kiselalgeomaksimum medførte en forøget omsætning i form af et stort iltforbrug og lave iltkoncentrationer henover sedimentet allerede i maj måned i en periode, hvor der ellers er rigelige iltmængder i bundvandet. Herved skete der en midlertidig ophobning af ammonium og en reduktion i indholdet af nitrat. Da de sedimenterede alger var omsat, faldt omsætningshastigheden igen. Der var atter ilt ved sedimentetoverfladen og den ophobede ammonium kunne omsættes til nitrat.

I løbet af juli var ilten i bundvandet igen brugt op. Omdannelsen af ammonium til nitrat (nitrifikationen) ophørte og der skete en forøgelse af ammoniumkoncentrationen og en reduktion i indholdet af nitrat.

I juli var nitratreduktionen størst for året og nåede et maksimum på knapt 100 mg N/m²/døgn. Relativt hurtigt ophørte denitrifikationen dog igen. Da der ikke skete ændringer i ilttilgængeligheden, var årsagen sandsynligvis, at puljen af let omsætteligt organisk stof var brugt op og kulstofkilden dermed begrænsende. I september var august måneds algeopblomstring sedimenteret og denitrifikationen kunne atter forløbe med nitratreduktion til følge. Der var dog kun tale om en mindre opblomstring af alger i august og derfor også kun en mindre tilførsel af organisk stof til sedimentet. Derfor var reduktionen af nitrat også beskeden.

Ved lagdelingens ophør i november steg omsætning og nitratreduktion ved bunden kraftigt og på dette tidspunkt var der en reduktion på op til 130 mg N/m²/døgn i en kortere periode (ikke vist på figur 16).

Den beskeden denitrifikation er også registreret i massebalanceberegningen for søen i 1997, hvor det som tidli-



Figur 16

Nitratreduktionen (øverst) og ammoniumophobningen (nederst) i hypolimnion i Knud Sø i 1997 angivet pr. m² pr. døgn og som den kumulerede reduktion/ophobning i procent af nitrat/ammoniummængden i hypolimnion ved lagdelingens start.

gere omtalt er beregnet, at der kun var en kvælstoffjernelse på 36 % af den tilførte mængde eller omkring halvdelen af det forventelige i betragtning af søens store volumen og lange opholdstid.

Konkluderende kan det bemærkes, at såvel ammoniumophobning som denitrifikation og nitratreduktion er af varierende størrelse hen igennem lagdelingsperioden. Årsagen er dels, at produktionen i Knud Sø er beskeden. Derfor tilføres sedimentetoverfladen små mængder organisk stof og kulstof bliver derfor hurtigt begrænsende

for omsætningen i sedimentet. I 1997 blev en del af det producerede organiske stof endda omsat i epilimnion. Samtidigt er kvælstofniveauet specielt i de seneste år lavt i søen og tilførslen af nitrat til sedimentoverfladen kan også være en begrænsende faktor for omsætningen. Er dette tilfældet skulle nitratreduktionen aftage i takt med at koncentrationen af nitrat i bundvandet bliver mindre.

Bedømt ud fra data fra 1990 og 1997 er der en vis, men dog ikke overbevisende sammenhæng mellem nitratreduktion og nitratkoncentration i Knud Sø.

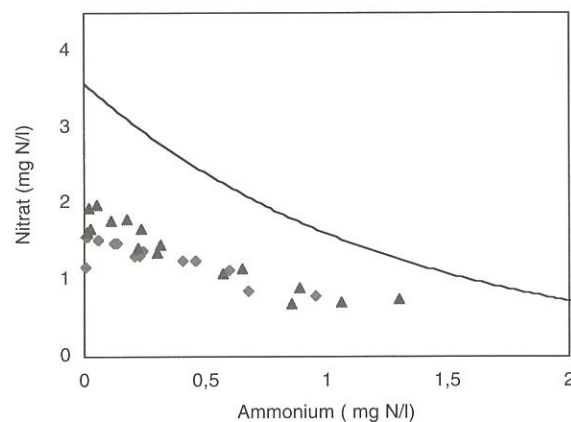
Sammenhængen mellem nitrat- og ammoniumkoncentration i bundvandet er præsenteret på figur 17 for data fra Knud Sø i 1990 og 1997.

Det fremgår tydeligt, at der er en tæt sammenhæng mellem nitrat- og ammoniumindholdet i bundvandet, således at når omdannelsen af ammonium til nitrat ophører, stiger indholdet af ammonium og nitratkoncentrationen falder.

På figuren er sammenhængen mellem ammonium og nitrat i Ravn Sø tillige angivet. Omsætningen ved bunden er ikke så stor i Knud Sø som i Ravn Sø, illustreret ved, at ammoniumindholdet ikke bliver så stort i Knud Sø. Figuren illustrerer også det generelt lave kvælstofniveau, der er i Knud Sø - nitratkoncentrationen er væsentlig lavere i Knud sø uanset ophobning af ammonium.

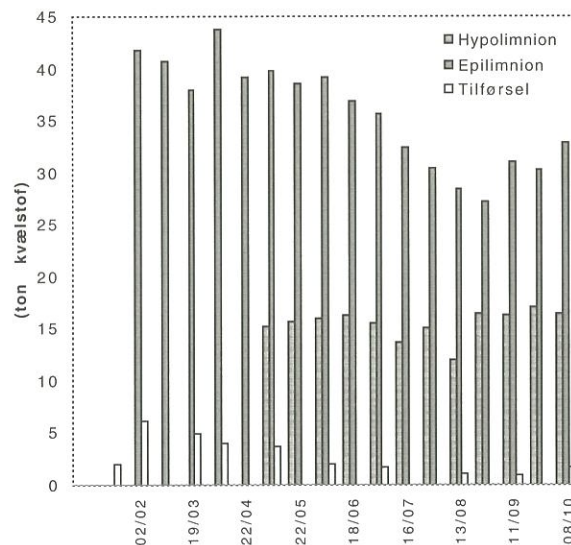
For at illustrere kvælstoffjernelsens størrelse og betydning i forhold til puljerne i søen, er udviklingen i kvælstofpuljerne i epi- og hypolimnion samt den månedlige kvælstoftilførsel vist på figur 18.

Der er kun en beskeden reduktion i bundvandets indhold af kvælstof over året og den reduktion af søens samlede kvælstofpulje, som sker, sker fortrinsvis fra det overfladenære vand - både relativt og i absolutte mængder.



Figur 17

Sammenstilling af ammonium- og nitratkoncentrationen i bundvandet i Knud Sø i 1990 (trekant) og i 1997 (rhombe). Til sammenligning er relationen mellem ammonium og nitrat i bundvandet i Ravn Sø præsenteret (optrukket linie), beregnet ud fra data fra 1989 til 1997.



Figur 18

Angivelse af henholdsvis kvælstofmængderne i epi- og hypolimnion i Knud Sø i 1997 samt kvælstoftilførslen til søen

Når der hverken er ilt eller nitrat i bundvandet, vil fosfor frigives fra sedimentet. Forholdene ved bunden i Knud Sø om efteråret burde derfor indbyde til en stor frigivelse af fosfor.

Det er imidlertid beskedent, hvor store fosformængder, der frigives og hvor højt fosforkoncentrationen når i bundvandet i sensommeren og efteråret. Bedømt ud fra de vandkemiske forhold er der således ikke nogen stor frigivelig fosforpulje i sedimentet.

På figur 19 kan man se, at der ikke var nogen væsentlig fosforfrigivelse i Knud Sø i 1997. Der sker kun en større frigivelse i to perioder i efteråret. Første gang i starten af september, hvor der blev frigivet omkring 300 kg eller ca. 25 mg fosfor pr. m² pr. dag og igen i oktober hvor frigivelsen var på et niveau omkring 12 mg fosfor pr. m² pr. dag.

I alt er det beregnet ud fra de vandkemiske målinger i hypolimnion, at der blev frigivet ca. 370 kg fosfor fra sedimentet i Knud sø i lagdelingsperioden i 1997. En vis del af denne fosfor blev dog bundet i søsedimentet igen ved lagdelingens ophør.

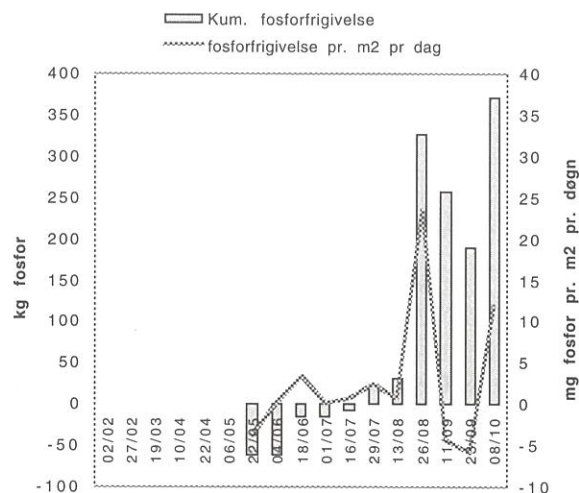
I alt er det beregnet, at der blev tilbageholdt omkring 410 kg fosfor i sedimentet i Knud Sø i 1997, når reduktionen i vandets indhold af fosfor fra januar til december medregnes.

Det er som nævnt redox-forholdene ved sedimentoverfladen, som regulerer fosforfrigivelsen. Når nitratkoncentrationen i bundvandet når tilstrækkeligt lave niveauer, vil fosforen frigives. På figur 20 er data fra 1990 og 1997 for nitrat- og fosforkoncentrationen i bundvandet sammenstillet. Det fremgår heraf, at fosfor frigives i større mængder i Knud Sø, når nitratkoncentrationen når ned under 0,8 - 1,0 mg N/l og der i øvrigt er iltfrit i bundvandet.

I 1997 blev den laveste nitratkoncentration målt til 0,8 mg N/l d. 5/11. Der var således mere nitrat i bundvandet i 1997 end i 1990 og det er sandsynligvis årsagen til, at fosforfrigivelsen i 1990 var større end i 1997.

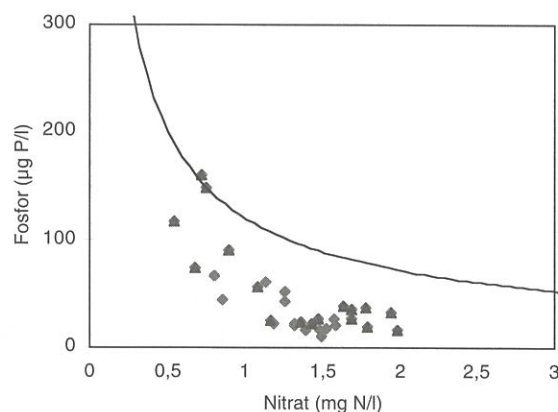
At der var mere nitrat i bundvandet i 1997 end i 1990 skyldes formentligt en mindre tilførsel af organisk stof til sedimentoverfladen og dermed en mindre omsætning.

Også her er sammenhængen mellem nitrat og fosfor i bundvandet i Ravn Sø præsenteret. Umiddelbart kunne det forventes, at der er en større og tidligere fosforfrigivelse i Knud Sø end i Ravn Sø, fordi såvel ilt som nitratindholdet i bundvandet hurtigere bliver meget lavt. Det fremgår imidlertid af figur 20, at et nitratniveau på 1 mg N/l i Knud Sø kun medfører en beskedne fosforfrigivelse. En tilsvarende fosforfrigivelse opnåes i Ravn Sø allerede ved et niveau omkring 2 mg N/l.



Figur 19

Fosforfrigivelsen i hypolimnion i Knud Sø i 1997 angivet pr. m² pr. døgn og som den kumulerede frigivelse.



Figur 20

Sammenstilling af nitrat- og fosforkoncentrationen i bundvandet i Knud Sø i 1990 (trekant) og i 1997 (rhomb). Til sammenligning er relationen mellem nitrat og fosfor i bundvandet i Ravn Sø præsenteret (optrukket linie), beregnet ud fra data fra 1989 til 1997.

	1973	1982	1990	1997
Iltforbrug (ton ilt)		94	116	90
Nitratreduktion (ton nitrat-N)	8,4	7,0	7,2	5,7
Ammoniumophobning (ton ammonium-N)	7,2	4,5	5,0	2,7
Fosforfrigivelse (ton fosfor)	2,06	0,54	0,62	0,43

Tabel 6.

Samleskema for processer i bundvandet i Knud Sø i 1997 og i tidligere måleår. Værdier for 1982 og 1990 korrigeret i forhold til tidligere publicerede resultater (Århus Amt, 1985 og Århus Amt, 1992)

Konklusioen bedømt ud fra disse sammenhænge er følgende, at fosforpuljen og omsætningen i hypolimnion i Knud sø er væsentligt mindre, end den er i Ravn Sø.

I tabel 6 er de summerede processer i bundvandet i Knud Sø præsenteret.

