Danmarks Miljøundersøgelser
Aarhus Universitet

Teknisk anvisning fra DMU nr. 25, 2007

Undersøgelser i søer

NOVANA og DEVANO overvågningsprogram

[Tom side]

Danmarks Miljøundersøgelser
Aarhus Universitet

Teknisk anvisning fra DMU nr. 25, 2007

Undersøgelser i søer

NOVANA og DEVANO overvågningsprogram

Torben Lauridsen
Martin Søndergaard
Erik Jeppesen
Torben Bramming Jørgensen

Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk anvisning fra DMU nr. 25
Titel:	Undersøgelser i søer
Undertitel:	NOVANA og DEVANO overvågningsprogram
Forfattere:	Torben Lauridsen, Martin Søndergaard, Erik Jeppesen & Torben Bramming Jørgensen
Afdeling:	Afdeling for Ferskvandsøkologi
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Aarhus Universitet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsesår:	Oktober 2007
Redaktion afsluttet:	Juni 2007
Faglig kommentering:	Miljøcentrene i Danmark
Finansiel støtte:	Ingen ekstern finansiering
Bedes citeret:	Lauridsen, T., Søndergaard, M., Jensen, J.P., Jeppesen, E. & Jørgensen, T.B. 2007: Undersøgelser i søer. NOVANA og DEVANO overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 164 s. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 25. http://www.dmu.dk/Pub/TA25.pdf.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Sammenfatning:	Den tekniske anvisning beskriver prøvetagnings- og prøvebehandlingsmetodikken for søundersøgelser i Danmark.

Emneord:	Søer, miljøtilstand, overvågning, vandmiljøplan, DEVANO, NOVANA.
Layout:	Anne Mette Poulsen
Illustrationer:	Grafisk værksted, DMU Silkeborg
ISBN:	978-87-7073-000-6
ISSN (elektronisk):	1399-9176
Sideantal:	164
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/Pub/TA25.pdf

Indhold

Forord 6

1 Overvågning af søer 7
- 1.1 Overvågningsprogrammet 7

2 Stations- og oplandsbeskrivelse 12
- 2.1 Kort 12
- 2.2 Morfometriske forhold 12
- 2.3 Hydrauliske forhold 13
- 2.4 Oplandsbeskrivelse 13
- 2.5 Punktkilder 15
- 2.6 Diffuse kilder 16
- 2.7 Databehandling og indrapportering 16
- 2.8 Generelt i forbindelse med leverance af digitale GIS data 17

3 Vandkemiske og fysiske målinger i søen 18
- 3.1 Tid 20
- 3.2 Sted 21
- 3.3 Prøvetagningsudstyr 21
- 3.4 Prøveudtagning 22
- 3.5 Behandling af prøver i felten 24
- 3.6 Feltmålinger 24
- 3.7 Behandling af prøver i laboratoriet 25
- 3.8 Indberetning af data 27

4 Målinger i tilløb/afløb, stoftilførsel 29
- 4.1 Tid og sted 29
- 4.2 Prøvetagningsudstyr/måleudstyr 30
- 4.3 Prøveudtagning 30
- 4.4 Behandling af prøver i felten 31
- 4.5 Behandling af prøver i laboratoriet 31
- 4.6 Kvalitetssikring 32
- 4.7 Indberetning af data 32

5 Vand og stofbalancer 33
- 5.1 Opland 33
- 5.2 Stoftilførsel fra umålte søoplande 33
- 5.3 Opgørelse af kvælstof og fosfor i ind- og udsivende vand for søer 34
- 5.4 Metode til kildeopsplitning af nærings-stoftransport 34
- 5.5 Opgørelse af de enkelte kilder 36
- 5.6 Tidsopløsning 37
- 5.7 Vandbalance 37
- 5.8 Kvalitetssikring 38

6 Planteplankton 39
- 6.1 Tid 39
- 6.2 Sted 39
- 6.3 Prøvetagningsudstyr 41
- 6.4 Prøveudtagning 41
- 6.5 Behandling af prøve i felten 41
- 6.6 Behandling af prøver i laboratoriet 42
- 6.7 Artsbestemmelse 42

6.8 Prøvetælling 43
6.9 Biomasseberegning 45
6.10 Indberetning af data 46
6.11 Kvalitetskontrol 46

7 Dyreplankton 47

7.1 Tid 47
7.2 Sted 47
7.3 Prøvetagningsudstyr 48
7.4 Prøveudtagning 48
7.5 Behandling af prøve i felten 49
7.6 Behandling af prøve i laboratoriet 49
7.7 Bestemmelse af dyreplankton 50
7.8 Indberetning af data 51
7.9 Kvalitetssikring 52

8 Makrofyter 53

8.1 Tid 53
8.2 Sted (placering af observationspunkter og transekter) 54
8.3 Prøvetagningsudstyr 57
8.4 Registrering i felten 57
8.5 Behandling af prøver i felten 61
8.6 Databehandling 62
8.7 Indberetning af data 64
8.8 Kvalitetskontrol 65

9 Bunddyr 66

9.1 Tid 66
9.2 Sted 66
9.3 Prøvetagningsudstyr 66
9.4 Prøvetagning 66
9.5 Behandling af prøver i felten 67
9.6 Behandling af prøver i laboratoriet 67
9.7 Databehandling 68
9.8 Indberetning af data 68
9.9 Kvalitetskontrol 69
9.10 Referencer 69

10 Fisk 70

10.1 Tid og sted 70
10.2 Prøvetagningsudstyr 71
10.3 Prøvetagning 71
10.4 Behandling af prøver i felten 76
10.5 Behandling af prøver i laboratoriet 76
10.6 Databehandling 76
10.7 Indberetning af data 78
10.8 Kvalitetskontrol 79

11 Padder 80

11.1 Tid 80
11.2 Sted 82
11.3 Prøvetagningsudstyr 82
11.4 Prøvetagning og registrering i felten 84
11.5 Behandling af prøver i felten 86
11.6 Behandling af data 86
11.7 Indberetning af data 86
11.8 Kvalitetskontrol 87
11.9 Referencer 87

12 Sediment 88

12.1 Tid og sted 88
12.2 Prøvetagningsudstyr 88
12.3 Prøvetagning 88
12.4 Behandling af prøver i felten 89
12.5 Behandling af prøver i laboratoriet 89
12.6 Databehandling 89
12.7 Kvalitetssikring og validering af data og dataudveksling 90

13 Referencer 91

Bilag 96

Bilag 2.2 Morfometri 97
Bilag 2.4.1 Topografisk opland 98
Bilag 3.7 Bestemmelse af opløst reaktivt silicium 99
Bilag 4.1 Bestemmelse af total jern 100
Bilag 5.2.1 Stoftilførsel fra umålt opland 102
Bilag 5.5.1 Eksempel på kildeopsplitning 103
Bilag 5.7.1 Vandbalance 105
Bilag 6.5.1 Fremstilling af Lugol-opløsning 106
Bilag 6.7.1 Bestemmelseslitteratur til planteplankton 107
Bilag 6.8.1 Vedrørende ultralydsbehandling af blå-grønalgeprøver 109
Bilag 6.8.3 Udregning af algekoncentration 110
Bilag 6.9.1 Volumenberegning af planteplankton 111
Bilag 7.2.1 Eksempel på placering af dyreplankton prøve-tagningsstationer 116
Bilag 7.3.1 Dyreplanktonfilter 117
Bilag 7.6.1 Behandling af prøver 118
Bilag 7.7.1 Særlige karaktertræk hos forskellige dyreplankton-grupper 119
Bilag 7.7.2 Biomassebestemmelser ud fra flade-målinger 121
Bilag 7.7.3 Konstanter til brug ved bestemmelse af dyreplankton tørvægt 124
Bilag 7.7.4 127
Bilag 7.7.5 Beregning af græsning 135
Bilag 8.2.1 Vegetationsundersøgelser 137
Bilag 8.3.1 Indsamlingsredskabernes begrænsninger 138
Bilag 8.4.1 Bearbejdning af data fra transektundersøgelsen 139
Bilag 8.4.2 Skemaer til vegetationsundersøgelser 140
Bilag 9.5.1 Bunddyr, feltskema 147
Bilag 9.6.1 Bunddyr, bestemmelsesniveau 148
Bilag 10.2 NY-NORDISK-norm garn (modificeret) 150
Bilag 10.4 Fiskeundersøgelse 152
Bilag 10.6 155
Bilag 11.1 Registrering af padder 157
Bilag 11.2 Feltskema 2 158
Bilag 11.3 Padder 159
Bilag 11.4 Padder 160
Bilag 12.5 Metode til supplerende næringsstofanalyse i sediment 161
Bilag 12.6 Standardskema til sedimentdata 163

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

Forord

Nærværende tekniske anvisning er en justeret udgave af Teknisk anvisning fra DMU nr. 22 NOVANA - Undersøgelser i søer, som i 2004 afløste en række tidligere anvisninger. Anvisningen beskriver prøvetagnings- og prøvebehandlingsmetodikken for søundersøgelser i Danmark.

I 2007 har DEVANO (decentral vand- og naturovervågning) erstattet amternes regionale overvågning. Derfor er DEVANO-program programmet og de tilhørende undersøgelsesmetodikker tilføjet denne version.

Prøvetagning og databehandling opfylder kravene til såvel NOVANA og DEVANO som til Vandrammedirektiv og Habitatdirektiv. Anvisningen vil ligge som en web-baseret udgave. Det vil således være muligt til ethvert tidspunkt at hente en aktuel udgave.

Ændringer i den tekniske anvisning kræver dog godkendelse i Styringsgruppen for Ferskvand.

Anvisningen er redigeret og skrevet sammen af Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi. Den er efterfølgende kommenteret af amter, miljøcentre og konsulenter. Anvisningen er skrevet på baggrund af erfaringer fra OVP og NOVA-2003 programmet samt de hertil anvendte tekniske anvisninger *(Rebsdorf et al., 1988; Kristensen et al., 1989; Mortensen et al., 1990; Svendsen og Rebsdorf, 1994; Kristensen et al., 1990; Olrik, 1991; Hansen et al., 1992; Jensen og Søndergaard, 1994; Moeslund et al., 1996* og *Jensen et al., 1996*). Anvisningen indeholder derfor i større eller mindre grad uddrag fra de tidligere anvisninger.

Anvisning om fiskeundersøgelser er skrevet på baggrund af Mortensen *et al.* (1990) og Appelberg (ed.) (2000), samt behandlet i en arbejdsgruppe bestående af Kjeld Sandby Hansen (Fyns Amt), Torben B. Jørgensen (Århus Amt), Helle Jerl Jensen (Fiskeøkologisk Laboratorium), John Pedersen (Bioconsult A/S), Asger Roer Pedersen (DMU) og Torben L. Lauridsen (DMU).

Til udarbejdelse af bunddyrs-anvisningen blev nedsat en arbejdsgruppe bestående af Kjeld Sandby Hansen (Fyns Amt), Torben B. Jørgensen (Århus Amt), Kim Michelsen (Kbh. Kommune), Klaus Brodersen (FBL, Kbh. Univ.), Simon Leonhardt (Bioconsult A/S), Erik Jeppesen (DMU) og Torben L. Lauridsen (DMU). Anvisningen er kommenteret af amterne og Fiskeøkologisk Laboratorium.

Paddeovervågningen i søprogrammet er pr. 1. januar 2007 ændret til at følge den tekniske anvisning for artsovervågning af padder. I perioden 2004 – 2006 blev paddeovervågningen foretaget efter et specialprogram udarbejdet i forbindelse med den øvrige søovervågning af: Bjarke Huus (Nordjyllands Amt), Erich Wederkinch (Vestsjællands Amt), Marian Würtz (Vejle Amt), Kjeld Sandby Hansen (Fyns Amt), Torben B. Jørgensen (Århus Amt), Liselotte W. Andersen (DMU), Bjarne Søgaard (DMU) og Torben L. Lauridsen (DMU).

1 Overvågning af søer

1.1 Overvågningsprogrammet

I NOVANA og DEVANO udgør søovervågningen ét af flere overvågningsprogrammer, som til sammen har til formål at karakterisere og beskrive den danske natur. Baggrunden for overvågningen er såvel nationale som internationale forpligtelser. Blandt andet kræves det fra EU, at Danmark opfylder kravene i Vandrammedirektivet og Habitatdirektivet.

Søovervågningen omfatter både en intensiv og en ekstensiv del, som tilsammen betyder, at Danmark er i stand til at opfylde de krav, som stilles i de førnævnte direktiver. I det intensive program undersøges den enkelte sø hvert år, mens søerne i det ekstensive NOVANA program undersøges hvert 3. eller 6. år, afhængigt dels af program og dels søstørrelsen. DEVANO programmet er et etårigt ekstensivt program, som erstatter amternes regionale søtilsyn.

Hovedindholdet i både NOVANA- og DEVANO-programmet er undersøgelse af en række biologiske og fysisk/kemiske parametre. Gennemgående for alle programmer er en vegetationsundersøgelse og nogle få fysisk/kemiske nøglevariable. Herudover suppleres NOVANA undersøgelserne i de store søer med en fiskeundersøgelse, en bunddyrsundersøgelse, sedimentundersøgelse, paddeundersøgelse i småsøerne og vandhullerne samt en række programafhængige fysisk/kemiske variable. Prøvetagningsfrekvensen varierer ligeledes med programmet.

Det intensive overvågningsprogram i NOVANA indeholder elementerne beskrevet i tabel 1.1. Det ekstensive NOVANAovervågningsprogram for større søer (>5 ha, ekstensiv 1-søer), mindre søer (>0,1-5 ha, ekstensiv 2-søer) og småsøer og vandhuller (0,01-0,1 ha, ekstensiv 3-søer) er beskrevet i hhv. tabel 1.2, tabel 1.3 og tabel 1.4.

DEVANO programmet, som omfatter søer, der er udvalgt regionalt blandt søer, der er større end 5 ha, og som er i risiko for ikke at opfylde målsætningen i 2015, er beskrevet i tabel 1.5 og tabel 1.6. DEVANO er opdelt i et basisprogram, som anvendes for alle søer, samt supplerende undersøgelser, som kan gennemføres for yderligere at belyse årsagen til manglende målsætningsopfyldelse.

Tabel 1.1. Det intensive NOVANA-program for større søer (>5 ha). Oversigt over måleprogrammet for søer i det intensive søovervågningsprogram, herunder årlige prøvetagningsfrekvenser. Der udtages prøver hver 14. dag fra 1. april til 31. oktober. I den resterende periode udtages månedlige prøver. Hypolimnion-prøver tages kun ved springlagsdannnelse, og frekvensen angiver et ca. gennemsnit for alle søer, i de enkelte søer er den aktuelle frekvens mellem 0 og 15.

	Søvand		**Tilløb/afløb**
	Epilimnion	**Hypolimnion**	
Vandkemiske og fysiske analyser:			
pH	19	5	12-26
Alkalinitet	19	5	
Nitrit+nitratkvælstof	19	5	
Ammoniumkvælstof	19	5	
Total kvælstof	19	5	12-26
Total fosfor	19	5	12-26
Orthofosfat	19	5	12-26
Klorofyl *a*	19		
Totaljern	19		12-26
Silikat+silicium	19		
Suspenderet stof	19		
Glødetab af susp. stof	19		
Sigtdybde[1]	19		
Ilt- og temperaturprofil[1]	19	19	
Vandstand[1]	19 eller kontinuert		
Ledningsevne[1]	19	5	
Farvetal	19		
Kationer[2], Mg, Na, Ca, K	1		
Måling af vandføring[1]			12-26 eller kontinuert
Sedimentkemi	1/6		
Biologiske analyser:			
Planteplankton: sammensætning, antal og biomasse	12		
Dyreplankton: sammensætning, antal og biomasse	12		
Bunddyr	1/6		
Vandplanter	3/6		
Fiskeundersøgelse	1/6		

[1)] Feltmålinger inkl. dybdeprofil for ilt og temperatur. Ledningsevne må også måles i laboratoriet.

[2)] Måles kun på en vinterprøve.

Tabel 1.2. Det ekstensive NOVANA-program for større søer (>5 ha). Oversigt over parametre, frekvens (år), antal af prøver pr. år. De 7 prøver tages månedligt fra 1. april til 30. september, og der tages en enkelt vinterprøve i perioden fra 15. november til 15. december.

Parametre	Frekvens	Antal prøver pr. år
Vandkemiske og fysiske analyser:		
Ledningsevne[(1)]	1/3 (hvert 3. år)	7
Salinitetet[1]	1/3	7
Ilt- og temperaturprofil[1]	1/3	7
Vandtemperatur[1]	1/3	7
pH	1/3	7
Alkalinitet	1/3	7
Total kvælstof	1/3	7
Total fosfor	1/3	7
Farvetal	1/3	7
Klorofyl *a*	1/3	7
Suspenderet tørstof	1/3	7
Sigtdybde[1]	1/3	7
Sulfat[2]	1/3	1[2]
Biologiske prøver:		
Vandplanter		
Dybdegrænse	1/3	1
Dominerende art/arter	1/3	1
Bunddyr	1/6	1
Fisk	1/6	1
Belastning og trusler (GIS mv.)	1/3	1

[1)] Feltmålinger inkl. dybdeprofiler for ilt og temperatur. Ledningsevne må også måles i laboratoriet.

[2)] Måles kun på vinterprøve.

Tabel 1.3. Det ekstensive NOVANA-program for mindre søer (0,1-5 ha). De 5 prøver tages månedligt fra 1. maj til 30. september. Oversigt over parametre, frekvens pr. år og antal af prøver pr. år.

Parametre	Frekvens	Antal prøver pr. år
Vandkemiske og fysiske analyser:		
Ledningsevne[(1)]	1/6 (hvert 6. år)	5
Salinitetet[1]	1/6	5
Ilt- og temperaturprofil[1]	1/6	5
Vandtemperatur[1]	1/6	5
pH	1/6	5
Farvetal	1/6	5
Alkalinitet	1/6	5
Total kvælstof	1/6	5
Total fosfor	1/6	5
Klorofyl *a*	1/6	5
Sigtdybde[1]	1/6	5
Biologiske prøver		
Vandplanter	1/6	1
Dybdegrænser	1/6	1
Dominerende arter	1/6	1
Belastning og trusler (GIS/skema)	1/6	1

[1)] Feltmålinger inkl. ilt og temperaturprofil. Ledningsevne må også måles i laboratoriet.

Tabel 1.4. Det ekstensive NOVANA-program for småsøer og vandhuller (0,01-0,1 ha). Oversigt over parametre, frekvens (år), antal af prøver pr. år. Prøven tages i juli eller august.

Parametre	Frekvens	Antal prøver pr. år
Vandkemiske og fysiske analyser:		
Ledningsevne[1)]	1/6 (hvert 6. år)	1
Salinitetet[1)]	1/6	1
Ilt- og temperaturprofil[1)]	1/6	1
Vandtemperatur1	1/6	1
pH	1/6	1
Alkalinitet	1/6	1
Total kvælstof	1/6	1
Total fosfor	1/6	1
Klorofyl a	1/6	1
Farvetal	1/6	1
Sigtdybde[1]	1/6	1
Vandplanter	1/6	1
Dominerende arter	1/6	1
Padder	1/6	1
Belastning og trusler (GIS m.v.)	1/6	1

[1)] Feltmålinger inkl. ilt og temperaturprofil (hvis muligt). Ledningsevne må også måles i laboratoriet.

Tabel 1.5. DEVANO program for større søer (>5 ha). Oversigt over parametre og antal af prøver pr. år. De 6 prøver tages månedligt fra 1. april til 30. september og der tages en enkelt vinterprøve i perioden fra 15. november til 15. december.

Parametre	Antal prøver pr. år
Vandkemiske og fysiske analyser:	
Ledningsevne	7
Salinitetet	7
Ilt- og temperaturprofil	7
pH	7
Farvetal	7
Alkalinitet	7
Total kvælstof	7
Nitrit+nitratkvælstof	7
Ammoniumkvælstof	7
Total fosfor	7
Orthofosfat	7
Klorofyl *a*	7
Suspenderet stof	7
Sigtdybde	7
Vandplanter	
Dybdegrænse	1
Dominerende art/arter	1
Artsliste	1
Belastning og trusler (GIS mv.)	1

Tabel 1.6. Programmet for de supplerende undersøgelser i DEVANO programmet. Oversigt over parametre og antal af prøver pr. år. De 6 prøver tages månedligt fra 1. april til 30. september og der tages en enkelt vinterprøve i perioden fra 15. november til 15. december.

Parametre	Antal prøver pr. år
Fytoplankton	7
Dyreplankton	7
Fisk	1

2 Stations- og oplandsbeskrivelse

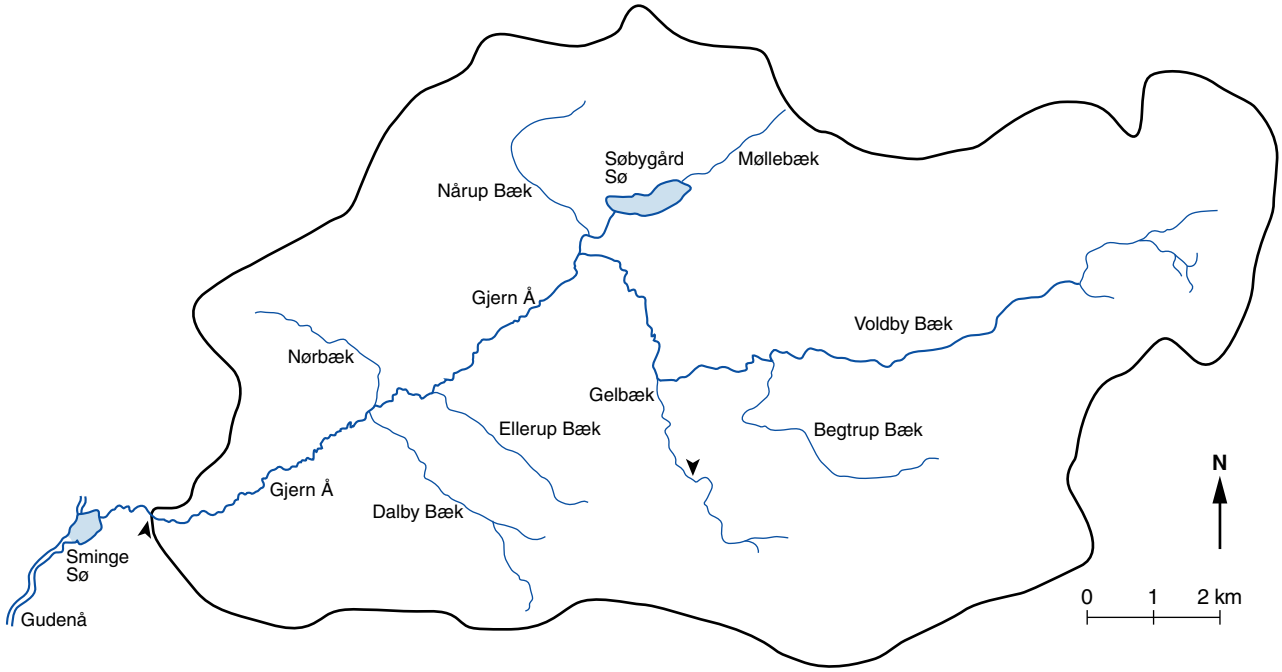
Dette kapitel beskriver, hvorledes den enkelte sø og dennes opland skal beskrives. Formålet med en god stations- og oplandsbeskrivelse er at kunne vurdere sammenhænge mellem oplandsanvendelsen og belastningen til den enkelte sø. Desuden skal oplandsbeskrivelsen anvendes til at vurdere eventuelle trusler i forhold til den aktuelle tilstand.

2.1 Kort

Intensiv og ekstensiv-1 søer, DEVANO søer

2.1.1 Oversigtskort 1:25.000

Der udarbejdes et oversigtskort i ca. 1:25.000 over søen, hvor søen og oplandet til søen, tilløbene og afløbene fremhæves (se eksempel på figur 1). Navnene på vandløbene angives. Grænsen for det topografiske opland markeres med en stiplet linie. I tilløbene markeres de væsentlige forureningskilder, eksempelvis spildevandsanlæg, dambrug, større regnvandsudløb og overfaldsbygværker.



Figur 2.1. Oversigtskort over Gjern å-systemet.

2.2 Morfometriske forhold

Intensiv søer

For de morfometriske forhold i søen angives følgende række standardparametre:

- et søkort med isolinier for vanddybder i forhold til normalvandstand i søen. På kortet angives placering af tilløb, afløb og de stationer, hvor der i forbindelse med NOVANA udtages prøver.

- en tabel med søareal, middeldybde, største dybde, volumen og kystlængde. Kystlængden opgøres for sammen med hypsograferne at få indtryk af littoralzonens udbredelse.
- en figur med hhv. dybdefordelingen i forhold til areal og vandvolumen (hypsografer).

Såfremt søen er opdelt i flere bassiner, opgøres de morfometriske parametre både for de enkelte bassiner og for søen som helhed.

I Lars Håkanson's "A manual of lake morphometry" (1981) er det vist, hvorledes de enkelte morfometriske parametre kan opgøres. For en kort definition og metodebeskrivelse se bilag 2.2.

Ekstensiv-1, -2 og –3 søer, DEVANO søer

Der udarbejdes en tabel med søareal, middeldybde, største dybde, volumen og kystlængde. Eksisterer data ikke, udregnes dette på baggrund af dybdemålingerne foretaget i forbindelse med vegetationsundersøgelsen. I ekstensiv-3 søer vil det dog ikke altid være muligt at få en middeldybde, største dybde og volumen. I de mindste søer kan arealet variere meget i takt med vandstanden ændres. Derfor defineres søarealet som værende arealet i maj måned (flyfotos er normalt optaget i maj). Hele rørskoven medregnes i søarealet.

2.3 Hydrauliske forhold

2.3.1 Opholdstid

Intensiv søer

På baggrund af søvolumen og data på vandtilførsel og fraførsel beregnes den hydrauliske middelopholdstid for følgende perioder:

- året
- sommerperioden (1/5 – 1/10)
- vinterperioden (1/10-31/3)
- de to måneder med hhv. mindst og størst opholdstid.

I søer med meget lang opholdstid (>2 år) opgøres opholdstiderne ikke for delperioder.

Svingninger i søvandstanden vurderes. Det har især betydning i de lavvandede søer: Eksempelvis er vanddybden i Søbygaard Sø i sommerperioden op til 20 cm mindre end i vinterperioden, og dermed er middeldybden reduceret med 20%.

2.4 Oplandsbeskrivelse

Oplandsbeskrivelsen består af en opgørelse af det topografiske opland til søen. Derudover af en beskrivelse af jordtype og arealudnyttelse i oplandet samt en registrering af de vigtigste punktkilder i oplandet.

Følgende ting skal som minimum opgøres:

2.4.1 Oplandsgrænser

Intensive søer, ekstensiv 1 og 2 søer samt DEVANO søer

Topografisk opland

Det samlede topografiske opland (se bilag 2.4.1) for søen, dvs. oplandene for de enkelte tilløb samt oplandet direkte til søen. Der foretages en korrektion for de drænoplande, der ændrer betydeligt på det topografiske opland. Dog er en opgørelse af grundvandsoplandene ønskelig i oplande med et stort grundvandsbidrag.

I forbindelse med opgørelse af jordtypen og arealudnyttelsen i oplandet skal det vurderes, om den fundne forskel mellem størrelsen af det topografiske opland og grundvandsoplandet har væsentlig betydning.

2.4.2 Jordbundsforhold

Jordbundforholdene bestemmes på baggrund af "Den landsomfattende jordklassificering, jordtyper" fra Statens Jordbrugsforskning. Jordklassifikationen har følgende jordtyper:

1. grovsandet
2. finsandet
3. lerblandet sandjord
4. sandblandet lerjord
5. lerjord
6. svær lerjord
7. humus
8. kalkrig jord.

2.4.3 Oversigt over arealudnyttelsen

På basis af det topografiske opland foretages en opgørelse af arealudnyttelsen vha. Markblokkort samt TOP10DK fra Kort og Matrikelstyrelsen. Der aggregeres arealer til klasserne beskrevet i tabel 2.1.

Tabel 2.1. Beskrivelse af arealudnyttelsesklasser og tilhørende kilde objekter.

Klasse	Kilde	KMS Objekter
Befæstet / bebygget areal	TOP10DK	2237 – Parkeringsareal
		2543 - Start- og Landingsbane
		2700 - Teknisk areal
		3113 – Bykerne
		3116 – Industri
		3117 - Lav bebyggelse
		3118 - Høj bebyggelse
Potentielt landbrug	Markblok kort	
Skov	TOP10DK	6119 – Skov
Naturarealer	TOP10DK	6139 – Hede
		6142 - Sand /klit
		6159 – Vådområde
Grønne områder	TOP10DK	3119 – Rekreativt område
		5500 – Sportsanlæg
		6329 – Kirkegård
Ferskvand	TOP10DK	7219 – Sø
		7425 – Dambrug

Bemærk, at der kan forekomme overlap mellem Markblokkort og KMS data, derfor vil den procentvise fordeling ikke nødvendigvis være 100%. Trafikarealer er ikke medtaget i tabel 2.1.

Ekstensiv-1 og 2 søer, DEVANO søer
Der gennemføres ikke egentlige målinger af næringsstoftilførslen, men der gennemføres en opgørelse af belastning og trusler baseret på besigtigelse og GIS-analyser (dvs. det er nødvendigt med en identifikation af det topografiske opland). Besigtigelsen udføres i forbindelse med en prøvetagning.

2.4.4 GIS-baserede analyser og besigtigelse

På baggrund af TOP10DK og Markblokkort foretages en %-fordeling af søens/vandhullets opland på naturtyperne beskrevet i tabel 2.1.

På baggrund af "Den landsomfattende jordklassificering, jordtyper" fra Statens Jordbrugsforskning laves en %-fordeling af jordbundsforholdene jf. ovenfor.

De GIS-baserede analyser og en besigtigelse i juni eller juli måned af til- og afløbsforhold (dvs. grøfter og vandløb man ikke i forvejen har kendskab til) bruges til en vurdering af, om der med den pågældende arealanvendelse eksisterer en trussel i forhold til søens/vandhullets aktuelle tilstand. I ekstensiv 1 søer påregnes maksimalt 2 timer og minimalt 0,5 time til denne besigtigelse, i ekstensiv-2 søer påregnes det halve. Har man kendskab til væsentlige punktkilder (specielt i ekstensiv-1 søerne og de store ekstensiv-2 søer), skal disse indgå i vurderingen.

Ekstensiv-3 søer
Der foretages ikke en egentlig GIS-analyse, men på baggrund af en besigtigelse i forbindelse med prøvetagningen i juli eller august måned beskrives arealanvendelsen i en 100 m bred bufferzone omkring vandhullet jf. tabel 2.1, ligesom til- og afløbsforhold vurderes. Beskrivelsen består i at vurdere om bufferzonen er et naturareal eller et dyrket areal med eller uden dyrkningsfri bræmme omkring søen/vandhullet. Der påregnes maksimalt 1 time og minimalt 0,25 time til denne besigtigelse. Besigtigelsen anvendes til en vurdering af, om der med den pågældende arealanvendelse eksisterer en trussel i forhold til søens/vandhullets aktuelle tilstand.

2.4.5 Kortlægning af kilder til belastning af søen

Intensive søer
Kortlægningen skal omfatte en registrering af alle betydende kilder til belastningen af søen. Der skal både ske opgørelse for det samlede opland og for deloplandene (de vigtigste tilløb). Detaljeringsgraden af kortlægningen afhænger af de enkelte kilders betydning for den samlede stoftransport til søen.

2.5 Punktkilder

Intensive søer
Der udarbejdes en oversigt over alle betydende punktkilder.

Ved kommunale spildevandsanlæg angives oplysninger om de enkelte anlæg. Følgende oplysninger skal som minimum angives:

- antal tilsluttede PE til anlægget
- antal PE, som anlægget er dimensioneret til
- rensningstype (fx mekanisk, mekanisk/biologisk, basisanlæg, biologisk/kemisk, andet) og -effektivitet.

Tabel 2.2. Datagrundlag til beregning af udledte mængder. Tabellen skal forstås på følgende måde: Eksempelvis ved type 3 kan belastningen fra anlægget beregnes ud fra antal PE og erfaringstal eller ud fra data fra afløbskontrol, som kan danne grundlag for beregning af årlige transporter af kvælstof, fosfor, organisk stof og ferskvand.

Type	PE	NPO Q Årlige data	NPO Q Årlige data
1	X		
2	X	X X	
3	X	X X X	
4	X	X X X	
5	X	X X X	X X X

Datagrundlaget, som findes til beregning af udledte mængder af kvælstof, fosfor, organisk stof og ferskvand, angives. Tabel 2.2 kan anvendes som udgangspunkt.

Andre punktkilder kan være:

- Industrier med direkte udledning (kap. 5-virksomheder) – der angives tilladte og målte udledningsmængder af NPO.
- Dambrug med angivelse af årsproduktion og udledningsmængder af NPO.
- Overfaldsbygværker og regnvandsudløb registreres, og en evt. belastning fra disse vurderes. Denne aktivitet skal koordineres med overvågningsaktiviteterne i spildevandsafdelingerne, således at de oplande, hvor det vurderes, at belastningen fra overfaldsbygværker og regnvandsudløb er stor, undersøges først.

2.6 Diffuse kilder

Intensiv søer

Spredt bebyggelse uden for kloakerede områder.

I de oplande, hvor fosforbelastningen fra spredt bebyggelse har væsentlig betydning (>20%) for den samlede belastning, skal følgende opgøres:

Antallet af huse opgøres, og spildevandspotentialet i oplandet vurderes ud fra den generelle fordeling af "anlægstyper" i de kommuner, der ligger i oplandet. Eksempelvis vil spildevandspotentialet være forskelligt i kommuner uden og med tømningsordning af septiktanke, ligesom fordelingen på nedsivningsanlæg og direkte udledning vil variere kommunerne imellem.

2.7 Databehandling og indrapportering

Intensiv søer
På baggrund af data udarbejdes og indrapporteres vha. søskema 2, følgende:

- et oversigtskort med sø og dennes oplandsgrænse indtegnet
- et søkort med isolinier for vanddybder i forhold til normalvandstand i søen. På kortet angives placering af tilløb, afløb og de stationer, hvor der i forbindelse med NOVANA udtages prøver
- søareal, middeldybde, største dybde, volumen og kystlængde. Kystlængden opgøres for sammen med hypsograferne at få indtryk af littoralzonens udbredelse
- en figur med hhv. dybdefordelingen i forhold til areal og vandvolumen (hypsografer)
- en jordbundskarakteristik jf. afsnit 2.4.2
- arealanvendelsen fordelt på klasserne skov, naturarealer, grønne områder, befæstet/bebygget areal, ferskvand og landbrugsareal jf. afsnit 2.4.3
- en tabel med angivelse af punktkilder og diffuse kilder, søskema 1.

Ekstensiv-1, -2 og –3 søer samt DEVANO søer
På baggrund af data og besigtigelse udarbejdes og indrapporteres følgende:

- søareal, middeldybde, største dybde, volumen og kystlængde. I ekstensiv-3 søer kan det ikke forventes at få en middeldybde, største dybde og volumen
- arealanvendelsen fordelt på klasserne skov, naturarealer, grønne områder, befæstet/bebygget areal, ferskvand og landbrugsareal (i ekstensiv-3 søerne på baggrund af besigtigelse)
- jordbundskarakteristik jf. afsnit 2.4.2

2.8 Generelt i forbindelse med leverance af digitale GIS data

GIS data leveres enten som MapInfo eller ArcView shapefiler. Ved levering skal det altid klart fremgå af et tekstdokument, hvad de enkelte filnavne dækker over.

Ved aflevering af GIS-data benyttes altid UTM-koordinater og zone 32, med undtagelse af Bornholm, hvor data afleveres i zone 33.

EUREF 89 benyttes som datum og UTM som koordinatsystem..

Dokumentation af det anvendte koordinat-system og datum sker for MAPINFO gennem .TAB filen. Afleveres data i ArcView shapefil format, skal der medfølge en .prj fil til hvert enkelt shapefil til dokumentation af koordinatsystem, projektion og datum.

3 Vandkemiske og fysiske målinger i søen

I de intensive søer er formålet med undersøgelserne at beskrive dels en årstidsvariation og dels en tidslig udvikling i de vandkemiske og fysiske data.

I ekstensiv-1 og 2 søer samt DEVANO søerne er formålet at beskrive variationen i de vandkemiske og fysiske data i sommerhalvåret samt tilstanden i søen, mens formålet i ekstensiv-3 søerne er at give et øjebliksbillede af søens tilstand såvel fysisk som kemisk. Desuden skal den ene prøve, som bliver taget i søen/vandhullet, sammen med de øvrige undersøgelser, bidrage til at give et samlet billede af søens/vandhullets tilstand.

Tabel 3.1. Det intensive NOVANA-program for større søer (>5 ha). Oversigt over vandkemiske og fysiske parametre, herunder årlige prøvetagningsfrekvenser. Der udtages prøver hver 14. dag fra 1. april til 31. oktober, i den resterende periode udtages månedlige prøver. Prøver fra hypolimnion tages kun, hvis der er springlagsdannnelse, og frekvensen angiver et ca. gennemsnit for alle søer. I de enkelte søer er den aktuelle frekvens mellem 0 og 15.

	Søvand		Tilløb/afløb
	Epilimnion	Hypolimnion	
Vandkemiske og fysiske analyser:			
pH	19	5	
Alkalinitet	19	5	
Nitrit+nitratkvælstof	19	5	
Ammoniumkvælstof	19	5	
Total kvælstof	19	5	
Total fosfor	19	5	
Opløst fosfor	19	5	
Klorofyl *a*	19	5	
Totaljern	19	5	
Silikat+silicium	19		
Farvetal	19		
Suspenderet stof	19		
Glødetab af susp. stof	19		
Sigtdybde[1]	19		
Ilt- og temperaturprofil[1]	19	19	
Vandstand[1]	19 eller kontinuert		
Ledningsevne[(1)]	19	5	
Kationer, Ca, Mg, Na, K	1[2]		
Måling af vandføring[1]			12-26 eller kontinuert

[1)] Feltmålinger inkl. dybdeprofil for ilt og temperatur. Ledningsevne kan også måles i laboratoriet

[2)] Måles på en vinterprøve.

Undersøgelsen af vandkemiske og fysiske målinger i søvandet omfatter variable, som måles i felten, og andre som måles i laboratoriet (tabel 3.1 – tabel 3.4). Til laboratorieanalyse udtages en vandprøve fra søens overfladelag (epilimnion), og hvis søen er lagdelt, tages en prøve fra bundlaget (hypolimnion) – hypolimnionprøve dog kun i intensive NOVANA søer.

Tabel 3.2. Det ekstensive NOVANA-program for fysisk/kemiske målinger i større søer (>5 ha). Oversigt over parametre, frekvens (år), antal af prøver pr. år. De 7 prøver tages månedligt fra 1. april til 30. september og der tages en enkelt vinterprøve i perioden 15. november til 15. december.

Parametre	Frekvens	Antal prøver pr. år
Vandkemiske og fysiske analyser:		
Ledningsevne[(1)]	1/3 (hvert 3. år)	7
Salinitetet[1]	1/3	7
Ilt- og temperaturprofil[1]	1/3	7
Vandtemperatur[1]	1/3	7
pH	1/3	7
Alkalinitet	1/3	7
Total kvælstof	1/3	7
Total fosfor	1/3	7
Klorofyl *a*	1/3	7
Farvetal	1/3	7
Suspenderet stof	1/3	7
Sigtdybde[1]	1/3	7
Sulfat[2]	1/3	1[2]

[1)] Feltmålinger inkl. dybdeprofil for ilt og temperatur. Ledningsevne kan også måles i laboratoriet

[2)] Måles kun på vinterprøve

Tabel 3.3. Det ekstensive NOVANA-program for fysisk/kemiske målinger i mindre søer (0,1-5 ha). Oversigt over parametre, frekvens (år) og antal af prøver pr. år. De 5 prøver tages månedligt fra 1. maj til 30.september.

Parametre	Frekvens	Antal prøver pr. år
Vandkemiske og fysiske analyser:		
Ledningsevne[(1)]	1/6 (hvert 6. år)	5
Salinitetet[1]	1/6	5
Ilt- og temperaturprofil[1]	1/6	5
Vandtemperatur[1]	1/6	5
pH	1/6	5
Farvetal	1/6	5
Alkalinitet	1/6	5
Total kvælstof	1/6	5
Total fosfor	1/6	5
Klorofyl *a*	1/6	5
Sigtdybde[1]	1/6	5

[1)] Feltmålinger inkl. dybdeprofil for ilt og temperatur. Ledningsevne kan også måles i laboratoriet.

Tabel 3.4. Det ekstensive NOVANA-program for fysisk/kemiske målinger i småsøer og vandhuller (0,01-0,1 ha). Oversigt over parametre, frekvens (år) og antal af prøver pr. år. Vandprøven tages i forbindelse med makrofytundersøgelsen (se kap. 8), dvs. juli eller august måned.

Parametre	Frekvens	Antal prøver pr. år
Vandkemiske og fysiske analyser:		
Ledningsevne[(1)]	1/6 (hvert 6. år)	1
Salinitetet[1]	1/6	1
Ilt- og temperatur[1]	1/6	1
Vandtemperatur[1]	1/6	1
pH	1/6	1
Farvetal	1/6	1
Alkalinitet	1/6	1
Total kvælstof	1/6	1
Total fosfor	1/6	1
Klorofyl *a*	1/6	1
Sigtdybde[1*]	1/6	1

[1)] Feltmålinger inkl. dybdeprofil for ilt og temperatur (hvis muligt). Ledningsevne kan også måles i laboratoriet
[*)] Hvis muligt

Tabel 3.5. DEVANO program for større søer (>5 ha). Oversigt over parametre og antal af prøver pr. år. De 6 prøver tages månedligt fra 1. april til 30. september og der tages en enkelt vinterprøve i perioden 15. november til 15. december.