Iltforbruget har varieret noget siden 1973. Der er ikke sket nogen entydige ændringer i forbruget og afgørende for de varierende mængder er sandsynligvis forskellige iltmængder i hypolimnion ved lagdelingens start. Generelt bliver hovedparten af den ilt, som findes i hypolimnion brugt - noget som ikke har ændret sig siden 1973. Derimod ser det ud til, at der ikke fjernes så store nitratmængder længere fra søen. Som nævnt er årsagen sandsynligvis dels en mindre omsætning ved bunden dels en mindre kvælstoftilførsel og dermed et mindre kvælstofniveau.

Den midlertidige ophobning af ammonium var også mindre end i de foregående måleår og afspejler en mindre omsætning ved bunden som følge af en mindre sedimentation af organisk materiale.

Endeligt var også fosforfrigivelsen mindre i 1997, end det tidligere er registreret. Den mindre omsætning har medført, at også fosforfrigivelsen har været lille, men

samtidigt kan det dog ikke afvises, at den frigivelige fosforpulje i sedimentet er blevet mindre siden 1990 og 1982.

Generelt var der en væsentlig større omsætning ved bunden i 1973 i forhold til de tre senere undersøgelser. Forklaringen er den større belastning og dårligere tilstand, som søen var udsat for i en kortere årrække omkring 1970. Siden 1982 er der ikke sket nogen større ændringer i processtørrelserne i bundvandet. Det forekommer dog, at omsætningen i 1997 var mindre end tidligere, men årsagen er sandsynligvis den lille nedbør og de deraf mindre tilførsler til søen.

Sediment

Der er i 1997 taget sedimentprøver af de øverste 10 centimeter af sedimentet på søens dybeste sted (tabel 7).

Der er et forholdsvist lavt indhold af tørstof samt et moderat indhold af organisk stof og fosfor i det undersøgte sediment.

Bedømt ud fra sedimentundersøgelserne i søerne i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen et. al., 1995) repræsenterer sedimentet en middel eutrof sø.

Tabel 7.

Sammensætningen af de øverste 10 cm af sedimentet i Knud Sø i 1997.

	1974	1979	1982	1997	
Tørstof	7,0	9,2	9,5	8,2	%
Glødetab	29,0	24,9	19,0	22,0	% af tørstof
Kvælstof	15,0	10,4	10,6	11,9	g/kg tørstof
Fosfor	2,9	6,8	3,0	2,8	g/kg tørstof
Calcium	120	116	98	79	g/kg tørstof
Jern	27	19	21	23	g/kg tørstof

Jern-fosfor-forholdet har en væsentlig betydning for sedimentets evne til at tilbageholde fosfor. Traditionelt antages det, at en effektiv binding af fosfor i sedimentet kræver et jern/fosfor-forhold på mere end 15. I Knud Sø var forholdet i overfladesedimentet i 1997 ca. 8 og der er således ikke nogen særlig stor jernrelateret tilbageholdelsesevne i søen.

Udvekslingen mellem overfladevand og sediment er væsentlig mindre i Knud Sø end i en lavvandet sø. Derfor influerer sedimentets udveksling med bundvandet kun i mindre grad på forholdene i overfladevandet og derfor kan forholdene i bundvandet være mere næringsrige, end tilstanden i overfladen antyder.

Dybere søer med stabil lagdeling har ofte et forholdsvis næringsrigt sediment på trods af et lavt næringsstofniveau i overfladevandet.

Til sammenligning kan det nævnes, at sedimentet i Ravn Sø har et fosforindhold på ca. 3 mg pr. kg TS og et jern-fosforforhold på ca. 7. Sedimentet i de to søer er dermed stort set ens, hvorimod forholdene i vandet er noget forskellige. Der er således både et højere næringsstofniveau og en større produktion i Ravn Sø end i Knud Sø.

I tabel 7 er resultatet fra tidligere undersøgelser af sedimentet i søens østbassin også præsenteres. Det fremgår tydeligt at der ikke har været nogen væsentlig udvikling i sedimentets sammensætning siden slutningen af 1970'erne.

Det ser derimod ud til at sedimentet i 1974 havde et noget større organisk indhold sandsynligvis som følge af den større produktion, som var i søen på daværende tidspunkt.

Afslutningsvis kan det konkluderes, at årsagen til det forholdsvis næringsrige sediment altså dels er den belastning, som har været og stadigvæk er til søen, men i lige så høj grad søens store dybder og det stabile springlag og deraf følgende ringe udveksling mellem sediment/bundvand og søen i øvrigt.

Alger

Ved hvert besøg på søen er der foruden vandkemiprøve også taget en algeprøve. Algernes biomasse og antal er dog ikke bestemt. I stedet er de forskellige algegrupperes hyppighed forsøgt estimeret ud fra følgende hyppighedsangivelser : til stede, almindelig, hyppig og dominerende.

På nedenstående figurer (figur 21 og 22) er algegruppernes indbyrdes hyppighed angivet sammen med klorofylmængden i Knud Sø i 1997.

De to figurer giver et billede af dels algemængden (udtrykt som koncentrationen af klorofyl) og dels algernes indbyrdes fordeling. Hvad man ikke kan se af figurerne, er den enkelte algegruppes biomasse eller antal på en given prøvetagningsdag. Det skal i den forbindelse nævnes, at den angivne relative fordeling er forbundet

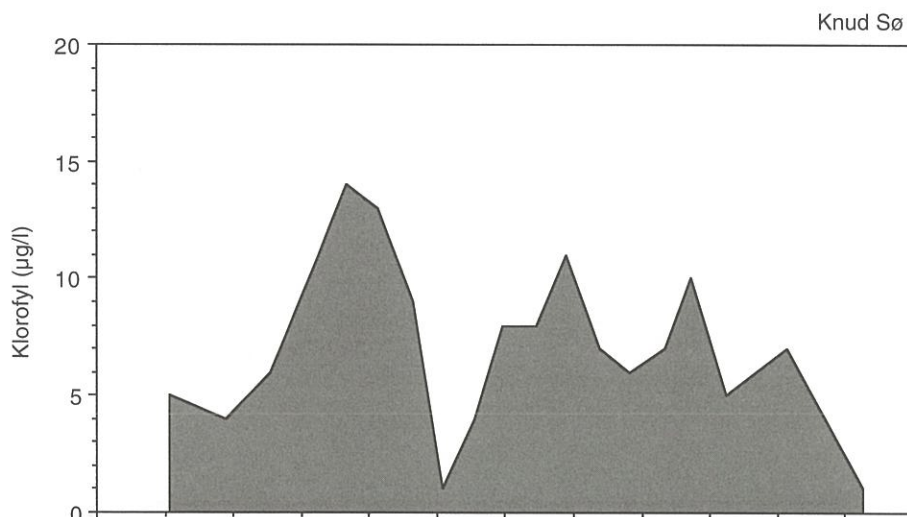
med nogen usikkerhed.

Generelt var det kiselalger og blågrønalger, som udgjorde hovedparten af algemængden i Knud Sø i 1997. I sommermånederne var der dog også en vis mængde grøn timer i søen, medens rekylalger, gulalger og furealger kun optrådte i mindre mængder.

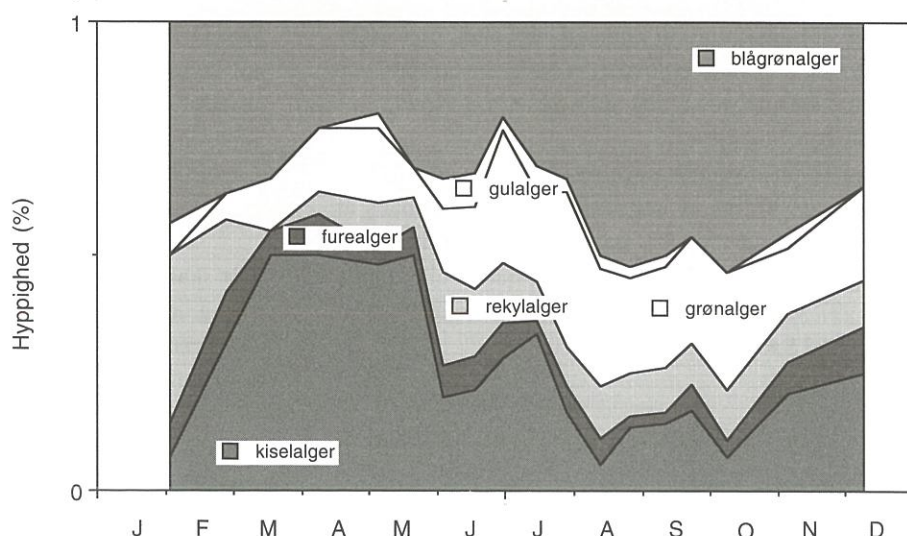
I vinterperioden var der meget få alger. Dog blev der observeret en mindre opblomstring af den røde blågrønalge *Planktothrix agardii* under isen i januar måned (Hans Ole Jessen, pers.).

I løbet af foråret og indtil omkring 1. maj steg algemængden. I april måned under forårets algemaksimum dominerede kiselalgerne (*Aulacoseira italica* og *Asterionella formosa*), men der var dog også blågrønalger i

Figur 21
Klorofylindholdet i overfladen i Knud Sø i 1997.



Figur 22
Den relative fordeling af alger i Knud Sø i 1997 fordelt på grupper.



søen allerede på dette tidspunkt.

1. juni var der en markant klarvandsperiode og stort set ingen alger, men allerede i løbet af juni steg biomassen igen og denne gang var det blågrønalger og til dels grøn-alger, som dominerede. Disse to algegrupper fort-satte dominansen resten af sommeren og ind i efteråret. Sidst på året ændredes algesammensætningen til en mere lige-lig fordeling af alger primært bestående af blågrønalger, grøn-alger og kiselalger.

Der er nu lavet algeundersøgelser i Knud Sø i 4 måleår siden 1982. Bedømt ud fra disse undersøgelser er der visse generelle træk fra år til år men dog også nogen variation i algesammensætningen i søen.

Der er typisk et forårsmaksimum af større kiselalger, som forsvinder omkring 1. juni. Herefter sker en opblomstring af blågrønalger og i visse år også grøn-alger. Disse to algegrupper findes i varierende mængde resten af sommeren og sammen med disse kan der ske en opblomstring af furealgen *Ceratium hirundinella*. Hen imod vinteren forsvinder grøn-algerne og den lille algemængde udgøres nu af kiselalger og små blågrøn-algeformer. Det er i øvrigt karakteristisk for større dybere søer, at der er en forholdsvis stor andel af mindre blå-grøn-algearter mere eller mindre hele året rundt.

I tidligere måleår har der været en kraftig opblomstring af furealgen *C. hirundinella* i sommermånederne, hvor søen har et markant springlag. *C. hirundinella* er i stand til at bevæge sig i vandsøjlen og kan derfor vandre ned i mere næringsrige vandlag omkring eller under springla-get for at optage næring. I 1997 var denne art kun spar-somt repræsenteret.

Også blågrønalgerne varierer fra år til år. *Planktothrix agardhii*, som ikke fandtes i betydende mængder i 1990 men derimod tilbage i 1980'erne, var generelt meget hyppig i Knud Sø i hele 1997. *P. agardhii* er en rød blå-grøn-alge. I modsætning til mange andre søer, hvor arten kan optræde i så store tætheder, at søen får en rød-brun farve, var hyppigheden dog ikke så stor i Knud Sø i 1997, at søen "tog farve".

I forbindelse med søundersøgelsen i 1990 men også i en række år i 1990'erne er der registreret en dominans af blågrønalgen *Anabaena flos-aqua*. En art, som kan dan-ne giftig vandblomst til fare for fugle, hunde eller andre dyr. I 1997 var der kun beskedne mængder af *A. flos-aqua* i Knud Sø.

Giftige blågrønalger

Der er registreret giftige alger i Knud Sø igennem man-ge år. Dette er ganske paradoksalt, fordi Knud Sø er en af vore renere søer og en sø, som i vid udstækning anvendes til badning og andre rekreative formål.

Der findes flere forskellige grupper af alger, som kan danne forskellige former for giftstoffer.

I Knud Sø er det blågrønalgerne *Anabaena flos-aqua* og *Anabaena lemmermanii*, som kan være giftige.

Igennem de sidste tyve år er der registreret flere tilfælde af døde hunde og fugle i søen.

På baggrund af undersøgelser af blågrønalgerne i Knud Sø og andre danske søer samt en lang række udenland-ske undersøgelser ved vi i dag, hvilke algegrupper der er giftige og hvilke giftstoffer de enkelte grupper produce-rer. Desværre er det endnu ikke lykkedes at forklare, hvorfor algerne udskiller giftstofferne og hvornår. I øje-blikket kan det blot konstateres, at der kan være stor variation i blågrønalgerne's produktion af giftstoffer fra dag til dag og fra sø til sø og at forskellige prøver fra samme sø endog kan have væsentlig forskel i giftighed, selvom prøverne er udtaget den samme dag.

Typisk er blågrønalgerne dog giftige i forbindelse med større opblomstringer og efterfølgende henfald. I Knud Sø er problemet størst i de sidste 14 dage af juni og de første 14 dage af juli.