Parametre	Antal prøver pr. år
Vandkemiske og fysiske analyser:	
Ledningsevne	7
Salinitetet	7
Ilt- og temperaturprofil	7
pH	7
Farvetal	7
Alkalinitet	7
Total kvælstof	7
Nitrit+nitratkvælstof	7
Ammoniumkvælstof	7
Total fosfor	7
Orthofosfat	7
Klorofyl *a*	7
Suspenderet stof	7
Sigtdybde	7

3.1 Tid

Intensiv søer

Vandprøver udtages med 14 dages interval i perioden april til november (første prøve midt i april, sidste prøve midt i oktober). Resten af året udtages prøver én gang pr. måned, såfremt forholdene tillader det, dvs. i alt 19 prøvetagningsdatoer pr. år.

Ekstensiv-1 søer og DEVANO søer

Vandprøver udtages med en måneds interval i perioden 1. april til 1. oktober (første prøve midt i april, sidste prøve midt i september) plus én vinterprøve i perioden 15. november til 15. december.

Ekstensiv-2 søer

Vandprøver udtages med en måneds interval i perioden 1. maj til 1. oktober (første prøve midt i maj, sidste prøve midt i september).

Ekstensiv-3 søer

Vandprøven udtages i forbindelse med gennemførelsen af makrofytundersøgelsen i juli eller august måned (se kap. 8).

3.2 Sted

Intensiv og ekstensiv-1 søer

Feltmålinger og udtagning af vandprøver til laboratorieanalyse sker på én fast station på den største vanddybde i søen. I lavvandede søer med ringe horisontal dybdeforskel placeres stationen så vidt muligt midt i søen. For at kunne genfinde stationen markeres den med en bøje, eller stationens placering defineres vha. en UTM position og genfindes efterfølgende vha. GPS. Vanddybden på prøvetagningsstationen registreres hver prøvetagningsdato. Hvis søen er opdelt i bassiner, der adskiller sig væsentligt i morfometrisk eller belastningsmæssig henseende, etableres der en målestation i hvert bassin.

Ekstensiv-2 søer, DEVANO søer

Feltmålinger og udtagning af vandprøver til laboratorieanalyse sker på én fast station på den største vanddybde i søen. I lavvandede søer med ringe horisontal dybdeforskel placeres stationen så vidt muligt midt i søen. For at kunne genfinde stationen markeres den med en bøje, eller stationens placering defineres vha. en UTM position og genfindes efterfølgende vha. GPS. Vanddybden på prøvetagningsstationen registreres på hver prøvetagningsdato.

Ekstensiv-3 søer

Feltmålinger og udtagning af vandprøver til laboratorieanalyse sker så vidt muligt fra midten af søen, ellers fra en bro eller størst mulig dybde ved vadning kombineret med en stangvandhenter. Stationens placering defineres vha. en UTM position og markeres på et kort. Hvis muligt registreres vanddybden på prøvetagningsstationen.

3.3 Prøvetagningsudstyr

Intensiv, ekstensiv-1. ekstensiv-2 søer og DEVANO søer

Vandprøver udtages med en Hjerteklap-vandhenter, Ruttner-vandhenter eller Limnos-vandhenter. Den enkelte vandhenter skal testes mindst én gang årligt for at sikre, at den er fuldt funktionsdygtig. Vandhenteren testes i en dyb sø. Den mest enkle testmetode er at sammenligne vandtemperaturen i den ophalede prøve (aflæses på termometeret monteret i vandhenteren) med vandtemperaturen målt i forbindelse med registrering af temperatur- og iltprofilen (kalibreret udstyr). Til måling af sigtdybde anvendes en hvid Secchi-skive med en diameter på 30 cm. Temperatur måles i felten med kalibreret termistor eller med kviksølvtermometer med en målenøjagtighed på mindst ±0,2 °C. Iltkoncentration

måles i felten med kalibreret elektrometrisk iltelektrode med en nøjagtighed på mindst ±0,1 mg O_2 l^{-1}. Ledningsevne måles i felten eller laboratoriet med en ledningsevnemåler med en nøjagtighed på 1 µS cm^{-1}. Salinitet (gælder ikke i intensiv søer) måles i felten med en nøjagtighed på 0,5 promille.

Ekstensiv-3 søer

Tages vandprøven fra båd eller en bro udtages prøven med vandhenter (Hjerteklap-vandhenter, Ruttner-vandhenter eller Limnos-vandhenter). Hvis der vades ud efter prøven, tages denne vha. en stangvandhenter (en glasfiber- eller kulfiberstang hvorpå prøvetagningsflasken er monteret). Til måling af sigtdybde anvendes en hvid Secchi-skive med en diameter på 30 cm. Sigtdybde kan kun måles fra båd eller en bro. Temperatur måles i felten med en kalibreret termistor eller med et kviksølvtermometer med en målenøjagtighed på mindst ±0,2 °C. Iltkoncentration måles i felten med en kalibreret elektrometrisk iltelektrode med en nøjagtighed på mindst ±0,1 mg O_2 l^{-1}. Salinitet måles i felten med en nøjagtighed på 0,5 promille.

Hvis pH<6 (alle søer)

Hvis pH < 6 suppleres pH-målingen i laboratoriet med en pH måling i felten. Dette gøres med et felt-pH-meter med en nøjagtighed på 0,2 pH-enheder.

3.4 Prøveudtagning

Intensiv søer

Vandprøver udtages som delprøver der puljes og blandes. Fra *ikke-lagdelte søer* udtages én blandingsprøve og fra *lagdelte søer* to blandingsprøver.

Ekstensiv 1, ekstensiv 2 søer og DEVANO søer

I følge programmet udtages én blandingsprøve uanset om søen er lagdelt eller ej. Prøvetagningsmetoden er beskrevet i 3.4.2 – A.

Ønsker man at udtage vandprøve fra hypolimnion anvendes prøvetagningsmetode beskrevet for lagdelte intensive søer (3.4.2 – B). Prøven analyseres for parametre beskrevet i tabel 3.1 (hypolimnion).

3.4.1 Prøvetagning i ikke lagdelte søer

I søer uden springlag gælder følgende to muligheder:

A: Vanddybde <1,5 m. Der udtages delprøver fra 0,2 og 1,0 m, som puljes. Prøven fra 1,0 m udelades, hvis det ikke er muligt at udtage prøven uden ophvirvling af sediment.

B: Vanddybde >1,5 m. Der udtages delprøver fra 0,2 m, sigtdybde og 2 x sigtdybden i det omfang, dybdeforholdene tillader det. Hvis sigtdybden er større end 2 m, udtages delprøver for hver 2 m (0,2; 2,0; 4,0; 6,0 …) ned til 2 x sigtdybden.

Udtagning af prøver tæt ved bunden (<1 m over bunden) foretages kun, hvis det sikres, at der ikke kommer ophvirvlet bundmateriale med.

3.4.2 Prøvetagning i lagdelte søer

I søer med springlag (defineret som søer med vandlag, hvor temperaturændringen er større end 1 °C pr. m) udtages to blandingsprøver: én fra epilimnion, og én fra hypolimnion.

A: Blandingsprøven fra epilimnion. Der udtages delprøver fra 0,2, sigtdybden og 2 x sigtdybden, dog højst til overkanten af springlaget. Hvis sigtdybden er større end 2 m, udtages delprøver for hver m (0,2; 2,0; 4,0; 6,0 …), ned til 2 x sigtdybden, dog højst til overkanten af springlaget.

B: Blandingsprøven fra hypolimnion. Der udtages delprøver i 2-5 dybder afhængig af hypolimnions udstrækning, som angivet i tabel 3.2. Udstrækning af hypolimnion defineres som laget fra underkanten af springlaget til søbunden.

Tabel 3.6. Prøvetagningsdybder fra hypolimnion.

Hypolimnions udstrækning	Prøvetagningsdybder meter under springlaget
3 m	1 og 2 m
4 m	1 og 3 m
5 m	1; 2, 5 og 4 m
6 m	1; 3 og 5 m
7 m	1; 2,5; 4,5 og 6 m
8 m	1; 3; 5 og 7 m
9 m	1; 3,5; 5,5 og 8 m
10 m	1; 4; 6,5 og 9 m
11 m	1; 3,5; 6; 8 og 10 m
12 m	1; 4; 6,5; 9 og 11 m
13 m	1; 4; 7; 9,5 og 12 m
14 m	1; 4; 7; 10 og 13 m
16 m	1; 5; 8; 11 og 14 m
18 m	2; 6; 10; 13 og 16 m
20 m	2; 6; 10; 14 og 18 m
22 m	3; 8; 12; 16 og 20 m

Ekstensiv-3 søer

Vandprøver udtages som en enkelt prøve i 0,5 m's dybde. Hvis prøven udtages ved vadning, tages prøven direkte i prøveflasken ved at denne føres ned i vandsøjlen, hvor den fyldes. Vades der ud i søen/vandhullet, kan sigtdybden ikke måles.

3.4.3 Prøvetagning ved isdække

Afhængig af isens bæredygtighed anvendes én af følgende to metoder:

Usikker is

Søprøven udtages i afløbet sammen med afløbsprøven (se afsnit 4.1.2).

Sikker is

Søprøven udtages på den normale kemistation, hvor der hugges et ca. 0,5 × 0,5 m hul. Herigennem tages prøven og sigtdybden måles. Er der snedækket skal sneen ryddes i en afstand af 1 m omkring hullet i forbindelse med måling af sigtdybde.

3.5 Behandling af prøver i felten

Vandprøverne opbevares i polyethylenflasker, der umiddelbart inden prøvetagningen skylles i søvandet. Flasken skal fyldes helt op under prøvetagningen, så der ikke er luft i flasken, når låget er skruet på. Indtil analyse opbevares vandprøven mørkt, tildækket og køligt i køletaske i felten og kølerum efter hjemkomst. Angående opbevaringstid for de enkelte analyser henvises der til Dansk Standard og tabel 3.3.

Prøvetagningsprogrammet skal koordineres med det laboratorium, der skal analysere prøverne. Alle forhold af betydning for en entydig og klar tolkning af analyseresultaterne skal noteres, fx om den tid, der kan tillades at gå, inden analysen påbegyndes, om prøven skal opbevares i kølerum eller dybfryses, samt om analysen skal foretages på ufiltreret eller på en filtreret prøve. Såfremt enkelte af prøverne formodes at afvige væsentligt fra det "normale", fx unormalt højt/lavt fosforindhold, skal laboratoriet orienteres herom.

Et analyseresultat kan aldrig blive bedre end den prøve, som skal analyseres. En "dårlig" prøve, som man ikke er i stand til at kassere som fejlagtig, fordi man mangler oplysninger, kan således i sidste ende gøre datatolkningen langt mere usikker.

3.6 Feltmålinger

Vejrforholdene: Vejrforholdene på prøvetagningstidspunktet registreres (skønnede værdier): skydække (0 – 8/8), vindhastighed (-styrke) (m/sek), og -retning samt evt. istykkelse (cm).

Sigtdybde: Sigtdybden måles i m med en hvid Secchi-skive i bådens skyggeside. Secchi-skiven sænkes ned, til den ikke kan ses, herefter hives den op, indtil den kan skimtes – denne dybde er sigtdybden. Sigtdybden angives til nærmeste hele centimeter. Der må ikke anvendes vandkikkert i forbindelse med måling af sigtdybden.

Vandstanden: Vandstanden måles i m på et eller flere vandstandsbrædder i søen.

Temperatur: Vandets og luftens temperatur måles med en kalibreret termistor eller med et kviksølvtermometer. Målenøjagtigheden skal være mindst ±0,2 ^{o}C. Vandtemperaturen måles i dybdeprofil for hver meter (start: 0,2 m).

Iltkoncentration eller –mætning: Iltkoncentrationen måles med en kalibreret elektrometrisk iltelektrode med en nøjagtighed på mindst ±0,1 mg O_2 l^{-1}. Målingen udføres for hver anden meter i epilimnion og for hver meter i meta- og hypolimnion.

Ledningsevne: Ledningsevnen måles som temperaturkompenseret ledningsevne (referencetemperatur, 25^{o}C) med en nøjagtighed på 1 µS cm^{-1}. Ledningsevnen må også gerne måles i laboratoriet i stedet for i felten.

Salinitet: Saliniteten måles i alle *ekstensive* brakvandssøer med en nøjagtighed på 0,5 promille. Brakvandssøer defineres som en sø med en salinitet ≥ 0,5 promille.

3.7 Behandling af prøver i laboratoriet

3.7.1 Opbevaring af prøver inden måling

I de fleste tilfælde kan man ved hurtig nedkøling og transport til analyselaboratoriet undgå at konservere prøverne, forudsat at prøverne kan analyseres så hurtigt, at der ikke sker væsentlige ændringer i deres kemiske sammensætning, inden analysen foretages.

Vandprøverne skal afleveres på analyselaboratoriet så tidligt, at der samme dag som prøven er taget kan foretages en forbehandling såsom filtrering, evt. konservering (ifølge DS 203) og start af ammoniumanalysen. pH-måling og eventuelt ledningsevne skal også foretages, så snart prøverne er ankommet.

De filtrerede og ufiltrerede delprøver anbringes i kølerum (0-4°C) natten over. Næste dag påbegyndes eller fortsættes analyserne.

På grundlag af holdbarhedsforsøg anbefales det at følge retningslinierne i tabel 3.7. Generelt gælder det naturligvis, at analyserne bør foretages hurtigst muligt. De ustabile variable er: pH, ammonium, opløst uorganisk fosfat og BOD, de mere robuste er fx nitrat, total N og total P.

Tabel 3.7. Prøvetagning, opbevaringsforhold og maksimale henstandstider i timer (h) eller døgn (d) for et udvalg af variable. Angivelserne er baseret på en eller flere referencer (Dansk Standard DS203, ISO/DIS 5667/3 og Standard Methods (1989)). P=Polyethylen eller tilsvarende plastictyper, G=glas, BG=borsilikatglas.

Variabel	Flasketype	Opbevaringsforhold	Maks. henstand før analyse
pH	P, G	0 - 4°	2-6 t[(1)]
Alkalinitet	P, G	0 - 4°	24 t[(2)]
Ledningsevne	P, G	0 - 4°	snarest muligt
Opløst ilt, Winkler	G	fiksering i felt[(1)]	3 d
Farvetal	P, G	0 - 4°	snarest muligt
Ammonium- N	P, G	0 - 4°	højst 24 t
Nitrit + nitrat-N	P, G	0 - 4°	3 d
Total nitrogen	P, G	0 - 4°	3 d
Opl. uorg. fosfat – P	P, BG	0 - 4°	24 t
Total fosfor	P, BG	0 - 4°	24 t
Silikat - Si	P	0- 4°	snarest muligt
Total jern	P, BG	syrekonservering	1- 2 d
Susp. stof, tørstof	P, G	0- 4°	24 t
Susp. stof, glødetab	P, G	0- 4°	24
Klorofyl *a*	P, G	0- 4°	24 t

(1) DS 287 foreskriver 2 h, mens andre tillader længere opbevaringstider, alt afhængig af en vurdering af den aktuelle prøves stabilitet med hensyn til pH.
(2) dog højst 2 t, hvis der er risiko for udfældning, eller der er stor biologiske aktivitet.

Ved analyse af prøver, der er taget i felten med automatisk prøvetager i løbet af fx en uge, kan man ikke i alle tilfælde overholde tabellens krav om henstandstid, men ved at have køling på prøvetagerne nedsættes risikoen for større ændringer i mængden af fx nitrat, total N og total P.

Henstand skal altid ske mørkt og afkølet til 0-4°C. Dybfrysning og efterfølgende optøning kan anvendes ved analyse af total N og nitrat, men må frarådes ved analyse af andre variable.

3.7.2 Kemikalier

Alle kemikalier til fremstilling af reagenser skal være af høj renhed (pro analysi). Vand til fremstilling af opløsninger skal være destilleret eller demineraliseret. Når der i teksten kun er anført "vand", betyder det derfor altid destilleret eller demineraliseret vand. I nogle tilfælde, fx ved siliciumanalyse, kan demineraliseret vand indeholde generende mængder af enten silicium eller organisk stof. I de tilfælde kan det være nyttigt at efterbehandle vandet ved en ekstra rensning. Der findes systemer i handelen, der består af ionbytterkolonner og filtre med aktivt kul, til efterbehandling af demineraliseret eller destilleret vand.

3.7.3 Filtrering

Til generel brug skal anvendes den filtertype, der er beskrevet i de angivne analysemetoder – i øvrigt henvises til referencelaboratoriets metodedata blade (www.refence-lab.dk). Ved anvendelse af 0,45 µm membranfiltre på søprøver er det nødvendigt at foretage en forfiltrering på et Whatman GF/C eller GF/D glasfiberfilter med en porestørrelse mellem 1 og 3 µm.

Laboratorieanalyser

For at sikre et landsdækkende ensartet datamateriale skal de anbefalede analysemetoder følges. På analyseblanketter og ved indberetning af data på edb-medie skal den anvendte analysemetode angives.

Ammonium-kvælstof måles efter DS 224 (indobenolblåtmetoden). Metodedatabladene foreskriver at analysen skal foretages på en ufiltreret prøve, men pga. meget suspenderet stof i søvand kan det være nødvendigt med en centrifugering. Analyseresultatet opgives i mg N l^{-1}. Detektionsgrænse 10 µg l^{-1} .

Farvetal måles i laboratoriet på 0,45 µm membran filtreret prøve efter DS 289 eller DS/EN ISO 7887 - del 4. Detektionsgrænse 1 Pt.

Klorofyl *a* måles efter DS 2201. Ekstraktionen skal foretages umiddelbart efter filtreringen (GF/C filter), når der er tale om ferskvandsprøver. Analyseresultatet opgives i mg klorofyl *a* l^{-1}. Detektionsgrænse 1 µg l^{-1}.

Nitrit+nitrat-kvælstof måles efter DS 223 på 0,45 µm membran filtreret prøve, idet nitraten reduceres til nitrit, som derefter måles spektrofotometrisk. Analyseresultatet opgives i mg N l^{-1} . Detektionsgrænse 20 µg l^{-1}.

Opløst fosfat-fosfor måles efter fx DS 291 på en 0,45 µm membran filtreret prøve. Analyseresultatet opgives i mg P l^{-1}. Detektionsgrænse 5 µg l^{-1}.

pH måles i laboratoriet på ufiltreret prøve ved 25 °C efter DS 287. Det er vigtigt, at pH måles hurtigt efter ankomsten/indleveringen til laboratoriet. Der bør anvendes laboratorie-pH-meter, og der skal tilstræbes en målenøjagtighed på ±0,02 pH-enheder. I næringsrige søer, hvor pH ændrer sig meget hurtigt som følge af kraftig fotosynteseaktivitet eller respiration og i søer med pH < 6, vil det være en fordel at måle pH i felten.

Det er imidlertid diskutabelt, om feltmålinger giver bedre og sikrere resultater end laboratoriemålinger. I de fleste situationer vil man derfor få mere pålidelige pH-værdier ved hurtig transport til laboratoriet, hvor prøverne måles samme dag efter hurtig temperering til 25°C.

Silikat-silicium: Bestemmelse af opløst reaktivt silicium foretages på en GF/C filtreret prøve efter mod. Koroleff (1983). Analyseresultatet angives i mg Si l^{-1}. Da visse laboratorier anvender enheden mg SiO_2 l^{-1}, skal disse ændres til Si (1 mg SiO_2 = 0,4674 mg Si). Metoden er også beskrevet i bilag 3.7.

Sulfat (ekstensiv 1) måles efter DS/EN 10304 på en 0,45 µm membran filtreret prøve. Analyseresultatet opgives i mg SO_4 l^{-1}. Detektionsgrænse 0,5 mg l^{-1}.

Suspenderet stof og evt. glødetab af suspenderet stof måles DS 207. Vigtigt: Der anvendes GF/C filter i stedet for GF/A filter, som anbefalet i DS 207. Analyseresultatet opgives i mg tørstof l^{-1} og mg glødetab l^{-1}. Detektionsgrænse 2 mg l^{-1}.

Totalalkaliniteten bestemmes efter DS 253. Såfremt søen er sur (pH <5,5), anvendes Gran's titrering (ECE, 1987). Herved fås et ca. mål for koncentrationen af stærk syre (aciditeten). Måleresultaterne opgives i mmol l^{-1} (meq l^{-1}). Detektionsgrænse 0,05 mmol l^{-1}.

Kationerne Ca, Mg, Na og K måles på en 0,45 µm membran filtreret prøve og bestemmes efter DS/EN ISO 11885/ICP med en detektionsgrænse på 5 mg l^{-1} for Ca og en detektionsgrænse på 1 mg l^{-1} for de øvrige ioner. Måleresultatet opgives i mg l^{-1}.

Totalfosfor måles efter DS 292 på ufiltreret prøve. Detektionsgrænse 10 µg l^{-1}. Analyseresultatet opgives i mg P l^{-1}.

Totaljern måles på ufiltreret prøve efter DS 219, men med bipyridyl som farveudviklende reagens. Analyseresultatet opgives i mg Fe l^{-1}. Detektionsgrænse 0,05 mg l^{-1}.

Totalkvælstof måles på ufiltreret prøve efter oxidation til nitrat med peroxodisulfat efter DS 221. Analyseresultatet opgives i mg N l^{-1}. Detektionsgrænse 0,060 mg l^{-1}.

3.8 Indberetning af data

For den enkelte prøve indberettes i det fælles datamiljø:

Miljøcenter, sønavn, stationsnavn, beliggenhed, stationsnumre (DMU og miljøcenter), totaldybde, tilsynsdato, tidspunkt, måledybde i meter, variabel, måleenhed (se tabel 3.8), målemetode, resultat, attribut til resultat, prøvetagningsudstyr, prøvetype (fx filtreret/ufiltreret), gennemsnitsdybde ved blandingsprøve, evt. antal prøver og øvrige dybder. For vandprøveanalyser desuden: laboratorium, prøvefraktion (fx total, opløst, partikelbundet e. lign.) og analysedato.

Tabel 3.8. Analysemetoder for fysisk-kemiske variable.

Variabel	Normalt måleområde [1]	Anbefalet metode	Detektions-grænser (DL)	Antal betydende cifre[2]
Temperatur				
pH	4 –11	DS 287	-	2-3
Farvetal,		DS 289 eller DS/EN ISO 7887 – del 4	1	1-2
Alkalinitet, mmol l^{-1}	0,1 – 6	DS 253	0,05	3
Alkalinitet, mmol l^{-1}	-0,1 - 0,2	Gran-titrering	0,005	3
Calcium, mg l^{-1} Ca		DS/EN ISO 11885/ICP	5	1
Magnesium, mg l^{-1} Mg		DS/EN ISO 11885/ICP	1	1
Kalium, mg l^{-1} K		DS/EN ISO 11885/ICP	1	1
Natrium, mg l^{-1} Na		DS/EN ISO 11885/ICP	1	1
Ammoniumkvælstof, mg l^{-1} N	0 – 2	DS 224	0,01	3
Nitrit- + nitratkvælstof, mg l^{-1} N	0 – 25	DS 223	0,02	3
Total nitrogen, mg l^{-1} N	0 – 25	DS 221	0,06	3
Opl. uorg. fosfat, mg l^{-1} P	0 – 2	Fx DS 291	0,005	3
Total fosfor, mg l^{-1} P	0 – 2	DS 292	0,01	3
Silikat, mg l^{-1} Si	0 – 10	Rebsdorf m.fl. (1988)	0,05	2
Sulfat, mg l^{-1} SO_4		DS/EN 10304	0,5	1
Total jern, mg l^{-1} Fe	0 – 10	DS 219	0,05	3
Suspenderet stof, mg l^{-1}	2 – 80	DS 207	2	3
Susp. stofs glødetab, mg l^{-1} [3]	2 – 40	DS 207	2	3

[1] Denne kolonne beskriver vejledende grænser. Såfremt de overskrides væsentligt, er der højst sandsynligt tale om fejl, herunder fx faktorfejl eller enhedsfejl.
[2] Ved lave koncentrationer kan antal betydende cifre nedskæres, så der er overensstemmelse med det antal decimaler, som standardafvigelsen er angivet med. Af hensyn til databehandlingen ønsker DMU i nogle tilfælde et større antal betydende cifre og decimaler, end metoden berettiger til, og som DS angiver.
[3] Suspenderet stofs glødetab kan også angives som % af suspenderet stof.

4 Målinger i tilløb/afløb, stoftilførsel

Intensiv søer
Undersøgelsens formål er at beskrive stoftransporten til og fra søen samt at beskrive, hvorvidt der over tid sker en ændring i belastningen til søen. Dette sker ud fra punktmålinger af kemiske og fysiske variable samt kontinuert måling af vandføringen i tilløb og afløb fra søen. Enkelte variable måles direkte i felten. De øvrige måles i laboratoriet på en vandprøve.

Tabel 4.1. Laboratorieanalyser, tilløb/afløb. Oversigt over vandkemiske og fysiske prøver og analyser i det intensive søovervågningsprogram, herunder årlige prøvetagningsfrekvenser.

Afløb/tilløb	Prøvetagningsfrekvens
pH ved 25 °C	12-26
Totalkvælstof	12-26
Opløst fosfat-fosfor	12-26
Totalfosfor	12-26
Totaljern	12-26

Feltmålingerne består af vandtemperatur og vandføring (l/sek). I laboratoriet analyseres for variable, som angivet i Tabel 4.1.

Ekstensiv-1, -2, -3 søer og DEVANO søer
Som udgangspunkt skal der ikke måles stoftransport til og fra de ekstensive søer eller DEVANO søerne. Ønsker manat måle stoftransport følges anvisningen for intensive søer.

4.1 Tid og sted

4.1.1 Prøvetagningsfrekvens

Vandføringen måles kontinuert i de vigtigste tilløb til søen og i afløbet fra søen. Det anbefales, at der i sommerperioden ved lille afstrømning og i forbindelse med store afstrømningshændelser foretages manuelle målinger af vandføringen i forbindelse med prøvetagning i til- og afløb, da det specielt er store og små vandføringer, som bestemmes dårligst ud fra Q-H sammenhænge.

Derudover skal vandføringen måles manuelt i de mindre tilløb. Frekvensen af de manuelle vandføringsmålinger i de mindre tilløb uden vandstandsskriver vurderes ud fra de enkelte tilløbs betydning for den samlede stoftransport til søen, således at der tilstræbes nogenlunde samme absolutte nøjagtighed på opgørelsen af stoftransporten fra de enkelte tilløb. I nye intensiv søer foretages inden for det første år en kortlægning af samtlige tilløb til søen, hvorefter der på en eller to prøvetagningsdatoer foretages manuelle vandføringsmålinger og udtages vandprøve til laboratorieanalyse i alle tilløb. Herefter vurderes betydningen af de enkelte tilløb for den samlede transport til søen, og de vigtigste mindre tilløb udvælges. I disse mindre tilløb foretages der så i de efterfølgende år forholdsvis hyppige målinger (6-18 gange årligt) af vandføring og stofkoncentration. Derefter vurderes, om der kan opstilles rimelige Q-q-sammenhænge for tilløbet med en referencestation med vandstandsskri-

ver, og om stoftransporten fra oplandet er opgjort med den forventede nøjagtighed.

4.1.2 I afløbet

Vandprøver i afløbet udtages med samme prøvetagningsfrekvens som i søen. Det vil sige, at der udtages prøver med 14 dages interval fra 1. april og til 31. oktober, herefter én gang pr. måned frem til 1. april. I alt 19 prøvetagningsdatoer pr. år. Såfremt prøvetagning på søen er umulig, udvides antallet af analysevariable med totalalkalinitet, ammonium-kvælstof, nitrit+nitrat-kvælstof, suspenderet stof og klorofyl *a*.

4.1.3 I tilløbet

Prøvetagningsfrekvensen i de vigtigste tilløb til søen fastlægges efter en analyse af afstrømningsmønstret i det vandløb, der ønskes undersøgt. I tilløb med nogenlunde konstant vandføring tages 12-18 prøver, mens der i tilløb med store svingninger i vandføringen tages 26 prøver om året.

4.2 Prøvetagningsudstyr/måleudstyr

Til manuel vandføringsmåling anvendes en vingemåler. pH måles med pH-meter med en målenøjagtighed på ±0,02 pH-enheder i laboratoriet. Anvendelsen af vingemåleren er beskrevet i 'Teknisk anvisning for gennemførelse og beregning af vandføringsmålinger. DMU april 2003'.

4.3 Prøveudtagning

Feltmålinger og udtagning af vandprøver til laboratorieanalyse sker på faste stationer i tilløb og afløb. Prøvetagningsstedet vælges, hvor vandløbet har et vist fald (stryg), således at det sikres, at vandmassen er vertikalt opblandet. Vandstanden på prøvetagningsstationen registreres hver prøvetagningsdato.

4.3.1 Manuel prøvetagning

Udtagning af vandprøver sker med polyethylenflasker, som umiddelbart inden prøvetagningen skylles i vandløbsvandet. Flasken holdes for strømrenden, væk fra vandløbsbredden og under overfladen for at undgå flydende partikler. Under prøvetagningen fyldes flasken helt op, således at der ikke er luft i flasken, når låget er skruet på.

Prøvetagning i perioder med grødeskæring opstrøms for en målestation skal undgås, da der her findes kortvarigt forhøjede koncentrationer af N og især P.

I de specielle tilfælde, hvor transporten af N og især P i vandløbet overvejende udgøres af punktkildebelastninger, er det vigtigt at tage hensyn til døgnvariationer i koncentrationen. Sådanne situationer vil hyppigst optræde om sommeren i stærkt spildevandsbelastede vandløb. I disse tilfælde bør prøvetagningen baseres på en puljet døgnprøvetagning, eksempelvis udtagelse af en vandprøve hver time med en automatisk prø-

vetager. Herved sikres det, at en repræsentativ koncentration af N og P indgår i transportberegningen for den pågældende periode.

4.4 Behandling af prøver i felten

Indtil analyse opbevares vandprøverne mørkt, tildækket og køligt (max. 4°C) i en køletaske i felten og i kølerum efter hjemkomst.

4.5 Behandling af prøver i laboratoriet

4.5.1 Opbevaring af prøver inden måling

I de fleste tilfælde kan man ved hurtig nedkøling og transport til analyselaboratoriet undgå at konservere prøverne, forudsat at prøverne kan analyseres så hurtigt, at der ikke sker væsentlige ændringer i deres kemiske sammensætning, inden analysen foretages.

Vandprøverne skal afleveres på analyselaboratoriet så tidligt, at der samme dag kan foretages en forbehandling såsom filtrering og evt. konservering (ifølge DS 203). pH-måling skal også foretages, så snart prøverne er ankommet.

De filtrerede og ufiltrerede delprøver anbringes i kølerum (0-4°C) natten over. Næste dag påbegyndes eller fortsættes analyserne.

På grundlag af holdbarhedsforsøg anbefales det at følge retningslinierne i tabel 4.1. Generelt gælder det naturligvis, at analyserne bør foretages hurtigst muligt.

Ved analyse af prøver, der er taget i felten med automatisk prøvetager i løbet af fx en uge, kan man ikke i alle tilfælde overholde tabellens krav om henstandstid, men ved at have køling på prøvetagerne nedsættes risikoen for større ændringer i mængden af fx nitrat, total N og total P.

Henstand skal altid ske mørkt og afkølet til 0-4°C. Dybfrysning og efterfølgende optøning kan anvendes ved analyse af total N og nitrat, men må frarådes ved analyse af andre variable.

Tabel 4.2. Prøvetagning, opbevaringsforhold og maksimale henstandstider i timer (h) eller døgn (d) for et udvalg af variable. Angivelserne er baseret på en eller flere referencer (Dansk Standard DS203, ISO/DIS 5667/3 og Standard Methods (1989)). P=Polyethylen eller tilsvarende plastictyper, G=glas, BG=borsilikatglas.

Variabel	Flasketype	Opbevaringsforhold	Maks. henstand før analyse
pH	P, G	0 - 4°	2-6 t[(1)]
Total nitrogen	P, G	0 - 4°	3 d
Opl. uorg. fosfat – P	P, BG	0 - 4°	24 t
Total fosfor	P, BG	0 - 4°	24 t
Total jern	P, BG	Syrekonservering 0 - 4°	1- 2 d

[(1)] DS 287 foreskriver 2 t, mens andre tillader længere opbevaringstider, alt afhængig af en vurdering af den aktuelle prøves stabilitet med hensyn til pH.

4.5.2 Kemikalier

Alle kemikalier til fremstilling af reagenser skal være af høj renhed (pro analysi). Vand til fremstilling af opløsninger skal være destilleret eller

demineraliseret. Når der i teksten kun er anført "vand", betyder det derfor altid destilleret eller demineraliseret vand.

4.5.3 Filtrering

Til generel brug skal anvendes den filtertype, der er beskrevet i de angivne analysemetoder. Ved anvendelse af 0,45 µm membranfiltre vil det være nødvendigt at foretage en forfiltrering på et Whatman GF/C eller GF/D glasfiberfilter med en porestørrelse på 1-3 µm.

Laboratorieanalyser. For at sikre et landsdækkende ensartet datamateriale skal de anbefalede analysemetoder følges. På analyseblanketter og ved indberetning af data på edb-medie skal den anvendte analysemetode angives.

pH måles i laboratoriet på ufiltreret prøve ved 25 ^{o}C efter DS 287. Det er vigtigt, at pH måles hurtigt efter ankomsten/indleveringen til laboratoriet. Der skal anvendes laboratorie-pH-meter, og der skal være en målenøjagtighed på ±0,02 pH-enheder.

Totalkvælstof måles efter oxidation til nitrat med peroxodisulfat efter DS 221 på ufiltreret prøve. Analyseresultatet opgives i mg N l^{-1}. Detektionsgrænse 60 µg l^{-1}.

Opløst fosfat-fosfor måles efter DS 291 på 0,45 µm membranfiltreret prøve. Analyseresultatet opgives i mg P l^{-1}. Detektionsgrænse 5 µg l^{-1}.

Totalfosfor måles efter DS 292 på ufiltreret prøve. Analyseresultatet opgives i mg P l^{-1}. Detektionsgrænse 10 µg l^{-1}.

Totaljern måles på ufiltreret prøve efter DS 219, men med bipyridyl som farveudviklende reagens. Detektionsgrænse 0,05 mg l^{-1}.

4.6 Kvalitetssikring

Beregning af transport af N og P (se afsnit 5) er ikke afhængig af, at vandføringsmålingen sker samtidig med prøvetagningen. Det skal dog pointeres, at det er vigtigt med hyppige vandføringsmålinger, således at hele spektret, specielt også perioder med stor vandføring, er dækket ind. Sammenhænge mellem antallet af vandførings målinger og sikkerheden på beregning af døgnmiddelvandføring er nærmere beskrevet i rapport fra Fagdatacenter for Hydrometriske Data (*Hedeselskabets Hydrometriske Undersøgelser, 1990*).

4.7 Indberetning af data

For den enkelte prøve indberettes i det fælles datamiljø:

Miljøcenter, sønavn, stationsnavn, beliggenhed, stationsnumre (DMU og miljøcenter), totaldybde, tilsynsdato, tidspunkt, variabel (TP, Orto-P, TN eller Fe), måleenhed (se tabel 3.7), målemetode, resultat, attribut til resultat, prøvetagningsudstyr, prøvetype (fx filtreret/ufiltreret). For vandprøveanalyser desuden: laboratorium, prøvefraktion og analysedato.

5 Vand og stofbalancer

Intensiv søer
Formålet med denne del er på baggrund af vandføringsmålinger og koncentrationsmålinger i tilløb, afløb og søen, samt vurderinger af bidrag fra det umålte opland at opstille dels en vandbalance og dels en stofbalance for den enkelte sø.

Ekstensiv-1, -2, –3 søer og DEVANO søer
Som udgangspunkt skal der ikke måles vand og stofbalancer på de ekstensive søer og i DEVANO søerne. Ønskes det alligevel henvises til anvisningen for intensive søer.

5.1 Opland

Det er nødvendigt med standardiserede og dokumenterede opgørelsesmetoder fra umålt opland.

5.1.1 Definition af umålte oplande

Arealer inden for oplandet til søer, der ikke ligger i det topografiske opland til stoftransportstationer, defineres som umålt opland. Opland til ikke-målte tilløb er således også omfattet af det umålte land.

Andelen af det umålte opland i forhold til det målte opland bør naturligvis være så lille som muligt, men vil ofte være på mere end 10% af det samlede opland. Der skal derfor anvendes dokumenterede og standardiserede metoder til opgørelsen af vand- og stoftilførslen fra det umålt opland.

Kendskabet til det umålte opland med hensyn til størrelse, samt en karakteristik i form af arealanvendelse, jordtyper, mv. er væsentlige baggrundsinformationer ved beregning af vand- og stoftilførslen herfra.

5.2 Stoftilførsel fra umålte søoplande

Næringsstoftilførslen fra det umålte opland beregnes som summen af bidrag fra det åbne land (inkl. spredt bebyggelse) og bidrag fra egentlige punktkilder i oplandet.

Ved beregning af næringsstoftilførslen fra det åbne land benyttes en repræsentativ vandføringsvægtet koncentration for henholdsvis total kvælstof og total fosfor. Hvis det målte og det umålte opland er rimelig ens, hvad angår især jordtype og arealanvendelse, anvendes de vandføringsvægtede koncentrationer (fraregnet eventuelle punktkilder) fra det målte opland for det umålte opland.

Hvis opgørelser af den månedlige fosfortilførsel fra det åbne land efter ovenstående metode giver urealistisk lave eller endog negative totale fosfortilførsler fra det umålte opland, se bilag 5.2.1.

Den samlede stoftransport fra det umålte opland beregnes ved at addere udledninger fra punktkilder til estimatet for næringsstoftilførslen fra det åbne land, som er beregnet ud fra den estimerede vandføring og de vandføringsvægtede koncentrationer. For vurdering af beregnede koncentrationer se bilag 5.2.1

Det er vigtigt, at der er tidsmæssig overensstemmelse mellem målingerne af de vandføringsvægtede koncentrationer og den periode, for hvilken stoftransporten ønskes beregnet. Opgøres stoftilførslen således månedsvis, skal der selvklart anvendes estimerede vandføringsvægtede koncentrationer, der er specifikke for de enkelte måneder. Der må således ikke anvendes en vandføringsvægtet koncentration beregnet på årsbasis til at beregne de månedlige stofbidrag fra det umålte opland.

5.3 Opgørelse af kvælstof og fosfor i ind- og udsivende vand for søer

Opgøres vandbalance detaljeret med en estimeret månedsvis netto grundvandsudveksling (se afsnit 5.7), skal det ind- og udsivende vand også tildeles realistiske koncentrationer for at estimere stofudvekslingen ved denne nettoudveksling. Det udsivende vand (Qudsivning) må antages at have søvandets koncentration. Det indsivende vand (Qindsivning) kan umiddelbart have tre oprindelser: en egentlig grundvandsindsivning eller et restled, der relaterer sig til oplandets vandafstrømning eller en reel grundvandsudveksling. I sidstnævnte tilfælde skal der vælges en repræsentativ stofkoncentration målt i grundvand i nærheden (kildemålinger er ofte anvendelige).

Herefter kan søens samlede stofbalance (for stoffet S) beregnes månedsvis:

$$Til_S - Ssøretention = Afl_S + \Delta magasin_S \quad (2)$$

hvor

$$Til_S = Til_Smålt + Til_Sumålt + Til_Sdirekte + Atm_S + Indsiv_S \quad (3)$$

og

$$Afl_S = Afl_Smålt + Udsiv_S \quad (4)$$

$\Delta magasin_S$ er ændringen i stofindhold i søen over måneden. Til_S er den samlede stoftilførsel fra det målte opland (Til_Smålt), umålt opland (Til_Sumålt), direkte spildevandstilledninger (Til_Sdirekte), atmosfærisk deposition (Atm_S) og beregnet udsivning (Udsiv_S). Samlet stoffrafør-sel (Afl_S) er summen af målt frafør sel i afløbet (Afl_Smålt) og beregnet udsivning (Udsiv_S). Retentionen af stof i søen (Ssøretention) er dermed eneste ubekendte led og kan beregnes ud fra (2).

5.4 Metode til kildeopsplitning af nærings-stoftransport

Formålet med kildeopsplitningen er at få opdelt den belastning, der stammer fra oplandet til en sø, på et antal stofkilder.

5.4.1 Immissioner af næringsstoffer til søer

Ved stofimmission forstås den mængde stof, der kan måles i et medie ved en given målestation i et vandløb eller stoftilførslen til en sø.

Den totale mængde af næringsstof, som tilføres en sø, vil, når det divideres med oplandsarealet, give et arealvægtet tab (kg ha^{-1}).

Det arealvægtede tab over en given tidsperiode (i = dag, måned, år) kaldes oplandstabet (OT_i).

$$OT_i = T_i / O_A \quad (1)$$

hvor T_i = den beregnede tilførsel til søen over tiden (i) beregnet i kg og O_A = oplandsarealet i hektar.

Oplandstabet kan opskrives på følgende måde:

$$OT_i = (P_i + D_i + S_i - R_i + M_i + A_i)/ O_A \quad (2)$$

Hvor:

P_i = Total næringsstofudledning til vandløb/sø fra punktkilder, dvs. rensningsanlæg (>30 PE), industrier, dambrug og regnvandsbetingede udløb.

D_i = Total næringsstoftilførsel til vandløb/sø fra diffuse arealrelaterede kilder, dvs. landbrugsrelateret tilførsel fra dyrkede arealer, baggrundsbidrag fra dyrkede arealer og skov- og naturarealer.

S_i = Næringsstofudledninger fra spredt bebyggelse.

R_i = Fjernelse og tilbageholdelse af næringsstoffer under transporten gennem vandløbssystemet i den pågældende tidsperiode. Bemærk, at R_i altid indgår som et negativt led for både kvælstof og fosfor. R_i antager således værdien nul, hvis der er tale om en nettofrigivelse af fosfor fra søen.

M_i = Mobilisering/frigivelse af tidligere tilbageholdte næringsstoffer fra vandløbssystemet (dvs. uden for den betragtede periode), fx i form af fosforfrigivelse fra søbunden eller resuspension af fosfor fra vandløbsbunden. Bemærk, at M_i kun er forskellig fra nul ved en egentlig mobilisering/frigivelse af stof fra sø eller vandløb og altid antager positive værdier.

A_i = Atmosfærisk deposition af næringsstoffer på søarealet inden for oplandet.

Tabet af næringsstoffer fra det åbne land (åbne lands oplandstab: ÅOT) er defineret som:

$$ÅOT_i = (T_i - P_i)/ O_A \quad (3)$$

Tabet af næringsstoffer fra diffuse kilder (diffust oplandstab: DOT) er defineret som:

$$DOT_i = (T_i - P_i - S_i)/ O_A \quad (4)$$

5.4.2 Emissioner af næringsstoffer til vandløb og søer

Ved en stofemission forstås en stoftilførsel fra en enkeltkilde eller en samling af kilder til en sø.

Emissionen eller tilførslen af næringsstoffer til en sø fra landbrugsarealer (L) er defineret som:

$$L_i = T_i - P_i - S_i + R_i - N_i - M_i - A_i \qquad (5)$$

Hvor N_i = Tilførslen af næringsstoffer til en sø fra skov- og naturarealer i oplandet.

Tilførslen af næringsstoffer til en sø fra landbrugsrelaterede aktiviteter i oplandet (Antropogene Landbrugsrelaterede tilførsel) er defineret som:

$$AL_i = T_i - P_i - S_i + R_i - B_i - M_i - A_i \qquad (6)$$

Hvor B_i = Baggrundstilførslen af næringsstoffer til en sø fra hele oplandet, eksklusiv befæstede arealer.

Den antropogene landbrugsrelaterede tilførsel kan arealvægtes både i forhold til det samlede oplandsareal (O_A) og i forhold til landbrugsarealet i oplandet (O_{LA}).

Landbrugsbidraget fra det samlede oplandsareal (O_AL_{Ii} defineres således:

$O_AL_{Ii} = AL_i/O_A$

og tilsvarende defineres landbrugsbidraget fra de dyrkede arealer (O_LL_I) som:

$O_LL_i = AL_i/O_L$, hvor O_L er

landbrugsarealet i oplandet.

5.4.3 Særlige forhold vedrørende søer

I forbindelse med søer indgår der i den samlede tilførsel et yderligere element end beskrevet ovenfor, nemlig bidraget fra eventuel grundvandsindsivning. Beregningerne gennemføres som angivet i afsnit 5.3.

5.5 Opgørelse af de enkelte kilder

Vand- og stofudledninger fra punktkilder og spredt bebyggelse indgår i overvågningsprogrammet for punktkilder. Fagdatacentret for Punktkilder er således ansvarlig for metoder, anvisninger m.v.

5.5.1 Atmosfærisk deposition

For søer tilføjes atmosfærisk deposition som en tilførselskilde, denne beregnes på baggrund af erfaringstal. Der anvendes følgende erfaringstal: 15 kg kvælstof-N ha^{-1} og 0,1 kg fosfor-P ha^{-1}.

For eksempel på kildeopsplitning se bilag 5.5.1.

5.6 Tidsopløsning

En kildeopsplitning gennemføres typisk på et kalenderår. Ved vurderingen af de enkelte kilders betydning og eventuelle udvikling er årsniveau den tidsopløsning, der giver det bedste resultat.

I en række tilfælde kan det være relevant at opgøre kildeopsplitninger på månedsniveau. Kombineres kildeopsplitninger med miljøtilstanden i søer eller fjorde, hvor sæsonvariationen i stoftilførsel kan være af stor betydning, er der væsentlig information i en kildeopsplitning på månedsniveau.

5.7 Vandbalance

Vandbalancen skal bygge på gode vandføringsbestemmelser (Q-H bestemte vandføringer og evt. Qq bestemte vandføringer), specielt for hovedtilløb og afløb fra søer.

Som udgangspunkt estimeres vandtilførslen fra det umålte opland i en given periode ved at benytte den arealspecifikke vandtilførsel fra det målte opland i samme periode ganget med det umålte oplands areal.

I nogle tilfælde, fx hvor der tidligere er foretaget vandføringsmålinger (fx stationsdrift i kortere perioder eller synkronmålinger) i vandløb inden for det nuværende umålte opland, kan der opstilles relationer mellem disse vandføringer og vandføringen på samme tidspunkt ved en hydrometristation med kontinuerlig vandføringsberegning i det målte opland eller eventuelt andre nærvedliggende stationer. Hvis sådanne Q-Q relationer kan opstilles kan de derefter anvendes til beregning af vandføringen i vandløb i det umålte opland. Dette kan give bedre estimater for den samlede vandtilførsel eller dele heraf fra det umålte opland.

Efter beregning af vandtilførslen fra det umålte land skal der altid opstilles en vandbalance for søen.

Vandbalancens elementer er:

$$A_{afløb}=A_{mo}+A_{uo}+N_{sø}-F_{sø}-\Delta M + rest$$

hvor $A_{afløb}$ er vandfraførslen fra søen, A_{mo} er den målte vandtilførsel, A_{uo} er den umålte vandtilførsel, $N_{sø}$ er nedbøren på søer, $F_{sø}$ er fordampningen fra søer, og ΔM er ændringen i søens vandvolumen (positiv ved øget volumen, negativ ved faldende volumen).

Ud fra ovennævnte vandbalance kan der estimeres en nettogrundsvandsudveksling for søen (*Jensen et al., 1995*), dette gøres ved månedsvis afstemning af vandbalancen på baggrund af månedlige vand- og stoftransporter, oplysninger om oplandsstørrelser, nedbør og fordampning, direkte tilledninger til søerne.

Vandbalancen inklusive grundvandsudvekslingen kan således opgøres månedsvis som:

$$Q_{målt} + Q_{umålt} + Q_{nedbør} + Q_{indsivning} = Q_{afløb} + Q_{fordampning} + Q_{udsivning} + \Delta_{volumen} \quad (1)$$

$Q_{målt}$ er de(t) målte tilløb (målt opland), $Q_{umålt}$ er det umålte tilløb (umålt opland), normalt beregnet ved simpel oplandskorrektion til det målte tilløb, $Q_{nedbør}$ er den målte nedbør gange 1,16, og $Q_{fordampning}$ er den potentielle fordampning gange 1,1, $Q_{afløb}$ er det målte afløb. $\Delta_{volumen}$ er ændringer i søernes vandvolumen. Henholdsvis $Q_{indsivning}$ eller $Q_{udsivning}$ er derefter beregnet ved afstemning af ovenstående ligning (1), og der er således tale om et nettoresultat. Enten $Q_{indsivning}$ eller $Q_{udsivning}$ må nødvendigvis antages at være 0 i den givne måned. Årsbalancer er herefter beregnet ved summering af de enkelte måneders resultater.

Ved validering af de enkelte led i vandbalancen, omregnes til arealrelateret afstrømning (fx l s^{-1} km^{-2}).

5.8 Kvalitetssikring

Metoden til estimering stoftilførslen fra det umålte opland dokumenteres i forbindelse med den årlige rapportering. Benyttes ved estimeringen data fra stationer, der ikke indgår i NOVANA, skal disse indberettes til Fagdatacenter for Ferskvand.

Med hensyn til atmosfærisk deposition under "Opgørelse af de enkelte kilder" tydeliggøres det, hvilke erfaringstal der er benyttet.

6 Planteplankton

Intensiv søer
Formålet med disse undersøgelser er at give et detaljeret billede af årstidsvariationen samt et tidsligt billede af planteplanktonets udvikling såvel taxonomisk som biomassemæssigt. Undersøgelserne skal desuden bidrage til at forklare, hvad der sker i de ekstensivt undersøgte søer, hvor planteplankton ikke undersøges. Planteplanktonets sammensætning og biomasse undersøges på grundlag af énén prøvetagning pr. måned(tabel 6.1).

Tabel 6.1. Oversigt over prøvetagning og analyse af planteplankton i intensiv søer.

Antal stationer pr. sø	1
Antal prøver pr. dato	1 (dog 2 i visse dybe søer)
Antal prøver pr. sø pr. år	12

Ekstensiv-1, 2 og 3 søer
Der tages ikke planteplanktonprøver i de ekstensive søer. Ønskes det alligevel, henvises til anvisning for intensive undersøgelser

DEVANO søer
Planteplanktonundersøgelser er en af de supplerende undersøgelser i DEVANO programmet. Undersøgelsen kan foretages for at forbedre grundlaget for at vurdere om målsætningen for den pågældende sø er opfyldt.

Undersøgelsen vil give et billede af planteplanktonets udvikling igennem sommeren. Derudover vil den enlige vinterprøve bidrage til at øge kendskabet til søen i vinterperioden.

6.1 Tid

Intensiv søer
Prøver til planteplanktonanalyse udtages 12 gange pr. år fordelt med pr. måned.

DEVANO søer
Prøver til planteplankron udtages 7 gange pr. år. En prøve pr. måned i sommerhalvåret fra 1. maj til 30. oktober og én prøve i perioden 15. november til 15. december.

6.2 Sted

Som udgangspunkt indsamles planteplanktonprøven fra én station pr. sø pr. dato. Prøven er én integreret prøve, der består af delprøver, som blandes. I særlige tilfælde, hvor den fotiske zone når ned til eller under springlag, indsamles to adskilte prøver (se afsnit 6.2.2).

Blandingsprøverne sammensættes forskelligt efter dybde-, opblandings- og lysforhold. Det skal altid noteres, hvilke dybder delprøverne er udtaget i. Fastlæggelse af prøvetagningsdybden sker ud fra måling af lysnedtrængning i vandet. For en given station bør prøvetagningsdyb-

derne altid fastlægges ud fra samme type måling (enten Secchi-skive eller kvantameter). Relationen mellem Secchi-dybde og kvantameter-dybde kan omregnes, så ½, 1 og 2* Secchi-dybde svarer til henholdsvis 25, 10 og 1% af kvantameter-irradiensen.

6.2.1 Prøvetagning fra søer uden springlag

I søer uden springlag gælder følgende to muligheder:

A: Vanddybde <1,5 m eller >1,5 m, men sigtdybde < 0,5 m. Der udtages delprøver fra den øverste meter (0,2 m + 1,0 m). Den nederste halve meter bør undgås af hensyn til ophvirvlet sediment. Delprøverne blandes. Hvis vandsøjlen er under 1 meter, tages én prøve midt i vandsøjlen. En prøve med plasticrør, der medtager hele vandsøjlen til 0,5 m over bund, kan imidlertid være det sikreste. Prøven fra 1,0 m udelades, hvis det ikke er muligt at udtage prøven uden ophvirvling af sediment.

B: Vanddybde >1,5 m og sigtdybde >0,5 m. Der udtages delprøver med lige store dybdeintervaller inden for lyszonen, mindst fra 0,2 m, sigtdybde og 2 x sigtdybden i det omfang, dybdeforholdene tillader det. Hvis sigtdybden er større end 2 m, udtages delprøver for hver 2 m (0,2; 2,0; 4,0, 6,0 …) ned til 2 x sigtdybden, såfremt dybdeforholdene tillader det. En integreret prøve udtaget med et plasticrør, der kan nå ned igennem hele den fotiske zone, kan være det sikreste.

Udtagning af prøver tæt ved bunden (<1 m over bunden) foretages kun, hvis det sikres, at der ikke kommer ophvirvlet bundmateriale med.

6.2.2 Prøvetagning fra søer med springlag

I søer med springlag (defineret som søer med vandlag, hvor temperaturændringen er større end 1 ^{o}C pr. m) udtages én blandingsprøve. Hvis lyszonen strækker sig under springlaget udtages to blandingsprøver.

A: Lyszonen beliggende helt over eller når ned i springlaget. Der udtages delprøver fra 0,2 m, sigtdybden og 2 x sigtdybden. Hvis sigtdybden er større end 2 m, udtages delprøver for hver 2. m (0,2; 2,0; 4,0, 6,0 …) ned til 2 x sigtdybden. En integreret prøve udtaget med et plasticrør, der kan nå ned gennem hele den fotiske zone, kan imidlertid være det sikreste.

B: Lyszonen strækker sig ned under springlag. Der tages delprøver med ens dybdeintervaller (0,2 m, sigtdybden og 2 x sigtdybden, dog mindst fra hver 2. meter) inden for den del af lyszonen som ligger over og i springlaget. Delprøverne blandes. Fra den del af lyszonen som strækker sig under springlaget tages delprøver med lige store dybdeintervaller (mindst fra hver 2. meter). Delprøverne blandes.

6.2.3 Prøvetagning ved isdække

Afhængig af isens bæredygtighed anvendes én af følgende to metoder:

Usikker is

Søprøven udtages i afløbet sammen med afløbsprøven (se afsnit 4.1.2). Der tages ikke en netprøve i afløbet.

Sikker is

Søprøven udtages på den normale kemistation, hvor der hugges et ca. 0,5 × 0,5 m hul. Herigennem tages prøven.

6.3 Prøvetagningsudstyr

Til prøvetagningen anvendes en "Hjerteklapvandhenter" med lod eller "Limnosvandhenter". I søer med vanddybder <1,5 m kan alternativt anvendes et plasticrør, der kan nå ned igennem den zone, man ønsker at afsøge for planteplankton.

6.4 Prøveudtagning

Blandingsbeholder (spand/balje) og prøveflaske skylles i prøvetagningsvandet, før de tages i brug.

Prøvetageren sænkes ned i den/de ønskede dybder, lukkes, hales op og tømmes i en spand eller balje. Første delprøve tages i overfladen (0,2 m). Proceduren gentages, indtil der er udtaget prøver fra de nødvendige dybder. Delprøver blandes i en spand eller balje, hvorfra blandingsprøven udtages og hældes på en 100 ml glasflaske.

Til supplering af artslisten anvendes prøver, der er taget med et planktonet (maskediameter 20 µm). Nettet trækkes både vandret og lodret gennem vandet, indtil en passende koncentration opnås. Hvis prøven bliver meget tyk, bør den fortyndes. Netprøverne kan *ikke* anvendes til hverken kvantitative eller semikvantitative vurderinger af plankton, men *kun* til artsbestemmelse, da de afspejler en vilkårlig koncentration af større former i søen og ikke det faktiske planteplanktonsamfund.

6.5 Behandling af prøve i felten

Konservering

Planktonprøven konserveres med en sur lugolopløsning, 0,5-1,0 ml/100 ml prøve, eller til prøven er cognacfarvet.

Der anvendes noget mere Lugol/vandmængde til netprøver end til vandprøver, da materialemængden i netprøverne er større. For fremstilling af lugol-opløsning se bilag 6.5.1.

I tilfælde af vanskeligt bestemmelige, potentielt toksiske alger, der kræver nøjere undersøgelse for at blive artsbestemt, anbefales en supplerende prøve, der fikseres med glutaraldehyd. Hertil anvendes analyse-ren glutaraldehyd (til elektronmikroskopi), som tilsættes algeprøven til en 4% slutkoncentration.

6.6 Behandling af prøver i laboratoriet

6.6.1 Opbevaring af prøver

Planteplanktonprøverne skal opbevares i tætte glasflasker med lille munding. Plasticflasker skal undgås, da de ikke er damptætte, og konserveringsmidlet derfor damper af.

Prøverne skal opbevares mørkt og ikke over 18 °C. Prøverne skal helst bearbejdes, inden der er gået to år. Hvis prøverne står længe (>1 år) eller er en smule utætte, er efterfiksering nødvendig. Netprøver med meget materiale skal næsten altid efterfikseres efter få måneder. Scintillationsglas (20 ml glas-vials) er tilstrækkelig store til netprøver.

Levende prøver skal opbevares køligt (10-15 °C) og have godt med luft i flasken. Flasker til levende prøver må ikke vaskes i detergenter, men kun i saltsyre. Levende prøver skal bearbejdes hurtigst muligt.

6.7 Artsbestemmelse

Som udgangspunkt bestemmes der ned til så detaljeret et taxonomisk niveau som muligt. Derved opnås det højeste informationsniveau. Dette er imidlertid ikke altid muligt. I tabel 6.2 er der angivet den opnåelige bestemmelsesgrad for en række planteplanktonklasser. For at foretage en kvalitativ og kvantitativ planteplanktonopgørelse kræves et grundigt artskendskab og adgang til kvalificeret bestemmelseslitteratur (se bilag 6.7.1). Opgørelsen udføres vha. omvendt mikroskopi på de jodfikserede prøver, hvor alle organeller er farvet gulbrune af jodopløsningen.

Ved vanskeligt bestemmelige arter samt ved overvågning for toksiske alger bestemmes arterne lettest på friske, ufikserede prøver, hvor man kan se farve på kloroplasterne m.v.

For mange arter er det ikke muligt alene på grundlag af lysmikroskopi at foretage en sikker artsbestemmelse. Her skal man være forsigtig med at påføre et artsnavn, med mindre man er sikker (se også tabel 6.2). Af hensyn til sammenligneligheden og evt. senere artsbestemmelse er det vigtigt at notere, hvilke bestemmelsesværker, der har været anvendt ved klassifikationen (se også bilag 6.7.1). I tabel 6.2 er der angivet den opnåelige bestemmelsesgrad for en række planteplanktonklasser.

Hvis man er i tvivl om en art, skal den opføres som slægt, fx *Oocystis* sp. I de tilfælde, hvor det ikke kan lade sig gøre at identificere en algeart, skal de ubestemte arter grupperes i en række standardiserede størrelsesgrupper (tabel 6.3).

Tabel 6.2. Generel angivelse af den opnåelige bestemmelsesgrad ved almindelig lysmikroskopi inden for de almindeligste planteplanktonklasser.

Klasse/gruppe	Bestemmelsesgrad
Gulalger	De fleste slægter og nogle arter, især inden for kolonidannende *Dinobryon*-arter, kan bestemmes.
Rekylalger	*Rhodomonas lacustris* bestemmes til art. *Cryptomonas*-lignende i øvrigt: hvis størrelsen >20 µm, *Cryptomonas* sp. hvis størrelsen <20 µm, Cryptomonader, opdelt efter størrelse.
Blågrønalger	De fleste kan henføres til slægt og en del til art. Taxonomien er p.t. under ændring; de primære referencer for ændringerne er Komárek og Anagnostidis' arbejder.
Furealger	Kan bestemmes rimeligt let, men for de fleste dog kun på baggrund af plademønstre, hvilket er vanskeligt på lugol-fikserede prøver.
Kiselalger	Nogle slægter og få arter kan bestemmes, men ofte er det kun muligt at opdele i centriske eller pennate kiselalger, der så kan størrelsesopdeles.
Grønalger	En del arter og stort set alle slægter kan bestemmes. Dog er de små arter (grønne kugler) meget vanskelige. *Scenedesmus*-arter kan som minimum henføres til grupperne angivet i HuberPestalozzi. i ref. listen, bilag 6.7.1.

Tabel 6.3. Standardiserede størrelsesinddelinger af planteplankton.

Størrelsesklasser (µm):	0-2, 2-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-30, 30-50
for kiselalger kan evt. anvendes:	<10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-100, >100
for rekylalger kan evt. anvendes	0-5, 5-10, 10-20, Cryptomonader
	20-30, >30 *Cryptomonas*

Ved beregning af individvolumenet skal anvendes aktuelle mål. Fås fx en middelværdi på 60 µm i diameter i opmålingen, skal denne anvendes i stedet for middelværdien (75 µm) for størrelsesgruppen 50-100 µm.

6.8 Prøvetælling

6.8.1 Opsætning af prøver til tælling og sedimentationsprocedure

Ønskes en kvantitativ opgørelse, sedimenteres prøven i et planktontællekammer og den tælles i et omvendt mikroskop (*Utermöhl, 1958*).

Prøverne skal have stuetemperatur, før de sættes op til sedimentation. Prøverne vendes roligt (undgå beskadigelser af trådformer og koloniformer) ca. 10 gange, før de hældes op.

Prøverne hældes op i flere kammerstørrelser samtidig, da prøvens sammensætning og koncentration ikke på forhånd er kendt. Normalt 10 ml, 5 ml og 2,5 ml. De største former tælles i 10 ml kammer, mindre former i 5 ml kammer og helt små former i 2,5 ml kammer. Kanten af kamrene kan evt. fedtes let ind med vaseline for at hindre fordampning. Minimumstider for sedimentation er angivet i tabel 6.4.

Tabel 6.4. Sedimentationstid for algeprøve ved forskellig tællekammervolumen.

Kammervolumen ml	Ferskvand Timer
0,125	1
2,5	3
5	6
10	8

Hos kolonidannende blågrønalger kræver biomasseberegningen, at kolonierne slås i stykker ved anvendelse af ultralyd. Her gælder følgende regler:

Hvis biomassen af de kolonidannende arter/slægter skønnes at udgøre mere end 1/3 af dem samlede biomasse, anvendes ultralyd i form af en ultralydsstav.

Hvis der ikke anvendes ultralyd (d.v.s. hvis biomassen af de svært tællelige blågrønalger udgør mindre end 1/3 af den samlede biomasse), skal kolonierne inddeles i et passende stort antal delkolonier, således at delkoloniernes diameter svarer til koloniens "dybde".

For yderligere detaljer vedrørende ultralydsbehandling, se bilag 6.8.1.

6.8.2 Tælleprocedure

Det undersøges, hvilke arter/slægter der kvalitativt er de vigtigste i prøven. De talte arters volumen skal skønnes at udgøre mindst 90% af det totale volumen.

Arterne vil være uens fordelt i kammeret. De store arter ligger tættest langs kanten af kammeret og de små arter tættest omkring centrum. Ved tællingen skal der kompenseres for den uens fordeling ved at tælle diagonaler eller hele kammeret. De store arter (>20 µm) tælles ved lav forstørrelse og ved gennemsyn af 1-6 diagonaler eller hele kammerbunden. Små arter tælles ved større forstørrelse ved gennemsyn af 1 diagonal eller en række synsfelter fordelt jævnt over en diagonal.

Er prøven meget tæt af små former, tælles ét antal mindre del-felter, stadig således at der opnås en repræsentativ fordeling på tværs af kammeret.

Individer, der ligger over kanterne af tællefeltet, skal ikke alle regnes med. Man vælger 2 af feltets 4 kanter og regner de individer med, der ligger over dem.

6.8.3 Omregning fra tælletal til antal/ml

Når antal alger pr. ml eller liter skal udregnes, må følgende parametre kendes:

- kammerbundens areal.
- areal af den del af kammerbunden, der er talt.
- tælletal for hver art/slægt.

Derefter ganges op til, hvor mange individer af hver art/slægt der har ligget på hele kammerbunden, og derfra udregnes koncentration/ml el-

ler /l. For eksempler se bilag 6.8.3.

6.8.4 Usikkerhed ved tællingen

For at udregne, hvor mange individer der bør tælles af hver art/slægt samt den usikkerhed, der kan forventes på tællingen, anvendes følgende formel: 95% konfidensinterval = ± 2 x 100/ $\sqrt{n}$ %, hvor n = antal talte individer. Formlen forudsætter en tilfældig fordeling af organismerne og den giver 95% konfidensinterval i procent af det talte antal individer (*Javornicky, 1958; Lund et al., 1958*).

For at få et statistisk acceptabelt estimat anbefales så vidt muligt at tælle over 50 individer og helst omkring 100 individer af hver af de vigtige arter/slægter (i ekstensiv-1 søerne accepteres 50 individer af hver af de vigtige slægter). I alt mindst 500 individer (*Venrick, 1978*) i de intensive søer og 250 individer i ekstensiv-1 søerne. Hvis tælletallet beror på enkeltceller i en tråd, må antal tråde anvendes ved usikkerhedsberegningen. Tælleusikkerheden bestemmer, hvor mange betydende cifre den endelige koncentration bør opgives med. Der er ingen mening i at opgive en koncentration med mere end ét betydende ciffer end det første, der er usikkerhed på.

6.9 Biomasseberegning

Algernes antal omregnes til total volumen og videre til biomasse. Biomasseberegninger omfatter beregning af: celle- eller kolonivolumen pr. individ (i μm^3) og cellevolumenbiomasse pr. liter (i $l0^9$ $\mu m^3/1$ = mg vådvægt/l).

De specifikke volumener beregnes ud fra tilnærmede geometriske former og opmålinger af længde, diameter, osv. i den enkelte prøve. For eksempler på volumenberegning og former anvendt i danske undersøgelser se bilag 6.9.1.

Der foretages 10-20 størrelsesopmålinger af de talte arter/slægter i hver prøve, dvs. de arter/slægter som tilsammen skønnes til at udgøre mindst 90% af det totale volumen. De målte individer udvælges så de skønnes at repræsentere den enkelte art/slægt i prøven. Ved opmåling af individer inden for en slægt vælges den geometriske form som bedst repræsenterer arterne inden for slægten.

Ved beregning af biomassen er det ligeså vigtigt at estimere det specifikke volumen for de forskellige arter/slægter som at få talt et tilpas stort antal individer. Der skal kun relativt små unøjagtigheder til ved opmålingen af de forskellige dimensioner, før det, når dimensionerne ganges sammen og eventuelt opløftes i anden eller tredje potens, får en væsentlig indflydelse på biomassen. I ekstensiv-1 søerne hvor biomassen bestemmes på slægtsniveau vil der kunne forekomme forholdsvis store størrelsesforskelle mellem individerne. I det tilfælde er det nødvendigt at acceptere en større usikkerhed på biomassebestemmelsen.

Ved GALD-værdien forstås den største lineære dimension af en planteplanktonorganisme (Greatest Axial Linear Dimension). Under udregningen af GALD-værdien medtages alle synlige vedhæng, det vil sige, at fx hornene hos *Scenedesmus* medregnes. Det skal i denne forbindelse nævnes, at GALD-værdien er et obligatorisk mål ved planteplankton-

undersøgelser i forbindelse med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, og man skal således ved bl.a. ultralydsbehandlede prøver sørge for at få denne målt i den ubehandlede prøve. GALD-værdien har betydning ved vurdering af dyreplanktons græsning.

6.10 Indberetning af data

For den enkelte sø indberettes i det fælles datamiljø:

Miljøcenter, sønavn, stationsnavn, beliggenhed, UTM-zone og datum, stationsnumre (DMU og miljøcenter), tilsynsdato, tidspunkt. Udover de elementære søkontrolinformationer indberettes søens totaldybde i meter på prøvetagningsstedet.

Det indberettes hvem der har analyseret prøven, laboratorium, hvilket udstyr der er anvendt og prøvetypen (enkeltprøver, blandingsprøve), samt dybder hvori prøven er udtaget.

For den enkelte planteplankton angives latinsk navn, DMU-nummer, en kode for algestørrelse og algeform, formel der er anvendt ved beregning af volumen samt ammenhæng mellem form og dimensioner. For den enkelte art indberettes desuden antal pr. ml, biomasse, volumen og GALD-værdi. Er arten blot tilstede angives det med -1 i resultatfeltet.

For den enkelte art indberettes dimension i form af et dimensionsnummer, en kode for enheden, det tilhørende resultat og en attribut til resultatet.

6.11 Kvalitetskontrol

Det forudsættes, at laboratorier/institutioner, der udfører kvalitative og kvantitative opgørelser af planteplankton, følger denne tekniske anvisning og deltager i de, af fagdatacentret, arrangerede interkalibreringer.

7 Dyreplankton

Intensiv søer
Formålet med disse undersøgelser er at give et detaljeret billede af årstidsvariationen samt et tidsligt billede af dyreplanktonets udvikling såvel taxonomisk som biomassemæssigt. Undersøgelserne skal desuden bidrage til at forklare, hvad der sker i de ekstensivt undersøgte søer, hvor dyreplankton ikke undersøges. Dyreplanktonets sammensætning og biomasse undersøges på grundlag af en prøvetagning pr. måned (tabel 7.1).

Tabel 7.1. Oversigt over prøvetagningsprogrammet vedr. dyreplankton.

Antal stationer pr. sø	3, som puljes til 1 prøve
Antal prøvetagninger pr. år	12

Ekstensiv-1, 2 og 3 søer
Der tages ikke dyreplanktonprøver i de ekstensive søer.søer. Ønskes det alligevel, henvises til teknisk anvisning for intensive søer.

DEVANO søer
Dyreplanktonundersøgelser er en af de supplerende undersøgelser i DEVANO programmet. Undersøgelsen kan foretages for at forbedre grundlaget for at vurdere om målsætningen for den pågældende sø er opfyldt.

Undersøgelsen vil give et billede af dyreplanktonets udvikling igennem sommeren. Derudover vil den enlige vinterprøve bidrage til at øge kendskabet til søen i vinterperioden.

7.1 Tid

Intensiv søer
Prøver til dyreplanktonanalyse udtages 12 gange pr. år fordelt med pr. måned.

DEVANO søer
Prøver til dyreplankron i DEVANO søerne udtages 7 gange pr. år. En prøve pr. måned i sommerhalvåret fra 1. maj til 30. oktober og én prøve i perioden 15. november til 15. december.

7.2 Sted

I den enkelte sø udtages prøver på tre stationer, som puljes. De tre stationer placeres inden for de 20% af søens areal og de dybder, som svarer til intervallet mellem 70% og 90% grænserne på hypsografen, regnet fra land mod største dybde (for eksempel se bilag 7.2.1). De tre stationer placeres med stor indbyrdes afstand og nogenlunde midt i prøvefeltet. På hver station udtages der delprøver fra søoverfladen til bunden med ækvidistant afstand, som angivet i tabel 7.2.

Tabel 7.2. Prøvetagning af dyreplankton. Antallet af delprøver bestemmes af vanddybden.

Vanddybde	Antal delprøver
<2m	2
2-4m	3
4-8m	4
8-15m	5
>15 m	prøver fra hver 3. meter

Hvis søen er opdelt i bassiner, som adskiller sig væsentligt i morfometrisk eller belastningsmæssig henseende, etableres der tre målestationer i hvert bassin.

7.2.1 Prøvetagning ved isdække

Afhængig af isens bæredygtighed anvendes én af følgende to metoder:

Usikker is

Søprøven udtages i afløbet sammen med afløbsprøven (se afsnit 4.1.2). Er det umuligt at anvende en Limnosvandhenter eller Hjerteklapvandhenter i afløbet udtages der ikke en zooplanktonprøve.

Sikker is

Søprøven udtages på den normale kemistation (altså ikke på de normale tre zooplanktonstationer), hvor der hugges et ca. 0,5 × 0,5 m hul. Herigennem tages prøven.

7.3 Prøvetagningsudstyr

Til dyreplanktonprøvetagning anvendes en Hjerteklapvandhenter eller Limnosvandhenter med et volumen på mindst 3 liter, 1-3 store baljer, plasticøse med hank, stor plastictragt, filtreringsudstyr med udskiftelig filterholder (bilag 7.3.1), 2 opsamlingsbeholdere med mål hhv. til prøven, der skal filtreres, og prøven, der skal stilles til sedimentation, sprøjteflaske med destilleret vand, ekstra flaske med destilleret vand, lille plastictragt, formærket glasflaske til filtreret prøve og lugol.

7.4 Prøveudtagning

På hver station udtages første prøve altid i 0,5 m's dybde og sidste prøve 0,5 m over søbunden, hvor dybden regnes til midten af vandhenteren. Vandprøverne fra de tre stationer og alle dybder puljes, der omrøres, og der udtages en prøvemængde til filtrering (4,5 l i næringsrige søer og 9 l i næringsfattige søer).

En prøvemængde til sedimentation (0,9 l og 1,8 l i hhv. næringsrige og næringsfattige søer). Næringsrige søer er søer, hvor overfladevandet som gennemsnit for perioden 1. maj-1.oktober har en total fosforkoncentration på >40 µg P pr. 1.

Den kvantitative prøve kan suppleres med en kvalitativ prøve taget som en vertikal netprøve (140 µm maskestørrelse) udtaget på de samme tre stationer. Netprøven overføres til en separat flaske og konserveres med lugol. Netprøven er god i forbindelse med udarbejdelse af artslisten.

7.5 Behandling af prøve i felten

Prøverne til filtrering filtreres i felten gennem et 90 µm filter (se evt. bilag 7.3.1), og filtratet overføres vha. destilleret vand fra sprøjteflaske via tragt til en klar 100 ml glasflaske indeholdende 3 ml lugol med tætsluttende skruelåg. Flasken efterfyldes med destilleret vand (i alt 100 ml). Der påføres etiket med angivelse af sø, dato, station, dybder, antal liter og filtertype.

Prøverne til sedimentation påhældes en glasflaske og lugolfikseres.

En evt. netprøve hældes på flaske og lugolfikseres.

7.6 Behandling af prøve i laboratoriet

Prøverne skal opbevares mørkt og efterfyldes med lugol efter behov (ca. én gang pr. år).

Cladoceer, copepoder (undtagen nauplier) og rotatorier hørende til ordenen *Asplanchnoida* tælles på den filtrerede prøve vha. stereolup på 40-50 ganges forstørrelse.

7.6.1 Udtagning af delprøve (90 µm filtreret)

Prøven filtreres på 90 µm net og overføres til subsamplerglasset. Subsamplerglasset efterfyldes til et samlet volumen på 100 ml. Delprøver á 5 ml udtages fra subsampleren og overføres til en petriskål. Antallet af delprøver á 5 ml afhænger af dyreplanktontætheden. Der tælles mindst 75 individer af den mest dominerende art/stadie/slægt pr. delprøve. Materialet fordeles jævnt, og prøven tælles ved 40-50 ganges forstørrelse. Der tælles to petriskåle for at kontrollere udtagningen af delprøver. Der godtages en afvigelse på 15% for den mest dominerende art. For problemer med subsampleren se bilag 7.6.1.

Der anvendes et fortrykt tælleskema med søens navn, stationsnummer, netstørrelsen, der er benyttet ved filtreringen, prøvetagningsdato, prøvetagningsdybder, den filtrerede prøves oprindelige volumen, volumenet af den udtagne delprøve samt tælletal for enkelte arter for hver delprøve. Hele prøven overføres til prøveflasken, den efterfyldes med vand og genfikseres med lugol.

Øvrige rotatorier end *Asplanchnoida* og nauplier tælles på den sedimenterede prøve ved 100 ganges forstørrelse vha. omvendt mikroskop.

I laboratoriet hældes sedimentationsprøven op i et smalt glasrør. Volumenet aflæses og noteres og prøven stilles til sedimentation i 24 timer. Herefter dekanteres hovedparten af vandet fra, og resten, som inkluderer bundfaldet, påføres en klar 100 ml prøveflaske med tætsluttende skruelåg og genfikseres i lugol.

7.6.2 Udtagning af delprøve (sedimentationsprøve)

Den sedimenterede prøve overføres til et 100 ml måleglas (evt. subsamplerglas se nedenfor). Volumenet af den sedimenterede prøve noteres, og måleglasset lukkes. Individerne fordeles jævnt i hele måleglassets prøvevolumen, derefter udtages en delprøve. Delprøven overføres til et

tællekammer. Dyrene fordeles jævnt i kammeret. Delprøvevolumenet vælges, så der er mange dyr i hvert kammer (dvs. gerne 100 individer inden for en art). Antallet af kamre med et givet delprøvevolumen, der skal tælles, afhænger af dyretætheden. Et tælletal på mindst 50 for de mest almindelige arter i prøven er acceptabelt.

Der anvendes et fortrykt tælleskema med søens navn, stationsnummer, netstørrelsen, der er benyttet ved filtreringen, prøvetagningsdato, prøvetagningsdybder, den filtrerede prøves oprindelige volumen, volumenet af den udtagne delprøve samt tælletal for de enkelte arter for hver delprøve. Når kvantificeringen er overstået, samles alt prøvematerialet i en 100 ml flaske, og der genfikseres.

7.7 Bestemmelse af dyreplankton

Rotatorier bestemmes til art. I nogle tilfælde er det kun muligt at bestemme til slægt. Inden for hver art (i enkelte tilfælde slægt) skelnes mellem hunner og hanner. Hunnerne kvantificeres, mens tilstedeværelsen af hanner kun registreres. Det noteres, om der er hvileæg til stede i prøven.

Cladoceer bestemmes så vidt muligt til art. Inden for hver art skelnes mellem hunner og hanner. Hunnerne kvantificeres. Det noteres, om hvileæg og/eller hanner forekommer.

Copepoderne registreres som nauplier, copepoditer, hanner og hunner. Nauplier og copepoditer bestemmes kun til ordensniveau. Voksne copepoder bestemmes så vidt muligt til artsniveau.

Ved vanskeligt bestemmelige arter er det tilrådeligt at undersøge en levende prøve (se bilag 7.7.1). Se endvidere bilag 7.7.1 for specielle kendetegn i forbindelse med artsbestemmelsen og for bestemmelsesværker.

7.7.1 Optælling og opmåling

De enkelte delprøver eller hele prøven tælles. De hyppigst forekommende arter/grupper skal opnå tælletal på 75-100 individer i alt pr. prøve. En tilfældig udvalgt delprøve af den talte prøve udvælges og måles jf. målskitse (bilag 7.7.2).

7.7.2 Beregning af populationsstørrelse

På baggrund af dyreplanktonoptællingen beregnes populationsstørrelsen.

Populationstørrelsen af en given art/gruppe, angivet som antal individer pr. liter, beregnes efter følgende formel:

$$\text{Antal individer}\,(l^1) = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_i \cdot VS}{\sum_{i=1}^{n} vol_i \cdot VU},$$

hvor N_i = antallet af individer af en given art i den i'te kammerprøve,

n = antallet af optalte kamre,

vol_i = prøvevolumenet i det i'te kammer,

VS= volumenet af den sedimenterede prøve,

VU = volumenet af den ufiltrerede prøve i felten.

7.7.3 Bestemmelse af dyreplanktonbiomasse

Kvantificering af det større dyreplankton - en oversigt:

Biomassen af dyreplanktonet (angivet som tørvægt) bestemmes enten ud fra længde-vægt relationer eller ved anvendelse af standardværdier fra litteraturen. I de søer, hvor rotatorierne udgør mere end 25% af biomassen af det filtrerede dyreplankton, foretages biomassebestemmelse af rotatorierne ud fra relationerne mellem hhv. vægten og længden og i enkelte tilfælde også bredden af dyrene efter formlerne i bilag 7.7.3. Ellers bestemmes biomassen af rotatorierne ud fra standardværdier som anført i bilag 7.7.4. Biomassen af cladoceer og copepoder (nauplier undtaget) bestemmes altid ud fra længde-vægt relationer. Naupliernes biomasse sættes til 0,26 µg tørvægt pr. individ. På hver prøvetagningsdag måles mindst 10 individer af de betydende rotatorier (forudsat at der ikke skal benyttes standardværdier) samt på 25 individer af hver art af cladoceer og copepoditer. Endvidere måles derpå 10 hunner og 10 hanner af hver slægt/art af copepoder, som registreres. Formlerne i bilag 7.7.3 skal i fremtiden benyttes af alle, uanset hvad man tidligere har fundet mest hensigtsmæssigt, og uanset det kan give problemer med sammenligninger af tidligere data.

Længde-vægt relationer giver det mest korrekte resultat og giver samtidig et detaljeret billede af størrelsesfordelingen af dyreplanktonet.

Standardværdier anvendes til arter med lille størrelsesvariation, mens den er mindre egnet til dyreplankton, som varierer meget i størrelsen og derfor i høj grad også i biomassen (størrelsen opløftes i næsten 3. potens).

For en nærmere beskrivelse af relationerne mellem længdemål og biomassen af dyreplankton se bilag 7.7.2 og 7.7.3.

7.7.4 Beregning af dyreplanktonets græsning

Til beregning af dyreplanktonets fødebehov anbefales følgende:

Rotatorier	I/B	=	200% pr. dag
Cladoceer	I/B	=	100% -"-
Copepoder	I/B	=	50% -"-.

hvor både I (fødeoptagelse) og B (dyreplanktonets biomasse) er angivet i samme vægtenhed (kulstof). For en mere detaljeret gennemgang af beregning af dyreplanktonets græsning se bilag 7.7.5.

7.8 Indberetning af data

For den enkelte sø indberettes i det fælles datamiljø:

Miljøcenter, sønavn, stationsnavn, beliggenhed, UTM-zone og datum, stationsnumre (DMU og miljøcenter), tilsynsdato, tidspunkt.

Det indberettes hvem der har analyseret prøven, laboratorium, hvilket udstyr der er anvendt og prøvetypen (enkeltprøver, blandingsprøve), antal stationer i søen hvorfra prøven er udtaget, filterstørrelse (i µm). Desuden angives totaldybder på prøveudtagningsstederne, antal dybder hvori prøverne er udtaget, samt de enkelte udtagningsdybder. Det hele angivet i meter.

For den enkelte dyreplankton angives det latinske navn, kodenummer, en kode for zooplanktontypen og en kode for beregningsformlen. Findes beregningsformlen ikke i den tilhørende kodeliste skal beregningsformlen beskrives og den anvendte netstørrelse i laboratoriet skal angives. For den enkelte art indberettes desuden antal pr. ml, totalbiomasse, og enhed for den aktuelle variabel sammen med en evt. attribut for resultatet. Er arten kun registreret som tilstede angives det med -1 i resultatfeltet.

For den enkelte art indberettes gennemsnitsmål samt mål for hvert enkelt opmålt dyr. Desuden indberetttes om den enkelte art har æg.