A. flos-aqua og *A. lemmermanii* kan danne både nerve-toksiner og levertoksiner. Nervetoksinerne er meget kraftige og kan påvirke mindre dyr ved meget små kon-centrationer. Påvirkningen sker typisk akut gennem en påvirkning af impulsoverførslen mellem nerver og muskler.

Levertoksinerne påvirker leveren og ødelægger cellerne her. Denne påvirkning er kun akut ved forholdsvis høje giftkoncentrationer, men til gengæld er der påvist en forøget dødelighed og leverskader ved længere varende påvirkninger i mindre doser.

Levertoksinerne er endvidere under mistanke for at være kræftfremkaldende.

Det skal understreges, at der i forbindelse med opblom-string af *Anabaena*-arter kun er registreret beskedne giftvirkninger overfor mennesker i form af diarre, opkastning og hudirritationer.

De nævnte alger findes i Knud Sø næsten hele året rundt. I størstedelen af året producerer de ingen giftstof-fer eller kun giftstoffer i meget små og ufarlige mæng-

der. Selvom der altså er problemer med giftige blågrønalger i Knud Sø er badeforholdene i langt den største del af året derfor gode.

Da blågrønalgerne normalt kun findes i mindre omfang i søen og der kun under meget rolige og varme vejrforhold sker større opblomstringer og sammenskyl langs søbredderne, er det ikke muligt at forudsige, hvor og hvornår algerne udgør en sundhedsrisiko endsige forhindre en opblomstring.

Århus Amt og Ry Kommune holder derfor øje med søen i de kritiske perioder i løbet af sommeren og informerer publikum om forholdene i søen, således at enhver selv kan vurdere risikoen for giftige alger.

Undervandsvegetation

Metode

Undervandsvegetationen i Knud Sø blev undersøgt i august '97 i forbindelse med den generelle undersøgelse af søen.

Undersøgelsen blev gennemført som en såkaldt områdeundersøgelse og efter retningslinierne angivet i anvisningen til vegetationsundersøgelser i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (1993).

Søen blev inddelt i et antal områder - 11 i alt (figur 23) - hvori det på forhånd var skønnet, at undervandsvegetationen var nogenlunde ensartet.

Hvert delområde blev inddelt i en række dybdeintervaller. Fra 0 til 4 meters dybde inddeltes området i halve metre - fra 4 meter og ud til vegetationens dybdegrænse i en meters intervaller. I disse intervaller blev der foretaget en arts- og dækningsgradsbestemmelse samt en bestemmelse af vegetationens gennemsnitlige højde. Dækningsgraden fra 0 til 100 % blev bestemt ud fra en skala fra 1 til 6.

Ved undersøgelsen opnåes altså en registrering af de arter af undervandsplanter, som findes i hvert delområde og i hvert dybdeinterval og dermed også en registrering

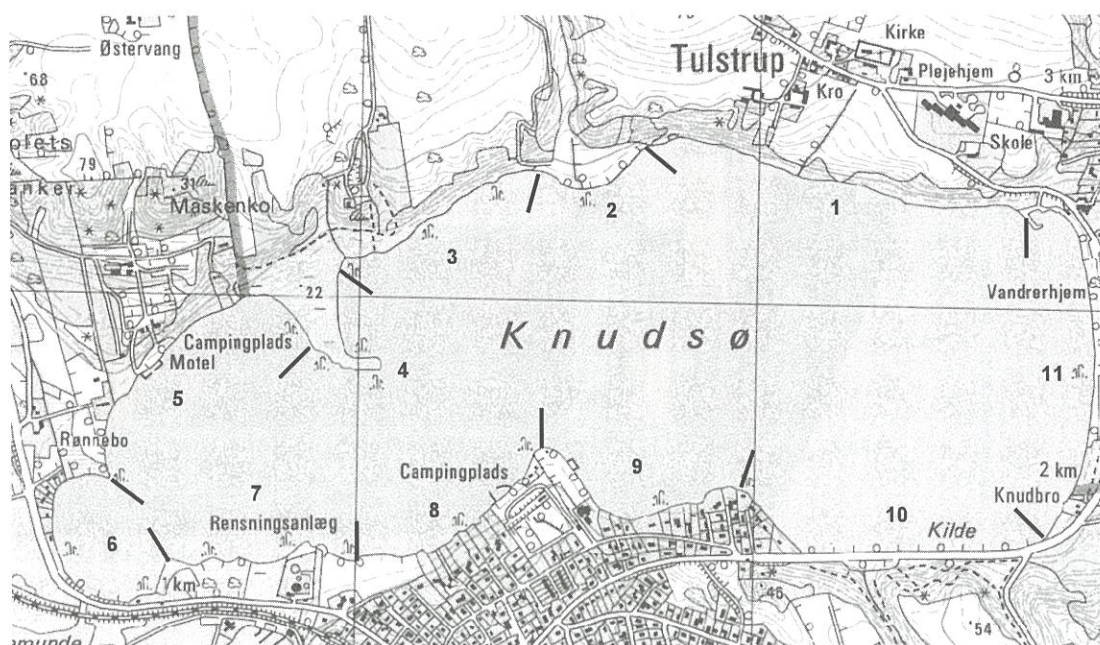
af arternes dybdegrænse hele søen rundt. Den samlede dækningsgrad i hvert dybdeinterval bestemmes og endelig registreres den samlede højde af vegetationen i intervallet og det plantefyldte volumen kan dermed beregnes.

Den praktiske udførsel skete ved hjælp af vandkikkert på lavt vand og en langskaftet rive og skraberedskab på de større dybder.

Inddelingen i meter-intervaller fra 4 meters dybde er sket for at sikre, at de udførte registreringer er reproducerbare og i erkendelse af, at registrering ved hjælp af rive mv. indebærer de største usikkerheder på dybt vand.

Indledning

Knud Sø består af to bassiner. Et stort og dybt østligt bassin med forholdsvis stejle skrænter og et vestligt og væsentligt mere lavvandet bassin. På grund af de dominerende vestlige vinde har det vestlige bassin karakter af aflejringsbassin. Bunden er relativt dyndet med et stort indhold af organisk stof. Rørskoven har derfor de bedste forhold i denne del af søen. På de mindre dybder er undervandsvegetationen trængt af rørskoven, medens



Figur 23

Knud Sø med angivelse af delområder anvendt i vegetationsundersøgelsen i 1997.

bundforholdene på lidt dybere vand på grund af de mange aflejringer af døde planterester ikke giver optimale vilkår for undervandsplanter.

I østbassinet består bunden i vid udstrækning af sand og her er forholdene generelt meget fine for undervandsvegetation. Fra ca. 5 meters dybde er der dog meget stejle skrænter her og derfor begrænses det areal, hvorpå planterne kan gro, på dybt vand.

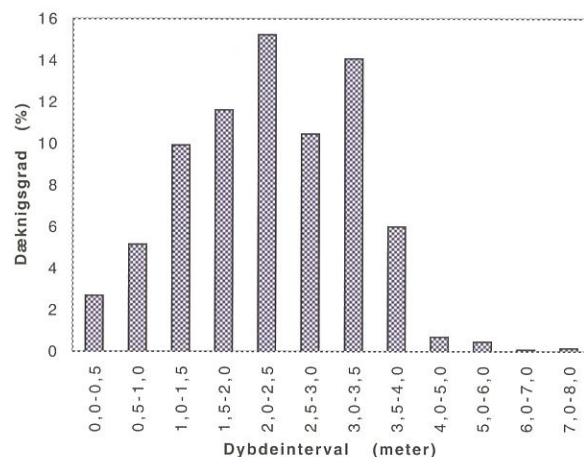
Ved østbassinets nordside og midt i søen mellem øst- og vestbassinet er der større områder med forholdsvis beskudne dybder, hvor der specielt gror mange langskudsplanter.

Dækningsgrad

Den samlede dækningsgrad for undervandsvegetationen i Knud sø er angivet på figur 24.

I Knud Sø er lysforholdene gode. Derfor er undervandsplanternes vækst ikke lysbegrænset på de lidt større dybder og de største tætheder af undervandsvegetation kan derfor findes i dybdeintervallet 1,5 - 3,5 meter. På lavt vand begrænses undervandsvegetationen bl.a. af rørskov og slid fra bade-gæster. Lige udenfor rørskoven på 1 - 2 meters dybde ligger ofte mange tagrørrester, som gør substratet mindre egnet for undervandsvegetation og derfor er den samlede dækningsgrad her mindre end på lidt dybere vand.

Undervandsvegetationens dækningsgrad aftager jævnt

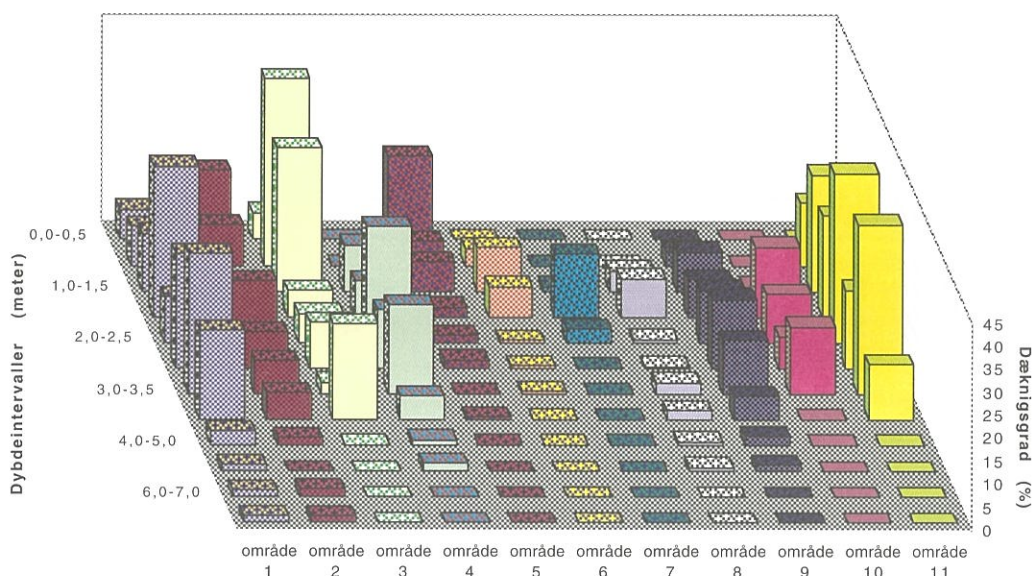


Figur 24

Den samlede dækningsgrad i de enkelte dybdeintervaller i Knud Sø i 1997.

fra 3,0 - 3,5 meter, hvor der er en dækningsgrad på 14 - 15 %, til vegetationens dybdegrænse. På dybder større end 4 meter er substratet i visse områder i søen mere påvirket af aflejringer af døde planterester. Samtidigt starter skrænterne ned imod de dybere dele af østbassinet her. Alene bundens hældning forhindrer derfor omfattende plantevækst, ligesom arealet med dybder på 4 - 8 meter er beskudt. Endeligt aftager lysmængden naturligvis med dybden.

Den samlede dækningsgrad for Knud Sø kan beregnes



Figur 25

Undervandsplanternes dækningsgrad i Knud Sø i 1997 i hvert delområde i dybdeintervallerne fra 0 til 8 meters dybde.

til 2,4 % og for søen som helhed, udgør undervandsvegetationen derfor en mindre rolle. På lavere vand er der som nævnt dækningsgrader helt op til 15 % for hele søen og op til 35 % for enkelte delområder og her er undervandsplanterne vigtige for dynamikken i vandet.

Der er naturligvis stor variation i planternes tæthed og dækningsgrad søen rundt. Som nævnt vokser de fleste planter langs søens østlige og nordlige bred i det østlige bassin. På figur 25 er undervandsplanternes dækningsgrad for alle delområder og dybdeintervaller præsenteret. Figuren indeholder mange informationer, men essensen er en stor variation søen rundt. At det er i delområderne 1 - 4 og 11, at der er flest planter og at der næsten ingen undervandsvegetation er i område 5 - 8, som repræsenterer søens vestbassin.

I det følgende vil de enkelte delområder kort blive beskrevet og de dominerende plantearter nævnt. De enkelte delområders placering kan ses på figur 23. I bilag er dækningsgrader, artslistor mv. for de enkelte delområder præsenteret.

Delområde 1

Rørskoven er beskeden af udstrækning, bunden sandet og undervandsvegetationen forholdsvis rig. På lavt vand i de områder, hvor der ikke er rørskov, vokser *Strandbo* og *Børstebladet vandaks*. I områdets midterste del er der store og meget tætte bestande af *Akustusindblad* på 1,5 - 3 meter. Arten fandtes dog ud til 6 meter. *Kredsbladet vandranunkel* står spredt på 2 - 6 meter's vand og i store dele af området vokser *Hjerterbladet vandaks* på 3 - 4 meter. Helt ud til 7 meter fandtes dog små eksemplarer. Yderst vokser Trådalger (*Cladophora* sp.) helt ud til 8 meter's dybde og *Cladophora* sp. dannede således dybdegrænsen i dette delområde (og for hele søen i øvrigt).