7.9 Kvalitetssikring

Det forudsættes, at laboratorier/institutioner, der udfører kvalitative og kvantitative opgørelser af dyreplankton, følger denne tekniske anvisning og deltager i de, af fagdatacentret, arrangerede interkalibreringer.

8 Makrofyter

Det samlede undersøgelsesprogram har til formål at beskrive vegetationens artssammensætning og udbredelse i et bredt udsnit af danske søer. I de intensive søer har undersøgelsen desuden til formål at beskrive en eventuel udvikling såvel arts- som udbredelsesmæssigt over en flerårig periode. Resultaterne fra de ekstensive søer har til formål at beskrive en eventuel udvikling på nationalt niveau inden for de enkelte søtyper. I DEVANO søerne og i småsøer og vandhuller er det undersøgelsens formål at give en generel beskrivelse af undervandsvegetationen. Undersøgelsen udføres ved at registrere vegetationen i et antal observationspunkter fordelt på et antal transekter, således at hele søen er repræsenteret.

Intensiv søer

Undersøgelsen omfatter hvert andet år en registrering af flydeblads- og undervandsplanternes udbredelse og artssammensætning. For undervandsplanterne indgår desuden plantedækket areal og plantefyldt volumen samt de enkelte arters dybdeudbredelse. Desuden undersøges rørskovens udbredelse hvert 6. år.

Ekstensiv-1 og –2 søer

Undersøgelsen omfatter hvert 3. (ekstensiv-1 søer) eller 6. år (ekstensiv-2 søer) en registrering af flydeblads- og undervandsplanternes udbredelse og artssammensætning. For undervandsplanterne indgår desuden plantedækket areal og plantefyldt volumen samt de enkelte arters dybdeudbredelse.

Ekstensiv-3 søer

Undersøgelsen i småsøer og vandhuller omfatter hvert 6. år en vurdering af flydeblads-og undervandsplanternes udbredelse samt en artsliste på samme. Herudover foretages en overordnet vurdering af rørskovens dækningsgrad i vandhullet.

DEVANO søer

Undersøgelsen omfatter en registrering af flydeblads- og undervandsplanternes udbredelse og artssammensætning. For undervandsplanterne indgår desuden plantedækket areal og plantefyldt volumen samt de enkelte arters dybdeudbredelse.

8.1 Tid

Intensiv søer

Makrofytundersøgelsen foretages hvert andet år i perioden 1. juli til 15. august på et antal observationspunkter i søen (tabel 8.1). I enkelte tilfælde kan undersøgelsen, efter aftale med Fagdatacenter for Ferskvand, foretages senere. Den enkelte intensive sø undersøges på tilnærmelsesvis samme tidspunkt i undersøgelsesperioden. Rørskovens udbredelse undersøges kun hvert 6. år.

Ekstensiv-1 søer

Makrofytundersøgelsen foretages hvert 3. år i perioden 1. juli til 15. august på et antal observationspunkter i søen (tabel 8.1). I enkelte tilfælde

kan undersøgelsen, efter aftale med Fagdatacenter for Ferskvand, foretages senere.

Ekstensiv-2 søer
Makrofytundersøgelsen foretages hvert 6. år i perioden 1. juli til 15. august på et antal observationspunkter i søen. Antallet af observationspunkter fastsættes på grundlag af søstørrelsen (tabel 8.2). I enkelte tilfælde kan undersøgelsen, efter aftale med Fagdatacenter for Ferskvand, foretages senere.

Ekstensiv-3 søer
Makrofytundersøgelsen foretages hvert 6. år i perioden 1. juli til 15. august. I enkelte tilfælde kan undersøgelsen, efter aftale med Fagdatacenter for Ferskvand, foretages senere. Undersøgelsen foretages fra søbredden.

DEVANO søer
Makrofytundersøgelsen foretages i undersøgelsesåret i perioden 1. juli til 15. august på et antal observationspunkter i søen (tabel 8.1).

8.2 Sted (placering af observationspunkter og transekter)

8.2.1 Generelt

Antallet af observationspunkter fastsættes på grundlag af søstørrelsen (tabel 8.1). Hvis en intensiv eller ekstensiv-1 sø er morfologisk eller bundmæssigt meget varierende er det nødvendigt med et større antal punkter end angivet i tabel 8.1.

Tabel 8.1. Søstørrelse og det tilhørende antal observationspunkter placeret på transekter. Desuden er angivet den indsats, der skal anvendes i forbindelse med den supplerende artsundersøgelse (pkt. 1 og 2 under artsliste afsnit 8.4.4).

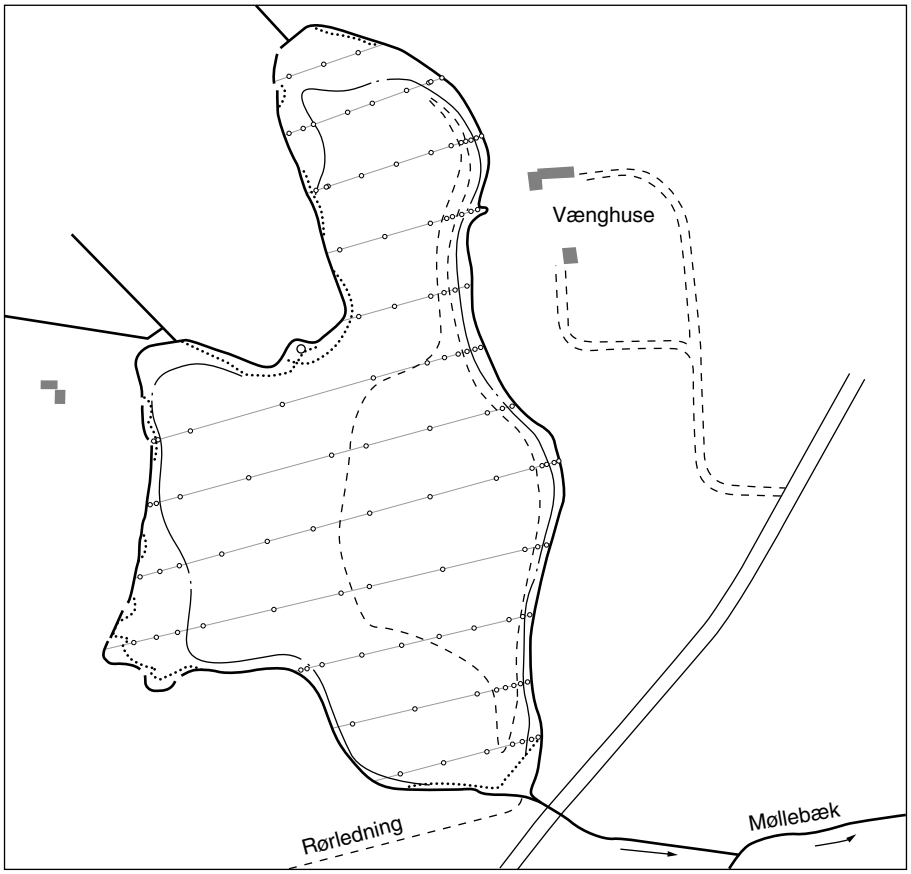
	Intensiv søer		Ekstensiv-1 søer, DEVANO søer	
Søstørrelse, ha	Minimum antal obs. punkter på transekter	Artsliste, minut-indsats pr. sø	Minimum antal obs. punkter på transekter	Artsliste, minut-indsats pr. sø
5-20	150	90	75	45
21-100	225	180	125	90
101-500	300	270	150	135
>500	375	270	200	135

Intensiv, ekstensiv-1 og –2 søer, DEVANO søer
Observationspunkterne placeres på transekter placeret vinkelret på søens længderetning og gående fra den ene bred til modsatte bred, så hele det potentielle plantedækkede område repræsenteres. Transekterne placeres ækvidistant langs søens længderetning (figur 8.1). I lavvandede søer beskrives hele søfladen.

I dybere søer registreres på hvert transekt 0-værdier ud til en dybde svarende til ca. 2 × dybdegrænsen på det pågældende transekt[1].

Det vil sige, at dybere områder i søer, hvor der med sikkerhed ikke er plante vækst, kan udelades. En eventuel sparet indsats som følge heraf skal anvendes på lavere vanddybde, hvor der er registreret vegetation.

[1] På søer, som man ikke har forhåndskendskab til, kan det være vanskeligt at planlægge transekternes og observationspunkternes antal. I det tilfælde er det tilrådeligt i forbindelse med de foregående tilsyn at registrere eventuelle stejle lokaliteter samt maksimumdybden.



Figur 8.1. Illustration af transektplacering og observationspunkter.

Søer, som menes at være uden undervandsvegetation, skal undersøges jf. ovenstående, dvs. ud til en dybde, som sikrer en bekræftelse af antagelsen.

Ved placeringen af observationspunkterne skal alle dybdeintervaller repræsenteres ligeligt på det enkelte transekt. Eksempelvis pr. transekt, 2 punkter i intervallet 0,5-1 m, 2 i 1-1,5 m, osv. Inden for det enkelte dybdeinterval placeres observationspunkterne med tilnærmelsesvis ækvidistant afstand, således at dybdeintervallet dækkes bredest muligt (figur 8.1). For eksempel på beregning og placering af antal observationspunkter pr dybdeinterval, se bilag 8.2.1. Generelt skal der anvendes 0,5 m intervaller, men på lokaliteter med stejl bundhældning kan det accepteres at anvende 1 m intervaller.

Der stilles ikke krav til antal transekter i den enkelte sø. Dvs. at der kan arbejdes med mange transekter og få punkter på transektet eller færre transekter med flere punkter pr. transekt alt afhængig af den enkelte søs morfometri. Dog skal det tilstræbes, at observationspunkterne er jævnt fordelt over søens areal.

Tabel 8.2. Søstørrelse og det tilhørende antal observationspunkter placeret på transekter. Desuden er angivet tidsforbrug for den supplerende artsundersøgelse (se afsnit 8.4.4) i en ekstensiv-2 makrofytundersøgelse.

Søstørrelse, ha	Minimum antal obs. punkter	Max. minut-indsats pr. sø (suppl. artsliste)
0,1-1	20	45
1-5	30	45

I forbindelse med undersøgelsen skal alle observationspunkter positioneres v.h.a. et GIS program, dels af hensyn til genfinding i felten og dels af hensyn til at kunne knytte positioner med de dertilhørende resultater. Observationspunkterne positioneres i forbindelse med 1. års undersøgel-

ser med en nøjagtighed på 5-20 meter. Ved besøg de efterfølgende år anvendes de samme transekter og det samme antal observationspunkter (principielt de "samme" punkter). Dvs. det første undersøgelsesår fastlægges observationspunkterne på et kort - de efterfølgende undersøgelsesår knyttes observationerne i de givne dybdeintervaller til de i forvejen fastlagte observationspunkter (UTM-koordinater).

8.2.2 Anvendelse af GPS-enheden

Punkternes positioner kan grundlæggende tilvejebringes på en af to følgende måder:

1. Hvis man har geokodede kort eller luftfotos til rådighed, kan punkterne udlægges og positionerne bestemmes "hjemmefra" vha. et GIS-program, fx Map-info eller Arc-View. I så fald overføres positionerne til en mobil GPS-enhed eksempelvis vha. programmet GPS-utility. I felten benyttes GPS-enheden til at lokalisere transekterne og de tilhørende punkter.
2. Punkterne kan positioneres i felten vha. en mobil GPS-enhed. Ved denne fremgangsmåde navigeres der på transekter, og undersøgelsespunkterne positioneres, efterhånden som man bevæger sig ud gennem dybdeintervallerne på transektet. Positionerne lagres i GPS'en samtidigt med, at man i feltskemaet noterer de lagrede punkters navne (waypoint nr.) sammen med de tilhørende oplysninger om punktet og vegetationen.

Anvendelsen af GPS kan have nogle ulemper.

1. I søer eller områder af søer *med stejl bundhældning* (mindre end 20 meter horisontal afstand mellem dybdekurver) er GPS-enhedens nøjagtighed for ringe til korrekt navigation. I sådanne tilfælde anvendes følgende fremgangsmåde (se figur 8.2):
2. Observationspunkterne udlægges "hjemmefra", og transekternes endepunkter benyttes til i felten at navigere på transekterne.
3. På hvert transekt gennemføres undersøgelser på et eller flere observationspunkter i hvert dybdeinterval (husk samme antal observationspunkter pr. dybdeinterval). Dybderne i hvert observationspunkt noteres, men GPS-enheden anvendes ikke til positionsbestemmelse. I stedet kobles dybdemålingerne og observationerne til de positioner, som man hjemmefra har knyttet til hvert observationspunkt. Disse positioner anvendes også de efterfølgende år.
4. I søer med *dårlige modtageforhold* (stejle skrænter i nære omgivelser, høj vegetation og/eller meterologiske forhold) følges samme fremgangsmåde som beskrevet ovenfor (se figur 8.2).

Ekstensiv-3 søer

Der foretages observationer ved at vade søen/vandhullet rundt. Som supplement foretages der som minimum 20 observationer vha. planterive. Observationerne skal foretages, således at hele søens omkreds dækkes og så vidt muligt således at søens/vandhullets centrale del inkluderes i undersøgelsen.

8.3 Prøvetagningsudstyr

Intensiv, ekstensiv-1 og –2 søer, DEVANO søer
Til planteregistreringen anvendes vandkikkert. Vandkikkertobservationerne skal suppleres med planterive, hvis man er i tvivl om planterne på observationsstedet. Hvor det ikke er muligt at anvende vandkikkert, anvendes rive på fast skaft eller en planterive af typen Sigurd Olsen rive eller Luther rive ud til en vanddybde på 3 m. De to sidstnævnte rivetyper har deres begrænsninger (se bilag 8.3.1) og det frarådes at anvende Sigurd Olsen riven på >3 m's vanddybde.

I dybe vegetationsrige søer skal der anvendes dykker. Til registrering af observationspunkterne anvendes GPS. Er det ikke muligt at anvende GPS'en pga. stejle skrænter eller dårlige modtageforhold positioneres observationspunkterne jvf. afsnit 8.2.

Generelt skal man være opmærksom på søbundens farve. En mørk bund kan skyldes mudderbund, men kan også skyldes planter. Lysforholdene har ligeledes stor betydning for observationernes kvalitet; ved dårlige lysforhold (overskyet/regn) skal man være ekstra opmærksom.

Ekstensiv-3 søer
I disse søer anvendes vandkikkert og rive på fast skaft eller en Sigurd Olsen rive eller Luther rive.

8.4 Registrering i felten

Intensiv, ekstensiv-1 og –2 søer, DEVANO søer
I forbindelse med planteregistreringen aflæses søens aktuelle vandstand (hvis vandstandsbrædt forefindes – vandstandsbrædt skal forefindes i alle intensive søer). Afviger den aktuelle vandstand mere end 10 cm fra referencevandstanden (vanddybde = 0, defineret som søens gennemsnitlige sommermiddelvandstand, eller den vandspejlskote, ved hvilken dybdekortet er udtegnet), skal planternes dybderegistreringer korrigeres for vanddybdeafvigelsen. Det vil sige, at det er den aktuelle vanddybde, der registreres, og ikke vanddybden jf. dybdekortet.

Er alle observationspunkter ikke indlagt på GPS inden vegetationsundersøgelsen, gemmes observationspunkterne som UTM-koordinater i forbindelse med gennemførelsen af undersøgelsen. Specielt på store søer kan det anbefales at indlægge sine transekter som "ruter" på GPS'eren.

Ved anvendelse af vandkikkert eller dykker er det enkelte observationspunkt defineret som et ca. 2 m × 2 m stort areal. Ved anvendelse af rive defineres det enkelte punkt som 2-3 'riv' á 3-5 meter.

8.4.1 Undervandsvegetation herunder også trådalger

I hvert observationspunkt skal der registreres:

- UTM-koordinat (gemmes på GPS eller bestemmes i søer med stejl bundhældning efterfølgende på det målfaste dybdekort) og waypoint nr. (dvs. observationsnr. på den registrerede UTM-koordinat)
- alle arter af undervandsplanter
- total relativ plantedækket areal (RPA, total dækningsgrad i % jf. tabel 8.3 (maksimalt 100%))

- gennemsnitlig plantehøjde (vandretliggenede langskudsplanter medtages i dækningsgradsvurderingen. I vurderingen af plantehøjden er det den liggende højde der tages i betragtning)
- vanddybde
- plantedækningsgrad og højde for alle arter (én art kan godt dække 90% og en anden fx 40%, hvis arterne stor i to etager)
- plantedækningsgrad for løstliggende trådalger – herunder også rørhinde.

Trådalger bestemmes ikke til art. Står der undervandsvegetation i en spredt eller åben rørskov, registreres undervandsvegetationen også her.

Til beskrivelse af undervandsplanternes dækningsgrad anvendes en 7-delt skala som beskrevet i tabel 8.3.

Tabel 8.3. Skala til brug ved vurdering af vegetationens dækningsgrad.

Skala	Beskrivelse	Bundareal dækket
6	Fuldstændig dækkende	95-100%
5	Dækkende	75-95%
4	Rigelig	50-75%
3	Almindelig	25-50%
2	Ret spredt	5-25%
1	Spredt	>0-5%
0	Ingen	0%

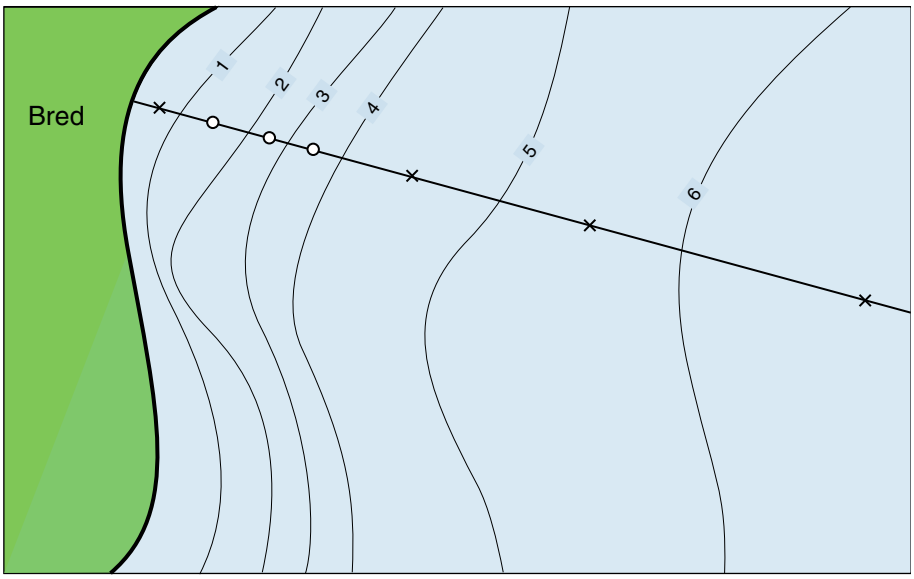
Alle observationer sammen med en angivelse af den gældende UTM-zone samt datum (EUREF 89) indføres i et standardiseret feltskema (bilag 8.4.2).

Bestemmelse af dybdegrænsen (gøres på alle transekter)

Når den totale dybdegrænse for den egentlige undervandsvegetation er passeret, sejles tilbage til første observationspunkt uden undervandsvegetation beliggende på større vanddybde end det yderste observationspunkt med undervandsvegetation. Herfra sejles tilbage mod den yderste og dybest-liggende planteobservation samtidig med at bunden afsøges for undervandsvegetation. Første gang der observeres vegetation registreres dybden som dybdegrænsen, forudsat observationen er på dybere vand end allerede observeret på pågældende transekt.

8.4.2 Flydebladsvegetation

Flydebladsvegetationens dækningsgrad medtages ikke i dækningsgraden for undervandsvegetationen, men registreres særskilt som illustreret i feltskemaet i bilag 8.4.2. På det enkelte transekt registreres ved hver søbred flydebladsbæltets totale dækningsgrad i % inden for bæltets bredde. Yderste position af flydebladsbæltet registreres med en UTM-koordinat og med en dybdegrænse. Data plus arter noteres i feltskemaet til flydebladsplanter, bilag 8.4.2, tabel 2. Forekommer der åkander eller Svømmende vandaks i undervandsform, registreres de som en del af undervandsvegetationen. Man skal ikke bevæge sig ind i tætte flydebladsbælter for at registrere sådanne.



Figur 8.2. Eksempel på transekt placeret på et stejlt område. × angiver observationspunkter bestemt v.h.a. GPS i felten, O angiver "observationspunkter, som ikke er bestemt v.h.a. GPS pga. praktiske vanskeligheder, men forinden eller efterfølgende er indlagt på det aktuelle dybdekort.

8.4.3 Rørskov

Intensiv 1 søer

Rørskoven undersøges i forbindelse med første vegetationsundersøgelse og herefter hvert 6. år. Rørskovens dækningsgrad medtages ikke i dækningsgraden for undervandsvegetationen, men registreres særskilt som illustreret i feltskemaet i bilag 8.4.2, tabel 3. På det enkelte transekt registreres ved hver søbred yderste position med en UTM-koordinat og en dybdegrænse. Mellem søbredden og rørskovens yderste position registreres rørskovens vurderede totale dækningsgrad i % jf. skala i tabel 8.1. Rørskovens dækningsgrad vurderes på baggrund af plantestængler over vandoverfladen – altså ikke efter stænglernes dækningsgrad af et givent bundareal. Data noteres i feltskemaet til rørskovsplanter, bilag 8.4.2, tabel 3. Undervandsformer af fx Pileblad, Brudelys, Søkogleaks registreres som undervandsvegetation.

8.4.4 Artsliste (registrering af artsrigdom)

For søen som helhed skal der udarbejdes en samlet artsliste (rørskoven ikke omfattet). Ud over de arter, som registreres via transektundersøgelser, gøres der en ekstra indsats for at registrere forekomsten af eventuelle øvrige arter i søen. Resultaterne fra denne ekstra indsats indgår ikke i beskrivelsen af dækningsgraden i søen, dog gælder en eventuel ny dybdegrænse som følge af den ekstra indsats - også for den generelle vegetationsundersøgelse.

Sparsomt forekommende arter – herunder rødliste arter

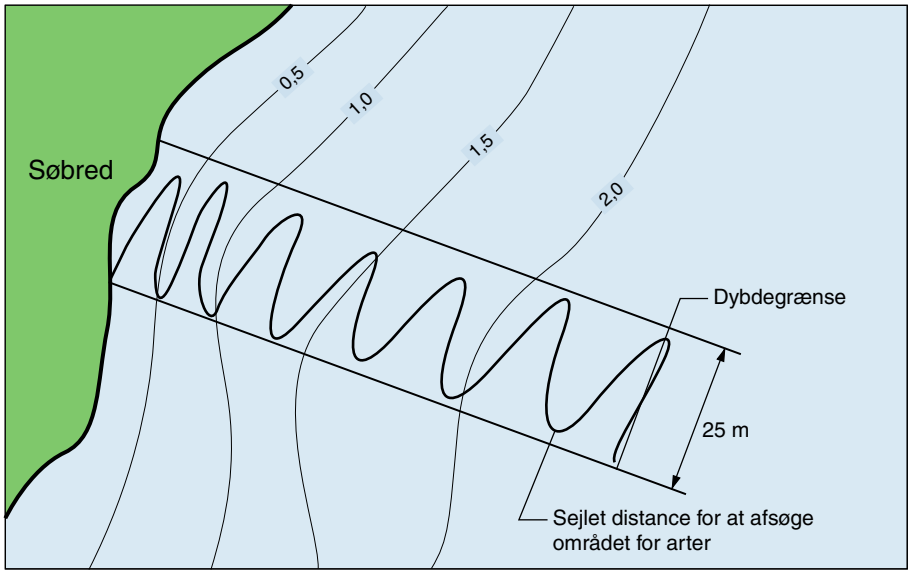
Med fokus på sparsomt udbredte plantearter gøres en indsats, hvor der sejles/gås i en siksak-bevægelse mod større dybde i et antal relevante områder. Tidsindsatsen hertil afhænger af søstørrelsen (se tabel 8.2), og antal undersøgte områder afhænger af, hvor man har observeret eller har mistanke om vegetation på baggrund af observationer foretaget i forbindelse med transektundersøgelsen eller andre undersøgelser. Undersøgelsen skal i det enkelte område dække alle dybdeintervaller, fra det mest lavvandede ud til planternes dybdegrænse. Desuden skal forskellige bundtyper dækkes, og områder, hvor der tidligere er fundet sjældne arter (fx Liden najade, Sylblad eller Vandranke), skal undersøges. Det er

væsentligt at få dækket bugter og vige hvor der erfaringsmæssigt kan være mange arter.

I hvert område sejles/gås siksakkende i et ca. 25 m bredt bælte ud til undervandsvegetationens dybdegrænse (figur 8.3). Der anvendes en samlet total maksimalindsats for alle områder som nævnt i tabel 8.2. Denne indsats gøres udelukkende mhp. at supplere artslisten.

Områder med forekomst af arter, som ikke blev fundet ved transektundersøgelsen eller var meget fåtallig på transekterne (≤ 3 registreringer), registreres med en UTM-koordinat. Med undtagelse af habitatarter (Liden najade og Vandranke) skal der ikke foretages en vurdering af "nye" arters dækningsgrad i søen. Mht. habitatarterne henvises til tekniske anvisninger for disse under Fagdatacentret for Biodiversitet på adressen: www2.dmu.dk/1_Om_DMU/2_Tvaer-funk/3_fdc_bio/ta.asp

Observeres der nye arter i fx opskyl eksempelvis i forbindelse med den supplerende undersøgelse, noteres disse i feltskemaet.



Figur 8.3. Eksempel på undersøgelse efter supplerende/fåtalligt forekommende arter i et relevant område. Der undersøges fra lav vanddybde ud til dybdegrænsen i et 25 m bredt bælte vinkelret på søbredden.

Særaftale

I store, dybe søer med stor og ensartet vegetationsudbredelse kan undersøgelsernes omfang reduceres efter nærmere aftale med fagdatacentret. Det skal sikres at både faglighed og økonomi er fornuftig.

Generelt

HUSK efter hver felttur (eller med passende mellemrum – afhængig af GPS-enhedens lagerkapacitet) at overføre UTM-koordinaterne med tilhørende waypoint numre fra GPS til edb-medie. I den forbindelse er det væsentligt at have software, der kan både eksportere og importere data til GPS-enheden, fx GPS utility.

Ekstensiv-3 søer

Forefindes der et vandstandsbrædt i søen, aflæses den aktuelle vandstand forud for planteregistreringen.

8.4.5 Undervandsvegetation herunder også trådalger

Undervandsplanter dækker også trådalger. På baggrund af observationer foretaget ved vadning (i samme forbindelse ses der på opskyl) og

træk foretaget med planterive skal der for vandhullet som helhed udarbejdes:

- samlet vurdering af plantedækningsgrad eksklusiv løstliggende trådalger, efter skala i tabel 8.3
- en samlet vurdering af løstliggende trådalgers dækningsgrad, herunder også rørhinde, efter skala i tabel 8.3
- en artsliste
- en skitse over vandhullet med angivelse af vegetationens udbredelse.

Trådalger bestemmes ikke til art. Står der undervandsvegetation i en spredt eller åben rørskov, registreres undervandsvegetationen også her.

Til beskrivelse af den samlede undervandsvegetations udbredelse anvendes en 7-delt skala som beskrevet i tabel 8.3.

Alle observationer indføres i et standardiseret feltskema (bilag 8.4.2, tabel 7).

8.4.6 Rørskoven

Rørskovens dækningsgrad medtages ikke i dækningsgraden for undervandsvegetationen, men registreres særskilt på baggrund af observationerne foretaget ved vadning i vandhullet. Den samlede vurdering af rørskovens dækning i forhold til søens/vandhullets samlede areal noteres i feltskemaet (bilag 8.4.2, tabel 7).

8.4.7 Flydebladsvegetation

Flydebladsvegetationens dækningsgrad medtages ikke i dækningsgraden for undervandsvegetationen, men registreres særskilt på baggrund af observationerne foretaget ved vadning i vandhullet. Sammen med en artsliste noteres den samlede vurdering af flydebladsvegetationen dækning i feltskemaet (bilag 8.4.2, tabel 7).

8.4.8 Artsliste (registrering af artsrigdom)

For vandhullet som helhed skal der udarbejdes en samlet artsliste (rørskoven ikke omfattet). Denne skal omfatte arterne registreret i forbindelse med vadning (undervands- og flydebladsvegetation, inklusiv opskyl) og i forbindelse med anvendelsen af planterive (se bilag 8.3.1).

8.5 Behandling af prøver i felten

Til bestemmelse af vandplanter og mosser anbefales Moeslund *et al.* (1990). Som supplement til vandaksarterne kan anbefales "Pondweeds of Great Britain and Ireland" af C. D. Preston, BSBI Handbook No 8. Til bestemmelse af Kransnålalger kan Blindow & Krause (1990) samt Moore (1986) anbefales.

Intensiv, ekstensiv-1 og ekstensiv-2 søer, DEVANO søer

Planterne bestemmes til art i felten, og de knyttes til det enkelte observationspunkt i feltskemaet (bilag 8.4.2). Arter, som ikke kan artsbestemmes i felten (fx arter af kransnålalger og mosser), indsamles og bestemmes

hjemme eller sendes efterfølgende til bestemmelse hos specialister. For indsamling og opbevaring af plantemateriale til senere bestemmelse se bilag 8.3.1.

Ekstensiv-3 søer

Planterne bestemmes til art i felten. For bestemmelse af vandplanter se ovenfor. Arter, som ikke kan bestemmes i felten (fx arter af kransnålalger), indsamles og bestemmes hjemme eller sendes efterfølgende til bestemmelse hos specialister.

8.6 Databehandling

Intensiv, ekstensiv-1, ekstensiv-2 søer, DEVANO søer

Undervandsvegetation

På baggrund af resultaterne fra transektundersøgelsen udregnes for vegetationen og søen som helhed:

- relativ plantedækket areal eksklusiv løstliggende trådalger (RPA)
- relativ plantefyldt volumen (RPV).

For de enkelte arter udregnes for søen som helhed:

- RPA eksklusiv løstliggende trådalger
- RPA for trådalger herunder også rørhinde.

Herudover udarbejdes:

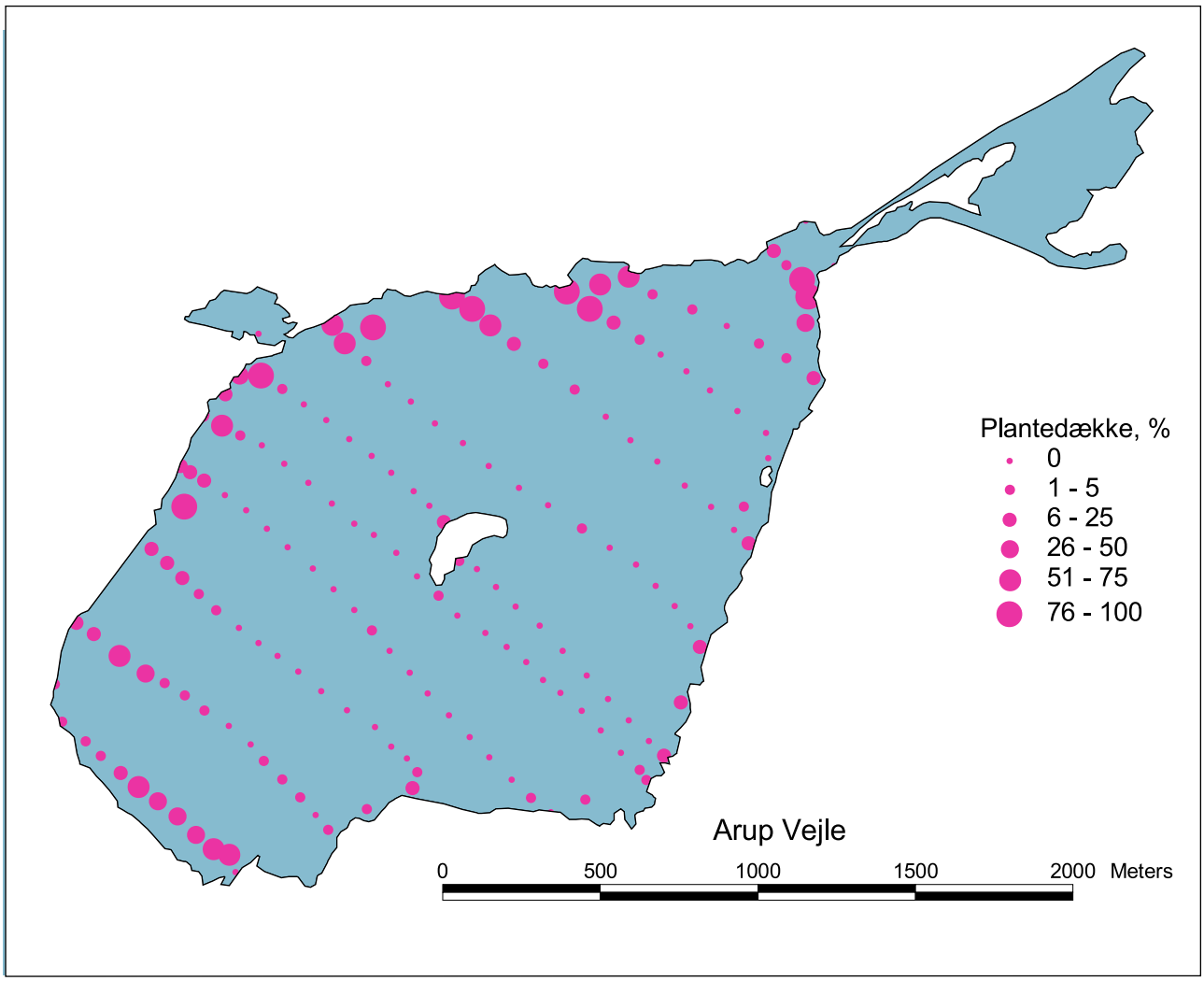
- et dybdekort med transekter og observationspunkter indtegnet på baggrund af UTM-koordinaterne
- et dybdekort med den samlede vegetationsudbredelse
- en komplet artsliste med dybdegrænser (så vidt muligt til nærmeste hele 10 cm) for undervandsplanter. Dybdegrænsen angives som der største dybde hvor plantearten er registreret.

Til beregning af RPA og RPV for hele søen er det nødvendigt at udregne den gennemsnitlige RPA og RPV i hvert dybdeinterval (se bilag 8.6.1). RPV udregnes som RPA*plantehøjde/vanddybde. Hvis hele vandsøjlen er plantefyldt, er RPV således = RPA.

På baggrund af de gennemsnitlige RPA og RPV værdier og de specifikke arealer inden for de enkelte dybdeintervaller beregnes søens totale RPA og RPV. Se bilag 8.6.1. Hvis ens dybdekort anvender en ækvidistance på 1 meter og der skal arbejdes med halv-meter intervaller i arealberegningerne af de enkelte dybdeintervaller, placeres halvmeter kurven midt mellem de eksisterende dybdekurver.

Resultaterne fra transektundersøgelsen samles i et skema [tabel 4 (intensiv) eller 5 (ekstensiv-1 og ekstensiv-2) i bilag 8.4.2].

Desuden opstilles en artsliste (tabel 6 i bilag 8.4.2). Til hver art er knyttet en standardidentifikationskode (jvf. STD 244).



Figur 8.4. Eksempel på søkort med samlet vegetationsudbredelse.

8.6.1 Flydebladsplanter

Der udarbejdes en artsliste over flydebladsplanterne. Arterne kan bestemmes efter Moeslund *et al.* (1990). Der foretages ikke en beregning af flydebladsplanternes dækningsgrad.

8.6.2 Rørskov (kun intensiv søer)

Ved hjælp af et målfast luftfoto beregnes, hvor stor en procentdel rørskoven dækker af søens samlede vandspejlsareal.

Ekstensiv-3 søer

8.6.3 Undervandsvegetation

På baggrund af resultaterne fra undersøgelsen vurderes for søen som helhed:

- plantedækket areal eksklusiv trådalger efter skala i tabel 8.3

og der udarbejdes:

- en skitse over vandhullet med angivelse af vegetationens udbredelse
- en komplet artsliste for undervandsplanter. Til hver art er knyttet en standardidentifikationskode (jvf. STD 244).

8.6.4 Flydebladsplanter

På baggrund af resultaterne fra undersøgelsen vurderes for søen som helhed:

- flydebladsplanternes samlede plantedækkede areal i %.
- en komplet artsliste for flydebladsplanter. Til hver art er knyttet en standardidentifikationskode (jvf. STD 244).

8.6.5 Rørskov

Rørskovens samlede areal i % efter skala i tabel 8.1

- Resultaterne fra undersøgelsen samles i et skema (tabel 7 i bilag 8.4.2).

8.7 Indberetning af data

For den enkelte sø indberettes i det fælles datamiljø:

Miljøcenter, sønavn, stationsnavn, beliggenhed, UTM-zone og datum, stationsnumre (DMU og miljøcenter), tilsynsdato, tidspunkt. Udover de elementære søkontrolinformationer indberettes søens totale vandvolumen i 1000 m^3, samlet flydebladsareal og søareal i 1000 m^2, referencevandstand (lokal, DNN, DVR90) i meter.

For de enkelte dybdeområder indrapporteres fra- og tildybder, dybdeområdets samlede areal og det plantedækkede areal i 1000 m^2. Desuden indberettes gennemsnitlig vegetationshøjde i meter, relativ plantedækket areal, plantefyldt volumen i % samt plantetypen.

For det enkelte transekt indberettes transektets position, placering og totale dybdegrænse i meter. Det enkelte punkt på transektet rapporteres med position, en samlet dækningsgrad for alle planter ekskl. trådalger, en samlet dækningsgrad for trådalger, vanddybde i meter og gennemsnitshøjde for alle planter i meter. For den enkelte art i punktet angives rubinkode, navn, artsnr., hvorvidt arten var dominerende (ja/nej), dækningsgraden og plantehøjden i meter.

For de brednære dele af det enkelte transekt indrapporteres breddens placering, plantetype, position af fx yderpunktet af fx rørskoven og vanddybden på stedet, bredden af fx rørskoven i meter.

Den enkelte art fundet i den supplerende undersøgelse indrapporteres med rubinkode, navn, artsnummer, UTM-position, dækningsgrad i % og dybdegrænse målt i meter. Der er desuden mulighed for at notere hvorvidt arten blev fundet i opskyl eller var fæstet i bunden.

Overblikundersøgelsen udført i ekstensiv 3 søer/vandhuller indrapporteres med, om muligt, en dybdegrænse og en middelvanddybde målt i meter, en total dækningsgrad for vandhullet samt en kode for plantetypen.

For den enkelte sø indrapporteres en total artsliste med artsspecifikke rubinkoder, navn, artsnummer, om muligt dybdegrænse målt i meter samt en angivelse af plantetypen (flydeblad/submers/rørskov).

8.8 Kvalitetskontrol

Det forudsættes, at laboratorier/institutioner, der udfører kvalitative og kvantitative opgørelser af makrofyterne, følger denne tekniske anvisning, udfylder de anviste skemaer/tabeller og deltager i de, af fagdatacentret, arrangerede interkalibreringer og temadage. Desuden forudsættes det, at der inden for den udførende institution gennemføres en intern kalibrering blandt de involverede personer.

9 Bunddyr

Intensiv og ekstensiv-1 søer
Bunddyrsundersøgelsen i de intensivt undersøgte søer har til formål at give en kvantitativ og kvalitativ vurdering af bunddyrssamfundet i profundalzonen. Udbredelsen af bunddyrene for søen som helhed beskrives ikke i undersøgelsen, da den kun omfatter profundalzonen. I ekstensiv-1 søerne er formålet at give et generelt billede såvel kvantitativt som kvalitativt af bunddyrssamfundet på tværs af de forskellige søtyper.

9.1 Tid

Prøveudtagningen foretages én gang hvert 6. år i perioden fra 1. - 15. oktober, et tidspunkt, hvor hovedparten af bunddyrene kan bestemmes. I dybe søer med permanent springlag er det vigtigt, at prøverne tages inden springlaget brydes – dette kan være før 1. oktober. I ekstensiv-1 søerne foretages prøvetagningen én gang i perioden 2004-2009. Prøvetagningen foretages samme år, som der foretages fiskeundersøgelse i både de intensive og de ekstensive søer.

9.2 Sted

Intensiv søer
I den enkelte sø udtages prøver på 12 tilfældigt udvalgte lokaliteter. Lokaliteterne placeres i profundalzonen inden for det søareal og det dybdeinterval, som svarer til intervallet mellem 70% og 90% grænserne på hypsografen, regnet fra land mod største dybde (se bilag 7.2.1). Lokaliteterne placeres tilfældigt fordelt inden for prøvetagningsområdet.

Ekstensiv-1 søer
I den enkelte sø udtages prøver på 8 tilfældigt udvalgte lokaliteter. Lokaliteterne placeres i profundalzonen inden for det areal og de dybder, som svarer til intervallet mellem 70% og 90% grænserne på hypsografen, regnet fra land mod største dybde (se bilag 7.2.1).

9.3 Prøvetagningsudstyr

Intensiv og ekstensiv-1 søer
Til prøveudtagningen anvendes en kajak-bundhenter med minimum 50 cm lange 52 mm (ø) kajakrør. Herudover anvendes sprøjteflasker og plastbeholdere (0,5 – 1,0 l) til opbevaring og transport af prøverne, plastictragt med stor munding og en mobil GPS-enhed til registrering af prøvetagningslokaliteter.

9.4 Prøvetagning

Intensiv og ekstensiv-1 søer
Forud for prøvetagningen udlægges et gridnet over prøvetagningsområdet. Gridnettet skal indeholde mindst 5 gange så mange gridceller som

antal prøvetagningslokaliteter, dvs. 60 gridceller i en intensiv sø eller 40 gridceller i en ekstensiv-1 sø. Blandt gridcellerne i den enkelte sø udvælges tilfældigt hhv. 12 og 8 gridceller (lokaliteter) i intensiv og ekstensiv-1 søen. På baggrund af et søkort med prøvetagningsområdet indtegnet udtages med en kajakhenter mindst én minimum 10 cm lang sedimentkerne på hver af 12 (intensiv søer) eller 8 (ekstensiv søer) tilfældigt udvalgte lokaliteter (førnævnte gridceller). På hver lokalitet (ca. centrum af gridcellen) noteres vanddybden, og der gemmes en UTM koordinat. I forbindelse med prøveudtagningen er det meget vigtigt at kajakrøret står fuldstændig lodret på bunden – det må ikke vælte. Specielt i meget blødt sediment skal man være opmærksom herpå. Har man mistanke om prøvetageren har været "væltet" på bunden skal prøven tages om. På sandet og hård bund er det en fordel at anvende en Kajakprøvetager på stang.

9.5 Behandling af prøver i felten

Intensiv og ekstensiv-1 søer

Prøverne behandles enkeltvis og følgende observationer indføres i feltskema (bilag 9.5.1).

Det noteres om der vokser undervandsvegetation på stationen (+/- vegetation).

Der gives en visuel bedømmelse af sedimentet i kajakrøret (lys grå / mørk grå / brun / sort / lagdelt samt +/- ikke nedbrudt plantemateriale).

Prøven overføres fra kajakrøret til en prøvebeholder – i den forbindelse gives en karakteristik af de dominerende sedimenttyper [gytje, tørv, silt/ler (< 0,06 mm), finsand (0,06 – 0,6 mm) eller grovsand (> 0,6 mm)]. Er det ikke muligt at beskrive sedimenttypen i felten gøres det i forbindelse med behandlingen i laboratoriet.

9.6 Behandling af prøver i laboratoriet

Prøven hældes op i en stor 212 µm sigte – der sigtes grundigt med rigeligt vand, således at lerpartikler og den fine organiske del af sedimentet forsvinder - eventuelle grus- og planterester fjernes (dette forudsætter, at man er sikker på, at alle dyr er skyllet af den/det) - bunddyrene tages med pincet eller skylles med 96% ethanol, sammen med det resterende sediment, fra sigten over i prøvebeholderen (kun hvis dyrene ikke tælles i samme omgang) - prøven konserveres i 96% ethanol til en slutkoncentration på mindst 70%. Alle prøver opbevares som enkeltprøver.

9.6.1 Prøveoparbejdning

Optællingsniveau: Den enkelte prøve overføres til en dissektionsbakke og fordeles jævnt i denne – det kan være en fordel først at anvende en hvid bakke og efterfølgende en sort bakke. Dyrene sorteres fra og bestemmes og tælles jf. bilag 9.6.1 (calanoide og cyclopoide copepoder samt pelagiske dafnier bestemmes og tælles ikke). De fleste grupper bestemmes til arts- eller slægtsniveau (se bilag 9.6.1). Bestemmelsen sker ved anvendelse af lup og stereolup (hvis nødvendigt anvendes op til 10× forstørrelse). Til bestemmelse anbefales Dall & Lindegaard (1995), Nilsson

(1996) og identifikationsnøgler fra Freshwater Biological Association (referencer i Dall & Lindegaard, 1995).

Biomassebestemmelse: På den enkelte prøve foretages en tørvægtsbestemmelse af total biomassen på følgende grupper: Oligochaeta, Crustacea, Gastropoda, Bivalvia, Insecta ekskl. Chironomidae, Chironomidae ekskl. *Chironomus* spp., *Chironomus* spp.(dog skal der skelnes mellem plumosus typen og anthracinus typen), øvrige.

Større enkeltindivider inden for ovenstående grupper som vil udgøre mere end ca. 50% af den samlede biomasse vejes særskilt på bestemmelsesniveau.

Tørvægten bestemmes ved vejning efter tørring i varmeskab ved 60°C til konstant vægt, dvs. normalt 12-24 timer. Tørvægten bestemmes ved hjælp af analysevægt med en nøjagtighed på 0,1 mg. Er der meget små biomasser for nogle taxa, hvilket betyder, at de ikke kan vejes, ansættes biomassen til 0,1 mg.

Vejeprocedurer: Vægten kalibreres før hver vejning. Ved vejningen anvendes digler eller alubakker, der før vejningen er rengjorte og tørret i varme skab v. 60°C i 60 minutter og afkølet inden brug. Digler/alubakker forvejes og nummereres. Dyrene placeres i digler/alubakker og stilles i varmeskabet ved 60°C i 12-24 timer. Digler/alubakker tages ud og placeres straks i en eksikator. De afkøler til stuetemperatur i eksikator i minimum 1 time inden tørvejning. Ved håndtering af digler/alubakker skal anvendes tang eller handsker.

9.7 Databehandling

Intensiv og ekstensiv-1 søer

På baggrund af enkeltprøverne udarbejdes en total artsliste med antal individer af den enkelte art pr. prøve.

Der gives herefter en kvantitativ beskrivelse af bunddyrene i profundalzonen. Det vil sige, at der opgives individtætheder som: antal pr. m^2 bund ± 95% konfidensgrænser, udregnet på baggrund af de 12 (intensiv søer) eller 8 (ekstensiv-1 søer) enkeltprøver. Desuden opgives tørvægtsbiomasser opgjort på grupper pr. m^2 bund ± 95% konfidensgrænser, udregnet på baggrund af de 12 (intensiv søer) eller 8 (ekstensiv-1 søer) enkeltprøver. Da prøverne formentlig er klumpet fordelt kan det være nødvendigt at logaritme transformere data. Af hensyn til nul-prøver vælges det at omskrive data med X+1 for antalsberegninger og X+0,01 (lavest betydende ciffer) for biomasse.

9.8 Indberetning af data

For den enkelte undersøgelse indberettes i det fælles datamiljø:

Miljøcenter, sønavn, stationsnavn, beliggenhed, vandløbssystemet og den marine recipient, stationsnumre (DMU LONR og miljøcenternummer.), tilsynsdato, tidspunkt, UTM-zone og datum. Herudover indrapporteres laboratorium som har udført bearbejdningen, undersøgelses-

programmet (hvilken teknisk anvisning), prøveareal (kajakrørets diameter i m^2), konserveringsmiddel, sigtstørrelse i µm og personnavn.

For den enkelte prøve indrapporteres UTM-position, vanddybde i meter, vegetation tilstede (ja/nej), sedimentets udseende (farve) og type (kornstørrelse), prøvenummer, antal delprøver og prøvetype. For den enkelte art/slægt i prøven indrapporteres navn, nummer, stadium (for udvalgte arter/slægter), målevariabel (fx totalbiomasse tørvægt el. antal talte), måleenhed (mg el. antal), metode (mikroskopi, stereomikroskopi) og resultat.

9.9 Kvalitetskontrol

Det forudsættes, at laboratorier/institutioner, der udfører kvalitative og kvantitative opgørelser af bunddyr, følger denne tekniske anvisning og deltager i de, af fagdatacentret, arrangerede interkalibreringer.

9.10 Referencer

Dall. P. C. & C. Lindegaard (Eds.) (1995): En oversigt over danske ferskvandsinvertebrater til brug ved bedømmelse af forurening i søer og vandløb. Fersvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet. 240 s.

Nilsson, A. (Eds.) (1996): Aquatic Insects of North Europe. A taxonomic handbook. Vol. I. 274 p.

Nilsson, A. (Edt) (1997): Aquatic Insects of North Europe. A taxonomic handbook. Vol. II. 440 p.

10 Fisk

Intensiv og ekstensiv-1 søer, DEVANO søer
Metoden består af en undersøgelse der foretages hvert 6. år, vha. biologiske oversigtsgarn placeret efter et stratificeret randomiseringsprincip i søen. Hertil elektrofiskes i bredområdet med henblik på at finde supplerende arter.

Undersøgelsen har til formål at beskrive fiskebestanden i et bredt udsnit af de større danske søer. I den enkelte intensivt undersøgte sø er formålet desuden at: 1. give en beskrivelse af sammensætningen, såvel størrelses- som artsmæssig, 2. sikre, at ændringer i bestandssammensætninger (dvs. ændringer i fx rovfisk/byttefisk-forholdet) kan registreres over tid.

I de ekstensivt undersøgte søer samt i DEVANO søerne er formålet at: 1. beskrive fiskebestandens tilstand størrelses- og artsmæssigt, 2. kunne beskrive en eventuel udvikling på nationalt niveau og på søtypeniveau. Desuden giver metodikken mulighed for at betragte fiskebestanden på habitat-niveau (littoral, pelagisk og bund).

Undersøgelserne følger den europæiske standard "Vandundersøgelse – Prøvetagning af fisk i søer ved hjælp af biologiske oversigtsgarn", som har status som dansk standard. Ifølge metoden skal der anvendes ny nettype (kendt som "modificeret NY-NORDISK-norm") i forhold til de tidligere undersøgelser (NOVA 2003). Formålet er at forbedre sammenligningsgrundlaget med undersøgelser udført i de andre nordiske og europæiske lande, jf. det svenske Fiskeriverkets "Standardiserad metodik för provfiske i sjöar" (Finfo 2001:2 på www.fiskeriverket.se) og European Standard, Water quality – Sampling of fish with multi-mesh gillnets, (EN 14757, 2005) som fra 2005 blev gjort til Europæisk Standard. Desuden er formålet at give et mere korrekt billede af fiskesammensætning og størrelsesfordeling.

10.1 Tid og sted

Undersøgelsen skal foretages i perioden 15. august til 15. september hvert 6. år (i DEVANO søerne er der som udgangspunkt ingen gentagelse). Nettene skal stå i 14-16 timer, dvs. at nettene sættes mellem kl. 16 og 18 og tages op den følgende morgen mellem kl. 6 og 8.

Der anvendes tre typer af netplaceringer: i søoverfladen, ved bunden, og i dybere søer også i pelagiet, dvs. mellem overflade og bund. Nettene placeres horisontalt tilfældigt i søens forskellige dybdezoner, 0-3, >3-6, >6-12 og >12 m. I dybdezone 3 og 4 placeres pelagiske net tillige vertikalt tilfældigt med en nøjagtighed på ± 1 m i netenderne. Er maksimumdybden under 4,5 m, betragtes hele søen som én dybdezone.

I søer med vanddybder over 10 meter suppleres med et dybdeafhængigt antal pelagiske garn.

10.2 Prøvetagningsudstyr

Til fiskeriet anvendes synkende og flydende gællenet af typen modificeret NY-NORDISK-norm.

Modificeret NY-NORDISK-norm net består af 14 maskestørrelser fra 5 mm til 85 mm, hvor hver maskesektion er 2,5 m lang og 1,5 m dyb (i meget lavvandede søer må det overskydende net ligge på vandoverfladen). Sektionerne i det enkelte net placeres i følgende rækkefølge: 85, 68, 43, 19.5, 6.25, 10, 55, 8, 12.5, 24, 15.5, 5, 35, 29 mm. Den totale længde af et net er 35 m. For en nærmere beskrivelse af nettene se bilag 10.2.

Til elektrofiskeri anvendes en pulserende jævnstrømsgenerator med en effekt på 1000 W eller mere og en ketsjer med en maskestørrelse på ca. 4 mm.

I brakvandssøer erstattes elektrofiskeriet med specialruser, som sættes med et sø-størrelsesafhængigt antal. Specialruserne er dobbelte kasteruser med 8 m rad (mellemstykke), og 3 kalve (tragte). Diameter i den største ring er 0,55 m (monteret med odderrist, 82 mm), diameter i den mindste ring er 0,3 m. Maskestørrelse (halvmasker) er 8 mm i raden og hhv. 8, 8, og 5 mm i kalvene (mindste maskestørrelse længst væk fra raden).

10.3 Prøvetagning

10.3.1 Antal net og placering af disse

Antallet og typen af net, der skal sættes, afhænger af søens størrelse og maksimumsdybden jf. tabel 10.1 (intensive søer) og tabel 10.2 (ekstensiv 1 – og DEVANO-søer). Hver sø inddeles i indtil 4 dybdezoner. For en definition af dybdezonerne se tabel 10.3. Antal net, der udsættes i de enkelte dybdezoner, er for de intensive søer givet i tabel 10.4 og for de ekstensive søer i tabel 10.5. Hvorledes nettene sættes i de enkelte dybdezoner er angivet i hhv. tabel 10.4 og 10.5 samt beskrevet nedenfor.

Tabel 10.1. Intensiv søer. Antal net, der skal sættes som funktion af søstørrelse og maksimum vanddybde.

	Areal, ha					
Maks.dybde, m	**-20**	**21-50**	**51-100**	**101-250**	**251-1000**	**>1000**
4,5	12	12	16	16	24	24
>4,5-7,5	12	16	24	24	24	32
>7,5-13,5*	16*	16*	24*	24*	32*	32*
>13,5*	16*	24*	28*	32*	40*	40*

* ved en maksimal dybde >10 m, suppleres med et antal net, n. Hvor n = maks.dybde (m)/ 3 m.

Tabel 10.2. Ekstensiv-1 og DEVANO søer. Antal net, der skal sættes som funktion af søstørrelse og maksimum vanddybde.

	Areal, ha					
Maks.dybde, m	**<20**	**21-50**	**51-100**	**101-250**	**251-1000**	**>1000**
4,5	6	6	8	10	12	14
>4,5-7,5	9	9	12	12	12	18
>7,5-13,5*	12*	15*	15*	15*	18*	18*
>13,5*	12*	15*	15*	21*	22*	22*

* ved en maksimal dybde >10 m, suppleres med et antal net, n. Hvor n = maks.dybde (m)/ 3 m.

Maks. vanddybde <4,5 m

I lavvandede søer med en maksimaldybde <4,5 m sættes alle net på bunden som bentiske net.

Maks. vanddybde 4,5 – 7,5 m

I dybdezone 1 (0-3 m) placeres mindst 3 net på bunden fordelt på arealet beliggende mellem 0-m dybdekurven og 3-m dybdekurven og mindst 3 net placeres som flydende net på arealet med en vanddybde > 3 m. I dybdezone 2 placeres alle net på bunden under den antagelse at fiskene er jævnt fordelt i dybdezonen.

Maks. vanddybde 7,5 – 13,5 m

I dybdezone 1 (0-3 m) placeres mindst 3 net på bunden fordelt på arealet beliggende mellem 0-m dybdekurven og 3-m dybdekurven og mindst 3 net placeres som flydende net på arealet med en vanddybde > 3 m. I dybdezone 2 placeres mindst 3 net på bunden fordelt på arealet beliggende mellem 3-m dybdekurven og 6-m dybdekurven og mindst 3 net placeres som pelagiske net på arealet med en vanddybde > 6 m. I dybdezone 3 placeres alle net på bunden under den antagelse at fiskene er jævnt fordelt i dybdezonen. Er der tilstrækkelig med net, dvs. mindst 6 stk., placeres 3 net på bunden og 3 net i pelagiet i pågældende zone. Er dybdezone 3 under 4,5 m dyb placeres under alle omstændigheder kun net på bunden under den antagelse at fiskene er jævnt fordelt i dybdezonen.

Maks. vanddybde > 13,5 m

I dybdezone 1 (0-3 m) placeres mindst 3 net på bunden fordelt på arealet beliggende mellem 0-m dybdekurven og 3-m dybdekurven og mindst 3 net placeres som flydende net på arealet med en vanddybde > 3 m. I dybdezone 2 placeres mindst 3 net på bunden fordelt på arealet beliggende mellem 3-m dybdekurven og 6-m dybdekurven og mindst 3 net placeres som pelagiske net på arealet med en vanddybde > 6 m. I dybdezone 3 placeres mindst 3 net på bunden fordelt på arealet beliggende mellem 6-m dybdekurven og 12-m dybdekurven og mindst 3 net placeres som pelagiske net på arealet med en vanddybde > 12 m. I dybdezone 4 sættes alle net på bunden under den antagelse at fiskene er jævnt fordelt i dybdezonen. Er der tilstrækkelig med net, dvs. mindst 6 stk, placeres 3 net på bunden og 3 net i pelagiet i pågældende zone. Er dybdezone 4 under 4,5 m dyb placeres under alle omstændigheder kun net på bunden under den antagelse at fiskene er jævnt fordelt i dybdezonen.

Tabel 10.3.

Maks. dybde, m	Dybdezone 1	Dybdezone 2	Dybdezone 3	Dybdezone 4
<4,5	hele søen			
4,5-7,5	0-3	3-max		
>7,5-13,5	0-3	3-6	6-max	
>13,5	0-3	3-6	6-12	12-max

I dybdezone 1 sættes alle net på bunden forudsat den er lavvandet, <4,5 m. I dybere søer (>4,5 m) fordeles nettene i dybdezone 1 på bunden (<3m's dybde) og i pelagiet (arealet med dybde >3 m) som flydende net.

I dybdezone 2, 3 og 4 sættes nettene på bunden og i pelagiet jvf. afsnit 10.3.1 og tabel 10.4 og 10.5.

Tabel 10.4. Intensiv søer. Fordeling af synkende (bentiske) og pelagiske/flydende net i forskellige dybdezoner ved varierende areal og maksimumsdybde.

		Maksimum dybde, m			
Areal, ha	**Dybdezone, m**	**-4,5 bun**	**>4,5-7,5 bun/pel**	**>7,5-13,5 bun/pel**	**>13,5 bun/pel**
<20	-3#	12	4/4 fly	4/3 fly	3/3 fly
	>3-6	12	4	3/3	3/3
	>6-12		12	3/x	3/1
	>12			16	x/x
	Tot antal net				16
20-50	-3#	12	5/5 fly	4/3 fly	3/3 fly
	>3-6	12	6	3/3	3/3
	>6-12		16	3/x	3/3
	>12			16	3/3
	Tot antal net				24
51-100	-3#	16	8/8 fly	5/4 fly	5/3 fly
	>3-6	16	8	5/4	5/3
	>6-12		24	3/3	3/3
	>12			24	3/3
	Tot antal net				28
101-250	-3#	16	8/8 fly	5/5 fly	5/5 fly
	>3-6	16	8	4/4	5/4
	>6-12		24	3/3	4/3
	>12			24	3/3
	Tot antal net				32
251-1000	-3#	24	8/8 fly	7/7 fly	7/7 fly
	>3-6	24	8	6/4	5/4
	>6-12		24	4/4	5/4
	>12			32	4/4
	Tot antal net				40
>1000	-3#	24	12/12 fly	8/8 fly	7/7 fly
	>3-6	24	8	6/4	5/4
	>6-12		32	3/3	5/4
	>12			32	4/4
	Tot antal net				40

bun = synkende, pel = pelagiske, fly = flydende net, x = angiver at det er her der skal suppleres med net i de tilfælde søen er dybere end 10 m. # = er søens maksimumdybde <= 4,5 m øges dybdezone 1 til maksimumsdybden.

Tabel 10.5. Ekstensiv-1 og DEVANO søer. Fordeling af synkende (bentiske) og pelagiske/flydende net i forskellige dybdezoner ved varierende areal og maksimumsdybde.

		Maksimumsdybde, m			
Areal, ha	**Dybdezone, m**	**-4,5 bun**	**>4,5-7,5 bun/pel**	**>7,5-13,5 bun/pel**	**>13,5 bun/pel**
<20	-3#	6	3/3 fly	3/3 fly	3/3 fly
	>3-6	6	3	3/3	3/3
	>6-12		9	x/	x/x
	>12			12	x
	Tot antal net				12
20-50	-3#	6	3/3 fly	3/3 fly	3/3 fly
	>3-6	6	3	3/3	3/3
	>6-12		9	3	3/x
	>12			15	x/
	Tot antal net				15
51-100	-3#	8	4/4 fly	3/3 fly	3/3 fly
	>3-6	8	4	3/3	3/3
	>6-12		12	3/x	3/x
	>12			15	x/
	Tot antal net				15
101-250	-3	10	4/4 fly	3/3 fly	3/3 fly
	>3-6	10	4	3/3	3/3
	>6-12		12	3/x	3/3
	>12			15	3/x
	Tot antal net				21
251-1000	-3#	12	4/4 fly	4/3 fly	4/3 fly
	>3-6	12	4	4/3	3/3
	>6-12		12	4/x	3/3
	>12			18	3/x
	Tot antal net				22
>1000	-3#	14	6/6 fly	4/3 fly	4/3 fly
	>3-6	14	6	4/3	3/3
	>6-12		18	4/x	3/3
	>12			18	3/x
	Tot antal net				22

bun = synkende, pel = pelagiske, fly = flydende net, x = angiver at det er her der skal suppleres med net i de tilfælde søen er dybere end 10 m. # = er søens maksimumdybde <= 4,5 m øges dybdezone 1 til maksimumsdybden.

Generelt

Randomiseret placering af net

I den enkelte dybdezone sættes nettene horisontalt tilfældigt. I dybdezone 3 og 4 placeres pelagiske net tillige vertikalt tilfældigt med en nøjagtighed på ± 1 m i net-enderne. Lokaliteten for det enkelte net er på forhånd udvalgt i form af en tilfældig valgt UTM-koordinat. Placeringen af nettene kan også vælges ved at udlægge et gridnet (5 gange så mange gridceller som antal net) over søen og herefter tilfældigt udvælge et antal gridceller svarende til antal net. Det enkelte net sættes på en lige linje og i en tilfældig vinkel. Net sættes ikke tættere end 2 m fra bredden eller rørskoven. Nettet nummereres og tildeles en UTM-koordinat (midt på nettet) samt en kompasretning (i grader) som beskriver nettets vinkel.

Hver nat fiskes der således, at alle dybdezoner er repræsenteret.

Minimumskrav for placering af net

Hvert net behandles som en selvstændig prøvetagning, og nettene må ikke sættes i forlængelse af hinanden. Der skal være mindst 35 meter mellem de enkelte net. Dvs. mindste operationelle gridstørrelse er 35×35 m.

Hvis arealet af den nederste dybdezone er for lille til at sætte net uafhængigt af hinanden tages denne dybdezone med som en del af den foregående dybdezone.

For få net til rådighed

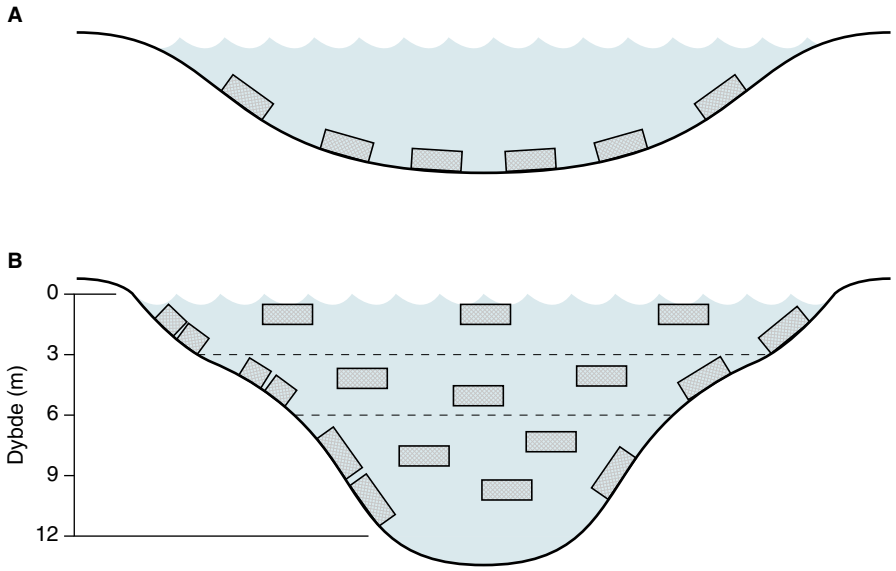
Er der ikke net nok til rådighed slås de nederste to dybdezoner sammen til én dybdezone og repræsenteres i alt med én dybdezones net.

Særaftaler

I store, meget dybe søer kan undersøgelsernes omfang reduceres efter nærmere aftale med fagdatacentret. Det skal sikres at både faglighed og økonomi er fornuftig.

Søer med maksimumsdybde > 10 m

I søer med en maksimumsdybde >10 m suppleres med et vanddybdeafhængigt antal net, n. Hvor n = max.vanddybde/3. Disse ekstra net fordeles således at der opnås mindst 3 net hhv. i pelagiet og på bunden i alle dybdezoner. Er der stadig net i overskud fordeles disse volumenafhængigt i dybdezonernes pelagiske dele. Pelagiske net skal i den nederste dybdezone placeres mindst 1,5 m over bunden.



Figur 10.1. Eksempel på fordeling af net i en ekstensiv sø på A: <20 ha og en maksimum vanddybde på <4,5 m, og B: fx 80 ha og en maksimum vanddybde på 13 m (bemærk flere net end i tabel 10.5 pga. vanddybde >10 m).

10.3.2 Elektrofiskeri, rusefiskeri (kun i brakvandssøer)

Med henblik på at supplere artslisten foretages elektrofiskeri på forskellige habitater rundt langs søbredden. Der anvendes maksimalt 2 timer og 1 time i hhv. en intensiv og en ekstensiv-1 sø. Til elektrofiskeri bruges en pulserende jævnstrømsgenerator med en effekt på 1000 W eller mere. I brakvandssøer erstattes elektrofiskeriet med ruser, som sættes med et antal afhængig af søstørrelsen (ruser er ikke aktuelle i det intensive program da der ikke indgår brakvandssøer heri). Ruserne sættes vinkelret på bredden umiddelbart uden for rørskoven. Findes der ikke en rørskov placeres ruserne tæt på bredden, men således hele rusen er dækket af vand. Ruserne placeres så man vurderer der er størst sandsynlighed for at de vil supplere artslisten. For sætning og røgtning af ruser se bilag 10.2.

El- og rusefiskeriet kan ikke anvendes til at give information om fiskesammensætning og størrelsessammensætning i littoralzonen, men kun om artssammensætningen.

10.4 Behandling af prøver i felten

Tabel 10.6. Antal ruser, der skal sættes i brakvandssøer ved forskellig søstørrelse.

	5 - 20 ha	>20 - 50 ha	>50 ha
# ruser	4	5	6

For fangsten i de enkelte net registreres følgende:

- Sønavn, vandtemperatur, vindstyrke og –retning, nettype, netnr., UTM-koordinat, UTM-zone, datum, maksimums- og minimumsdybde.
- For hver art måles længden fra snudespids til halekløft (fork-længde) til nærmeste lavere halve cm og registreres på et måleskema. Fangsten opgøres pr. net eksklusiv maskerne 68 og 85 mm. Forslag til måleskema er vist i bilag 10.4, fiskeskema-1. Arter, som ikke kan bestemmes i felten, hjemtages og bestemmes i laboratoriet.
- Fangsten i 68 og 85 mm maskerne opgøres samlet (nødvendigt af hensyn til sammenligning med de øvrige nordiske lande).
- Hver art deles i fisk <10 cm og ≥10 cm. Og for hver art bestemmes vægten af de to grupper pr. net. For gruppen over 10 cm hhv. inklusiv og eksklusiv 68 mm og 85 mm maskerne.

Fangsten taget vha. elektrofiskeri eller i ruser skal ikke måles eller vejes, men kun undersøges for supplerende arter.

For fangsten i søen som helhed registreres følgende:

- For hver art måles sammenhørende værdier af længde og vægt. Der måles længde til nærmeste mm og vægt i g med en nøjagtighed på 0,1 g. For fisk større end ca. 10 cm anvendes en nøjagtighed på 1 g. Hvis fangsten er stor nok, måles og vejes der 50-100 fisk af hver art. Alle størrelser af fisk skal repræsenteres. Brug friskfangede og ikke beskadigede fisk. Se bilag 10.4, fiskeskema 2.

10.5 Behandling af prøver i laboratoriet

Arter, som ikke kunne bestemmes i felten, bestemmes vha. speciallitteratur i laboratoriet.

10.6 Databehandling

I forbindelse med fiskeundersøgelsen registreres nummerering af det enkelte gællenet, de tilhørende UTM-koordinater og geografisk placering af hvert gællenet markeres på det tilhørende søkort.

Fangsterne opgøres og indberettes som CPUE-værdier (Catch Per Unit Effort), der svarer til den gennemsnitlige fangst per redskab og beregnes i antal ($CPUE_{antal}$) og vægt ($CPUE_{vægt}$). Beregningen foretages som beskrevet i vejledningen til fiskeundersøgelser i søer (Mortensen et al, 1990).

For fangsten kræves følgende registreringer/beregninger:

- En artsliste over de fangede fisk (inkl. elfiskeri eller rusefiskeri).
- Længdefordeling pr. art på alle fisk til nærmeste lavere halve cm.

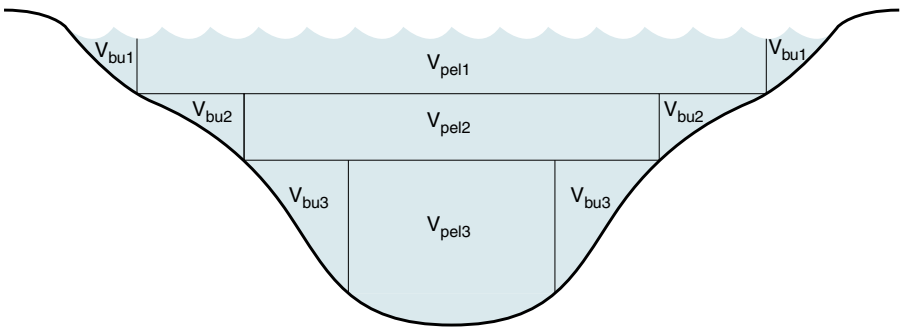
Fangst(CPUE) beregnes som en vægtet volumenbaseret tilbagetransformeret logCPUE for søen som helhed. Hertil kræves, at der udregnes en gennemsnits-logCPUE for de enkelte volumenenheder, fx V_{bu1}, V_{pel1}, hvor V_{bu1} er volumen af den brednære del af dybdezone 1, dvs. arealet mellem 0- og 3-m kurven multipliceret med 1,5 m (middelvanddybden på arealet) og V_{pel1} er det tilsvarende volumen i den pelagiske del af dybdezone 1 (se figur 10.2).

Efterfølgende beregnes den samlede vægtede volumenbaserede CPUE, ved at de enkelte gennemsnits-logCPUE'ere vægtes med det tilhørende volumen således:

(V_{bu1}*$logCPUE_{bu1}$ + V_{pel1}*$logCPUE_{pel1}$ + V_{bu2}*$logCPUE_{bu2}$ + V_{pel2}*$logCPUE_{pel2}$ + ... + V_{peln}*$logCPUE_{peln}$)/ samlet volumen.

Den volumenbaserede CPUE beregnes inklusiv maskerne 68 mm og 85 mm og registreres som total antal individer og total vægt. Det totale volumen for den enkelte dybdezone bestemmes vha. søens hypsograf. I de tilfælde, hvor der forekommer nul-fangster, (dvs. garn uden fisk) anvendes log(x+1).

- Antal individer og vægt pr. art pr. net hhv. ≥ og <10 cm inklusiv 68 mm og 85 mm maskerne.
- Længde og vægt frekvens fordelinger for alle arter (jvf. sidste pind i afsnit 10.4). Gælder dog ikke hvis arten kun er fanget i forbindelse med elfiskeri eller rusefiskeri.
- Elfiskeriet og rusefiskeriet skal supplere artslisten.



Figur 10.2. Eksempel på inddeling af sø i dybdezoner (0-3 m, 3-6 m, 6-12 m) og illustration af volumener, V_{bu1}, V_{pel1}, V_{bu2} osv., til brug ved beregning af CPUE.

10.6.1 Supplerende metode (ikke obligatorisk)

På baggrund af fangsterne kan der også beregnes en CPUE-værdi for habitaterne: littoral, bund og pelagiet.

For littoralzonen (vandvolumet med en vanddybde <3 m) beregnes $CPUE_{litt}$ som en tilbagetransformeret gennemsnits-logCPUE af alle net placeret på vanddybder <3 m.

For bundzonen beregnes $CPUE_{bu}$ som en tilbagetransformeret volumenvægtet gennemsnits-logCPUE på baggrund af alle bundstående net. Udregning af en gennemsnits-logCPUE (fx for dybdezone 2 og 3) gøres således: (V_{bu2}*$logCPUE_{bu2}$ + V_{bu3}*$logCPUE_{bu3}$)/100; hvor V_{bu2} er volumen af det bundnære vand i dybdezonen i % af det totale bundnære vandvolumen i søen (vandvolumen fra bunden til 1,5 m over bunden i hele sø-

ens areal minus littoralen). $LogCPUE_{bu2}$ er gennemsnits-logCPUE'en for de bundstående net i denne del af dybdezone 2. V_{bu3} og $logCPUE_{bu3}$ er de tilsvarende tal for dybdezone 3.

For pelagiet beregnes $CPUE_{pel}$ som en volumenvægtet tilbagetransformeret gennemsnits-logCPUE på baggrund af alle pelagiske net. Beregningen foretages tilsvarende den for de bundstående net, blot anvendes de pelagiske volumener. Det vil sige vandvolumenet inden for dybdezonen minus det bundnære vandvolumen. Den volumenbaserede CPUE beregnes inklusiv maskerne 68 mm og 85 mm og registreres som total antal individer og total vægt pr. net.

For en total volumenberegning af de enkelte habitater kan følgende anvendes:

Littoral: areal beliggende mellem 0 og 3 m-kurven × 1,5 m (middeldybden for arealet)

Bund: arealet med en vanddybde > 3 m × 1,5 m (vil blive underestimeret)

Pelagie: søvolumen – (litt. vol. + bund vol.)

10.7 Indberetning af data

For den enkelte sø indberettes i det fælles datamiljø:

Miljøcenter, sønavn, stationsnavn, beliggenhed, UTM-zone og datum, stationsnumre (DMU LONR og miljøcenter), startdato og slutdato.

Undersøgelsesprogrammet (net/el) indberettes sammen med navn på laboratorium, som har udført undersøgelsen.

I forbindelse med længde/vægt undersøgelsen indberettes for den enkelte fisk: art og tilhørende længde i cm og vægt i gram. Herudover skal der indberettes vægt og antal fisk opgjort på størrelsesklasserne < 10 cm og ≥ 10 cm. I forbindelse med elfiskeriet indberettes artsnavn.

For garnundersøgelserne indberettes dybdezone, garnnummer, placering (UTM-koordinat) og type, hvornår garnet er sat (dato og klokkeslet) og hvornår det er taget ind igen. Desuden indberettes start- og slutposition og minimum og maksimumdybden samt garnretning fra startpositionen. Er der tale om flydende garn angives dybden for garnets overkant.

For det enkelte garn indberettes den enkelte art med navn og artsnummer, kode for størrelsesgruppe (<10 cm, ≥10 cm) og totalvægt for størrelsesgrupperne. Desuden skal det angives om ovenstående er fanget i maskevidderne <68 mm eller ≥68 mm. Herudover angives på artsaniveau antal fisk pr. størrelsesgruppe opdelt på halve cm (fx 3; 3,5; 4; 4,5; 5 cm, osv.).

Fangst fra evt. rusefiskeri indberettes med rusenummer, kode for placering og type, antal ruser, radens længde og højde i meter, radens og odderristens maskevidder i mm, antal kalve og kalvenes maskevidde, samt start- og slutposition og tid. For den enkelte art angives artsnummer,

derudover kan antal fisk i en størrelsegruppe og størrelsesgruppen målt i cm indberettes.

10.8 Kvalitetskontrol

Det forudsættes, at laboratorier/institutioner, der udfører kvalitative og kvantitative opgørelser af fiskene, følger denne tekniske anvisning og i forbindelse med databehandlingen udfylder de medfølgende skemaer. Desuden forudsættes det at de deltager i de, af fagdatacentret, eventuelt arrangerede interkalibreringer.

11 Padder

Paddeundersøgelserne i NOVANAsøprogrammet udføres som en modifikation af den tekniske anvisning til ekstensiv overvågning af padder i forbindelse med artsovervågningen.

Undersøgelsesprogrammet har til formål at beskrive forekomst af padder i udvalgte vandhullersamt at supplere den egentlige artsovervågning af udvalgte paddearter under Fagdatacenter for Biodiversitet.

Undersøgelsen udføres i ekstensiv-3 søerne (vandhuller mellem 0,01 og 0,1 ha). Paddeundersøgelsen kræver specialviden, derfor forudsættes det, at personerne, som udfører undersøgelserne, har indgående kendskab til padder og deres biologi.

11.1 Tid

Undersøgelsen foretages samme år som de øvrige parametre i ekstensiv-3 søerne måles, dvs. hvert 6. år. Padderne undersøges specifikt i det enkelte vandhul ved ét besøg i juni måned(tabel 11.1). Pga. klimatiske forskelle mellem landsdelene er der dog forskel på, hvornår den enkelte art starter yngleaktiviterne i de øst- og vestvendte dele af landet. Generelt er der 2-3 ugers tidsforskel mellem de sydøstlige - (tidlige) og de nordvestlige landsdele (sene). Med mindre andet er anført, betyder det, at undersøgelserne i de sydøstlige og nordvestlige dele af landet skal udføres hhv. tidligt og sent inden for den anbefalede periode.

Tabel 11.1. Oversigt over arter, registreringstidspunkt på hhv. året og dagen samt registreringsmetodik.

Art	Måned	Tid på dagen	Metode
Brune frøer	juni	dag	ketsje haletudser
Skrubtudse	juni	dag	ketsje haletudser
Grønbroget tudse	juni	dag	ketsje haletudser
Strandtudse	juni	dag	ketsje haletudser
Løvfrø	primo juni	dag	ketsje haletudser
Grønne frøer	juni	dag	ketsje haletudser
Løgfrø	ult. juni	dag	ketsje haletudser
Vandsalamander	ult. juni - medio juli	dag (morgen)	ketsje larver
Haletudser*	ult. juni - medio juli	dag	ketsje

* gælder alle arter/grupper

De enkelte paddearters yngleperioder og livscykler og det anbefalede undersøgelsestidspunkt er præsenteret i tabel 11.2.

Tabel 11.2. Paddeart samt forventet forekomst af kvækkende hanner (k)/voksne individer (v), æg (æ) og haletudser (h) eller salamanderlarver (l). Linjen viser det anbefalede undersøgelsestidspunkt. Tidspunktet er vejledende, og det er nødvendigt at have kontakt til en ekspert, som har lokalt kendskab.

Art	forkortelse	feb						mar		apr			maj			jun		jul			aug			sep			okt		
Spidssnudet frø	Ra							k	k, æ	æ	æ	h	h	h	h	h	h												
Butsnudet frø	Rt						K	k, æ	æ	æ	æ	h	h	h	h	h	h												
Springfrø	Rd				k	k, æ	k, æ	k, æ	æ	æ	h	h	h	h	h	h	h												
Løgfrø	Pf							k	k	k, æ	k, æ	k, æ, h	æ, h	h	h	h	h	h	h										
Løvfrø	Ha										k	k, æ	k, æ	k, æ, h	h	æ, h	h	h	h										
Grønne frøer	Re											k, æ	k, æ	k, æ	k, æ, h	æ, h	h	h	h	h	h	h							
Grønbroget tudse	Bv									k	k, æ	k, æ, h	k, æ, h	k, æ, h	k, æ, h	h	h	h	h										
Strandtudse	Bc									k	k, æ	k, æ	k, æ, h	k, æ, h	k, æ, h	k, æ, h	h	h	h										
Skrubtudse	Bb							k	k	k, æ	æ, h	h	h	h	h	h	h												
Lille vandsalamander	Tv							v	v, æ	v, æ	v, æ, l	v, æ, l	v, æ, l	l, æ	l	l	l	l	l	l									
Stor vandsalamander	Tc							v	v	v, æ	v, æ	v, æ	v, æ, l	v, æ,l	v, æ, l	v, l	l	l	l	l	l	l	l						
Bjergsalamander	Ta								v	v	v, æ	v, æ	v, æ, l	v, l	v, l	l	l	l	l	l	l								

k = kvækker, v = voksne, æ = ægklumper, h = haletudser, l = larver, * antal ægklumper.
Alle arter/grupper registreres v.h.a. ketsjning af haletudser/larver ult. juni.

11.2 Sted

Padderne eftersøges og kvantificeres i alle relevante dele af landet. I tabel 11.3 er vist de enkelte arters foretrukne habitattyper og deres udbredelsesområder. I tabel 11.4 er beskrevet hvor de enkelte arter,må forventes at forekomme.

Tabel 11.3. Padders ynglehabitat og udbredelse.

Art	Ynglehabitat	Udbredelse
Spidssnudet frø	vand- og mosehuller, ofte lysåbne og næringsfattige	hele landet minus Bornholm
Butsnudet frø	vand- og mosehuller, ofte lysåbne og næringsrige	hele landet minus Langeland, Lolland-Falster og Bornholm
Springfrø	vand- og mosehuller nær løvskov, ofte lysåbne	hele landet minus Jylland plus Endelave
Strandtudse	lavvandede, lysåbne, udtørrende vandhuller	hele landet
Grønbroget tudse	lysåbne, i bredzonen vegetationsfattige vandhuller	hele landet minus Jylland plus Samsø (er gået tilbage)
Skrubtudse	mange typer vandhuller og søer	hele landet (alm.)
Løvfrø	lysåbne ofte lavvandede vandhuller med rent vand og rig undervands- samt flydebladsvegetation	sydøstlige del af landet
Løgfrø	lysåbne, vegetationsrige ofte dybere (> 1,5m) vandhuller med rent vand	hele landet minus Fyn
Grønne frøer	lysåbne, ofte vegetationsrige og dybe vandhuller	østdanmark og enkelte steder i Jylland
Stor vandsalamander	lysåbne, ofte vegetationsrige, rene vandhuller	hele landet
Lille vandsalamander	lysåbne, ofte vegetationsrige vandhuller	hele landet
Bjergsalamander	små vandhuller nær løvskov	sydøstlige Sønderjylland

11.3 Prøvetagningsudstyr

Medbring waders eller skridtstøvler. Til registrering af haletudser og salamanderlarver anvendes polariserende solbriller (gode når der skal kigges efter ægklumper), ketsjer m. dm. inddeling, feltskemaer, lup, termometer, bestemmelseslitteratur.