Delområde 2

Delområde 2 er lille i sin udstrækning kun rundt om den lille pynt på østbassinets nordside. Der er stejle skrænter rundt om pynten og rodfæstet vegetation vokser ud til ca. 5 meter. En forholdsvis tæt rørskov gror langs bredden iblandet en smule *Strandbo* og udenfor denne, er der fundet *Kredsbladet vandranunkel*, *Vandpest*, *Alm. kildemos* (ud til 6 meter), *Akustusindblad* samt *Børstebladet*- og *Hjerterbladet vandaks*.

Delområde 3

Dette område har delvis karakter af aflejringszone med substrat med relativt stort organisk indhold. Rørskoven er som følge heraf tæt og når sine steder ud på godt en meter's dybde. I visse områder er der dog meget tætte "øer" af *Glinsende vandaks* allerede fra 0,5 meter og ud til ca. 2 meter. *Børstebladet vandaks* vokser mange ste-

der omkring 2 meter og udenfor på 3 - 4 meter's dybde er der *Hjerterbladet vandaks*.

Delområde 4

Et temmeligt stort område på grænsen mellem øst- og vestbassin. Rørskoven er ikke så tæt, men til gengæld dækker den et relativt stort areal, fordi der er store partier med lavt vand. Særligt er der store arealer med dybder på 2 - 3 meter. Her vokser *Kredsbladet vandranunkel* og *Hjerterbladet vandaks* i varierende tætheder og *Søkogleaks* står i spredte bestande langt fra kysten i den del af området, som ligger i læ for vestenvinden. På 2,5 - 3,5 meter vokser *Akustusindblad* i meget tætte bestande (dækningsgrad 100 %).

Dybdegrænsen er 6 meter og udgøres af *Kredsbladet vandranunkel* og *Akustusindblad*. Bunden består af sand og alt i alt er dette område det mest vegetationstætte i søen. I de inderste dele af vigen imod delområde 3 er der dog næsten ingen planter. Her ligger for mange døde tagrørrester.

Delområde 5

I det meste af området stejle skrænter og ringe vegetation. I det nordøstlige hjørne af vestbassinet var der dog tætte bestande af *Glinsende* - og *Hjerterbladet vandaks* fra 0,5 til 1,5 meter. Spredte eksemplarer af *Kredsbladet vandranunkel* voksede ud til 4 meter.

Delområde 6

Aflejringsområde, hvor sedimentet har et stort organisk indhold og fra 3 meter's dybde er meget blødt. *Kredsbladet vandranunkel* hist og her. Kun umiddelbart ud for afløbet til Birk Sø er der en smule vegetation bestående af *Alm. kildemos* og *Kredsbladet vandranunkel* ud til ca. 3,5 meter.

Delområde 7

Overløbsvand fra Ry rensningsanlæg kommer ud i dette delområde. Bunden er slammeset med et meget stort indhold af organisk materiale og lugter af svovlbrinte. Rørskoven er da også meget tæt og der er kun undervandsvegetation på lavt vand i den østligste del af området længst fra rensningsanlægget. Undervandsvegetationen består her af *Børstebladet vandaks* og *Kredsbladet vandranunkel*.

Delområde 8

Forholdsvis stejle skrænter i området og ikke megen vegetation. Der er mange private broer og lignende langs bredden og som følge heraf en del slitage af vegetationen på lavt vand. *Børstebladet* - og *Hjerterbladet vandaks*, *Akustusindblad* og *Kredsbladet vandranunkel* vokser spredt fra 1,5 til 4 meter. Ud til 6 - 7 meter's dyb-

de vokser *Alm. kildemos* i spredte bestande.

Delområde 9

Det meste undervandsvegetation findes i delområdet østlige del, hvor bl.a. *Smalbladet pindsvineknop* vokser. Rørskoven er temmelig åben og der er også i dette delområde en del bådpladser og sandsynligvis en del mekanisk påvirkning på lavt vand. På dybder større end 4 meter ligger mange døde tagrørrester og her er der kun få undervandsplanter (*Alm. kildemos* og *Akstusindblad* ud til 6 meter).

Delområde 10

Stejle skrænter og dybt vand relativt tæt på kysten dominerer i dette område. Samtidigt kaster træer langs bredden meget skygge og alt i alt er der derfor dårlige vilkår for undervandsvegetation her. Vegetationen står i "øer" og dybdegrænsen er 3,5 meter.

Delområde 11

Undervandsvegetationens dybdegrænse er ca. 4 meter. Da der er et stort slid på vegetationen fra badegæster på lavt vand, er der heller ikke megen vegetation fra 0 til 2 meter. Til gengæld er dækningsgraden stor fra 2 - 4 meter. Her vokser *Glinsende-* og *Hjerterbladet vandaks* i den nordlige og midterste del af området og *Akstusindblad* i den sydlige ud for Knud Å's udløb. Her er der også *Børstebladet vandaks* på lavt vand i tætte bestande (dækningsgrad 5).

Dybdegrænser

De forskellige undervandsplanter vokser naturligvis på forskellige dybder. I tabel 8 er angivet dybdeintervallet for de enkelte arter i Knud Sø i 1997. Som dækningsgraden er forskellig søen rundt, er heller ikke dybdegrænsen den samme. Generelt vokser planterne til størst dybde i østbassinet og her langs den nordlige bred.

De grønne trådalger (*Cladophora* sp.) stod ud til 8 meter's dybde og dannede den absolutte dybdegrænse for vegetation i Knud Sø i 1997. *Hjerterbladet vandaks* vokser ud til 7 meter, hvilket dermed var dybdegrænsen for de egentlige vandplanter.

Undervandsplanterne når således ud på forholdsvis store dybder i Knud Sø. Årsagen er naturligvis dels det moderate næringsstofniveau og den lille produktion men også de store dybder og det store volumen i søen, som gør, at sigtddybden er forholdsvis stor i forhold til søens næringsstofniveau.

Der er opstillet en række modeller for sammenhængen

	Dybdegrænse (meter)
Strandbo	0,0-1,0
Almindelig vandpest	0,5-5,0
Smalbladet pindsvineknop	1,5-3,5
Kredsbladet vandranunkel	0,0-6,0
Børstebladet vandaks	0,0-4,0
Hjerterbladet vandaks	0,0-7,0
Glinsende vandaks	0,5-4,0
Tornfrøet hornblad	3,0-3,5
Akstusindblad	0,5-6,0
Almindelig kildemos	0,5-6,0
Kransnålalger	1,0-4,0
Grønne trådalger	0,5-8,0
Gul åkande	1,0-1,5
Hvid åkande	1,0-3,0
Vandpileurt	0,0-2,0

Tabel 8

Dybdegrænsen for undervands- og flydebladsplanterne i Knud Sø i 1997.

mellem sigtddybe og dybdegrænse for undervandsplanter bl.a. ud fra data indsamlet i forbindelse med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram (Jensen J.P. et al, 1997). Bedømt ud fra disse modeller skulle den gennemsnitlige sigtddybe i Knud Sø i 1997 (3,1 meter) ikke resultere i en dybdegrænse på mere end 5,5 til 6 meter. I den forbindelse skal det erindres, at sigtddybden i sidste halvdel af sommeren var særligt lav i 1997.

De modeller, som har basis i danske undersøgelser, har alle det fællestræk, at de som hovedregel er baseret på mere lavvandede søer og søer, som er væsentligt mere eutrofierede end Knud Sø. Det er sandsynligvis forklaringen på at dybdegrænsen underestimeres i en efter danske forhold stor og dyb mesotrof sø som Knud Sø. Til sammenligning er dybdegrænsen for rodfæstet vegetation i Ravn sø også 7 meter. Her er det dog ikke *Hjerterbladet vandaks*, som vokser længst ude, men *Kredsbladet vandranunkel*.

Antallet af arter på 10 for Knud Sø er derimod ikke imponerende. Eksempelvis er der et middeltal på 14 arter i de søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, som har en gennemsnitlig fosforkoncentration på mindre end 50 µg P/l. En af årsagerne kan være de stejle skrænter i Knud Sø fra 4 - 5 meter's dybde, som medfører et begrænset areal på større dybder.

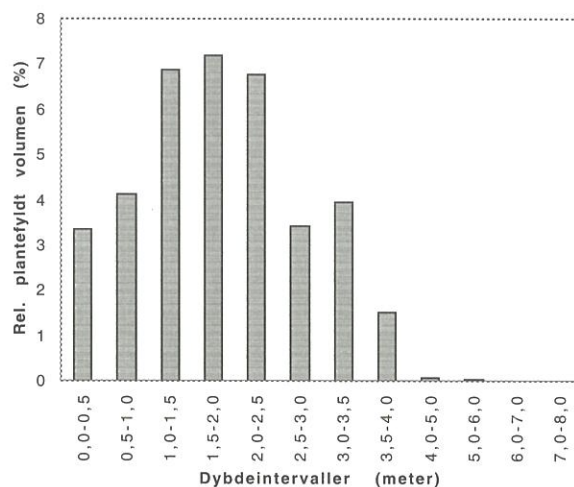
Ved undersøgelsen i 1990 er der også fundet *Trådvandaks* og *Kortstillet vandaks*. Det kan naturligvis ikke afvises, at disse to arter har været i søen i 1997, men i så fald har det kun været i et meget lille antal. I 1954-1956 er der også lavet vegetationsundersøgelser i søen (Danmarks Natur, 1975). På daværende tidspunkt fandtes der 10 arter af undervandsplanter. Altså det samme antal som fandtes ved 1997-undersøgelsen

Plantefyldt volumen

Ved vegetationsundersøgelsen er planternes højde også registreret. Det er således muligt at beregne det plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller og delområder.

Generelt er det plantefyldte volumen forsvindende lille i forhold til det samlede volumen i søen. Lokalt og på lavt vand kan næsten hele vandsøjlen dog være fyldt med planter og her har planterne naturligvis en stor indflydelse på forholdene. Både kemisk men også i forhold til den fauna, som lever her. På figur 26 er det relative plantefyldte volumen for hvert dybdeinterval præsenteret. Selvom der er et større volumen på eksempelvis 2 meter end på 0,5 meter's dybde, er en større del af volumenet på 2 meter's dybde fyldt med planter. Årsagen er, at de planter, som vokser på lavt vand, hovedsagligt er små eksemplarer, som vokser hen over bunden, medens de, som vokser på lidt dybere vand, tilhører den såkaldte rankegrøde og er store planter, der kan blive flere meter lange.

Det skal endnu engang understreges, at der er stor variation fra delområde til delområde og ligesom for dækningsgraden gælder det for det plantefyldte volumen, at det er størst i østbassinet.



Figur 26

Det relative plantefyldte volumen i de enkelte dybdeintervaller i Knud Sø i 1997.

Målsætning mm.

Knud Sø har en generel målsætning og er tillige målsat som badevandssø. Badevandskvaliteten er god i langt størsteparten af året. Kun i de perioder i første halvdel af sommeren, hvor der kan være sammenskyt af blågrønalger er forholdene ikke acceptable.

I Vandkvalitetsplanen for Århus Amt (1997) er det anført, at fosforkoncentrationen i indløbsvandet ikke må overstige 50 µg P/l i gennemsnit. I 1997 var indløbskoncentrationen akkurat 50 µg P/l og det må derfor konkluderes, at den opstillede målsætning for den samlede fosfortilførsel var opfyldt. Det er dog videre forudsat i Vandkvalitetsplanen, at fosfortilførslen fra regnvandsoverløb og spredt bebyggelse ikke overskrider en årlig tilførsel på 20 kg fra hver kilde. I 1997 er det beregnet, at der kom 33 kg fosfor fra regnvandsoverløbene og 30 kg fra den spredte bebyggelse. Uanset den samlede fosfortilførsel altså opfyldte målsætningen for søen, gør alle enkeltkilder det dermed ikke.

Vandkvalitetsplanens målsætning for Knud Sø var dermed ikke opfyldt i 1997.

Det er beregnet, at en gennemsnitlig fosfortilførsel på 50 µg P/l vil resultere i en fosforkoncentration i søen på ca. 20 µg P/l og en gennemsnitlig sigtddybe på 3,5 - 4,0 meter.

I 1997 var den gennemsnitlige fosforkoncentration 21 µg P/l og sommersigtddyben 2,9 meter. Sigtddyben svarede dermed ikke helt til det forventede, men det skønnes, at den væsentligste årsag var en større produktion og en anden algesammensætning end normalt på grund af den varme sommer.

Det er afgørende, at fosfortilførslen fortsat er lille og helst bliver reduceret yderligere i forhold til 1997-niveauet. Herved sikres søen de bedste muligheder for at opnå en sommersigtddybe på 3,5 - 4,0 meter som angivet i Vandkvalitetsplanen.