Det kan anbefales at medbringe et digitalkamera, således at der kan tages billeder af eventuelle voksne individer. Billederne kan være til stor hjælp for herpetologerne.

Registrering af haletudser og salamanderlarver

Til indsamling af haletudser anvendes en ketsjer med ca. 2 meter langt skaft (teleskopskaft i kraftig materiale) med en åbningsdiameter på 25 cm og en maskestørrelse på ca. 1 mm. Til opbevaring af haletudser og larver inden kvantificering af hvert ketsjertræk anvendes hvide vandfyldte plastspande.

Tabel 11.4. Registrering af haletudser og salamanderlarver. il indsamling af haletudser anvendes en ketsjer med ca. 2 meter langt skaft (teleskopskaft i kraftig materiale) med åbningsdiameter på 25 cm og en maskestørrelse på ca. 1 mm. Til opbevaring af haletudser og larver inden kvantificering af hvert ketsjertræk anvendes hvide vandfyldte plastspande. **Tabel 13.4** Landsdele (tidligere amter) med angivelse af forventet forekomst af arter .

	Art	**Spidssnudet frø**	**Butsnudet frø**	**Springfrø**	**Løgfrø**	**Løvfrø**	**Grønne frøer**	**Klokkefrø**	**Grønbroget tudse**	**Strandtudse**	**Skrubtudse**	**Ll. Vandsalamander**	**St. Vandsalamander**	**Bjergsalamander**
Nordjylland		x	x		x		x			x	x	x	x	
Viborg		x	x		x					x		x	x	
Århus	Samsø	x	x						x	x	x	x	x	
	resten	x	x		x	x	x			x	x	x	x	
Ringkøbing		x	x		×					x	x	x	x	
Vejle	Endelave			X						x		x		
	resten	x	x		x	x	x			x	x	x	x	
Ribe		x	x		x	x?	x			x	x	x	x	
Sdr.jylland		x	x		x	x	x			x	x	x	x	x
Fyn		x	x	X		x	x	x	x	x	x	x	x	
Frd.borg		x	x	X	x		x					x	x	
Kbh. Amt	Saltholm								x	x		x		
	resten	x	x				x		x	x	x	x	x	
Roskilde		x	x	X	x		x		x		x	x	x	
Vestsjælland		x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Storstrøm		x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Bornholm				X		x	x		x	x	x	x	x	

11.4 Prøvetagning og registrering i felten

Forud for prøvetagningen i det enkelte vandhul noteres i det tilhørende feltskema (bilag 11.1) miljøcenter, dato, vandhulsnr., vandtemperatur (målt i 25 cm's dybde blandt planter i bredzonen), skydække og vindstyrke. I forbindelse med registreringen noteres %-del vandhulsbred*, der er tilgroet med træer og buske med en højde > 1 m, %-del bred med lavere buske (<1 m's højde), %-del bred med græs, %-del bred, der er dyrket, %-del bred med ydre rørsump og %-del bred med indre rørsump, urter og græsser. Desuden noteres, om der er græsning ned til vandfladen, om der fodres ænder i vandhullet, og om der formodes at være fisk i vandhullet. Til bestemmelse af padderne anvendes Fog *et al.* (1997 el. 2001).

Haletudser af alle arter frøer og tudser og alle **salamanderlarver**.

Der ketsjes i juni. Hvor i vandhullet der skal ketsjes efter haletudser er artsafhængigt, se tabel 11.5. Der ketsjes 5-10 sekunder på 20 stationer - med halvdelen ved bredderne og halvdelen ved og omkring vegetationen på lidt dybere vand (ca. 1 m's vanddybde). Til bestemmelse af haletudser og larver anvendes Fog *et al.* (1997). Vær opmærksom på forbytning af arter i illustrationer af munddele. Der foretages en semikvantitativ vurdering af haletudsernes antal efter følgende skala: 0; 1 = <10; 2 = 10-100; 3 = 101-1000; 4 = >1000 samt som %-del af relevante ketsjertræk, hvori den enkelte art er registreret. Fangsten i hvert ketsjertræk holdes separat af hensyn til at foretage en kvantificering. Antallet anvendes til at give en vurdering af paddernes ynglesucces i det pågældende år.

Uddybende ketsjerteknik:

- **Haletudser generelt.** Haletudserne fanges med en hurtig jævn bevægelse på ca. 1,5 m/s i de frie vandmasser og omkring vegetation ca. 1 m/s over bunden (hvor ketsjerhovedet føres i små hoppende bevægelser for at undgå at få for meget bundmateriale med). Hvis haletudserne er blevet for store, kan det være nødvendigt med pludselige ketsjerslag i den øverste del af vandsøjlen til lige over vandoverfladen. For ikke at beskadige haletudserne (specielt haletudser af løgfrø) er det vigtigt at føre selve ketsjerposen roligt ud gennem vandet i samme bevægelse. Bemærk, at skrubtudses haletudser ofte samles i stimer.
- **Haletudser løgfrø.** Løgfrø registreres ved at ketsje efter haletudser, mens de endnu er små. Registreringen skal foregå på en vindstille dag med solskin. Haletudserne ketsjes på lavere (fra omtrent 30 cm) til dybere vand (et par meter), hvor de svømmer rundt i vandet mellem vegetationen. Lidt større haletudser er meget sky, hvorfor det er nødvendigt at bevæge sig til de stationer, hvor ketsjertræk skal foretages med meget rolige bevægelser. Når haletudserne føler sig forstyrret, flygter de ned på bunden, hvor de gemmer sig i op til 30 min. Ketsjeren føres meget roligt ned på bunden, hvorefter den i siksak bevægelser gennem de frie vand mellem vandplanter og rundt om disse i et 5-10 sek træk føres gradvist mod overfladen. Hastighed som hale-

* vandhulsbred forstås som zonen, der strækker sig fra og med vegetation, der tåler delvis oversvømmelse (alm. sumpstrå, manna-sødgræs, vand-ærenpris, sump-forglemmigej, duskfredløs, tigger-ranunkel, krybende ranunkel) til midten af den ydre rørsump (tagrør, søkogleaks, smalbladet dunhammer, dynd-padderokke).

tudser generelt. Da haletudserne er meget skrøbelige, kvantificeres arten ikke, men angives som til stede/ikke til stede.

- **Larver af stor og lille vandsalamander.** Stor og lille vandsalamander registreres ved at ketsje efter larver om dagen. Der ketsjes efter larver af Stor vandsalamander i overfladen (de bedste steder er områder med dybere vand (gerne omkring 1 meter) og med spredt vegetation eller vegetation, der ikke står for tæt - af hensyn til den praktisk mulige gennemførelse af registreringen) og efter Lille vandsalamander ved bunden mellem vandplanterne. Der foretages 10 ketsjertræk på egnede stationer på lokaliteten. For Stor vandsalamander udføres ketsjertræk fra bunden og i siksak op gennem vandsøjlen for at fange flygtende dyr der søger fra vandoverfladen mod bunden. For Lille vandsalamander udføres ketsjertræk typisk over bunden og fra bunden og op gennem vandsøjlen for at fange dyr, der er lidt over bunden, og som søger ned i denne ved fare. Når man bevæger sig hen til den egnede station, skal det foregå med rolige bevægelser - selve ketsjertrækket tager ikke lang tid – ca. 5-10 sek.
- **Larver af Bjergsalamander** (kun østlige Sdr. Jylland). Bjergsalamander registreres ved at ketsje efter larver om dagen eller tidlig morgen. Der ketsjes efter Bjergsalamander ved bunden (den typiske bund er dækket af nedfaldet løv og andet organisk materiale, og der er ikke gode vækstvilkår for egentlig vegetation).

Tabel 11.5.

Art	Lokalitet i vandhullet, hvor haletudser og larver skal ketsjes
Brune frøer	Åbent lavt vand og mellem vandplanter
Skrubtudse	På bunden og i vandplanterne, i varmt vejr ofte i stimer på plantevækst eller som en lang tæt "pølse" i åbent vand
Grønbroget tudse	På den bare bund og mellem vandplanter, når de findes
Strandtudse	På den bare bund på lavt vand ved bredderne
Løvfrø	Mellem vandplanter
Grønne frøer	Nær bunden og mellem planterne, kan være svære at fange (hurtige)
Løgfrø	Mellem vandplanter, ofte på lidt dybere vand (>0,5 m)
Lille vandsalamander	Nær bunden mellem vandplanter
Stor vandsalamander	Ved vandoverfladen på lidt dybere vand (gerne omkring 1 m), hvor der er spredt til halvtæt flydebladsvegetation
Bjergsalamander	Ved bunden

Supplerende informationer vedrørende haletudser

Grønbroget tudse *Bufo viridis*

Haletudserne er i de første uger små og sorte, og kan vanskeligt artsbestemmes. Derefter udvikler farven sig sådan, at halens svømmebræmmer, især den nederste, bliver farveløs, hvilket er et ret sikkert kendetegn. Desuden bliver kroppens farve oftest betydelig lysere og mere plettet end hos de andre tudsearter.

I klarvandede vandhuller kan man i stille solskinsvejr få direkte øje på haletudserne. I andre tilfælde registrerer man dem ved at fange dem i ketsjer. De er at finde i vandet indtil midten eller slutningen af juli. I de første få uger opholder de sig på lavt vand nær bredden; derefter søger de så vidt muligt ud, hvor der er en ubevokset bund, dvs. på midten af vandhullet; her kan det undertiden være vanskeligt eller umuligt at komme til at fange dem.

Strandtudse *Bufo calamita*

Haletudserne er små og sorte, og kan findes i perioden ca. 1. maj til 1. juli. I klarvandede strandsøer og grusgravssøer kan man få direkte øje på dem. I andre tilfælde registrerer man dem ved at fange dem i ketsjer. Artsbestemmelsen kan undertiden være vanskelig. Undersøgelserne foretages bedst i solrigt vejr, da haletudserne da samles på lavt vand og ofte er lette at se. Vind kan ved at danne bølger gøre det næsten umuligt at se haletudserne i vandet, hvorfor det er bedst at gennemføre undersøgelserne ved svag vind eller vindstille.

Løvfrø *Hyla arborea*

Yngelen registreres som haletudser ved at ketsje vandhullet igennem. Det bedste tidspunkt er fra allersidst i juni til midten af juli. Det fungerer bedst, hvis vejret er godt, og der er solskin direkte på vandfladen - da opholder haletudserne sig i særlig grad lige under vandoverfladen. For at opnå en sikker registrering kræves ketsjning i op til ½ time per vandhul.

Løgfrø *Pelobates fuscus*

I juni-juli kan man ketsje i vandhullerne for at fange haletudserne. Den mest sikre eftersøgning fås nok i juni, mens haletudserne endnu er relativt mange, og ret små. I juli er der som regel færre af dem, og de er så store og hurtige, at de let undslipper, når man forsøger at fange dem.

11.5 Behandling af prøver i felten

Haletudser og larver bestemmes til art. Til artsbestemmelse anvendes Fog *et al.* (1997 el. 2001). Der foretages en hurtig vurdering af antallet efter skalaen: 0; 1 = <10; 2 = 10-100; 3 = 101-1000; 4 = >1000 samt %-del af relevante ketsjertræk med arten. Data noteres i feltskema-2 (bilag 11.2).

Karakteristik af bred

I forbindelse med prøvetagningen gives en karakteristik af bevoksningen af vandhulsbred*. Data noteres i feltskema (bilag 11.1).

11.6 Behandling af data

For det enkelte vandhul opstilles en artsliste over de registrerede padder.

Haletudser og salamanderlarver

Fra feltskema-2 (bilag 11.2) beregnes hyppighedsfordelingen af antal fangede haletudser og larver artsvis og noteres i feltskema-1 (bilag 11.1). Procentvise del af relevante ketsjertræk med artsspecifik fangst overføres fra feltskema-2 til feltskema-1.

11.7 Indberetning af data

For den enkelte undersøgelse indberettes følgende i det fælles datamiljø:

* vandhulsbred forstås som zonen, der strækker sig fra og med vegetation, der tåler delvis oversvømmelse (alm. sumpstrå, manna-sødgræs, vand-ærenpris, sump-forglemmigej, duskfredløs, tigger-ranunkel, krybende ranunkel) til midten af den ydre rørsump (tagrør, søkogleaks, smalbladet dunhammer, dynd-padderokke).

Miljøcenter, sønavn, stationsnavn, beliggenhed, stationsnumre (DMU LONR og MC-nr.), skydække, tilsynsdato, tidspunkt, position, UTM-zone og datum.

Desuden indrapporteres laboratorium, person, areal af vandhul i ha, om der er græsning ned til vandhullet, om der er andehold i vandhullet, om der er en formodning om fisk og kode for undersøgelsesprogrammet (udgave af teknisk anvisning).

For bredzonen oplyses type (dvs. type plantevækst) og den tilhørende %-del dækket af pågældende type samt hvor (N, S, Ø, V). Vandtemperaturen indrapporteres somsom felt-/profilmåling.

For den enkelte art indrapporteres navn, rubinkode, artsnummer og metode(ketsjer). Ved *ketsjermetoden* angives ketsjertræknummer, fangsstedet (åbent vand, vegetation osv.) og antal haletudser i kode.

Er der registreret padder i nærtved-liggende vandhuller indrapporteres artsnavn, rubinkode, artsnummer, stadium (fx kvæk, æg, voksne) samt indentifikation af atlaskvadratet.

11.8 Kvalitetskontrol

Det forudsættes, at personerne, som foretager denne undersøgelse har et godt kendskab til padderne og deres biologi, samt at metodikken i denne tekniske anvisning følges.

11.9 Referencer

Fog, K., Schmedes, A. & Rosenørn de Lasson, D. (1997 og 2001): Nordens padder og krybdyr. Gads forlag, s. 83-100. (Vær opmærksom på de ombyttede artsnavne i haletudsenøglen – fejlen er rettet i 2001-udgaven).

Adrados, L.C. & Briggs, L. (2004): Identification key to amphibians of Poland. Miljøstyrelsens DANCEE-program (Danish Cooperation for Environment in Eastern Europe). 52 sider.

12 Sediment

Intensiv søer
Næringsstofindhold mm. undersøges i søernes sediment én gang hvert 6. år.

Tabel 12.1. Oversigt over sedimentprøvetagning.

Hyppighed	1 gang hvert 6. år
Antal stationer	3

12.1 Tid og sted

Sedimentprøverne udtages i november i forbindelse med en almindelig prøvetagning, men efter den almindelige prøvetagning er foretaget.

Sedimentprøverne udtages på de tre dyreplankton-stationer (se afsnit 7.1). Dvs. stationerne er placeret inden for de 20% af søens areal og de dybder, som svarer til intervallet mellem 70% og 90% grænserne på hypsografen, regnet fra land mod største dybde (for eksempel se bilag 7.2.1). På hver station udtages 3 sedimentsøjler, dvs. i alt 9 søjler. Stationsplaceringen skal kunne genfindes, så lokale variationer ikke slører udviklingstendenser ved prøvetagningen 6 år senere.

12.2 Prøvetagningsudstyr

Til udtagning af sedimentsøjlerne anvendes en Kajak-bundhenter i snor. I meget lavvandede søer kan søjlerne også tages med en Kajak-bundhenter monteret på fast stang. I dybe søer anvendes blybelastet Kajak-bundhenter eller dykker. Sedimentsøjlerne skal udtages på samme måde fra gang til gang. Desuden skal de udtages således at sedimentoverfladen forstyrres så lidt som muligt, og ikke sammenpresse under prøvetagningen.

Tages prøverne med til laboratoriet skal der anvendes mindst 9 kajak-rør (diameter 52 mm).

Til opsplitning af sedimentsøjlerne, det være i felten eller laboratoriet, anvendes et stempel til at presse søjlen op til kajak-rørets øverste kant, hvor en krave med påmonteret bakke forinden er monteret. De enkelte sedimentskiver (de enkelte dybdeintervaller) fra søjlen skrabes af i bakken inden de overføres til en prøvebeholder.

12.3 Prøvetagning

Båden ankres op, når den ligger stille nedsænkes Kajak-bundhenteren. Kajak-bundhenteren påmonteres lodder afhængig af sediment- og dybdeforholdene. Sedimentsøjlerne udtages, så de er mindst 40-50 cm lange. I nogle søer med hårde sedimentlag af sand eller ler kan det være vanskeligt at opnå så lange sedimentsøjler.

12.4 Behandling af prøver i felten

På hver af de tre stationer udtages mindst tre søjler, dvs. i alt mindst 9 søjler. Søjlerne behandles individuelt og mærkes med stationsnummer. Ved transport fra felten til laboratoriet placeres rørene i et stativ (fx sodavands- eller ølkasse) således de ikke kan vælte under hjemtransporten. Søjlerne skal være fyldt helt op med vand og lukket med prop under transporten, herved undgås resuspension.

12.5 Behandling af prøver i laboratoriet

Sedimentsøjlerne opsplittes i laboratoriet i følgende dybdeintervaller: 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm og 30-50 cm.

Opskæringen foretages ved at sætte en prop i toppen af Kajak-røret, fjerne bundproppen og med et stempel presse sedimentet op til rørets øvre kant. Her kan være en god idé at have udtaget en ekstra søjle fra hver station, hvis opskæringen går galt. Sedimentet fra de samme dybdeintervaller fra de tre søjler på samme station puljes og analyseres som én prøve for de nedennævnte variable. Dvs., at der foretages i alt 18 sedimentanalyser pr. sø. Før analyse omrøres/homogeniseres sedimentprøven grundigt.

12.5.1 Analyser

Sedimentanalyserne udføres efter metoderne angivet i Dansk Standard (DS). I det følgende er de anvendte metoder derfor kun skitseret.

Tørvægt bestemmes efter DS 204 ved tørring af vådsediment ved 105 ^{o}C til konstantvægt (24 timer).

Glødetab bestemmes efter DS 204 ved glødning af tørret sediment ved 550 ^{o}C i mindst 2 timer.

Totaljern bestemmes på glødet sediment ved kogning i 10% HCl og derefter spektrofotometrisk ved bipyridyl-kompleks-dannelse efter DS 219. Totaljern kan også bestemmes ved atomabsorptionsspektrofotometri efter DS 263.

Totalfosfor bestemmes på glødet sediment ved kogning i 10% HCl og derefter efter DS 292.

Variabel	Anbefalet metode	Detektionsgrænser (DL)
Total fosfor, mg kg^{-1} TS	DS 292	
Total jern, mg kg^{-1} TS	DS 219	
Tørstof, %	DS 204	0,1%
Glødetab, %	DS 204	0,1%

12.6 Databehandling

Resultaterne fra analyserne udført på sediment fra de tre stationer indføres i et standardskema, se bilag 12.6. Total fosfor og jern indføres som mg

pr. kg tørstof. Tørstof og glødetab indføres som % af hhv. vådvægt og tørstof.

12.7 Kvalitetssikring og validering af data og dataudveksling

Svendsen, L. & Aa. Rebsdorf (1994): Kvalitetssikring af overvågningsdata – Retningslinjer for kvalitetssikring af ferskvandskemiske data i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Teknisk anvisning fra DMU nr. 7. 88 sider.

13 Referencer

Adrados, L.C. & Briggs, L. (2004): Identification key to amphibians of Poland. Miljøstyrelsens DANCEE-program (Danish Cooperation for Environment in Eastern Europe). 52 sider.

Andersen, J.M. (1976): An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. Wat. Res. 1: 329-331.

Appelberg, M. (ed.) (2000): Swedish standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets - Stratified random sampling with Nordic multi-mesh gillnets provide reliable whole-lake estimates of the relative abundance and biomass of freshwater fish in temperate lakes. Fiskeriverket Information 2000:1. 27 pages.

Bick, H. (1972): Protozoa. Die Binnengewasser band XXV

Blindow, I. & W. Krause (1990): Bestamningsnyckel for svenska kransalger. Svensk Bot. Tidskr. 84.

Bottrell, H.H., A. Duncan, Z.M. Gliwicz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hillbricht-llkowska, H. Kurasawa, P. Larsson & T. Weglenska (1976): A review of some problems in zooplankton production studies. Norw. J. Zool. 24: 419-456.

Cronberg, G. (1982). Phytoplankton changes in Lake Trummen induced by restoration. Folia Limnol. Scand. 18: 1-119.

Culver, D.A., M.M. Bourcherle, D.J. Bean &. W. Fletcher (1985): Biomass of freshwater Crustacean zooplankton from length-weight regressions. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1380-1390.

Dall, P. C. & C. Lindegaard (1995): En oversigt over danske ferskvandsinvertebrater til brug ved bedømmelse af forurening i søer og vandløb. Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet.

Dansk Standard DS203, ISO/DIS 5667/3

Dansk Standard (2005): Vandundersøgelse – Prøvetagning af fisk i søer ved hjælp af biologiske oversigtsgarn. 1. udgave. DS/EN 14757, København, DS projekt 54209, ICS 13.060.70.

Dumont, HJ., I. van de Velde & S. Dumont (1975): The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from plankton, periphyton and benthos of continental waters. Oecologia (Berl.) 19: 75-97.

Dussart, B. (1969): Les Copepodes des eaux continentales. &Cie.

ECE (1987): Convention on long range transboundary air pollution 1987: International co-operative programme for assessment and monitoring of acidification in rivers and lakes. Manual for chemical and biological monitoring. – Prepared by the Programme Center, Norwegian Institute for Water Research, NIVA, Oslo, 23 s.

Einsle, U. (1993): Susswasserfauna von Mitteleuropa, Crustacea Copepoda Calanoida und Cyclopoida. Gustav Fischer Verlag.

EN 14757 (2005): European standard Water quality – Sampling of fish with multimesh gillnets.

Flossner, V.D. (1972): Kiemen- und Blattfüsser, Branchioç~ Branchiura. Jena, Gustav Fischer Verlag.

Flossner, V.D. (2000): Die Haploida und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

Fog, K., Schmedes, A. & Rosenørn de Lasson, D. (1997 og 2001): Nordens padder og krybdyr. Gads forlag, s. 83-100. (Vær opmærksom på de ombyttede artsnavne i haletudsenøglen).

Hansen, A., Jeppesen, E. Bosselmann, S. & Andersen, P. (1992): Zooplankton i søer - metoder og artsliste. Prøvetagning, bearbejdning og rapportering ved undersøgelser af zooplankton i søer. Miljøprojekt nr. 205. Miljøstyrelsen. 116 s

Hedeselskabets Hydrometriske Undersøgelser (1990): Usikkerhed på bearbejdning af data fra vandføringsstationer, Fagdatacenter for Hydrometriske Data. Rapport fra Hedeselskabets Hydrometriske Undersøgelser.

Hoffmann, C., B. Nygaard, J. P. Jensen, B. Kronvang, J. Madsen m. fl. (2002): Overvågning af effekten af etablerede vådområder. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 19, 2. udgave. 112 sider.

Hänel, K. (1979): Systematik und okologie der farblosen abwassers. Arch. Protistenk. 121:79-137.

Håkanson, L. (1981): A manual of lake morphometry. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.

Jensen, J. P. & M. Søndergaard (1994): Interkalibrering af planteplanktonundersøgelser i søer. Teknisk anvisning fra DMU nr. 8, 40 sider.

Jensen, J. P., E. Jeppesen, M. Søndergaard & K. Jensen (1996): Interkalibrering af dyreplanktonundersøgelser i søer. Teknisk anvisning fra DMU nr. 11, 44 sider.

Kahi, A. (1930): Urtiere oder protozoa. I: Wimpertiere ode] Dahl (Ed.). Die Tierwelt Deutschlands.

Kiefer, F. & G. Fryer (1978): Die Binnengewasser band XXVI. Das Zooplankton der Binnengewässer 2. teil. Stuttgart, E. Schweizbart'sche Verlagsbuchhandlung.

Koroleff, F. (1983): Determination of silicon, kapitel 9,7, p. 174-187 i Grasshoff, K., M. Ehrhardt & K. Kremling (eds.):Methods of Seawater Analysis, Second, Revised and Extended Edition. -Verlag Chemie.

Kristensen, P., S. Pedersen, J. Ansbæk, m.fl. (1989): Overvågningsprogram. Notat om Stations og oplandsbeskrivelserne af lokaliteterne i Overvågningsprogrammet. 21 sider + 2 bilag.

Kristensen, P., M. Søndergaard, E. Jeppesen, E. Mortensen og Aa. Rebsdorf. (1990): Overvågningsprogram. Prøvetagning og analysemetoder i søer. Teknisk anvisning fra DMU nr. 1. 32 sider

Lampert, W. & Muck, P. (1985): Multiple aspects of food limitation in zooplankton communities: The *Daphnia – Eudiaptomus* example. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 21.

Lee, J.J., S. H. Hutner & E.G. Bovee. (1985): An illustrated guide to the protozoa.

McCauley, E. (1984): The estimation of the abundance and biomass of zoo-plankton in samples. I Downing, J.A; & F.H. Rigler (Eds.): A manual on methods for the assessment of secondary productivity in freshwaters: 228-265.

Margaritora, F. G. (1985) Fauna D'Italia Vol. XXIII, Cladocera, Bologna, Edizioni Calderini.

Masachika, M. &. P. G. Garey (1985): An illustrated guide to the family Strombidiidea (Oligotrichida, Ciliophora), Free swimming protozoa common in the aquatic environment. Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokyo. 19: 1-68.

Masachika, K. (1986): An illustrated guide to the species of the families Halteriidae and Strobiliidae (Oligotrichida, Ciliophora), Free swimming protozoa common in the aquatic environment. Res. Inst. Univ. Tokyo. 21: 1-67.

Moeslund B., B. Løjtnant, H. Mathiesen, L. Mathiesen, A. Pedersen, N. Thyssen (red) & J. C. Schou (1990): Danske vandplanter – Vejledning i bestemmelse af planter i søer og vandløb. Miljønyt 2. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.

Moeslund, B., P. H. Møller, P. Schriver, T. Lauridsen & J. Windolf (1996): Vegetationsundersøgelser i søer. Metoder til anvendelse i søer i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Teknisk anvisning fra DMU nr. 12. 44 sider.

Moore, J. A. (1986): Charophytes of Great Britain and Ireland. BSHI Handbook No. 5. Botanical Society of the British Isles, London.

Mortensen, E., H. Jerl Jensen, J. P. Muller & M. Timmermann. (1990): Overvågningsprogram. Fiskeundersøgelser i søer. Undersøgelsesprogram, fiskeredskaber og metoder. Teknisk anvisning fra DMU nr. 3. 56 sider + 2 sider appendix.

Nilsson, A (ed), (1996): Aquatic Insects of North Europe - A Taxonomic Handbook. Vols. 1-2. Apollo Books.

Olrik, K. (1991): Planteplankton - metoder. Prøvetagning, bearbejdning og rapportering ved undersøgelse af plankton i søer og marine områder. Miljøstyrelsen - Miljøprojekt 187.

Page, F.C. (1988): A new key to Freshwater and soil Gymnamoebae. Culture Collection of Algae and Protozoa. Freshwater Biological Association U.K.

Pontin, R.M. (1978): A key to British freshwater planktonic rotifera. Freshwater Biological Association scientific publication No. 38.

Rebsdorf, A., M. Søndergaard & N. Thyssen (1988): Vand- og sedimentanalyser i ferskvand – særlige kemiske analyse- og beregningsmetoder. Miljøstyrelsen Ferskvandslaboratorium. 59 sider. Teknisk Rapport nr. 21.

Ruttner-Kolisko, A. (1974): Plankton Rotifers Biology and Taxonomy. Die Binnengewasser volume XXVI/1 supplement. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.

Ruttner-Kolisko, A. (1977): Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 8: 7 1-76.

Røen, U. (1995): Danmarks fauna Bd. 85, Krebsdyr V, Gællefødder (*Branchiopoda*) og Karpelus (*Branchiura*). Dansk Naturhistorisk Forening, Vinderup Bogtrykkeri a/s.

Skuja, H. (1956): Taxonomische und biologische studien über da phytoplankton Schwedischer binnengewässer. Nova Acta Regia Soc. Scien. Upsalis. 16: 1-401.

Svendsen, L. & Aa. Rebsdorf (1994): Kvalitetssikring af overvågningsdata – Retningslinjer for kvalitetssikring af ferskvandskemiske data i Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Teknisk anvisning fra DMU nr. 7 . 88 sider.

Utermöhl (1958): Zur vervollkomnung der quantitative Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Verein. Limnol. 9: 1-38.

Vijverberg, J. & T.H. Frank (1976): The chemical composition and energy contents of copepods and cladocerans in relation to their size. Freshwat. Biol. 6: 333-345.

Voigt, M. & W. Koste (1978): Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas Überordnung Monogononta. Berlin, Gebrüder Borntraeger.

Ward H. B. & G. C. Whipple (1959) Freshwater Biology. John Wiley & Sons Inc. New York.

Willén, T. (1962). Studies on the phytoplankton of some lakes connected with or recently isolated from the Baltic. Oikos, 13: 169-199.

Winberg, G. G. (1971): Methods for the estimation of production of Aquatic animals. London, New York, Academic Press, 175 sider.

Bilag

Bilagsnumre refererer til de tilhørende kapitler og afsnitsnumre i den tekniske anvisning.

Bilag 2.2 Morfometri

Dette er en kort beskrivelse og definition af de nødvendige morfometriske data. Som kilde er anvendt Håkanson (1981).

Maksimum dybden (D_{max} i meter) defineres som den størst kendte (registrerede) dybde i søen.

Middeldybde (D i meter) defineres som forholdet mellem søvolumen (V i km3) og søareal (a i km2):

$$D = 1000 \times V / a$$

Kystlængde måles i kilometer på kort med størst mulig skala – typisk 1:25.000.

Søareal (a i km^2) det totale vandfladeareal inklusiv rørskov og eksklusiv eventuelle øer.

Søvolumen (V i km^3) beregnes ud fra følgende formel:

$V_l = \sum l_c/2\ (a + a_{i+1})$,

hvor l_c = dybdekurveinterval (ækvidistance) i meter

a_i = det totale areal (= kummulative areal) inden for grænserne af dybdekurven l_i i km^2.

Hypsograf (dybde-areal kurve) konstrueres ved at sætte dybden på den negative y-akse og det kummulative areal ud af x-aksen. Hypsografen repræsenterer søens facon (dybdeforhold) og kan anvendes til at aflæse et areal ved en given dybde.

Procent hypsograf konstrueres ved at sætte dybden på den negative y-akse og det kummulative areal i procent ud af x-aksen.

Volumen kurve (dybde-volumen kurve) konstrueres ved at sætte dybden på den negative y-akse og det kummulative volumen ud af x-aksen. Hypsografen repræsenterer søens facon (dybdeforhold) og kan anvendes til at aflæse et volumen ved en given dybde.

Procent volumen kurve konstrueres ved at sætte dybden på den negative y-akse og det kummulative areal i procent ud af x-aksen. Kurven kan anvendes til at bestemme en procentdel af søens volumen inden for en given dybdezone.

Bilag 2.4.1 Topografisk opland

Det topografiske opland er helt omkranset af vandskel. Ved vandskel forstås linier i terrænet, hvor det vand, der bevæger sig langs overfladen, ikke passerer. Dette betyder, at vandskellene altid skærer højdekurverne vinkelret.

Topografiske vandskel og oplande er i et vist omfang blevet defineret og er tilgængelige fra den Hydrologiske Reference (HR) database ved DMU. Der vil dog forekomme tilfælde, hvor der enten mangler at blive bestemt oplande / deloplande, eller hvor der hersker divergens mellem oplandsgrænsen i HR og i amtet.

Oplandene konstrueres ud fra KMS højdekurve data i TOP10DK eller nyere/forbedret højde information.

I visse områder kan det være vanskeligt at udarbejde vandskel alene på grundlag af KMS-data, det gælder fx flade moseområder, afvandede områder under havniveau og byområder, og vandskellenes placering må skønsmæssigt opgøres. Når de topografiske oplande er opgjort, anbefales det at få Hedeselskabets Distriktskontorer til at vurdere de topografiske oplande i forhold til drænsystemerne i oplandet.

Når der er foretaget en opgørelse af størrelsen og udbredelsen af de enkelte oplande, foreligger der et godt basismateriale for opgørelse og vurdering af jordtype samt arealudnyttelse i de enkelte oplande.

Bilag 3.7 Bestemmelse af opløst reaktivt silicium

Som analysemetode til silikatbestemmelse anvendes Koroleffs modifikation (1983) fordi den anvender ascorbinsyre som reduktionsmiddel. Metoden bestemmer både opløst kiselsyre H_4SiO_4 og silikat $H_3SiO_4^-$, og den kan anvendes direkte i koncentrationsområdet 0-2,5 mg Si/l. Det betyder, at prøverne ofte skal fortyndes op til 5 gange.

Alle opløsninger skal opbevares i polyethylenflasker, og så vidt muligt fremstilles opløsninger og reagenser i beholdere af plastic. De anvendte reagenser er opført i Boks 3.2. Det er vigtigt, at vand til fremstilling af reagenser og fortyndinger ikke indeholder silikat. Der skal derfor anvendes Millipore-vand (demineraliseret vand behandlet yderligere ved en ionbytningsproces (Milli-Q).

Boks 3.2. Reagenser til bestemmelse af silicium

Svovlsyre, 2,5 mol/1

136 ml koncentreret svovlsyre (1,84 g/ml) hældes forsigtigt ned i Ca. 700 ml vand under omrøring. Fortyndes efter afkøling til 1000 ml med vand.

Molybdat-reagens

Opløs 15 gram $(NH_4)_6Mo_7O_{24},4H_20$ i 100 ml lunkent vand.

Blandet reagens

Hæld 50 ml molybdat-reagens ned i 50 ml 2,5 mol/l svovlsyre under omrøring.

Oxalsyre-opløsning

Opløs 7,5 gram oxalsyredihydrat $(COOH)_2,2H_20$ i 100 mi vand. Opbevares ved stuetemperatur.

Ascorbinsyre-opløsning

Opløs 1,3 gram askorbinsyre p.a. i 100 ml vand. Opbevares mørkt og køligt (køleskab).

Silikat-stamopløsning, 100 mg/l Si

Anvend enten en kommerciel Si-standardampul eller fremstil den udfra dinatriumhexafluorsilikat: Tør en portion Na_2SiF_6 p.a. ved 105 °C i 1-2 timer, afkøl i ekssikkator og afvej 334,7 mg af stoffet. Opløs det i 200 ml opvarmet vand. Efter afkøling overføres opløsningen kvantitativt til en 500 ml målekolbe, og der fyldes op til mærket med vand.

Silikatstandarder

Fremstil standardkurver ved måling af følgende standarder:

blind, 0,2, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 og 2,5 mg/l Si.

Der anvendes følgende fremgangsmåde: 25,0 ml prøve, standard eller blind afmåles i et plasticbæger. 1,0 ml blandet reagens tilsættes og blandes omhyggeligt med prøven. 10-20 minutters henstand. 1,0 ml oxalsyrereagens tilsættes, og der blandes. Umiddelbart derefter tilsættes 1,0 ml ascorbinsyrereagens, og der blandes igen. 30 minutters henstand, eventuelt længere. Mål absorbansen ved 810 nm.

Ved beregning korrigeres absorbanserne for blindprøven før multiplicering med kalibreringsfaktoren. Analyseresultatet bør angives i mg Si pr. liter. Analyseresultater, som er angivet i mg SiO_2, konverteres til mg Si. 1 mg SiO_2 svarer til 0,4674 mg Si

Bilag 4.1 Bestemmelse af total jern

Total jern (på ufiltreret prøve) bestemmes som følger:

Afmål i et autoklaveglas:

10,0 ml prøve, standard eller blind

0,1 ml 4 mol/l svovlsyre

2,0 ml kaliumpersulfat-opløsning

Prøven autoklaveres i 30 minutter ved 200 kP_a tryk (120 °C). Afkøl til stuetemperatur.

Derpå tilsættes i den anførte rækkefølge:

1,0 ml hydroxylammoniumklorid-opiøsning

1,0 ml 4 mol/l natriumacetat-opløsning

1,0 ml 0,5% bipyridyl-opløsning

Efter mindst 2-5 minutters henstand aflæses absorbansen ved 520 nm med vand som reference.

Reagenser til bestemmelse af total jern

Svovlsyre, 4 mol/l

Tilsæt 110 ml koncentreret svovlsyre til ca. 350 ml vand. Afkøl til stuetemperatur og fortynd til 500 ml med vand.

Hydroxylammoniumkiorid-opløsning 10%

Opløs 10 g hydroxylammoniumklorid ($HONH_3C1$) i vand og fortynd til 100 ml.

Natriumacetat-opløsning, 4 mol/l

544 g CH_3COONa, 3 H_20 opløses i vand. Der fyldes op med vand til 1000 ml. (Brug magnetomrører og svag varme. Er langsom til at opløses).

Eddikesyre, 4 mol/1

240 g CH_3COOH (229 ml 100%) blandes med vand og fortyndes til 1000 ml.

Stødpudeopløsning, pH 4,75

Bland lige dele 4 mol/l natriumacetat og 4 mol/l eddikesyre.

Bipyridyl-opløsning 0,5%

0,5 g 2,2'-bipyridyl opløses i 100 ml 0,1 mol/l saltsyre. (Skal helst fremstilles hver gang; men er opløsningen klar og ikke rød, kan den bruges).

Kaliumpersulfat-opløsning 5%

Opløs 5 g kaliumperoxodisulfat, $K_2S_2O_8$ i 100 ml vand. Opbevar opløsningen i en mørk glasflaske ved stuetemperatur. Opløsningen er holdbar i mindst 2 uger.

Jern-stamopløsning, 100 mg/l Fe

Opløs 0,7022 g $(NH_4)_2Fe(S0_4)_2$, 6 H_2O i vand i en 1000 ml målekolbe, tilsæt 10 ml svovlsyre, 4 mol/l og fortynd med vand til mærket.

Jernstandarder, i området 1-10 mg/l, fx 5 mg/l Fe

5,00 ml jern-stamopløsning + 1 ml hydroxylammoniumklorid-opløsning + vand ad 100,0 ml. Ved fremstilling af lavere koncentrationer anbefales det at benytte en fortyndet stamopløsning på fx 10 mg/l.

Bilag 5.2.1 Stoftilførsel fra umålt opland

Lave månedlige P-tilførsler fra det åbne land

Hvis opgørelser af den månedlige fosfortilførsel fra det åbne land efter ovenstående metode giver urealistisk lave eller endog negative totale fosfortilførsler fra det umålte opland vil det være nødvendigt, at udnytte resultater fra en alternativ referencestation (gerne intensivstation) i regionen. Denne udnyttes så som referencestation for beregning af åbne lands tab. Er der væsentlige forskelle i oplandskarakteristika mellem umålt søopland og intensiv stationsopland forsøges i stedet anvendt vandførings-vægtede koncentrationer fra et andet vandløbsopland (gerne intensivstation) uden for regionen med de samme oplandskarakteristika, som det umålte søopland. Dette gøres også såfremt hele søoplandet er umålt.

Vurdering af beregnede koncentrationer

I en del af vandløbene inden for de umålte søoplande er der tidligere foretaget målinger af næringsstofkoncentrationer. Disse koncentrationer kan eventuelt også anvendes for år, hvor der ikke måles, eller i det mindste bidrage til at vurdere om de beregnede koncentrationer og transporter i disse vandløb er acceptabelt estimeret med den metode, der nu anvendes.

Det kan være tilrådeligt at gennemføre kampagnemålinger af næringsstofkoncentrationen i vandløb inden for det umålte søopland, med henblik på at forbedre belastningsopgørelserne og i hvert fald til at vurdere om de antagne næringsstofkoncentrationer er realistiske.

Bilag 5.5.1 Eksempel på kildeopsplitning

Nedenstående tabel er et eksempel på kildeopsplitning af kvælstof og fosfortilførslen til Ravn sø i Århus amt. De beregningsmæssige detaljer fremgår af Århus amtskommune (1997).

Tabel 1. Kildeopsplitning af kvælstof- og fosfortilførslen til Ravn Sø 1996. Data fra Århus amtskommune (1997).

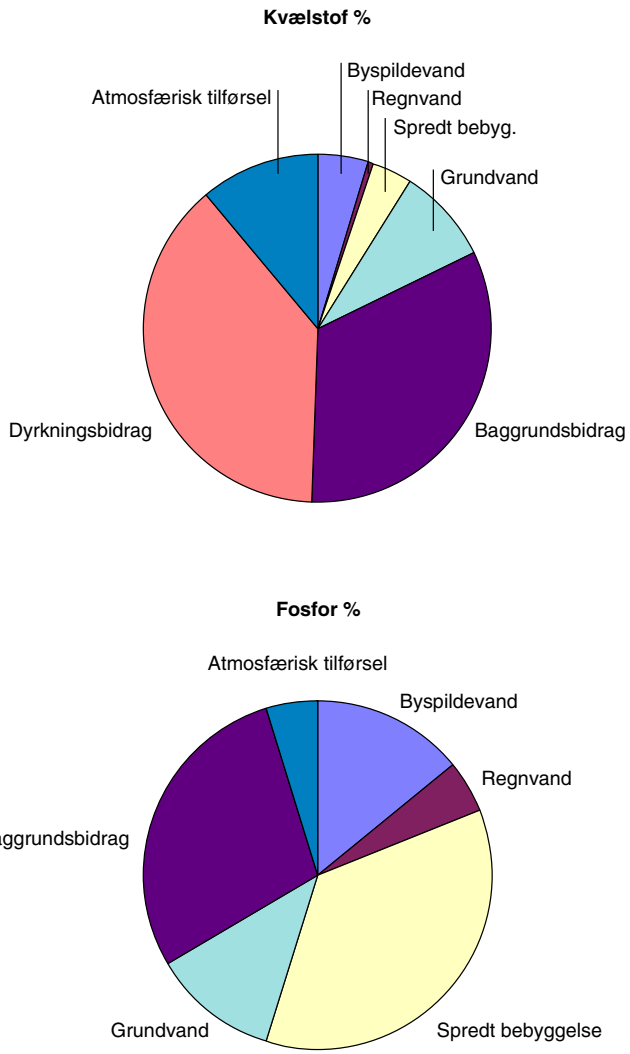
Ravn Sø 1996	Kvælstof (tons pr. år)	Fosfor (kg pr. år)
Byspildevand	1,55	105
Regnvandsbetinget	0,15	37
Industri	0	0
Dambrug	0	0
Spredt bebyggelse	1,19	267
Grundvand	2,90	88
Baggrundsbidrag	10,76	215
Dyrkningsbidrag	12,53	-69
Atmosfærisk tilførsel	3,64	36
Total tilførsel	32,72	679

Eksemplet illustrerer, at dyrkningsbidraget kan estimeres til at være negativt. I dette tilfælde er årsagen givetvis en kombination af, at fosfortilførslen fra spredt bebyggelse blev overestimeret i det tørre år 1996, og at fosfortilførslen blev underestimeret ved punktprøve-tagningen. Beregningerne af de dyrkningsbetingede tilførsler i mange mindre vandløb med stor vandføingsvariation (lerede oplande) kompliceres af, at der sker en ikke ubetydelig underestimering af den sande fosfortransport, ved den gængse punktvise prøvetagningsstrategi. Problemet med urealistisk lave eller endog negativt beregnede dyrkningsbetingede fosforudledninger er specielt hyppige i mange østdanske vandløb. Der er imidlertid ingen enkel løsning på dette problem, hvorfor kildeopsplitningen skal foretages som ovenfor anført. I tolkningen af data, skal man dog være nøje opmærksom på de faktorer, der kan influere på resultatet af en kildeopsplitning.

Data fra kildeopsplitninger kan fx præsenteres som lagkagediagram for at illustrere de enkelte kilders relative betydning, i figur 5.1 er kildeopslitningen for Ravn Sø 1996 vist.

Tidsserie kan fx præsenteres som søjlediagrammer med kildeopsplittede data. Det vil være en god ide at præsentere vand også (væsentlig forklarende parameter). Se vedlagte eksempel.

Figur 5.1. Kildeopsplitning af kvælstof- og fosfortilførslen til Ravn Sø 1996 (se også tabel 2). Data fra Århus amtskommune (1997).



Bilag 5.7.1 Vandbalance

Ved stort restled ved beregning af vandbalance

Hvis vandbalancen for den givne periode viser, at der er et meget stort restled, som på grund af dets størrelse og sæsonvariation ikke kan tolkes som grundvandsindsivning eller grundvandsudsivning, anbefales det at iværksætte synkronmålinger af vandføring og eventuel stofkoncentrationer i vandløbene i det umålte opland. Synkronmålingerne gennemføres fx hvert kvartal gennem et år til belysning af, om det opland der ligger til grund for estimeringen af vandtilførslen fra det umålte opland også er repræsentativt for dette. Hvis dette ikke er tilfældet, må der forsøges opstillet relationer mellem synkronmålestationer og vandføringen i vandløb i det målte opland, som det er beskrevet ovenfor.

Bilag 6.5.1 Fremstilling af Lugol-opløsning

Fremstilling af Lugolopløsning:
sur Lugolopløsning (Willén 1962):

20 g kaliumjodid
200 ml destilleret vand
10 g resublimeret jod
20 g eddikesyre (conc. CH_3COOH).

Alkalisk Lugol opløsning (modificeret efter Utermöhl 1958):
Eddikesyre i sur Lugolopløsning erstattes med natriumacetat: $CH_3COOHNa$.

Bilag 6.7.1 Bestemmelseslitteratur til planteplankton

Udvalgte bestemmelsesværker

Cyanophyceae (blågrønalger)

- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1985. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1. - Introduction.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatorials.
- Bourrelly, P. 1970. Les algues dëau douce. 3. Les algues bleues et rouges. - Paris. 512 pp.
- Elenkin, A.A. 1933. Über neue Familien der Cyanophyceen as der Gruppe der Stereomehae Elenk. der Ordnung der Chroococcales Geitler (1925). - Acta Inst. bot Acad. Sci. Urss. Ser.2, crypt. 1: 23-34.
- Geitler, L. 1925. Cyanophyceae. - In: Pascher (ed.), Süsswasser-flora von Mitteleuropas 12, 450 pp.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In Rabenhorst Kryptogamenflora. - Fl. 14, Leipzip, 1096 pp.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2 – Chroococcales.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4 - Nostocales.
- Skuja, H. 1956. Taxonimische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. - Nova acta R. Soc.Sci. upsal. Ser. 4. 18(3): 1-404.
- Smith, G.M. 1920. Phytoplankton of the inland lakes of Wisconsin, I. - Wisc. geol. nat. hist. surv. 57, ser.sci. 12: 1-234.
- Starmach, K. 1966. Cyanophyta-sinice, Galukophyta - glaukofity. - Flora slodkow. Polski 2, Warszawa, 807 pp.

Chrysophyceae (gulalger)

- Asmund, B. & Kristiansen, J. 1986. The genus Mallomonas (Chrysophyceae). - Opera Botanica 85: 1-128.
- Bourrelly, P. 1957. Recherches sur les Chrysophycées. - Rev. algol., Mém. Hors. Sér. 1: 1-142.
- Bourrelly, P. 1968. Les algues d'eau douce. 2. Les algues jaunes et brunes. Paris, 438 pp.
- Kristiansen, J. 1991. A checklist of Danish Freshwater Chrysophytes. Copenhagen. 54 pp.
- Huber-Pestalozzi, G. 1941. Das phytoplankton des Süsswassers. - Binnengewässer 16: 2(1).
- Nygaard, G: 1949. Hydrological studies in some Danish ponds and lakes. II. - Kongl. danske vidensk. Biol. Skr. 7(1): 1-293.
- Siver, P. 1991. The biology of Mallomonas. Morphology, taxonomy and ecology. Developments in Hydrobiology 63: 1-230.
- Skuja, H. 1948. Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. - Symb bot. upsal. 9(3):1-399.
- Skuja, H. 1956. Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedisher Binnengewässer. - Nova acta R. Soc.Sci. upsal. Ser.4. 18(3): 1-404.

- Skuja, H. 1964. Grundzüge der Algenflora und Algenvegetation der Fjeldgegenden um Abisko in Schwedisch-Lappland. - Nova acta R. Soc.Sci. upsal. Ser.4. 18(3): 1-465.
- Starmach, K. 1985. Chrysophyceae und Haptophyceae. - Süsswasserflora von Mitteleuropa. Band 1. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 515 pp.
- Takahashi, E. 1978. Electronmicroscopial studies of the Synuraceae (Chrysophyceae) in Japan. Taxonomy and Ecology. Tokyo University Press. 194 pp.

Chlorophyceae (grønalger)

- Bourrelly, P. 1972. Les algues d'eau douce. I. Les algues vertes. - Paris. 569 pp.
- Huber-Pestalozzi, G. 1961. Das Phytoplankton des Süsswassers. - Binnengewässer 16:5: 744 pp.
- Huber-Pestalozzi, G. 1972. Das Phytoplankton des Süsswassers. - Binnengewässer 16:6: 116 pp.
- Huber-Pestalozzi, G. 1982. Das Phytoplankton des Süsswassers. - Binnengewässer 16:8(1): 543 pp.
- Huber-Pestalozzi, G. 1983. Das Phytoplankton des Süsswassers. - Binnengewässer 16:7(1): 1045 pp.
- Euglenophyceae (øjealger)
- Huber-Pestalozzi, G. 1955. Das Phytoplankton des Süsswassers. - Binnengewässer 16:4: 606 pp.

Cryptophyceae (rekylalger)

- Huber-Pestalozzi, G. 1968. Das Phytoplankton des Süsswassers. - Binnengewässer 16:3(2): 322 pp.

Dinophyceae (furealger)

- Huber-Pestalozzi, G. 1968. Das Phytoplankton des Süsswassers. - Binnengewässer 16:3(2): 322 pp.
- Popovsky, J. & Pfiester, L.A. 1990. Dinophyceae. Süsswasserflora von Mitteleuropa. Band 6. Gustav Fishcer Verlag. Stuttgart 272 pp.
- Bacillariophyceae (kiselalger)
- Kramer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986-91. Bacillariophyceae. Süsswasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fishcer Verlag. Stuttgart. Band 2/1-4 876, 896, 576, 437 pp.

Bilag 6.8.1 Vedrørende ultralydsbehandling af blågrønalgeprøver

3) Ved anvendelsen af ultralyd:

hvis en art skønnes at udgøre mere end 90% af den samlede biomasse, henføres hele biomassen til denne.

hvis der ikke kun er en dominerende art, inddeles arterne i grupper efter størrelse, der så kan omfatte 2-3 arter. Dette angives fx som *Microcystis botrys/M. viridis/M. wesenbergii*.

4) Det er en god idé at bruge et forholdsvis finmasket kvadratnet i stedet for traditionelt måleokular. Et kvadratnet med kendt størrelse af ruderne, der dækker hele synsfeltet i okularet, gør såvel tællinger som målinger nemmere og sikrere.

5) Man skal være opmærksom på ikke at overestimere reduktionsfaktoreren, der kun i helt tætpakkede kolonier kan overstige 0,5.

Ved anvendelse af ultralyd er det nødvendigt at prøve sig frem for at finde den rette behandlingslængde. Normalt er det nok med ca. 1 minut, men visse kolonier som fx kolonier af *Microcystis wesenbergii* er vanskelige at slå i stykker og kan kræve længere tid. Men samtidigt er det vigtigt ikke at give ultralydsbehandling for længe, idet de enkelte celler derved kan slås i stykker. En mere indgående beskrivelse af ultralydsmetodikken findes i *Cronberg* (1982).

Anvendes ikke ultralyd skal "del-kolonierne" tælles og opmåles. Der anvendes en skønnet faktor for at reducere fra kolonivolumen til cellevolumen. Denne faktor varierer fra materiale til. materiale fra 0,1-0,75. Herved bevares biomasseopgørelsen på de forskellige arter. Især ved forekomst af potentielt toksiske arter er det en fordel. Vurdering af reduktionsfaktoren påfører dog biomasseberegnigen en stor usikkerhed ved denne metode.

Bilag 6.8.3 Udregning af algekoncentration

Et regneeksempel:

1. Kammerbund areal: 530,93 mm^2

   Diagonal areal v. 100x = 26,77 mm^2

   - v. 320x = 8.32 mm^2

   - v. 400x = 6,63 mm^2

2. Omsætningsfaktor fra diagonal til bund

   v. 100x = 530,93/26,77 = 19,38x

   v. 320x = 530.93/8,32 = 63,8x

   v. 400x = 530.93/6,63 = 80,1x~22

3. Omsætningsfaktor fra tælletal til antal pr. ml ved tælling af 1 diagonal i 2,5 ml kammer:

   v. 100x~ = tælletal x 19,83/2,5 = antal/ml

   v. 320x = tælletal x 63,8/2,5 = antal/ml

   v. 400~ = tælletal x 80,1/2,5 = antal/ml

Hvis der tælles flere diagonaler, divideres yderligere med antal tælle-diagonaler.

Bilag 6.9.1 Volumenberegning af planteplankton

Følgende planteplankton former anvendes i danske undersøgelser: cylinder m. cirkelformet tværsnit, skrueformer (cylinder m. cirkelformet omkreds), cylinder m. elliptisk tværsnit, kasse, kugle, kugleskal (hul kugle), rotationsellipsoide m. cirkulært tværsnit, rotationsellipsoide m. elliptisk tværsnit, kegle, keglestub. Formler til beregning af volumen og overflade er angivet i boks 6.9) Enkelte arter er speciel besværlige at udregne volumen på (boks 6.6).

Boks 6.6.Volumenberegning af *Ceratium.*

Furealgen *Ceratium* er problematisk at udregne volumen på. Den har 3-4 horn og en cellekrop, der er konveks-konkav.

Willén, Pejler og Tirén (1985) regner den ud som en kegle + en halvkugle + 2 kegler. De 2 baghorn regnes da for lige store, selv om de i realiteten sjældent er det. Metoden kræver 5 opmålinger på hvert individ. I dansk materiale er benyttet 2 halve kegler, hvor det yderste stykke af forhornet og de 1-2 mindste baghorn ikke regnes med. Den tilnærmelse, der gøres til kegleformen, antages at kompensere for det yderste stykke af forhornet og de 2 mindste baghorn.

Boks 6.7 Beregning af standard error ved antal og volumen

Standard error = $S.e._{95}$, er 95% konfidensgrænserne og udregnes således:

$S.e._{95} = s/\sqrt{n} \times 1{,}96$, hvor s = standardafvigelse og n = antal målinger.

$S.e._{95}$ volumen: cylinder = $\sqrt{(S.e._{95\,l}/l)^2 + 2 \times (S.e._{95\,d}/d)^2} \times 100 = S.e._{95}$

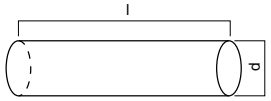
i procent af volumen. Hvis der i volumenformlen indgår d^3, skal $S.e._d$ ganges ind 3 gange. Hvis der i volumenformlen indgår $1 + d^2$, skal $S.e._l$ ganges ind én gang og $S.e._d$ ind 2 gange i formlen, osv.

Boks 6.8. Volumenberegninger, eksempler:

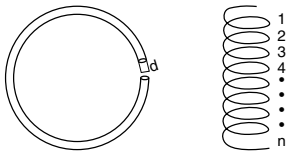
Ahphanizomenon flos-aquae	
Enhed talt:	tråd
Volumenformel cylinder	$\pi 4\ d^2 \times 1$
Diameter µm	4,1 µm
Standardafvigelse µm	0,4 µm
Længde µm	80 µm
Standardafvigelse µm	59 µm
Volumen	1060 μm^3
Standard error i % af volumen	38
Microcystis aeruginosa	
Enhed talt:	dele af koloni
Volumenformel kugle x 3/4	$\mu/6 \times d^3 \times ¾$
(reduktion for gelé ansættes til en faktor < 1, her x 3/4)	
Diameter µm	45 µm
Standardafvigelse	13 µm
Volumen	35.100 μm^3
Standard error i % af volumen	25

Boks 6.9 Formler ved beregning af volumen og overflade:

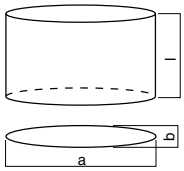
Cylinder m. cirkulært tværsnit:
Volumen $V = \pi/4 \times d^2 \times l$
Overflade $O = \pi \times d\,(d/2+l)$



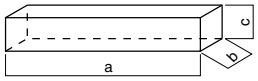
Skrueformer (cylinder m. cirkelformet omkreds):
Volumen $V = \pi/4 \times d^2 \times \pi \times a \times n$
Overflade $O = \pi \times d(d/2 + \pi \times a) \times n$,
n = antal skruer i tråd



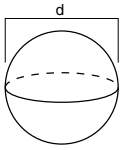
Cylinder m. elliptisk tværsnit:
Volumen $V = \pi/4 \times a \times b \times l$
Overflade $O = \pi \times a \times b \times (a/2 \times b/2 + l)$



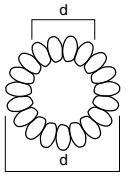
Kasse:
Volumen $V = a \times b \times c$
Overflade $O = 2(ab + ac + bc)$



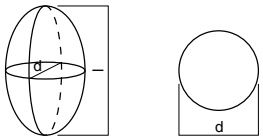
Kugle:
Volumen $V = \pi/6 \times d^3$
Overflade $O = \pi \times d^2$



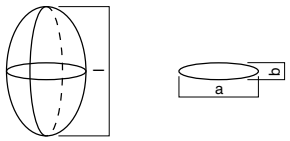
Kugleskal (hul kugle):
Volumen $V = \pi/6(D^3 - d^3)$



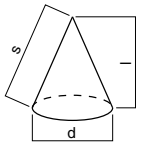
Rotationsellipsoide med cirkulært tværsnit:
Volumen $V = \pi/6 \times l \times d^2$
Overflade $O = \pi \times l \times d$



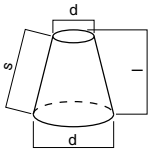
Rotationsellipsoide med elliptisk tværsnit:
Volumen $V = \pi/6 \times l \times a \times b$
Overflade $O = \pi \times l \times ½(a \times b)$



Kegle:
Volumen $V = \pi/12 \times l \times d^2$
Overflade $O = \pi \times d/2 \times (d/2 + s)$



Keglestub:
Volumen $V = \pi/12 \times l \times (D^2 + d^2 + (D \times d))$
Overflade $O = \pi \times (D^2/4 + d^2/4 + s \times (D/2 + d/2))$



Tabel 6.4. Enheder og stereometrisk former anvendt ved de forskellige algeslægter. Ud for ferskvandsarter er anført (F), brakvandsarter (B) og saltvandsarter (S) (l = længde, d = diameter)

Blågrønalger = Nostocophyceae	**Enhed talt**	**Stereometrisk form**
Anabaena (enkle former) (F+B+S)	celler	Kugle el. cylinder
Anabaena (snoede former) (F+B+S)	antal skruer i tråd	Cylinder m. cirkelformet omkreds
Anabaenopsis (F+B)	antal skruer i tråd	Cylinder med cirkelformet omkreds
Aphanizomenon (F+B+S)	tråd	Cylinder
Aphanothece (F+B+S)	del-koloni	Kugle x faktor <1
Chroococcus (F+B+S)	celle	Kugle el. kugle/2
Gomphosphaeria (F+B+S)	koloni	Kugleskal, i visse tilfælde kugle
Lyngbya (lige fomer) (F+B+S)	tråd	Cylinder
Lyngbya (skruefomer) (F+B+S)	antal skruer i tråd	Cylinder m. cirkelformet omkreds
Microcystis (F+B)	del-koloni	Kugle x faktor <1
Nodularia (lige fomer) (B+S)	tråd	Cylinder
Nodularia (snoede former) (B+S)	antal skruer i tråd	Cylinder m. cirkelformet omkreds
Oscillatoria, Planktothrix, Limnotrhix (F+B+S))	tråd	Cylinder
Pseudanabaena/Phormidium (F+B+S)	tråd	Cylinder
Ubestemte blågrønalger		
-koloniformer	del-koloni	Kugle x faktor <1
- enkelte celler	celle	Kugle el. rotationsellipsoide
Rekylalger – Cryptophyceae		
Chroomonas (F+B+S)	celle	V = π/12 x d^2 x (l + d/2)
Chryptomonas (F+B+S)	celle	Rotationsellipsoide m. ellipseformet tværsnit
Katablepharis (F)	celle	Rotationsellipsoide m. ellipseformet tværsnit
Rhodomonas (F+B+S)	celle	V = π/12 x d^2 x (l + d/2)
Furealger – Dinophyceae		
Ceratium (F+B+S)	celle	2 halve kegler V = π/24 x d2 x /a+b) O = Se formel for kegle
Dinophysis (S+B)	celle	Cylinder med elliptisk tværsnit
Ebria tripartita (B+S)	celle	Kugle
Gonyaulax (S+B)	celle	Rotationsellipsoide m. cirkulært tværsnit
Gymnodinium (F+B+S)	celle	Rotationsellipsoide m. cirkulært tværsnit
Gymnodinium (F+B+S)	celle	Rotationsellipsoide m. cirkulært tværsnit
Gymnodinium (F+B+S)	celle	Kegle + kugle/2
Heterocapsa (S+B)	celle	2 kegler
Katodinium (S+B)	celle	Rotationsellipsoide
Peridinium (F) og *Protoperidinium* (S+B)	celle	Rotationsellipsoide el. kugle x 3/4
Prorocentrum (S+B)	celle	Rotationsellipsoide m. elliptisk tværsnit

Gulalger – Chrysophyceae

Bicocoeca (F)	celle	Kugle
Chrysococcus (F+B+S)	celle	Kugle
Chromulina (F+B+S)	celle	Rotationsellipsoide
Dinobryon (F+B+S)	celle	Rotationsellipsoide
Distephanus (S+B)	celle	Kugle
Kephyrion (F)	celle	Kugle
Mallomonas (F+B+S)	celle	Rotationsellipsoide m. ellipseformet tværsnit
Ochromonas/Chrysamoeba (F+B)	celle	Kugle
Synura (F)	celle	Rotationsellipsoide m. ellipseformet tværsnit
Uroglena (F)	celle	Kugle

Kiselalger – Bacillariophyceae

Centriske kiselalger:

Attheya (F)	celle	Ellipsoidisk cylinder
Chaetoceros (S+B)	celle	Ellipsoidisk cylinder
Coscinodiscus (S)	celle	Cylinder
Cyclotella (F+B+S)	celle	Cylinder
Detonula (S)	celle	Cylinder
Melosira (F+B+S)	celle	Cylinder
Rhizosolenia (F+B+S)	celle	Cylinder
Skeletonema (S)	celle	Cylinder
Stephanodiscus (F+B+S9	celle	Cylinder
Thalassiosira (S)	celle	Cylinder

Pennate kiselalger:

Achnantes (F+B+S)	celle	Kasse
Amphiprora (F+B+S)	celle	Cylinder m. elliptisk tværsnit
Amphora (F+B+S)	celle	Cylinder m. elliptisk tværsnit
Asterionella (F+B+S)	celle	Kasse
Diatoma (F+B)	celle	Kasse
Eunotia (F+B+S)	celle	Cylinder m. elliptisk tværsnit
Fragilaria (F)	celle	Kasse
Gomphonema (F)	celle	Cylinder m. elliptisk tværsnit
Gyrosigma (F)	celle	Cylinder m. elliptisk tværsnit
Navicula (F+B+S)	celle	Kasse
Pinnularia (F+B+S)	celle	Kasse
Surirella (F+B+S)	celle	Cylinder m. elliptisk tværsnit
Synedra (F+B+S)	celle	Kasse
Ttabellaria (F+B+S)	celle	Kasse
Thalassionema (S)	celle	Kasse

Prymnesiophyceae (Haptophyceae)

Chrysochromulina (F+B+S)	celle	Kugle
Prymnesium (B+S)	celle	Rotationsellipsoide

Øjealger – Euglenophyceae

Euglena (F)	celle	Rotationsellipsoide
Eutreptia/Eutreptiella (S+B)	celle	Rotationsellipsoide
Phacus (F)	celle	$\pi/12 \times d^2 (1 + d/2)$
Lepocinclis (F)	celle	Kegle
Trachelomonas (F)	celle	Kugle/ Rotationsellipsoide

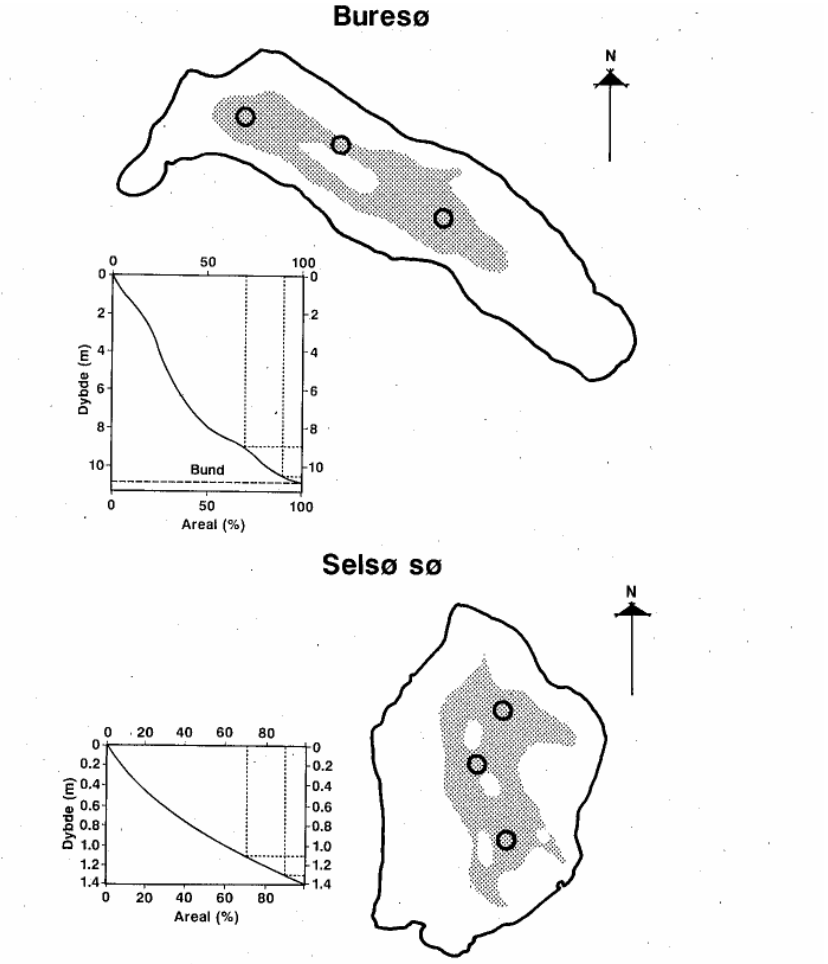
Grønalger - Chlorophyceae

Volvocales:		
Chlamydomonas (runde)(F+B+S)	celle	Kugle
Chlamydomonas (ovale) (F+B+S)	celle	Rotationsellipsoide
Endorina (F)	celle	Kugle
Pandora (F)	celle	Kugle
Volvox (F)	celle	Kugle
Tetrasporales:		
Psudosphaeocystis	celle	Kugle
Chlorococcales:		
Ankistrodesmus (F+B)	celle	Rotationsellipsoide
Ankyra/Schroederia (F)	celle	Rotationsellipsoide
Botryocuccus (F+B)	koloni	Kugle
Chlorella (F+B)	celle	Kugle
Crucigenia (F+B)	celle	Kasse/2 (evt. x faktor <1)
Crucigeniella (F+B)	celle	Kugle x faktor <1
Coelastrum (F+B)	coenobium	Kugle (evt. x faktor <1
Coenococcus (F+B)	celle	Kugle
Dictyosphaerium (F+B)	celle	Rotationsellipsoide el. kugle
Golenkinia (F+B)	celle	Kugle
Kirchneriella (F+B)	celle	Rotationsellipsoide
Lagerheimia (F+B)	celle	Rotationsellipsoide
Monoraphidium (F+B)	celle	Rotationsellipsoide
Oocystis F+B)	celle	Rotationsellipsoide
Pediastrum (F+B)	coenobium	Cylinder m. højde som den korteste side af en celle i midten af coenobiet
Scenesmus (F+B)	celle	Rotationsellipsoide
Tetraedron (F+B)	celle	Kasse el. kasse/2
Tetrastum (F+B)	celle	Kasse/2
Ulotrhicales:		
Chlorhormidium (F+B)	celle	Cylinder
Koliella (F+B)	celle	Rotationsellipsoide
Planctonema (F(+B))	celle	Rotationsellipsoide
Desmidiaceae:		
Closterium (F(+B))	celle	2 kegler
Cosmarium (F(+B))	celle	2 rotationsellipsoider m. elliptisk tværsnit
Staurastrum (F(+B))	celle	2 kegler + 6 cylindre

Ubestemte arter

Diameter 0,5-2 µm	celle	Oftest kugle el. cylinder
Diameter 2-5 µ m	celle	Oftest kugle
Diameter 6-10 µm	celle	Oftest kugle

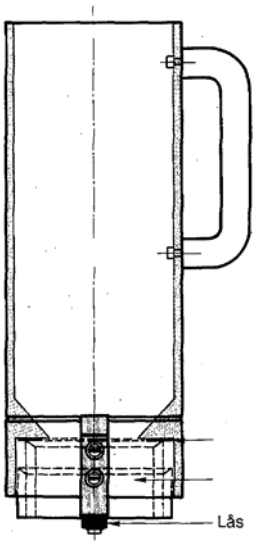
Bilag 7.2.1 Eksempel på placering af dyreplankton prøvetagningsstationer



Figur 7.1. Hypsograf og søkort for 2 søer med angivelse af hhv. dybdeintervallet for prøvetagningen og det areal, inden for hvilket prøverne kan udtages (området med raster). Desuden er vist et eksempel på placering af de 3 stationer i hver af søerne.

Bilag 7.3.1 Dyreplanktonfilter

Figur 7.2. Filtreringsudstyr til benyttelse i felten vist i vertikalt tværsnit. Nettet på filterholderen kan udskiftes.



Pakning
Filterholder

Bilag 7.6.1 Behandling af prøver

Eksempler på modifikationer ved bearbejdning af den 90 µm filtrerede prøve

I tilfælde af, at den indsamlede prøve kun indeholder få arter i lav tæthed, kan man helt undlade at subsample og i stedet tælle hele prøven. Ved prøver med en meget høj tæthed af fx cladoceer kan det være en hjælp at fraktionere på to filtre, fx 300 µm og 90 µm. Ligeledes kan der forekomme algetyper som fx *Asterionella* i så store mængder, at det er besværligt at se selv de største dyr. Her kan en fraktion på 300 µm også lette arbejdet. Jo flere gange man filtrerer, jo større risiko er der for at miste dyr. Filtrerer man på en maskevidde >90 µm, skal man altid huske at opsamle filtratet.

Problemer med subsampling

Er der trådformede alger til stede, kan der forekomme forholdsvis store afvigelser på to subsamplede delprøver, idet dyrene kan optræde klumpet. Dette kan delvist afhjælpes ved at udtage og tælle en tredje delprøve.

Det kan forekomme, at enkelte individer eller i værste fald enkelte arter ligger placeret i petriskålen, så det ikke er muligt at bestemme arten eller adskille arter fra hinanden. I sådanne tilfælde må man efter at have talt alle de andre arter i delprøven aftage dækglasset og benytte en pincet til at vende de enkelte individer, så de kan bestemmes.

Vanskeligt bestemmelige dyreplanktonarter

Det er generelt en god ide at hjemtage og undersøge en levende prøve ved hver prøvetagning, idet notering af de observerede arter i den levende prøve kan være til stor hjælp ved en senere optælling af den konserverede prøve. Specielt hvis der observeres rotatorie-arter, som man ikke tidligere har set, kan det være hensigtsmæssigt at lugolfiksere disse for at undersøge en eventuel formændring ved fikseringen.

Ved at bedøve dyreplanktonet med CO_2-holdigt vand (danskvand) eller sprit har man mulighed for at undersøge diverse strukturer, som ikke er mulige efter en fiksering. I nogle tilfælde ændrer rotatorierne heller ikke deres form så radikalt ved en bedøvelse som ved en fiksering. I lugolfikserede prøver kan dyreplanktonet være så mørkfarvet, at en afblegning med thiosulfat kan være nødvendig, hvis man fx skal tælle segmenter hos copepoder. 10% KOH kan anvendes til at bortætse blødt væv, nogle gange kan det være mere effektivt end thiosulfat. For alle gruppers vedkommende er det også en fordel at anvende omvendt mikroskopi i artsbestemmelsen.

Bilag 7.7.1 Særlige karaktertræk hos forskellige dyreplankton-grupper

Rotatorier

Bestemmelse af rotatorier til art vanskeliggøres ved, at dyrene ved konservering kan trække sig helt sammen, således at apikalfelt, fod og tæer ikke kan ses.

Udformningen af apikalfeltets cilier og børster samt af tæer er nøglekarakterer hos fx *Synchaeta*. Disse kan kun undtagelsesvis iagttages på konserverede individer af denne slægt, og en sikker artsbestemmelse er kun mulig på levende dyr.

Hos *Brachionus-arter* bliver foden oftest trukket ind ved konservering, men hos denne slægt, og generelt hos rotatorier med fast panser er dettes udformning som regel tilstrækkelig til en sikker identifikation.

Den store lokale og temporale variation af morfologiske karakterer hos rotatorierne kan vanskeliggøre en adskillelse af nærtstående arter, idet der kan findes alle overgangsformer mellem dem. Et eksempel på dette er *Polyarthra* spp., hvor artsbestemmelsen er baseret på udformningen af de fjerformede vedhæng, med tilsyneladende helt glidende overgange mellem arterne. Et andet eksempel er adskillelsen af *Keratella hiemalis* og *K. quadrata,* hvor artsbestemmelsen afhænger af en detalje i panserets struktur, mens der ikke sikkert kan skelnes mellem arterne på basis af panserets omrids. I begge eksempler har arterne forskellig temperaturpræferens, men kan forekomme samtidigt i en overgangsperiode.

Cladoceer

Relevante detaljer kan som regel iagttages på konserverede cladoceer. En undtagelse er dog, at nauplieøjne på *Daphnia*-arter kan være vanskelige eller umulige at se efter kort tids konservering.

En artsbestemmelse er sikrest på kønsmodne dyr. Nøglekarakterer er primært rostrums form og første antennes placering på denne, de postabdominale lobers form, antal af torne på postabdomen, samt eventuelt hovedets form, d.v.s. tilstedeværelse af hætte. Sidstnævnte er ikke noget sikkert artskendetegn, idet alle arter kan forekomme uden hætte, mens nogle arter aldrig udvikler hætte. Ekstreme udformninger af hætten kan derimod i nogle tilfælde være artskarakteristiske.

Det kan være vanskeligt at adskille de enkelte dafniearter, når de foretager krydsninger. Det anbefales, at man i sådanne tilfælde holder sig til slægtsniveau og bruger biomasseformler for den type, som de mest ligner. Hvis man ikke er sikker på artsbestemmelsen, er det bedre at holde sig på slægtsniveau end at give organismen et artsnavn. I prøver med mange *Daphnia* kan det være en fordel at udtage 20 tilfældige eksemplarer at lave en detaljeret bestemmelse af disse vha. omvendt mikroskopi mm. og efterfølgende fordele det totale antal dafnier i prøven i samme relative forhold, som de 20 tilfældigt udvalgte eksemplarer er fordelt.

Copepoder

En adskillelse af copepoditer, voksne hunner og hanner er altid mulig. De voksne hanner er generelt nemme at kende, da højre antenne (calanoida) og

begge antenner (cyciopoida) er omdannet til gribeorgan, som ved fikseringen fremtræder karakteristisk leddelt. De voksne hunner adskilles fra copepoditerne på deres kønssegment (genital segment). I tvivlstilfælde er det altid en god idé at sammenligne med en ægbærende hun.

En sikker artsbestemmelse af copepoder kræver dissektion af voksne individer for at fritlægge det reducerede 5. benpar, og det er derfor hensigtsmæssigt at supplere de kvantitative prøver med netprøver til dette formål. Inden for *Cyclops-slægten* er udformningen af 5. benpar dog ikke tilstrækkelig til en artsbestemmelse, idet bl.a. tornformel og længdebredde forhold af diverse kropsdele indgår i bestemmelsen.

Copepoderne er generelt mindre variable i form end rotatorier og cladoceer, dog kan der findes lokale variationer inden for *Cyclops,* der specielt vanskeliggør adskillelsen af C. *strenuus* og *C. vicinus.* For *Cyclops* gælder endvidere, at en bestemmelse af copepoditer til art og eventuelt også til slægt er meget vanskelig, og at der ofte kun findes få voksne individer i de kvantitative prøver.

En adskillelse af calanoide og cyclopoide copepoder er vigtig på grund af disse gruppers forskellige fødebiologi. En sådan er da heller ikke vanskelig, idet copepoditerne fra første stadium fremviser de relevante karakterer, dvs. forskelle i 1. antennes længde og forholdet mellem længde af for- og bagkrop. Heller ikke nauplierne er vanskelige i denne henseende. Calanoide naupliers første antenne er altid det længste benpar og er forsynet med et langt, bredt yderled.

Bestemmelsesværker til det større dyreplankton

Rotatorier

Til bestemmelse af rotatorier kan især anbefales Ruttner-Kolisko (1974), som er nemt tilgængelig. Voigt & Koste (1978) er et meget detaljeret og godt bestemmelsesværk. For en nybegynder kan dette værk virke uoverskueligt, idet det består af et tekstbind med detaljeret beskrivelse af de enkelte arter samt af et andet bind, indeholdende figurer af de enkelte arter samt af varieteterne inden for de enkelte arter. Det kan dog varmt anbefales, at man anskaffer både Ruttner-Kolisko (1974) og Voigt & Koste (1978). Endelig kan man anvende en FBA-nøgle udarbejdet af Pontin (1978). Denne nøgle er dog langt fra detaljeret nok, men den er til gengæld meget overskuelig og indeholder desuden nogle fine tegninger.

Cladoceer

Med hensyn til bestemmelse af cladoceer er det mere problematisk at angive et bestemmelsesværk. Flossner (1972) og Flossner (2000) er udmærkede bestemmelsesværker. Flossner (1972) er udsolgt fra forlaget, men kan lånes på biblioteket. Et andet bestemmelsesværk, Margaritora (1985), indeholder mange meget fine tegninger, men den er desværre på italiensk. Som et dansk supplement kan Røen (1995) anbefales.

Copepoder

Til bestemmelse af copepoder kan anbefales Kiefer & Fryer (1978). Den er på tysk og indeholder mange detaljerede tegninger af de enkelte arter. Desuden kan anbefales Einsle (1993). Som supplement kan anbefales et fransk bestemmelsesværk, udarbejdet af Dussart (1969). Også dette værk indeholder mange meget fine tegninger.

Bilag 7.7.2 Biomassebestemmelser ud fra flade-målinger

I litteraturen er opstillet en lang række relationer mellem forskellige flademål og dyreplanktonets biomasse, både for forskellige slægter og for de enkelte arter. De fleste af relationerne bygger på et længdemål (figur 7.3), som oftest ser ud som følger: biomassen (TV) = a •·længden^b, hvor a og b er konstanter, som er bestemt ved regression på et større antal sammenhørende værdier af længde og biomasse.

Potenskonstanten b ligger typisk mellem 2 og 4, d.v.s. at biomassen stiger kraftigt med stigende længde af dyret. Dette skal man være opmærksom på, når formlerne anvendes. Man kan således ikke finde gennemsnitslængden af et antal målinger og så benytte formlen til at bestemme den gennemsnitlige biomasse. En anden ting, man skal være opmærksom på, er, at formlerne ikke altid benytter de samme enheder for længdemål, og at nogle formler giver tørvægten og andre vådvægten. Endelig er der forskel på, hvordan man måler længden af dyrene. For cladoceerne benytter nogle afstanden fra toppen af hovedet til basis af haletornen, andre afstanden fra midten af øjet til basis af haletornen. Det anbefales, at på nær for *Daphnia cucullata* at måle fra basis af haletornen til toppen af hovedet. For *Daphnia cucullata* derimod måles fra basis af haletornen til øjet. Man bør til vurdering af fiskenes prædationstryk før størrelsesfordelingen også tage målet til toppen af hovedet.

For copepodernes vedkommende benytter nogle afstanden fra toppen af forkroppen til foden af halenokkerne; og andre igen hele dyrets længde. I artiklerne er der desværre ikke altid angivet, hvad man forstå ved længden. Formlerne i litteraturen kan derfor ikke anvendes ukritisk.

Biomasse af rotatorier

Der er hidtil kun foretaget få eksakte bestemmelser af volumen og tørvægt af rotatorier, hvilket bl.a. skyldes, at det både er vanskeligt og tidskrævende at foretage en sikker bestemmelse, fordi rotatorier er små og vanskelige at separere fra andre partikler i prøverne. De hidtidige resultater tyder på, at det gennemsnitlige volumen og individvægten af den enkelte art kan variere med op til en faktor 10 fra sø til sø. Desuden kan der være tale om en, om end relativt mindre, variation over året i den enkelte sø.

På grund af den relativt store sæson og sø til sø-variation i størrelsen af de enkelte arter/slægter vil det i overvågningssammenhæng være ønskeligt at bestemme volumenet af de kvantitativt vigtigste rotatorie-arter ud fra målinger i de søer, hvori rotatorierne skønsmæssigt udgør mere end 25% af biomassen af det filtrerende dyreplankton (d.v.s. rotatorier, cladoceer og calanoide copepoder). I de øvrige søer og for de kvantitativt mindre betydende arter kan der benyttes standardværdier, som er anført i tabel 7.5. Ruttner-Kolisko (1977) har opstillet en række relationer, ud fra hvilke man kan bestemme dyreplanktonets vådvægt, når man som minimum har kendskab til længden, men gerne også bredden og højden samt længden af diverse vedhæng (*Ruttner-Kolisko, 1977*).

I overvågningssammenhæng skønnes det at være fuldt tilstrækkeligt at foretage målinger af længden og i enkelte tilfælde også af bredden. Det hertil knyttede formelsæt er angivet i tabel 7.4.

Målingen foretages i omvendt mikroskop med måleokular eller ud fra et digitaliseret mikroskopbillede. Hvis der er mange cladoceer eller copepoder i prøverne, kan man først frafiltrere disse på et 6-700 µm filter, således at man undgår, at de større dyr skygger for eller dækker over rotatorierne. Kontrollér, at der ikke er rotatorier på filtrene. Fordel derefter prøven med rotatorier jævnt i et eller flere tællekamre. Kammerets bund gennemsøges nu systematisk, og man måler på alle individer af de arter, som ønskes opmålt, indtil det ønskede tal er nået. Brug så stor forstørrelse som muligt. Det anbefales, at man måler på mindst 10 individer pr. art.

Gennemsnitsvolumenet for den enkelte art bestemmes ved at udregne volumenet ud fra formlerne i tabel 7.4 for hvert enkelt opmålt individ og derefter beregne gennemsnitsvolumenet. Herefter beregnes tørvægten. I litteraturen er tørvægtsprocenten angivet til at variere mellem 5 og 10% af vådvægten (volumenet) undtagen for *Asplanchna*, hvor tørvægtsprocenten er ca. 4. Det foreslås, at man som standard anvender 4% for *Asplanchna* og 10% for alle andre rotatorier.