Det er vigtigt for forholdene i søen i øvrigt, at vandet er så klart som muligt. Herved kan undervandsvegetationen fortsætte den positive udvikling, som har været siden 1990, hvor den rodfæstede vegetations dybdegrænse er steget med 0,5 - 1,0 meter. Samtidigt skabes der mulighed for, at vegetationen kan blive mere artsrig, end den er i dag.

Hvor den generelle situation for Knud sø altså er positiv,

er der dog lokale forhold, som kan blive bedre. Særligt er forholdene umiddelbart ud for Ry rensningsanlæg ikke tilfredsstillende. Her er rørskoven meget høj og tæt og som sådan en indikation på en ikke uvæsentlig lokal næringsstofftilførsel. Samtidigt er sedimentet i denne del af søen stærkt ildelugtende og påvirket af udledning af organisk stof. En reduktion i udledningen af overløbsvand fra rensningsanlægget vil forbedre vilkårene lokalt. Samtidigt er der ingen tvivl om, at en reduktion i næringsstofftilførslen herfra også vil have en positiv effekt på søen i øvrigt.

I den forbindelse skal det nævnes, at forholdene i vestbassinet er dårligere og afviger noget fra de, som er i østbassinet. Årsagen er dels naturskabt, fordi vestbassinet fungerer som sedimentationsbassin også for østbassinet, men den mindre gode tilstand skyldes sandsynligvis også en påvirkning dels fra rensningsanlægget i Ry (en påvirkning som tidligere har været større) men muligvis også af eutrofieret vand fra Birk Sø og Gudenåen.

Den sorthalsede lappedykker yngler i søen i forbindelse med hættemågekolonier. I 1995 er der registreret op til 32 ynglende par (Dansk ornitologisk Forening, 1998). Den sorthalsede lappedykker er optaget på Rødlisten (1997) over truede planter og dyr i Danmark og derfor særlig beskyttelsesværdig. Af andre ynglefugle kan nævnes Lille lappedykker, Toppet lappedykker, Grønbenet rørhøne, Blishøne, Hættemåge, Isfugl, Nattergal og Rørsanger. Søen er således en vigtig fuglelokalitet. Samtidig anvendes søen til sejlads og har i øvrigt stor rekreativ værdi. Det er vigtigt, at færdselen på søen sker i respekt for søens fugleliv og holdes på det nuværende niveau.

Som nævnt er søens badevandsmålsætning opfyldt på trods af det sammenskyt af blågrønalger, som kan forekomme i juni og juli. En reduceret fosfortilførsel og dermed en mindre fosforkoncentration i søvandet vil også reducere produktion og algemængde. Der vil dog fortsat være mindre algeopblomstringer og sammenskyt i søen. Det er derfor vigtigt også fremover at være opmærksom på algemængde og graden af sammenskyt i sommermånederne. Hvis der er mange alger i vandet, må publikum orienteres.

Århus Amt og Ry Kommune vil derfor også i fremtiden holde øje med forholdene i Knud Sø i de perioder, hvor der er risiko for opblomstring af blågrønalger.

Referencer

- Andersen, J.M. (1977) : Rates of denitrification of undisturbed sediment from six lakes as a function of nitrate concentration, oxygen and temperature. Arch. Hydrobiol. 80, pp. 147-159.
- Edler, L. (1979) : Recommendations for Marine Biological Studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyll. Baltic Marine Biologists, No 5.
- Danmarks Natur, Bind 5 (1975), Politikens Forlag.
- Dansk Ornitologisk Forening (1998) : Fuglelokaliteterne i Århus Amt, bind 1-3.
- Hansen, A. M., E. Jeppesen, S. Bosselmann og P. Andersen (1990) : Zooplanktonundersøgelser i søer - metoder : Overvågningsprogram. DMU og Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 205 (1992).
- Huber-Pestalozzi & G. Stuttgart (1938-83) : Das Phytoplankton des Süßwassers - I : Thienemanns Binnengewässer.
- Jensen et al. (1996) : Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser - Faglig rapport fra DMU, nr. 176.
- Jensen et al. (1997) : Ferske vandområder - Søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Danmarks Miljøundersøgelser - Faglig rapport fra DMU, nr. 211.
- Kamp-Nielsen, L. (1975) : Seasonal variation in sediment-water exchange of nutrients in lake Esrom. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19.
- Kiefer, F. & G. Freyer (1978) : Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer Band XXVI, 2. Teil.
- Kristensen, P., J.P. Jensen, E. Jeppesen (1990) : Euttrofieringsmodeller for søer. DMU, NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, C9.
- Mathiesen, H. : Gudenåundersøgelsen 1973 - 75, rapport nr. 25. Gudenåsystemets søer - søkarakteristik.
- Moeslund et al. (1993) : Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. DMU. Teknisk anvisning fra DMU nr. 6.
- Nygård, G. (1976) : Dansk planteplankton, København.
- Olrik, K. (1991) : Miljøprojekt nr. 187. Planteplankton - metoder. Udarbejdet for Miljøstyrelsen. Miljøbiologisk Laboratorium ApS.
- Reynolds, C.S. (1984) : The ecology of freshwater phytoplankton.
- Århus Amt (1980) : Undersøgelse af forureningstilstanden i Knud Sø i 1979. Teknisk rapport, Århus Amt.
- Århus Amt og Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium (1985) : Knud Sø, Ravn Sø og Knud Å 1981 - 83. Teknisk rapport, Århus Amt.
- Århus Amt (1992) : Knud Sø 1990 - forureningstilstand. Teknisk rapport, Århus Amt.
- Århus Amt (1997) : Ravn Sø 1996. Teknisk rapport, Århus Amt.
- Århus Amt (1997) : Vandkvalitetsplan for Århus Amt 1997.

Bilagsoversigt

Metode til beregning af vand- og stofbalance.

QQ-plot for Knud Å, Knudbro 1997.

Vand-, fosfor- og kvælstofbalance for Knud Sø i 1997.

Vegetation metodik

Resultater af vegetationsundersøgelsen i Knud Sø i 1997 i de enkelte delområder samt for hele søen.

Fytoplankton metodik.

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 :	stofftilførsel 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)

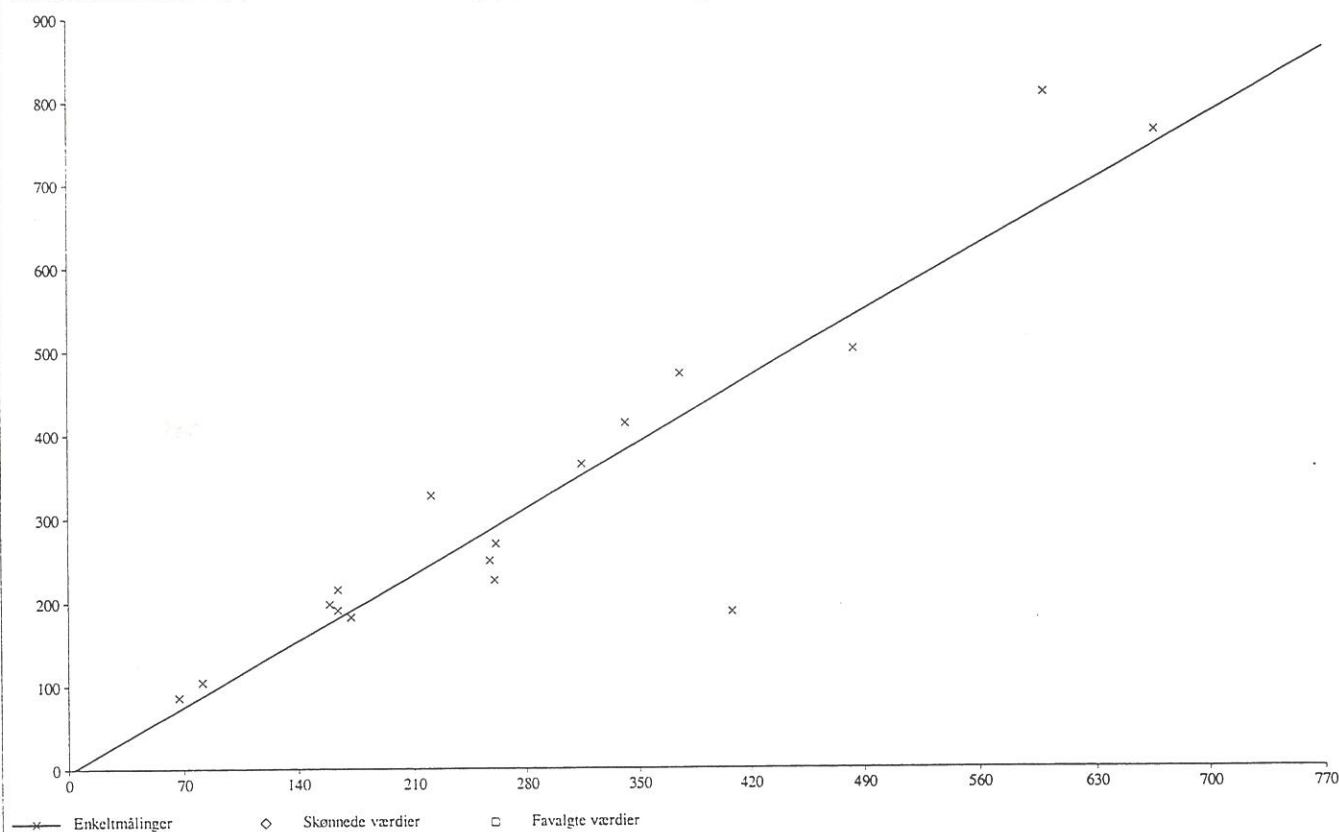
90263 Knudå Ved Knudbro

Referencestationer : 90301

Beregningsperiode : 01/01-1997 - 31/12-1997 Lagringsperiode : 1997

QQ - plot (l/sek.)

Korrelationskoefficient (R) : 0.92 Y-akse afskæring (B) : -4.1221 Hældning (A) : 1.1253



SØ-VAKS, Sø-modul

VANDBALANCE

Side : 1

Sø: Knudsø (KNU 1)

Udskrevet: 12/01/1999

År: 1997

Parameter:

År : TJ

Enhed.....: 1000 m3

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90263	564.0	1506.8	1228.3	1033.4	1021.1	542.9	534.7	334.0	251.0	641.3	650.5	1111.8	2683.8	9419.8
Målt tilløb	564.0	1506.8	1228.3	1033.4	1021.1	542.9	534.7	334.0	251.0	641.3	650.5	1111.8	2683.8	9419.8
Umålt opland	45.6	121.8	99.3	83.5	82.5	43.9	43.2	27.0	20.3	51.8	52.6	89.8	216.9	761.2
Regnvandsoverløb	2.7	2.4	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	13.2	31.5
Samlet tilførsel	612.3	1631.0	1330.3	1119.5	1106.3	589.4	580.6	363.7	273.9	695.8	705.6	1204.3	2913.9	10212.6
90923	609.7	1628.9	1327.8	1117.0	1103.8	586.9	578.1	361.1	271.4	693.3	703.2	1201.8	2901.1	10182.8
Samlet fraførsel	609.7	1628.9	1327.8	1117.0	1103.8	586.9	578.1	361.1	271.4	693.3	703.2	1201.8	2901.1	10182.8
Volumen endring	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
Vandbalance	-2.6	-2.1	-2.4	-2.4	-2.5	-2.5	-2.6	-2.6	-2.5	-2.6	-2.5	-2.5	-12.7	-29.8

SØ-VAKS, Sø-modul

STOFBALANCE

Side : 2

Sø: Knudsø (KNU I)

Parameter: 1211 Total-N

Udskrevet: 12/01/1999

År: 1997

Enhed.....: Kg

Af : TJ

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90263	1485.5	5448.3	4218.4	3342.9	3033.8	1494.8	1268.2	663.1	496.5	1264.8	1348.9	2473.7	6956.5	26538.9
Målt tilførsel	1485.5	5448.3	4218.4	3342.9	3033.8	1494.8	1268.2	663.1	496.5	1264.8	1348.9	2473.7	6956.5	26538.9
Umålt opland	120.0	440.3	340.9	270.1	245.2	120.8	102.5	53.6	40.1	102.2	109.0	199.9	562.1	2144.6
Atm. deposition	324.4	293.0	324.4	314.0	324.4	314.0	324.4	324.4	314.0	324.4	314.0	324.4	1601.3	3820.0
Regnvandsretention	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	37.5	90.0
Stofbalance	1937.5	6189.1	4891.2	3934.5	3610.9	1937.0	1702.6	1048.6	858.1	1699.0	1779.3	3005.6	9157.4	32593.5
Samlet tilførsel	1937.5	6189.1	4891.2	3934.5	3610.9	1937.0	1702.6	1048.6	858.1	1699.0	1779.3	3005.6	9157.4	32593.5
90923	1413.5	3713.5	2918.8	2569.7	2380.8	1205.9	1142.8	574.0	456.4	1215.5	1148.9	1946.2	5759.9	20686.0
Stofbalance	1413.5	3713.5	2918.8	2569.7	2380.8	1205.9	1142.8	574.0	456.4	1215.5	1148.9	1946.2	5759.9	20686.0
Samlet fraførsel	1419.4	3718.3	2924.3	2575.1	2386.2	1211.0	1147.5	578.3	460.7	1219.9	1152.9	1950.2	5783.7	20743.9
Magasinændring	0.0	-1920.0	1384.7	-2555.0	-2108.5	-3505.2	-7987.2	-2028.8	4384.0	-2377.1	-1086.4	-120.5	-11245.7	-17920.0
Sebalance	-518.0	-2470.8	-1966.9	-1359.4	-1224.8	-726.0	-555.1	-470.4	-397.4	-479.1	-626.4	-1055.4	-3373.7	-11849.6
Sebalance -%	-26.7	-39.9	-40.2	-34.6	-33.9	-37.5	-32.6	-44.3	-46.3	-38.2	-35.2	-35.1	-195.2	-435.1
Sebalance -g/m2	-0.27	-1.29	-1.03	-0.71	-0.64	-0.38	-0.29	-0.25	-0.21	-0.25	-0.33	-0.55	-1.77	-6.20
Sedimentbalance	-518.0	-4390.8	-582.1	-3914.4	-3333.3	-4231.3	-8542.3	-2499.2	3986.6	-2856.2	-1712.8	-1175.9	-14619.4	-29769.6
Sedimentbalance -%	-26.7	-70.9	-11.9	-99.5	-92.3	-218.4	-501.7	-238.3	464.6	-168.1	-96.3	-39.1	-586.2	-1098.8
Sedimentbalance -g/m2	-0.27	-2.30	-0.30	-2.05	-1.75	-2.22	-4.47	-1.31	2.09	-1.50	-0.90	-0.62	-7.66	-15.60

SØ-VAKS, Sø-modul Side : 3

Sø: Knudsø (KNU 1) Udskrevet: 12/01/1999

År: 1997 Af : TJ

DATAGRUNDLAG

Parameter: 1211 Total-N

Enhed.....

Søareal.....: 1.91 km2 Søvolumen.....: 25600000 m3 Umålt opland: 5.60 km2 Atmosfærisk deposition: 20.00 kg/ha/år

Indløb: 90263 (69.3 km2),
Udløb.: 90923,

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør (mm)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fordampning (l/s)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vandtilf. fra Regnvandsoverløb (l/s)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vandtilf. fra grundvand (l/s)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Stoftilf. fra Regnvandsoverløb (kg)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Stoftilf. fra grundvand (mg/l)	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 (mg/l)	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	Konc. (mg/l)
02/02/1997	2.32
27/02/1997	2.26
19/03/1997	2.11
10/04/1997	2.43
22/04/1997	2.18
06/05/1997	2.21
22/05/1997	2.11
04/06/1997	2.11
18/06/1997	2.05
01/07/1997	1.98
16/07/1997	2.13
29/07/1997	1.69
13/08/1997	1.58
26/08/1997	1.51
11/09/1997	1.72
23/09/1997	1.68
08/10/1997	1.83
05/11/1997	1.64
09/12/1997	1.62

SØ-VAKS, Sø-modul Side : 1

So: Knudsø (KNU I) Udskrevet: 12/01/1999

År: 1997 Af : TJ

STOFBALANCE

Parameter: 1376 Total-P

Enhed.: Kg

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December	Sommer	År
90263	24.7	80.1	53.9	37.2	34.6	19.8	28.0	21.0	12.0	20.8	22.1	45.4	115.3	399.5
Målt tilføjet	24.7	80.1	53.9	37.2	34.6	19.8	28.0	21.0	12.0	20.8	22.1	45.4	115.3	399.5
Umålt opland	2.0	6.5	4.4	3.0	2.8	1.6	2.3	1.7	1.0	1.7	1.8	3.7	9.3	32.3
Atm. deposition	3.2	2.9	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	16.0	38.2
Regnvandsoverløb	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	14.0	33.6
Stofbalance														
Samlet tilførsel	32.8	92.3	64.3	46.2	43.4	27.3	36.3	28.7	18.9	28.5	29.9	55.1	154.6	503.6
90223	7.9	30.5	31.1	37.2	18.1	8.6	10.9	10.8	6.6	11.9	14.7	20.6	54.9	208.6
Stofbalance	0.1		0.1	0.1			0.1	0.1	0.1	0.1			0.3	0.6
Samlet fraførsel	8.0	30.5	31.1	37.2	18.2	8.6	10.9	10.8	6.6	11.9	14.7	20.6	55.2	209.2
Magasinændring	0.0	-28.2	67.7	-140.1	-190.9	137.8	256.0	-54.4	-136.7	52.2	-80.9	-36.1	11.8	-153.6
Sobalance	-24.8	-61.8	-33.2	-9.0	-25.2	-18.7	-25.4	-17.9	-12.2	-16.6	-15.2	-34.4	-99.4	-294.4
Sobalance -g/m2	-75.7	-66.9	-51.6	-19.4	-58.1	-68.5	-69.9	-62.3	-64.9	-58.3	-50.8	-62.5	-323.7	-708.9
Sobalance -g/m2	-0.01	-0.03	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.05	-0.15
Sedimentbalance	-24.8	-89.9	34.3	-149.1	-216.1	119.1	230.6	-72.3	-149.0	35.5	-96.1	-70.6	-87.6	-448.0
Sedimentbalance -g/m2	-75.7	-97.5	53.6	-342.8	-498.0	436.0	635.6	-251.9	-789.2	124.6	-321.7	-128.1	-467.3	-1235.0
Sedimentbalance -g/m2	-0.01	-0.05	0.02	-0.08	-0.11	0.06	0.12	-0.04	-0.08	0.02	-0.05	-0.04	-0.05	-0.24

Side : 2

DATAGRUNDLAG

Udskrevet: 12/01/1999

Af : TJ

SØ-VAKS, Sø-modul

So: Knudsø (KNU I)

År: 1997

Parameter: 1376 Total-P

Enhed.....:

0.20 kg/ha/år

Søareal.....: 1.91 km2 Søvolumen.....: 25600000 m3 Umålt opland: 5.60 km2 Atmosferisk deposition: 0.20 kg/ha/år

Indløb: 90263 (69.3 km2) ,
Udløb.: 90923 ,

Kilde	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	December
Nedbør	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fordampning												
Vandtilf. fra Regnvandsoverløb	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
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 Regnvandsoverløb	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
Stoftilf. fra grundvand												
Koncentr. til vandbalance												

Dato	Konc. (µg/l)
02/02/1997	23.00
27/02/1997	22.00
19/03/1997	21.00
10/04/1997	27.00
22/04/1997	21.00
06/05/1997	18.00
22/05/1997	17.00
04/06/1997	10.00
18/06/1997	17.00
01/07/1997	17.00
16/07/1997	17.00
29/07/1997	25.00
13/08/1997	35.00
26/08/1997	26.00
11/09/1997	23.00
23/09/1997	27.00
08/10/1997	13.00
05/11/1997	23.00
09/12/1997	17.00

Projekt : 9790922	Knud Sø 1997	Delområde : 1	Vandstand (m) : 0,00	Prøvetager : Torben B. Jørgen
DMU-station: 90922	Knud Sø			Dato : 18/08/1997
Prøvenr : 1				Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE				
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredshladet vandranunkel	1,00 - 6,00	
CERA DEM	Ceratophyllum demersum	Tornfrøet hornblad	3,00 - 3,50	
CHARA Z	Chara	Kransnål	1,00 - 3,00	
CLADOPHZ	Cladophora sp.	Art af vandhår	0,50 - 8,00	
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	1,00 - 5,00	
LITT UNI	Littorella uniflora	Strandbo	0,00 - 1,00	
MVRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	0,50 - 6,00	
POLY AMP	Polygonum amphibium	Vand-pileurt	0,00 - 0,50	
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,00 - 4,00	
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,00 - 7,00	
SPAR ANG	Sparganium angustifolium	Smalbladet pindsvineknop	1,50 - 3,50	

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997						Delområde : 2		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen			
DMU-station: 90922		Knud Sø										Dato : 18/08/1997			
Prøvenr : 2												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	1	0	0	0	0	15,00	0,045	1.800	81,0	270,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00		0	1	1	0	0	0	0	8,75	0,088	1.500	131,3	131,3	0,00	0,00
1,00 - 1,50		1	2	0	0	0	0	0	1,67	0,017	1.600	26,7	26,7	0,00	0,00
1,50 - 2,00		5	0	1	1	0	0	0	7,50	0,075	1.500	112,5	112,5	0,00	0,00
2,00 - 2,50		3	1	1	0	1	0	0	13,33	0,200	1.500	299,9	200,0	0,00	0,00
2,50 - 3,00		2	1	3	0	0	0	0	7,92	0,119	1.400	166,3	110,9	0,00	0,00
3,00 - 3,50		3	2	0	1	0	0	0	7,08	0,106	1.400	148,7	99,1	0,00	0,00
3,50 - 4,00		1	1	1	0	0	0	0	5,83	0,058	1.300	75,8	75,8	0,00	0,00
4,00 - 5,00		1	2	0	0	0	0	0	1,67	0,005	2.800	14,0	46,8	0,00	0,00
5,00 - 6,00		1	0	0	0	0	0	0	0,00	0,000	2.000	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00		1	2	0	0	0	0	0	1,67	0,003	1.800	6,0	30,1	0,00	0,00
7,00 - 8,00		1	1	0	0	0	0	0	1,25	0,001	1.600	2,0	20,0	0,00	0,00
Totaler for delområde														1.123,2	

Projekt : 9790922 Knud Sø 1997 DMU-station: 90922 Knud Sø Prøvenr : 2		Delområde : 2	Vandstand (m) : 0,00	Prøvetager : Torben B. Jørgen Dato : 18/08/1997 Side : 1
REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE				
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	2,00 - 5,00	
FONT ANT	Fontinalis antipyretica	Almindelig kildemos	5,00 - 6,00	
LITT UNI	Littorella uniflora	Strandbo	0,00 - 0,50	
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	2,00 - 2,50	
POLY AMP	Polygonum amphibium	Vand-pileurt	0,00 - 1,00	
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,00 - 3,50	
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,50 - 4,00	

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997						Delområde : 3		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen			
DMU-station: 90922		Knud Sø										Dato : 18/08/1997			
Prøvenr : 3												Side : 1			
Dybdeinterval (m)	Skalavardi (antal observationer)							Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantedækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)	
	0	1	2	3	4	5	6							Fl. blad	Tr. alger
0,00 - 0,50	1	1	1	0	0	0	0	5,83	0,40	0,023	3.000	70,0	174,9	0,00	0,00
0,50 - 1,00	2	0	0	0	1	0	1	40,62	0,70	0,284	2.500	710,9	1.015,5	0,00	0,00
1,00 - 1,50	1	0	0	0	1	0	0	31,25	1,00	0,313	2.500	781,3	781,3	0,00	0,00
1,50 - 2,00	6	1	4	0	0	0	0	5,68	1,50	0,085	2.500	213,0	142,0	0,00	0,00
2,00 - 2,50	5	1	4	0	0	0	0	6,25	1,50	0,094	2.500	234,4	156,3	0,00	0,00
2,50 - 3,00	4	3	2	0	1	0	0	10,00	1,00	0,100	2.200	220,0	220,0	0,00	0,00
3,00 - 3,50	5	2	1	0	0	0	0	2,50	1,00	0,025	2.000	50,0	50,0	0,00	0,00
3,50 - 4,00	2	0	0	0	1	0	0	20,83	1,00	0,208	2.000	416,6	416,6	0,00	0,00
4,00 - 5,00	4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,30	0,000	3.500	0,0	0,0	0,00	0,00
5,00 - 6,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	3.000	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	2.500	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	2.500	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde											30.700	2.696,2	2.956,6		

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997		Delområde : 3		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen	
DMU-station: 90922		Knud Sø						Dato : 18/08/1997	
Prøvenr : 3								Side : 1	
REGISTRERTE ARTER I DELOMRÅDE									
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)		ARTSNAVN (DANSK)		UDBREDELSE (m)		NOTE		
BATR CIR	Batrachium cirrcinatum		Kredsbladet vandranunkel		1,50 - 3,50				
ELOD CAN	Elodea canadensis		Almindelig vandpest		1,00 - 1,50				
POTA LUC	Potamogeton lucens		Glinsende vandaks		0,50 - 2,00				
POTA PEC	Potamogeton pectinatus		Børstebladet vandaks		0,00 - 3,00				
POTA PER	Potamogeton perfoliatus		Hjertebladet vandaks		2,00 - 4,00				
SPAR ANG	Sparganium angustifolium		Smalbladet pindsvineknop		1,50 - 2,00				

Projekt : 9790922 Knud Sø 1997		Delområde : 4		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen	
DMU-station: 90922 Knud Sø						Dato : 20/08/1997	
Prøvenr : 4						Side : 1	
REGISTRERTE ARTER I DELOMRÅDE							
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE			
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,50 - 6,00				
CHARA Z	Chara	Kransnål	1,00 - 4,00				
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	1,50 - 2,50				
FONT ANT	Fontinalis antipyretica	Almindelig kildemos	1,50 - 3,00				
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	1,50 - 6,00				
NYMP ALB	Nymphaea alba	Hvid åkande (nøkkerose)	2,50 - 3,00				
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	1,50 - 4,00				
SPAR ANG	Sparganium angustifolium	Smalbladet pindsvineknop	1,00 - 1,50				

Projekt : 9790922	Knud Sø 1997	Delområde : 5	Vandstand (m) : 0,00	Prøvetager : Torben B. Jørgen
DMU-station: 90922	Knud Sø			Dato : 20/08/1997
Prøvenr : 5				Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE				
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,00 - 4,00	
CLADOPHZ	Cladophora sp.	Art af vandhår	1,00 - 1,50	
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	0,00 - 1,50	
POTA LUC	Potamogeton lucens	Glinsende vandaks	0,00 - 3,00	
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,00 - 1,00	
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0,00 - 2,50	

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997							Delområde : 5		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen			
DMU-station: 90922		Knud Sø											Dato : 20/08/1997			
Prøvenr : 5													Side : 1			
Dybdeinterval (m)		Skalaværdi						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	
		(antal observationer)														
0,00 - 0,50	0,50	4	0	3	0	0	0	1	18,12	0,30	0,054	7.000	380,5	1.268,4	0,00	0,00
0,50 - 1,00	1,00	5	2	0	1	0	0	0	5,31	0,70	0,037	6.000	223,0	318,6	0,00	0,00
1,00 - 1,50	1,50	7	3	3	1	0	0	0	6,43	1,00	0,064	6.000	385,8	385,8	0,00	0,00
1,50 - 2,00	2,00	7	3	1	0	0	0	0	2,05	1,00	0,021	5.000	102,5	102,5	0,00	0,00
2,00 - 2,50	2,50	11	3	1	0	0	0	0	1,50	1,00	0,015	5.000	75,0	75,0	0,00	0,00
2,50 - 3,00	3,00	8	2	1	0	0	0	0	1,82	0,50	0,009	4.000	36,4	72,8	0,00	0,00
3,00 - 3,50	3,50	4	0	0	0	0	0	0	0,00	0,30	0,000	4.000	0,0	0,0	0,00	0,00
3,50 - 4,00	4,00	3	1	0	0	0	0	0	0,62	0,20	0,001	3.200	4,0	19,8	0,00	0,00
4,00 - 5,00	5,00	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,30	0,000	8.700	0,0	0,0	0,00	0,00
5,00 - 6,00	6,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	39.000	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00	7,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	93.000	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00	8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,05	0,000	1.000	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde												181.900	1.207,2	2.242,9		

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997						Delområde : 6		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen			
DMU-station: 90922		Knud Sø										Dato : 25/08/1997			
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	2	3	4	5	6							(antal observationer)	Fl. blad
0,00 - 0,50	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	9.000	0,0	0,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00	3	0	1	0	0	0	0	3,75	0,20	0,008	8.000	60,0	300,0	0,00	0,00
1,00 - 1,50	2	2	1	1	0	0	0	9,58	0,50	0,048	6.000	287,4	574,8	0,00	0,00
1,50 - 2,00	8	1	3	1	0	0	0	6,54	0,50	0,033	5.000	163,5	327,0	0,00	0,00
2,00 - 2,50	9	2	0	0	0	0	0	0,45	0,40	0,002	5.000	9,0	22,5	0,00	0,00
2,50 - 3,00	6	2	0	0	0	0	0	0,62	0,30	0,002	4.000	7,4	24,8	0,00	0,00
3,00 - 3,50	7	2	0	0	0	0	0	0,56	0,20	0,001	4.000	4,5	22,4	0,00	0,00
3,50 - 4,00	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	4.000	0,0	0,0	0,00	0,00
4,00 - 5,00	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	20.000	0,0	0,0	0,00	0,00
5,00 - 6,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	0	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	0	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	0	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde											65.000	531,8	1.271,5		

Projekt : 9790922	Knud Sø 1997	Delområde : 6	Vandstand (m) : 0,00	Prøvetager : Torben B. Jørgensen
DMU-station: 90922	Knud Sø			Dato : 25/08/1997
Prøvenr : 6				Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE				
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE
BATR CIR	Batrachium circhinatum	Kredsbladet vandranunkel	1,00 - 3,50	
FONT ANT	Fontinalis antipyretica	Almindelig kildemos	0,50 - 3,50	
NUPH LUT	Nuphar lutea	Gul åkande	1,00 - 1,50	
NYMP ALB	Nymphaea alba	Hvid åkande (nøkkerose)	1,00 - 1,50	
POLY AMP	Polygonum amphibium	Vand-pileurt	1,00 - 2,00	
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	1,50 - 2,00	

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997						Delområde : 7		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen											
DMU-station: 90922		Knud Sø										Dato : 21/08/1997											
Prøvenr : 7												Side : 1											
Dybdeinterval (m)	Skalaværdi							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							
	(antal observationer)																						
	4	0	0	0	0	0	0										0,00	0,10	0,000	8.500	0,0	0,0	0,00
	0,50	-	1,00														0,00	0,20	0,000	7.000	0,0	0,0	0,00
	1,00	-	1,50														1,00	0,70	0,007	5.000	35,0	50,0	0,00
	1,50	-	2,00														13,64	0,70	0,095	4.000	381,9	545,6	0,00
	2,00	-	2,50														3,00	0,50	0,015	3.500	52,5	105,0	0,00
	2,50	-	3,00														0,00	0,40	0,000	3.000	0,0	0,0	0,00
3,00	-	3,50					0,00	0,20	0,000	3.300	0,0	0,0	0,00										
3,50	-	4,00					0,00	0,20	0,000	3.000	0,0	0,0	0,00										
4,00	-	5,00					0,00	0,10	0,000	7.700	0,0	0,0	0,00										
5,00	-	6,00					0,00	0,10	0,000	10.000	0,0	0,0	0,00										
6,00	-	7,00					0,00	0,10	0,000	0	0,0	0,0	0,00										
7,00	-	8,00					0,00	0,10	0,000	0	0,0	0,0	0,00										
Totaler for delområde														700,6									

Projekt : 9790922	Knud Sø 1997	Delområde : 7	Vandstand (m) : 0,00	Prøvetager : Torben B. Jørgen
DMU-station: 90922	Knud Sø			Dato : 21/08/1997
Prøvenr : 7				Side : 1

REGISTRERTE ARTER I DELOMRÅDE				
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	1,00 - 2,00	
FONT ANT	Fontinalis antipyretica	Almindelig kildemos	1,50 - 2,00	
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	1,50 - 2,50	
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	1,50 - 2,00	

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997						Delområde : 8		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen			
DMU-station: 90922		Knud Sø										Dato : 21/08/1997			
Prøvenr : 8												Side : 1			
Dybdeinterval (m)	Skalavardi							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	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	10.500	0,0	0,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	10.000	0,0	0,0	0,00	0,00
1,00 - 1,50	5	5	0	1	0	0	0	4,55	0,80	0,036	5.500	200,2	250,3	0,00	0,00
1,50 - 2,00	3	3	2	1	0	0	0	8,33	1,00	0,083	4.000	333,2	333,2	0,00	0,00
2,00 - 2,50	5	2	0	0	0	0	0	0,71	0,40	0,003	4.200	11,9	29,8	0,00	0,00
2,50 - 3,00	7	1	0	0	0	0	0	0,31	0,20	0,001	4.000	2,5	12,4	0,00	0,00
3,00 - 3,50	5	1	1	0	0	0	0	2,50	0,20	0,005	4.300	21,5	107,5	0,00	0,00
3,50 - 4,00	1	3	0	0	0	0	0	1,88	0,20	0,004	3.000	11,3	56,4	0,00	0,00
4,00 - 5,00	2	1	0	0	0	0	0	0,83	0,10	0,001	6.000	5,0	49,8	0,00	0,00
5,00 - 6,00	2	1	0	0	0	0	0	0,83	0,10	0,001	7.000	5,8	58,1	0,00	0,00
6,00 - 7,00	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	7.000	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	22.000	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde : 87.500 591,4 897,5															

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997		Delområde : 8		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen	
DMU-station: 90922		Knud Sø						Dato : 21/08/1997	
Prøvenr : 8								Side : 1	

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE				
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	1,50 - 2,50	
CHARA Z	Chara	Kransnål	2,50 - 3,00	
CLADOPHZ	Cladophora sp.	Art af vandhår	1,00 - 2,00	
FONT ANT	Fontinalis antipyretica	Almindelig kildemos	2,00 - 6,00	
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	1,50 - 2,00	
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	1,00 - 4,00	
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	1,00 - 2,00	

Projekt : 9790922				Knud Sø 1997				Delområde : 9		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen		
DMU-station: 90922				Knud Sø								Dato : 21/08/1997		
Prøvenr : 9												Side : 1		
Dybdeinterval (m)	Skalaværdi 0 1 2 3 4 5 6 (antal observationer)						Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealsspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantetækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)	
													Fl. blad	Tr. alger
0,00 - 0,50	3	0	0	0	0	0	0,10	0,000	7.300	0,0	0,0	0,00	0,00	
0,50 - 1,00	4	0	1	0	0	0	0,40	0,012	7.000	84,0	210,0	0,00	0,00	
1,00 - 1,50	7	4	1	0	0	1	1,00	0,087	5.500	475,8	475,8	0,00	0,00	
1,50 - 2,00	2	2	4	0	0	0	1,00	0,081	5.000	406,0	406,0	0,00	0,00	
2,00 - 2,50	6	2	3	0	0	1	0,80	0,092	3.800	348,4	435,5	0,00	0,00	
2,50 - 3,00	4	1	3	0	0	1	0,50	0,075	3.000	225,0	450,0	0,00	0,00	
3,00 - 3,50	6	1	1	1	1	0	0,50	0,059	2.500	146,9	293,8	0,00	0,00	
3,50 - 4,00	2	0	1	0	0	0	0,20	0,010	2.500	25,0	125,0	0,00	0,00	
4,00 - 5,00	1	3	0	0	0	0	0,10	0,002	3.600	6,8	67,7	0,00	0,00	
5,00 - 6,00	2	2	0	0	0	0	0,10	0,001	3.300	4,1	41,3	0,00	0,00	
6,00 - 7,00	3	0	0	0	0	0	0,10	0,000	3.200	0,0	0,0	0,00	0,00	
7,00 - 8,00	3	0	0	0	0	0	0,10	0,000	3.100	0,0	0,0	0,00	0,00	
Totaler for delområde									49.800	1.722,0	2.505,1			

Projekt : 9790922 Knud Sø 1997		Delområde : 9		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen	
DMU-station: 90922 Knud Sø						Dato : 21/08/1997	
Prøvenr : 9						Side : 1	
REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE							
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE			
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	1,00 - 3,50				
CHARA Z	Chara	Kransnål	1,50 - 2,50				
CLADOPHZ	Cladophora sp.	Art af vandhår	1,50 - 2,00				
FONT ANT	Fontinalis antipyretica	Almindelig kildemos	0,50 - 6,00				
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	2,00 - 6,00				
POTA LJC	Potamogeton lucens	Glinsende vandaks	1,00 - 1,50				
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,50 - 3,00				
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	1,50 - 3,50				
SPAR ANG	Sparganium angustifolium	Smalbladet pindsvineknop	1,50 - 3,00				

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997						Delområde : 10		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen		
DMU-station: 90922		Knud Sø								Dato : 21/08/1997				
Prøvenr : 10										Side : 1				
Dybdeinterval (m)	Skalaværdi (antal observationer)						Gennemsnitlig dækningsgrad (%)	Vegetations- højde (m)	Arealspecifik plantevolumen (m3/m²)	Bundareal (m²)	Plantevolumen (m3)	Plantetækket areal (m²)	Dækningsgrad (%)	
	0	1	2	3	4	5							6	Fl. blad
0,00 - 0,50	3	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	7.000	0,0	0,0	0,00	0,00
0,50 - 1,00	3	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	6.000	0,0	0,0	0,00	0,00
1,00 - 1,50	5	3	0	0	0	0	0,94	0,70	0,007	5.500	36,2	51,7	0,00	0,00
1,50 - 2,00	2	1	5	2	0	0	15,25	1,00	0,153	5.000	762,5	762,5	0,00	0,00
2,00 - 2,50	7	1	1	1	1	0	10,68	1,00	0,107	4.000	427,2	427,2	0,00	0,00
2,50 - 3,00	4	4	2	1	0	0	7,05	0,70	0,049	3.500	172,7	246,8	0,00	0,00
3,00 - 3,50	4	1	0	1	1	0	14,64	0,50	0,073	3.500	256,2	512,4	0,00	0,00
3,50 - 4,00	5	0	0	0	0	0	0,00	0,30	0,000	3.000	0,0	0,0	0,00	0,00
4,00 - 5,00	3	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	6.800	0,0	0,0	0,00	0,00
5,00 - 6,00	2	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	6.000	0,0	0,0	0,00	0,00
6,00 - 7,00	2	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	6.000	0,0	0,0	0,00	0,00
7,00 - 8,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	5.000	0,0	0,0	0,00	0,00
Totaler for delområde										61.300	1.654,8	2.000,6		

Projekt : 9790922	Knud Sø 1997	Delområde : 10	Vandstand (m) : 0,00	Prøvetager : Torben B. Jørgen
DMU-station: 90922	Knud Sø			Dato : 21/08/1997
Prøvenr : 10				Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE				
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	1,50 - 3,50	
CHARA Z	Chara	Kransnål	1,50 - 2,00	
POTA LUC	Potamogeton lucens	Glinsende vandaks	1,00 - 2,50	
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	1,00 - 3,50	
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjerterbladet vandaks	1,00 - 3,50	
SPAR ANG	Sparganium angustifolium	Smalbladet pindsvineknop	1,50 - 3,00	

Projekt : 9790922		Knud Sø 1997						Delområde : 11		Vandstand (m) : 0,00		Prøvetager : Torben B. Jørgen			
DMU-station: 90922		Knud Sø										Dato : 25/08/1997			
Prøvenr : 11												Side : 1			
		Skalaværdi													
		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	0,50	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	9.000	0,0	0,0	0,00
0,50 - 1,00	1,00	2	0	3	1	0	0	0	13,75	0,50	0,069	8.000	550,0	1.100,0	0,00
1,00 - 1,50	1,50	3	3	5	6	0	2	0	25,39	1,00	0,254	6.500	1.650,4	1.650,4	0,00
1,50 - 2,00	2,00	4	3	2	1	2	1	0	22,12	1,00	0,221	6.000	1.327,2	1.327,2	0,00
2,00 - 2,50	2,50	1	1	2	1	2	0	1	36,88	0,80	0,295	4.200	1.239,2	1.549,0	0,00
2,50 - 3,00	3,00	2	2	1	1	1	0	0	17,14	0,50	0,086	4.000	342,8	685,6	0,00
3,00 - 3,50	3,50	2	0	3	2	1	1	1	37,00	0,50	0,185	4.000	740,0	1.480,0	0,00
3,50 - 4,00	4,00	2	1	3	1	0	0	0	12,14	0,30	0,036	4.000	145,7	485,6	0,00
4,00 - 5,00	5,00	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,30	0,000	7.400	0,0	0,0	0,00
5,00 - 6,00	6,00	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	7.000	0,0	0,0	0,00
6,00 - 7,00	7,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	0,000	6.500	0,0	0,0	0,00
7,00 - 8,00	8,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,10	0,000	6.000	0,0	0,0	0,00
Totaler for delområde															
													5.995,3	8.277,8	

Projekt : 9790922	Knud Sø 1997	Delområde : 11	Vandstand (m) : 0,00	Prøvetager : Torben B. Jørgen
DMU-station: 90922	Knud Sø			Dato : 25/08/1997
Prøvenr : 11				Side : 1

REGISTREREDE ARTER I DELOMRÅDE				
RUBIN	ARTSNAVN (LATINSK)	ARTSNAVN (DANSK)	UDBREDELSE (m)	NOTE
BATR CIR	Batrachium circinatum	Kredsbladet vandranunkel	0,50 - 3,00	
CHARA Z	Chara	Kransnål	0,50 - 3,50	
ELOD CAN	Elodea canadensis	Almindelig vandpest	1,00 - 1,50	
MYRI SPI	Myriophyllum spicatum	Aks-tusindblad	0,50 - 4,00	
POTA LUC	Potamogeton lucens	Glinsende vandaks	3,00 - 4,00	
POTA PEC	Potamogeton pectinatus	Børstebladet vandaks	0,50 - 3,50	
POTA PER	Potamogeton perfoliatus	Hjerterbladet vandaks	0,50 - 4,00	
SPAR ANG	Sparganium angustifolium	Smalbladet pindsvineknop	2,00 - 2,50	

SAMLESKEMA FOR PLANTEDEKKET AREAL

SAMLESKEMA FOR PLANTEDEKKET AREAL															
Projekt : 9790922 Knud Sø 1997															
DMU-station : 90922 Knud Sø															
Periode : 18/08/97 - 25/08/97															
		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		
		0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00		
		Plantedækket areal fra delområder (1000m²)													
Delområdenr.															
1		0,361	0,427	0,625	1,635	0,500	1,250	1,225	0,772	0,222	0,075	0,068	0,062		
10				0,052	0,762	0,427	0,247	0,512							
11			1,100	1,650	1,327	1,549	0,686	1,480	0,486						
2		0,270	0,131	0,027	0,113	0,200	0,111	0,099	0,076	0,047		0,030	0,020		
3		0,175	1,016	0,781	0,142	0,156	0,220	0,050	0,417						
4				1,800	1,406	6,074	2,919	3,093	0,750	0,257	0,317				
5		1,268	0,319	0,386	0,102	0,075	0,073		0,020						
6			0,300	0,575	0,327	0,022	0,025	0,022							
7				0,050	0,546	0,105									
8				0,250	0,333	0,030	0,012	0,107	0,056	0,050	0,058				
9			0,210	0,476	0,406	0,435	0,450	0,294	0,125	0,068	0,041				
Sum		2,074	3,503	6,672	7,099	9,573	5,993	6,882	2,702	0,644	0,491	0,098	0,082		
Bundareal(1000m²)		76,600	68,000	67,100	61,000	62,700	57,100	49,000	45,000	97,600	102,300	143,900	56,200		
Dækningsgrad (%)		2,708	5,151	9,943	11,638	15,268	10,496	14,045	6,004	0,660	0,480	0,068	0,146		

SAMLESKEMA FOR PLANTEFYLDT VOLUMEN

Projekt : 9790922 Knud Sø 1997
 DMU-station : 90922 Knud Sø
 Periode : 18/08/97 - 25/08/97

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	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00		
Plantefyldt volumen fra delområder (1000m3)													
Delområdenr.													
1	0,108	0,342	0,625	2,453	0,750	1,875	1,838	1,158	0,067	0,015	0,014	0,006	
10			0,036	0,762	0,427	0,173	0,256						
11		0,550	1,650	1,327	1,239	0,343	0,740	0,146					
2	0,081	0,131	0,027	0,113	0,300	0,167	0,149	0,076	0,014		0,006	0,002	
3	0,070	0,711	0,781	0,213	0,234	0,220	0,050	0,417					
4			1,260	1,406	6,074	2,335	3,093	0,750	0,206	0,159			
5	0,380	0,223	0,386	0,102	0,075	0,036	0,004	0,004					
6		0,060	0,287	0,164	0,009	0,007							
7			0,035	0,382	0,052								
8			0,200	0,333	0,012	0,002	0,021	0,011	0,005	0,006			
9		0,084	0,476	0,406	0,348	0,225	0,147	0,025	0,007	0,004			
Sum	0,639	2,101	5,763	7,661	9,520	5,383	6,298	2,587	0,299	0,184	0,020	0,008	
Vandvol. (1000m3)	19,150	51,000	83,875	106,750	141,075	157,025	159,250	168,750	439,200	562,650	935,350	421,500	
Rel. plantefyldt Volumen (%)	3,337	4,120	6,871	7,177	6,748	3,428	3,955	1,533	0,068	0,033	0,002	0,002	

Fytoplanktonmetodik

Fytoplanktonrådata

Der blev udtaget en 200 ml prøve fra overflade-blendingsprøven. Prøverne blev fikseret i sur Lugol opløsning.

prøverne er bearbejdet semikvantitativt ved hjælp af omvendt mikroskopived anvendelse af Uthermöhl's sedimentationsteknik. Der er anvendt sedimentationskamre med et volumen på 10 ml.

Hypigheden af algerne er vurderet relativt ud fra følgende skala :

x : til stede

xx : almindelig

xxx : hyppig

xxxx : dominerende

Foruden en vurdering af algerne's hyppighed i de enkelte prøver er det desuden tilstræbt at give et indtryk af de enkelte arters/grupper's udvikling i løbet af året.

Vurderingen vil altid være subjektiv. Derfor er det tilstræbt at samme person bearbejder alle prøver fra samme sø.

Anvendt bestemmelseslitteratur er angivet i litteraturlisten.

Knud sø 1997

Fytoplankton	DATO																	
	970202	970227	970319	970410	970506	970522	970611	970618	970701	970716	970729	970813	970826	970911	970923	971008	971105	971209
Taxonomisk gruppe																		
Cyanophyta																		
Woronichinia naegeliana								+					+	++	++	++	++	+
Snowella lacustris					+					+			+	++	++	++	++	+
Microcystis aeruginosa									+			+++	++	++	++	+		
Microcystis viridis													+					
Anabaena sp.										+	++	+	++	+				
Anabaena flos-aquae								++	+	+		+	+					
Anabaena spiroides													+++	+				
Aphanizomenon sp.	+		+			+		+	+	+	+	++	+	+	++	++	++	+
Planktolyngbya subtilis	+	++	+	+	+		+	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Planktothrix agardhii	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	++	+++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Pseudanabaena mucicola														+				+++
Ubestemte kolonidannende cyanobakterier								+		+		+	+		++			
Blågrønne spp. filamenter												++	++			+		
Blågrønne lignende celler										+		+	+					
Cryptophyceae																		
Cryptomonas spp. (20-30 µm)	++	+		+	+	+	+	+	++	++	+	+	+	++	++	++	++	+
Cryptomonas spp. (> 30 µm)	+	+															+	
Cryptophyceae spp. (5-10 µm)	++	+			++		++	+++	++	+	+	++	++	++	+	+	+	+
Cryptophyceae spp. (15-20 µm)									+	+	+	+	+	+				
Dinophyceae																		
Ceratium hirundinella					+	+		++	+++	+	+	+	++	+	+	+	++	++
Gymnodinium helveticum	+	++	+	++														
Nøgne furealger (A) (20-50 µm)											+							
Thekate furealger (A) (10-20 µm)																		
Thekate furealger (A) (20-50 µm)													+					
Chrysophyceae										+	+	+			+			
Dinobryon sp.																		
Mallomonas sp.	+				+		+	++	+	++	+	+		+			+	
Diatomophyceae																		
Melosira varians					+													
Aulacoseira granulata var. angustissima																		
Aulacoseira italica	+	++	++++	++++	+++	+		+	++	+	+			+	++		+	+++
Aulacoseira granulata								+		+								
Stephanodiscus rotula		+	+	+	++	++	++	+	+	+				+			++	+
Centriske kiselalger spp. (10-20 µm)		+	+	+		++	+	++	+	+						+		

+: til stede
 ++: almindelig
 +++: hyppig
 ++++: dominerende

Fytoplankton	DATO																	
	970202	970227	970319	970410	970506	970522	970611	970618	970701	970716	970729	970813	970826	970911	970923	971008	971105	971209
Asterionella formosa		+	+	++	+++	++		+	+++	++	+				+	+	++	+
Fragilaria sp.				+	++	+		+	++	++	++	+		+	+			
Nitzschia acicularis					+					+								
Synedra acus				+	+	+			+	+				+	+			
Synedra ulna			+	+	+													
Pennate kiselalger spp. (30-50 μm)		+	+		+				+	++	++	+			+		+	
Prymnesiophyceae																		
Prymnesiophyceae spp.									++++			+						
Euglenophyceae																		
Trachelomonas hispida											+							
Trachelomonas volvocinopsis															+			
Chlorophyceae																		
Volvocale grønalger spp. (> 10 μm)																		
Botryococcus braunii			+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+	+		
Coelastrum microporum									+			+				+		
Coelastrum cambricum		+																
Oocystis sp.															+			
Pediastrum boryanum				+	+			+	+		+		+		+	+		
Pediastrum duplex						+			+	+	+	+	+		+			
Scenedesmus sp.					+						+	+			+			
Sphaerocystis																		
schroeteri/Eutetramorus fottii									+		+				+			
Tetraëdron minimum											+	+	+					
Monoraphidium sp.			+		+						+	+		+				
Monoraphidium contortum				+	+					+	+							
Ankya judayi								++	++		+		+	+	+			
Elakatothrix genevensis											+	+	+					
Closterium sp.																+		
Closterium aciculare									++		+							
Closterium acutum var. variabile										++	+		+	+	+	+	+	+
Staurastrum sp.								+	+	+	++	++	+	+	+	+	++	++
Cosmarium sp.									+	+	+		+	+	+	+	+	+
Ubøestemte eller fátallige celler																		
Ubøestemte flagellater (A) (< 5 μm)															+		+	
Ubøestemte flagellater (A) (5-10 μm)		+						+		++		+			+	+	+	+

+: til stede
 ++: almindelig
 +++: hyppig
 ++++: dominerende