Biomasse af cladoceer og copepoder

Med konventionel teknik foretages målingerne bedst i stereomikroskop med specialudstyr til digital længdemåling, men de kan om end med mere besvær også foretages i omvendt mikroskop med måleokular. Hvis specialudstyr til digital længdemåling anvendes, skal der periodisk foretages en kalibrering over for en kendt standard. Det anbefales at foretage en sådan kalibrering 5 gange årligt.

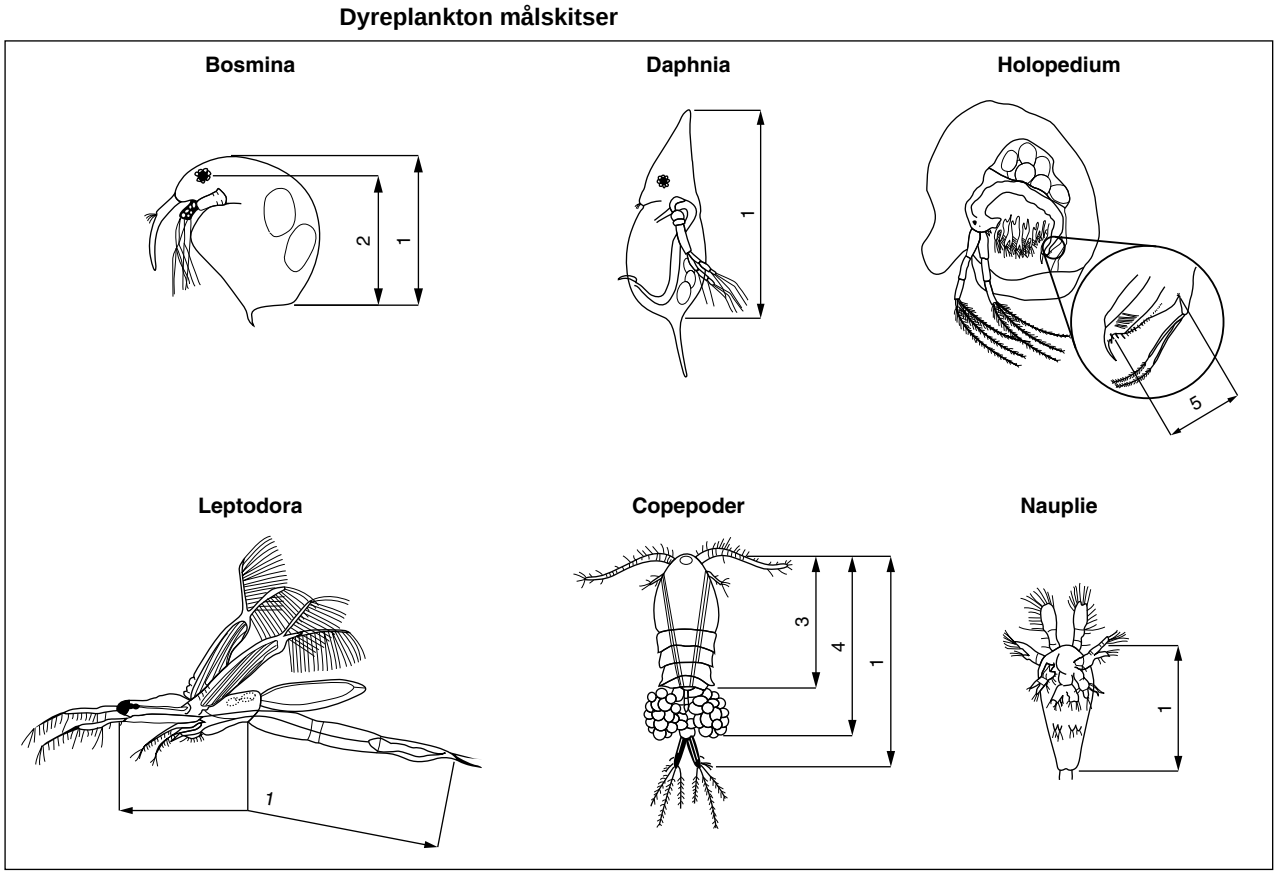
Prøven hældes op i subsampleren. Ud fra den kendte tæthed af arten i prøven beregnes det, hvor mange delprøver, der skal udtages for at opnå det ønskede antal individer til målingen. Hvis en delprøve indeholder flere individer, end der skal benyttes til målingen, fordeles delprøven jævnt i en petriskål. Herefter udtages langs diagonalbaner en vandmængde med en plasticpipette med stort hul, indtil det ønskede antal individer er udtaget.

Målingen af det enkelte individ kan nu foregå i en petriskål. Hvis man er interesseret i sammenhørende værdier for længdemåling og ægtælling, kan det evt. være en fordel at overføre individerne enkeltvis med en pincet til et fugtet filtrerpapir, så man herved kan "genkende" de enkelte individer.

På grundlag af en række måledata fra lavvandede danske søer har vi foretaget en statistisk vurdering af, hvor sikker bestemmelsen af gennemsnitslængde og biomasse er ved forskellige grader af opmåling. På dette grundlag er vi nået frem til følgende:

Som minimum foretages 25 længdemålinger af cladoceer, copepoder og rotatorier for hver art/bestemmelsesenhed. Herved opnås i de fleste tilfælde en sikkerhed på bestemmelsen af middellængden på 10% og 25% på biomassen. Målemetoderne for cladoceer fremgår af tabel 7.3 og figur 7.3. Hvis man foretager en opdeling af copepoditter i forskellige størrelsesklasser, foretages en opmåling af 10 individer af hver størrelsesklasse, alternativt måles i alt 25 copepoditter. Der anvendes standardvægt for nauplier (0,5 µg tørvægt). Endvidere måles der på 10 hanner og 10 hunner af hver art/slægt, som er registreret. For nogle arter måles hele dy-

rets længde inklusive halenokker men eksklusiv halebørster, mens der for en række andre arter måles fra basis af halenokkerne (furcalføddeme) til toppen af hovedkapselen (cephalothorax) (se tabel 7.3 og figur 7.3). Hvis flere arter af copepoder slås sammen (fx *Meso-* og *Thermocyclops*) betragtes de som en slægt, og antallet af målinger afpasses herefter.



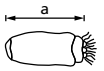
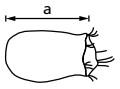
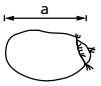
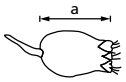
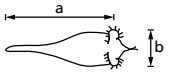
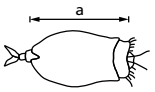
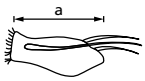
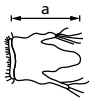
Figur 7.3. Oversigt over de 5 forskellige længdemål, som anvendes til beregning af dyreplanktonets tørvægt (NB: Daphnia cucculata måles kun til øjet).

Bilag 7.7.3 Konstanter til brug ved bestemmelse af dyreplankton tørvægt

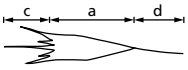
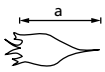
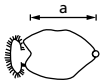
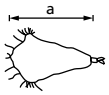
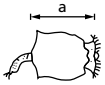
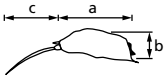
Tabel 7.3. Konstanterne a og b, som benyttes til bestemmelse af tørvægten (TV, µg ud fra længdemålinger (L, mm) og formlen ($TV = a L^b$). Desuden er angivet, hvilke størrelsesintervaller, som formlen er opstillet på, og om dyrene har været konserverede (K) eller ikke konserverede (F), og endelig hvilke stadier hos dyrene, som har været medtaget (C = copepoditer, C1 = 1. copeditstadium osv., ad = voksne). Målemetoden angiver, hvordan længdemålingerne er foretaget (se nedenstående figur). Relationerne er især hentet fra *Bottrell et al.* (1976), *McCauley* (1984) og *Vuille* (1991).

	a	b	Størrelsesinterval (mm)	Konserveringsstatus	Målemetode
Cladocera					
Daphnia spp. uden æg	4,34	2,83	0,60-4,00	K	1
Daphnia spp. med æg	5,91	2,72	0,60-4,83	K	1
Daphnia cucculata	4,66	2,29		K	1
Daphnia galeata	9,26	2,55		K	1
Daphnia hyalina	11,70	2,52	0,60-2,20	K	1
Daphnia pulex	4,33	3,19	0,95-3,40	K	1
Daphnia magna	6,21	2,79	0,84-4,83	K	1
Ceriodaphnia quadrangula	12,93	3,34	0,30-0,71	K	1
Ceriodaphnia reticulata	21,60	3,29		K	1
Holopedium gibberum	662,28	3,19	3,01-3,37	F	5
Diaphanosoma brachyurum	5,07	3,05	0,44-1,44	K	1
Bosmina spp.	21,75	3,04	0,28-0,95	K	1
Bosmina longirostris	26,58	3,13		K	1
Bosmina longispina	15,35	2,07	0,44-0,95	K	1
Bosmina coregoni	16,18	2,51		F	1
Chydorus gibbus	42,10	3,74	0,33-0,60	K	1
Chydorus sphaericus	93,7	3,64	0,20-0,40	K	1
Leptodora kindtii	0,44	2,67	1,00-5,00	K	1
Polyphemus pediculus	16,11	2,15	0,30-1,10	K	1
Sida crystallina	7,79	2,19	0,80-2,30	K	1
Scapholeberis kingi	17,66	3,08	0,30-0,80	K	1
Eurycercus lamellatus	14,59	2,96	0,66-2,46	K	1
Camptocercus rectirostris	10,59	2,88	0,65-1,17	K	1
Acroperus harpae	5,87	1,77	0,40-0,95	K	1
Alona quadrangularis	11,47	2,02	0,43-0,69	K	1
Alona affinis	15,80	2,57	0,43-0,92	K	1
Monospilus dispar	70,10	3,50	0,32-0,47	K	1
Disparalona rostrata	16,95	2,76	0,35-0,46	K	1
Pleuroxus uncinatus	44,70	3,15	0,37-0,65	K	1
Copepoder					Målemetode
Cyclops scutifer	3,41	2,64	0,45-1,20	K	1 C1>ad
Cyclops vicinus	4,26	2,12	1,25-2,18	K	4 C>ad
Cyclops strenuus	4,65	2,34	0,24-1,72	K	1
Cyclops abyssorum	9,14	2,29	0,66-1,70	K	1 C2>ad
Megacyclops viridis	15,51	1,68	1,60-2,45	K	4
Mesocyclops leuckarti	3,56	2,26	0,33-1,14	K	4 C>ad
Eudiaptomus graciloides	5,10	3,19	0,36-0,81	F	1 -
Eudiaptomus gracilis	5,00	2,53	-	F	1 -
Thermocyclops crassus	1,97	0,89	0,31-0,68	K	4 C>ad

NB. *Daphnia cucculata* måles kun til øjet.

Slægt	Målskitse	Volumen formel	Vedhæng % af volumen	Konserveringsmetode
Anuraeopsis		0,03 a^3	0	F, K
Ascomorpha		0,12 a^3	0	F, K
Asplanchna*		0,23 a^3	0	F, K
Brachionus		0,12 a^3	fod: 10%	F, K
Conochilus koloni enkelt celle		 4,2 a^3 0,26 ab^2	 0 0	 F F
Collotheca		1,8 b^3	gelekappe: 175%	F
Euchlanis		0,1 a^3	5%	F, K
Filinia		0,13 a^3	0	F, K
Gastropus		0,20 a^3	0	F,K
Hexarthra		0,13 a^3	33%	F, K

Figur 7.4 Del 1: Måleskitse samt formler til beregning af volumenet af forskellige hjuldyr i ferskvand. Dyrets samlede volumen findes ved at addere værdierne beregnet ud fra "kropsformelen" til volumenet af vedhængene. Konserveringsmetoden angiver, om målingerne skal/kan foretages på ukonserverede prøver (F) eller på lugol-konserverede prøver (K).

Slægt	Målskitse	Volumen formel	Vedhæng % af volumen	Konserveringsmetode
Kellicottia		0,03 a^3	0	F, K
Keratella quadrata-gruppen		0,22 a^3	0	F, K
Keratella cochlearis-gruppen		0,04 a^3	0	F, K
Nothoica		0,035 a^3	0	F, K
Ploesoma		hudsoni 0,1 a^3 triacanthum0,23 a^3	0 0	F, K?
Polyarthra		0,28 a^3	10%	F, K
Pompholyx		0,15 a^3	0	F, K
Synchaeta		0,1 a^3	0	F
Testudinella		0,08 a^3	fod: 10%	F, K?
Trichocerca		0,52 ab^2	0	F, K

*Alternativt kan formlen 0,52 ab^2 (hvor a er bredden og b er længden) bruges.

Figur 7.4 Del 2.

Bilag 7.7.4

Tabel 7.5. Standardværdier for dyreplanktonbiomasse til anvendelse, når de kun optræder fåtalligt i prøverne. Listen er baseret på alle værdier i DMU's sødatabase for hvilke, der er informationer om længdemål. Det er altså en slags "dansk standard". Man bør dog være opmærksom på, at der er en betydelig variation på værdierne fra sø til sø og over året i den enkelte sø.

ROTATORIA

Navn	type	Median	Nedre	Øvre	N
		(Fg TV ind^{-1})			
ANURAEOPSIS FISSA	Ekskl. hanner	0.00150	0.00100	0.00200	205
ARGONOTHOLCA FOLIACEAE	Ekskl. hanner	0.01280	0.01071	0.01689	5
ASCOMORPHA OVALIS	Ekskl. hanner	0.0100	0.0100	0.0155	17
ASCOMORPHA SALTANS	Ekskl. hanner	0.0263	0.0083	0.0458	4
ASCOMORPHA ECAUDIS	Ekskl. hanner	0.0200	0.0200	0.0200	12
ASCOMORPHA AGILIS	Ekskl. hanner	0.0369	0.0285	0.0509	3
ASCOMORPHA SP.	Ekskl. hanner	0.0100	0.0086	0.0116	48
ASPLANCHNA BRIGHTWELLI	Ekskl. hanner	1.4874	0.9280	2.0582	12
ASPLANCHNA GIRODI	Ekskl. hanner	0.5197	0.4276	0.5583	6
ASPLANCHNA PRIODONTA	Ekskl. hanner	0.5700	0.4476	0.9674	952
BEAUCHAMPIELLA EUDACTYLOTA	Ekskl. hanner	0.05096	.	.	1
BIPALPUS HUDSONI	Ekskl. hanner	0.15690	0.07900	0.30590	16
BRACHIONUS QUADRIDENTATUS	Ekskl. hanner	0.06800	0.05000	0.10100	65
BRACHIONUS LEYDIGI	Ekskl. hanner	0.09800	0.05000	0.15000	49
BRACHIONUS URCEOLARIS	Ekskl. hanner	0.09150	0.04000	0.15000	106
BRACHIONUS DIVERSICORNIS	Ekskl. hanner	0.16940	0.12000	0.22485	152
BRACHIONUS CALYCIFLORUS	Ekskl. hanner	0.27000	0.17920	0.41074	503
BRACHIONUS BUDAPESTINENSIS	Ekskl. hanner	0.02329	0.01626	0.04000	26
BRACHIONUS ANGULARIS	Ekskl. hanner	0.03510	0.02600	0.04500	833
BRACHIONUS SP.	Ekskl. hanner	0.00050	0.00035	0.00060	12
CEPHALODELLA SP.	Ekskl. hanner	0.02000	0.00790	0.04090	21
COLLOTHECA MUTABILIS	Ekskl. hanner	0.0200	0.0100	0.0200	3
COLLOTHECA SP.	Ekskl. hanner	0.0084	0.0064	0.0123	77
COLURELLA ADRIATICA	Ekskl. hanner	0.03215	0.03120	0.04650	14
COLURELLA SP.	Ekskl. hanner	0.01430	0.00410	0.02494	47
CONOCHILOIDES NATANS = CONOCHILUS N.	Ekskl. hanner	0.0810	0.0810	0.0979	46
CONOCHILOIDES DOSSUARIUS	Ekskl. hanner	0.0088	0.0084	0.0099	6
CONOCHILUS UNICORNIS	Ekskl. hanner	0.0151	0.0130	0.0228	396
CONOCHILUS HIPPOCREPIS	Ekskl. hanner	0.0150	0.0150	0.0150	19
CONOCHILUS SP.	Ekskl. hanner	0.0112	0.0112	0.0112	31
ENCENTRUM SP.	Ekskl. hanner	0.0030	0.0030	0.0030	5
EPIPHANES SP.	Ekskl. hanner	0.02064	0.01850	0.03776	4
EUCHLANIS DILATATA	Ekskl. hanner	0.07335	0.06000	0.11880	91
EUCHLANIS TRIQUETRA	Ekskl. hanner	0.06030	.	.	1
EUCHLANIS SP.	Ekskl. hanner	0.04000	0.03000	0.06100	23
FILINIA CORNUTA	Ekskl. hanner	0.0139	0.0087	0.0142	74
FILINIA TERMINALIS	Ekskl. hanner	0.0217	0.0180	0.0370	18

FILINIA LONGISETA	Ekskl. hanner	0.0240	0.0140	0.0380	828
FILINIA BRACHIATA	Ekskl. hanner	0.0100	0.0068	0.0100	26
GASTROPUS MINOR	Ekskl. hanner	0.0210	0.0050	0.0400	11
GASTROPUS STYLIFER	Ekskl. hanner	0.0300	0.0300	0.0341	7

ROTATORIA

Navn	type	Median	Nedre (Fg TV ind^{-1})	Øvre	N
GASTROPUS HYPTOPUS	Ekskl. hanner	0.0338	0.0224	0.0442	31
HEXARTHRA FENNICA	Ekskl. hanner	0.1040	0.0964	0.6000	9
HEXARTHRA MIRA	Ekskl. hanner	0.0580	0.0554	0.0632	5
KELLICOTTIA LONGISPINA	Ekskl. hanner	0.00700	0.00500	0.01090	568
KERATELLA COCHLEARIS	Ekskl. hanner	0.00350	0.00200	0.00600	1790
KERATELLA COCHLEARIS HISPIDA	Ekskl. hanner	0.00555	0.00303	0.04000	40
KERATELLA VALGA	Ekskl. hanner	0.05200	0.03000	0.07400	2
KERATELLA TESTUDO	Ekskl. hanner	0.04630	.	.	1
KERATELLA QUADRATA	Ekskl. hanner	0.05000	0.03840	0.06000	1675
KERATELLA COCHLEARIS TECTA	Ekskl. hanner	0.00150	0.00100	0.00251	450
KERATELLA HIEMALIS	Ekskl. hanner	0.02810	0.02320	0.03710	22
KERATELLA SERRULATA	Ekskl. hanner	0.06660	0.05900	0.07800	30
LECANE SP.	Ekskl. hanner	0.00850	0.00400	0.01462	48
LECANE LEVISTYLA	Ekskl. hanner	0.01220	.	.	1
LECANE LUNA	Ekskl. hanner	0.02600	0.00770	0.03570	15
LECANE STICHAEA	Ekskl. hanner	0.00770	.	.	1
LECANE LUNARIS	Ekskl. hanner	0.00770	0.00770	0.01830	14
LEPADELLA PATELLA	Ekskl. hanner	0.03890	0.03120	0.06630	5
LEPADELLA SP.	Ekskl. hanner	0.00320	0.00100	0.01000	18
LEPADELLA OVALIS	Ekskl. hanner	0.01000	0.01000	0.02140	11
LILIFEROTROCHA SUBTILIS	Ekskl. hanner	0.00050	0.00050	0.00050	3
LOPHOCHARIS OXYSTERNUM	Ekskl. hanner	0.28130	.	.	1
LOPHOCHARIS SALPINA	Ekskl. hanner	0.06720	.	.	1
MONOMMATA SP.	Ekskl. hanner	0.03060	0.00980	0.05140	2
MYTILINA SP.	Ekskl. hanner	0.60286	0.29242	0.80001	7
NOTHOLCA LIMNETICA	Ekskl. hanner	0.08567	.	.	1
NOTHOLCA LABIS	Ekskl. hanner	0.02014	0.00960	0.03727	25
NOTHOLCA SP.	Ekskl. hanner	0.02885	0.01045	0.04016	4
NOTHOLCA MARINA	Ekskl. hanner	0.04000	.	.	1
NOTHOLCA SQUAMULA	Ekskl. hanner	0.00500	0.00300	0.00960	112
NOTHOLCA ACUMINATA	Ekskl. hanner	0.04360	0.03050	0.06976	30
NOTHOLCA FOLIACEA	Ekskl. hanner	0.02900	0.02704	0.05390	12
NOTOMMATIDAE	Ekskl. hanner	0.00320	0.00320	0.00320	5
PLATYAS QUADRICORNIS	Ekskl. hanner	0.13928	0.12039	0.15817	2
PLOESOMA SP.	Ekskl. hanner	0.03900	0.01626	0.17580	16
PLOESOMA HUDSONI	Ekskl. hanner	0.42848	0.38614	0.49690	22
POLYARTHRA VULGARIS/DOLICHOPTERA	Ekskl. hanner	0.0260	0.0260	0.0350	78
POLYARTHRA VULGARIS	Ekskl. hanner	0.0318	0.0260	0.0442	714

POLYARTHRA REMATA	Ekskl. hanner	0.0109	0.0085	0.0210	106
POLYARTHRA SP.	Ekskl. hanner	0.0320	0.0245	0.0400	543
POLYARTHRA DOLICHOPTERA ID.	Ekskl. hanner	0.0510	0.0397	0.0617	132
POLYARTHRA MAJOR	Ekskl. hanner	0.1294	0.0961	0.1756	20
POLYARTHRA MINOR	Ekskl. hanner	0.0158	0.0139	0.0210	26

ROTATORIA

Navn	type	Median	Nedre	Øvre	N
		(Fg TV ind^{-1})			
POMPHOLYX SULCATA	Ekskl. hanner	0.0100	0.0088	0.0125	783
POMPHOLYX COMPLANATA	Ekskl. hanner	0.0096	0.0096	0.0158	65
POSTCLAUSA MINOR	Ekskl. hanner	0.0120	.	.	1
ROTARIA NEPTUNIA	Ekskl. hanner	1.20000	1.07990	1.34540	19
SCARIDIUM LONGICAUDUM	Ekskl. hanner	0.03750	0.03570	0.03930	2
SYNCHAETA PECTINATA	Ekskl. hanner	0.2000	0.0660	0.2000	13
TESTUDINELLA PATINA MUCRONATA	Ekskl. hanner	0.0617	0.0418	0.0816	2
TESTUDINELLA PATINA	Ekskl. hanner	0.0500	0.0432	0.0920	33
TESTUDINELLA SP.	Ekskl. hanner	0.0400	0.0400	0.0513	5
TRICHOCERCA SIMILIS	Ekskl. hanner	0.02869	0.02250	0.04510	90
TRICHOCERCA STYLATA	Ekskl. hanner	0.01000	0.00800	0.01000	47
TRICHOCERCA ROUSSELETI	Ekskl. hanner	0.00600	0.00600	0.00790	173
TRICHOCERCA PUSILLA	Ekskl. hanner	0.00700	0.00599	0.00910	476
TRICHOCERCA PORCELLUS	Ekskl. hanner	0.02280	0.01000	0.03940	51
TRICHOCERCA LONGISETA	Ekskl. hanner	0.05000	0.04000	0.11300	13
TRICHOCERCA INSIGNIS	Ekskl. hanner	0.03430	.	.	1
TRICHOCERCA IERNIS	Ekskl. hanner	0.02740	.	.	1
TRICHOCERCA ELONGATA	Ekskl. hanner	0.02740	0.01248	0.09400	13
TRICHOCERCA CAPUCINA	Hanner	0.02325	0.01790	0.02860	2
TRICHOCERCA CAPUCINA	Ekskl. hanner	0.10280	0.07300	0.11675	200
TRICHOCERCA BIROSTRIS	Ekskl. hanner	0.02000	0.01500	0.03110	128
TRICHOCERCA BICRISTATA	Ekskl. hanner	0.04993	0.04711	0.07837	3
TRICHOCERCA CYLINDRICA	Ekskl. hanner	0.02778	0.00620	0.04935	2
TRICHOTRIA POCILLUM	Ekskl. hanner	0.01475	0.00650	0.04255	4
TRICHOTRIA SP.	Ekskl. hanner	0.00679	0.00571	0.01430	30
TRICHOTRIA TETRACTIS	Ekskl. hanner	0.02281	0.02200	0.10560	3

CLADOCERA

Navn	type	Median	Nedre	Øvre	N
		(Fg TV ind^{-1})			
ACANTHOLEBERIS CURVIROSTRIS	Hunner m/u æg	10.5170	9.1832	59.8338	5
ACROPERUS HARPAE	Hunner m/u æg	1.1413	0.7786	1.7457	15
ALONA QUADRANGULARIS	Hunner m/u æg	0.8420	0.5309	1.3575	128
ALONA RUSTICA	Hunner m/u æg	0.4485	0.2275	1.0257	3
ALONA INTERMEDIA	Blandede voksne	0.0572	.	.	1
ALONA RECTANGULA	Hunner m/u æg	0.1929	0.1363	0.2803	19
ALONA SP.	Hanner	0.1487	0.1399	0.1845	4

ALONA SP.	Hunner m/u æg	0.6860	0.4035	1.2800	112
ALONA AFFINIS	Hunner m/u æg	0.5754	0.2569	1.6751	25
ALONA COSTATA	Hunner m/u æg	2.1264	1.1590	3.5991	10
ALONA GUTTATA	Hunner m/u æg	0.2568	0.1215	1.5990	7
ALONA QUADRANGULARIS	Hanner	1.5093	.	.	1
ALONELLA EXCISA	Hunner m/u æg	1.3248	1.3248	1.3248	4
ALONELLA NANA	Hunner m/u æg	0.0978	0.0531	0.2900	27
ALONOPSIS ELONGATA	Hunner m/u æg	1.3000	1.0400	2.8626	7
BOSMINA LONGISPINA	Hunner m/u æg	0.8209	.	.	1
BOSMINA LONGIROSTRIS	Hunner m/u æg	0.9463	0.6257	1.4000	1768
BOSMINA LONGIROSTRIS	Hanner	1.1000	0.7809	1.5098	69
BOSMINA SP.	Hanner	1.2850	1.1460	2.3937	3
BOSMINA COREGONI	Hunner m/u æg	1.9930	1.4430	2.8210	1001
BOSMINA COREGONI	Hanner	2.6069	2.4325	2.8396	15
BYTHOTREPHES LONGIMANUS LEYDIG	Hunner m/u æg	20.7942	17.0705	26.8041	8
CAMPTOCERCUS RECTIROSTRIS SCHOEDLER	Hunner m/u æg	3.9000	3.9000	3.9000	2
CERIODAPHNIA QUADRANGULA	Hunner m/u æg	0.7467	0.4470	1.3000	372
CERIODAPHNIA RETICULATA	Hanner	3.3649	.	.	1
CERIODAPHNIA PULCHELLA	Hanner	1.4149	.	.	1
CERIODAPHNIA PULCHELLA	Hunner m/u æg	0.4919	0.3451	0.7716	36
CERIODAPHNIA QUADRANGULA	Hanner	1.7951	1.5368	2.1598	4
CERIODAPHNIA RETICULATA	Hunner m/u æg	0.2668	0.1992	0.7047	32
CERIODAPHNIA DUBIA	Hunner m/u æg	1.2090	0.8735	2.6275	21
CHYDORUS SPHAERICUS	Hunner m/u æg	0.8049	0.5850	1.1707	1169
CHYDORUS SPHAERICUS	Hanner	1.1502	0.6164	2.3136	3
DAPHNIA LONGISPINA	Hunner m/u æg	3.5500	2.7668	5.1876	18
DAPHNIA HYALINA	Hunner m/u æg	16.9030	11.1130	24.6700	368
DAPHNIA HYALINA	Hanner	8.6878	7.3451	10.1599	24
DAPHNIA GALEATA	Hunner m/u æg	10.2325	6.6068	15.1909	1016
DAPHNIA GALEATA	Hanner	4.9600	3.4787	8.8889	24
DAPHNIA CUCULLATA	Hunner m/u æg	3.3214	2.0020	5.3882	1287
DAPHNIA CUCULLATA	Hanner	3.7385	2.6356	5.1847	67
DAPHNIA SP.	Hunner m/u æg	9.6500	7.4200	13.7300	103
DAPHNIA SP.	Hanner	3.6200	2.8800	4.6273	20
DIAPHANOSOMA BRACHYURUM	Hunner m/u Tg	2.1973	1.4651	3.2305	504

CLADOCERA

Navn	type	Median	Nedre	Øvre	N
		(Fg TV ind^{-1})			
DISPARALONA ROSTRATA	Hanner	0.4555	.	.	1
DISPARALONA ROSTRATA	Hunner m/u æg	2.7830	2.4909	3.0750	2
EURYCERCUS LAMELLATUS	Hunner m/u æg	63.8870	.	.	1
GRAPTOLEBERIS TESTUDINARIA	Hunner m/u æg	0.5092	0.2367	1.4290	21
HOLOPEDIUM SP.	Hunner m/u Tg	4.6683	3.7089	9.0519	3
ILYOCRYPTUS ACUTIFRONS	Hunner m/u æg	0.1992	.	.	1

ILYOCRYPTUS AGILIS	Blandede voksne	0.0170	.	.	1
ILYOCRYPTUS SORDIDUS	Hunner m/u æg	0.2769	0.0997	0.8300	19
LEPTODORA KINDTII	Hanner	18.0830	8.4153	40.0881	9
LEPTODORA KINDTII	Hunner m/u æg	8.1746	3.6118	18.0290	230
LEYDIGIA LEYDIGI = LEYDIGIA QUADRANG	Hunner m/u æg	4.2836	3.2474	5.9899	6
MONOSPILUS DISPAR	Hunner m/u æg	2.1926	1.0354	3.3497	2
PERACANTHA TRUNCATA	Hunner m/u æg	6.6381	5.2803	9.2552	14
PLEUROXUS UNCINATUS	Hunner m/u æg	4.9400	3.4714	7.9608	17
PLEUROXUS SP.	Hunner m/u æg	0.8320	0.8060	0.8580	2
PLEUROXUS ADUNCUS	Hunner m/u æg	1.1590	0.8697	2.3656	5
PLEUROXUS TRUNCATUS	Hunner m/u æg	2.1733	0.9436	3.7500	3
POLYPHEMUS PEDICULUS	Hunner m/u æg	5.3718	3.7756	7.6188	3
RHYNCHOTALONA FALCATA	Hunner m/u æg	1.5113	0.8879	1.9240	18
RHYNCHOTALONA ROSTRATA	Hunner m/u æg	2.7938	2.4215	3.2855	5
SCAPHOLEBERIS MUCRONATA	Hunner m/u æg	3.5318	1.8542	4.1739	8
SIDA CRYSTALLINA	Hunner m/u Tg	7.9616	3.4867	18.5562	21
SIDA CRYSTALLINA	Hanner	14.0720	.	.	1
SIMOCEPHALUS VETULUS	Hunner m/u æg	32.5900	18.1290	45.3600	31
SIMOCEPHALUS EXPINOSUS	Hanner	23.8340	.	.	1

COPEPODA

Navn	type	Median	Nedre (Fg TV ind^{-1})	Øvre	N
ACANTHOCYCLOPS VERNALIS	Copepoditer, alle	1.3700	0.9920	1.9880	133
ACANTHOCYCLOPS VERNALIS	Hanner	3.5315	3.1200	3.9300	110
ACANTHOCYCLOPS VERNALIS	Hunner m/u æg	7.9446	6.2370	8.7825	65
CALANOIDA SP.	Hunner m/u æg	1.5982	1.2665	1.9109	14
CALANOIDA SP.	Cop.: IV-V stad.	3.3631	2.5126	4.0066	92
CALANOIDA SP.	Cop.: I-III stad.	1.3715	1.0901	2.1671	76
CALANOIDA SP.	Copepoditer, alle	2.5801	1.8330	3.5840	475
CALANOIDA SP.	Nauplier	0.2600	0.1859	0.5000	489
CANTHOCAMPTUS STAPHYLINUS	Hunner m/u æg	5.7014	4.8268	8.7480	18
CANTHOCAMPTUS STAPHYLINUS	Cop.: IV-V stad.	2.6285	2.4024	4.8268	3
CYCLOPOIDAE SP.	Nauplier	0.2600	0.1430	0.8197	1070
CYCLOPOIDAE SP.	Copepoditer, alle	1.9006	1.1513	3.0779	753
CYCLOPOIDAE SP.	Cop.: I-III stad.	1.5919	1.4819	2.1298	73
CYCLOPOIDAE SP.	Cop.: IV-V stad.	4.7357	3.2263	7.6282	156
CYCLOPOIDAE SP.	Hanner	7.3343	5.1864	10.4703	81
CYCLOPOIDAE SP.	Hunner m/u æg	8.2224	1.5093	11.0503	63
CYCLOPS VICINUS	Hanner	13.6200	11.5484	16.6320	553
CYCLOPS VICINUS	Cop.: IV-V stad.	11.8703	10.1630	14.4750	62
CYCLOPS VICINUS	Cop.: I-III stad.	4.5728	3.8032	5.5987	43
CYCLOPS VICINUS	Copepoditer, alle	6.2270	4.3631	8.0740	585

CYCLOPS STRENUUS	Hunner m/u æg	7.7859	5.5770	10.1915	88
CYCLOPS STRENUUS	Hanner	6.7300	3.5515	9.0828	30
CYCLOPS STRENUUS	Copepoditer, alle	3.6985	2.4932	4.9400	94
CYCLOPS KOLENSIS	Hunner m/u æg	7.8580	7.6328	8.7403	11
CYCLOPS KOLENSIS	Hanner	4.8655	4.6075	5.6200	12
CYCLOPS ABYSSORUM	Hunner m/u æg	16.9365	11.2221	26.3296	100
CYCLOPS ABYSSORUM	Hanner	12.5005	9.3888	14.4217	32
CYCLOPS ABYSSORUM	Cop.: IV-V stad.	8.5199	6.6386	11.3800	22
CYCLOPS ABYSSORUM	Cop.: I-III stad.	2.9040	2.4915	3.7942	28
CYCLOPS SP.	Hunner m/u æg	8.1944	5.4743	13.5472	64
CYCLOPS SP.	Hanner	7.6400	5.6849	11.3840	439
CYCLOPS SP.	Cop.: IV-V stad.	7.6132	6.9992	9.5005	27
CYCLOPS SP.	Cop.: I-III stad.	3.4741	2.6109	4.6267	20
CYCLOPS SP.	Copepoditer, alle	3.6140	2.3400	5.3400	417
CYCLOPS VICINUS	Hunner m/u æg	20.3000	15.5000	25.0300	783
DIACYCLOPS CRASSICAUDIS	Hunner m/u æg	5.5504	.	.	1
DIAPTOMUS SP.	Store cop.	3.2500	3.2500	3.2500	12
DIAPTOMUS SP.	Hanner	3.9000	3.9000	3.9000	11
DIAPTOMUS SP.	Hunner m/u æg	6.5000	6.5000	6.5000	12
DIAPTOMUS SP.	Mellemstore cop.	1.9500	1.9500	1.9500	12
DIAPTOMUS SP.	Små cop.	0.9100	0.9100	0.9100	13
DIAPTOMUS SP.	Store nauplier	0.3900	0.3900	0.3900	9
DIAPTOMUS SP.	Små nauplier	0.0650	0.0650	0.0650	8

COPEPODA

Navn	type	Median	Nedre	Øvre (Fg TV ind^{-1})	N
ERGASILUS SIEBOLDI	Hunner m/u æg	14.4497	12.8224	16.0770	2
ERGASILUS SP.	Cop.: IV-V stad.	6.0531	4.2705	8.0584	5
ERGASILUS SIEBOLDI	Cop.: IV-V stad.	9.6837	.	.	1
EUCYCLOPS SERRATUS	Cop.: IV-V stad.	1.7229	.	.	1
EUCYCLOPS SPERATUS	Hunner m/u æg	3.5568 .	.	1	
EUCYCLOPS SPERATUS	Hanner	2.7914	.	.	1
EUCYCLOPS SERRULATUS	Hunner m/u æg	2.1564	1.9382	2.5778	30
EUCYCLOPS SERRULATUS	Hanner	1.9051	1.1855	2.1264	23
EUCYCLOPS SERRULATUS	Copepoditer, alle	1.0400	0.8299	1.2030	9
EUCYCLOPS MACRURUS	Hunner m/u æg	4.2393	4.0950	5.1815	3
EUDIAPTOMUS SP.	Copepoditer, alle	2.6000	1.7400	3.5200	299
EUDIAPTOMUS SP.	Nauplier	0.2600	0.1820	0.3770	102
EUDIAPTOMUS SP.	Cop.: IV-V stad.	2.8600	2.2113	3.4487	96
EUDIAPTOMUS SP.	Hanner	7.1540	6.2400	7.9900	177
EUDIAPTOMUS SP.	Hunner m/u æg	6.5000	5.1401	8.4291	55
EUDIAPTOMUS GRACILIS	Nauplier	0.2210	0.1170	0.2600	53

EUDIAPTOMUS GRACILIS	Copepoditer, alle	2.4709		1.6700	3.2318	262
EUDIAPTOMUS GRACILIS	Cop.: I-III stad.	1.1700		1.0010	1.5080	70
EUDIAPTOMUS GRACILIS	Cop.: IV-V stad.	3.7570		3.1720	4.2640	94
EUDIAPTOMUS GRACILIS	Hanner	7.2170		5.9144	8.6111	437
EUDIAPTOMUS GRACILIS	Hunner m/u æg	8.6281		7.2969	10.1303	472
EUDIAPTOMUS SP.	Cop.: I-III stad.	1.3095		1.0839	1.6743	70
EUDIAPTOMUS GRACILOIDES	Nauplier	0.2626		0.2210	0.3770	248
EUDIAPTOMUS GRACILOIDES	Små nauplier	0.0650		0.0650	0.0650	9
EUDIAPTOMUS GRACILOIDES	Store nauplier	0.3900		0.3900	0.3900	11
EUDIAPTOMUS GRACILOIDES	Hunner m/u æg	8.5500		6.5927	10.7905	892
EUDIAPTOMUS GRACILOIDES	Hanner	6.0700		4.9920	7.4421	753
EUDIAPTOMUS GRACILOIDES	Cop.: IV-V stad.	3.4244		2.6520	4.2160	128
EUDIAPTOMUS GRACILOIDES	Cop.: I-III stad.	1.0400		0.8840	1.3212	71
EUDIAPTOMUS GRACILOIDES	Copepoditer, alle	2.3361		1.5529	3.1426	373
EURYTEMORA AFFINIS	Nauplier	0.2600		0.2600	0.2600	10
EURYTEMORA AFFINIS	Copepoditer, alle	8.3410		2.8067	11.0300	83
EURYTEMORA VELOX	Cop.: IV-V stad.	3.9125		2.3115	5.1153	31
EURYTEMORA VELOX	Hanner	10.6840		9.8057	12.8010	19
EURYTEMORA VELOX	Hunner m/u æg	13.3120		11.7130	16.9450	19
EURYTEMORA LACUSTRIS	Hanner	12.0573		10.3440	13.7070	48
EURYTEMORA LACUSTRIS	Cop.: IV-V stad.	4.3129		3.2974	5.5799	64
EURYTEMORA LACUSTRIS	Cop.: I-III stad.	1.4270		1.2120	1.8675	43
EURYTEMORA LACUSTRIS	Nauplier	0.2340		0.1300	0.2600	14
EURYTEMORA AFFINIS	Hunner m/u æg	15.5030	7.8000	21.9620	67	
EURYTEMORA AFFINIS	Hanner	15.6270	5.2000	18.6680	87	
EURYTEMORA VELOX	Cop.: I-III stad.	2.1021		1.4725	2.5857	13

COPEPODA

Navn	type	Median	Nedre (Fg TV ind^{-1})	Øvre	N	
EURYTEMORA VELOX	Nauplier	0.1820		0.1300	0.2990	18
EURYTEMORA LACUSTRIS	Hunner m/u æg	11.7462		10.0940	12.9126	53
HARPACTICOIDA SP.	Hunner m/u æg	3.0154		2.1313	3.8995	2
HARPACTICOIDA SP.	Nauplier	0.9580		0.8258	1.0042	8
HARPACTICOIDA SP.	Cop.: IV-V stad.	1.5888		.	.	1
MACROCYCLOPS ALBIDUS	Copepoditer, alle	3.8626		3.3140	5.0507	14
MACROCYCLOPS ALBIDUS	Hanner	5.7718		5.4422	6.0605	13
MACROCYCLOPS ALBIDUS	Hunner m/u æg	13.1220		12.3310	14.3750	17
MEGACYCLOPS VIRIDIS	Copepoditer, alle	4.8940		4.8940	11.2286	5
MEGACYCLOPS VIRIDIS	Hanner	18.4222	.	.	1	
MEGACYCLOPS VIRIDIS	Hunner m/u æg	21.2225		15.7144	26.7306	2
MESOCYCLOPS LEUCKARTI	Hunner m/u æg	2.9884		2.4216	3.7235	573
MESOCYCLOPS LEUCKARTI	Hanner	1.6853		1.4063	2.1116	517

MESOCYCLOPS LEUCKARTI	Copepoditer, alle	1.1102	0.6945	1.6640	514
MESOCYCLOPS LEUCKARTI	Cop.: I-III stad.	0.5660	0.4586	0.6991	110
MESOCYCLOPS LEUCKARTI	Cop.: IV-V stad.	1.5320	1.1822	1.9467	131
PARACYCLOPS FIMBRIATUS	Hunner m/u æg	5.6372	.	.	1
PARACYCLOPS FIMBRIATUS	Hanner	3.4478	.	.	1
PARACYCLOPS FIMBRIATUS	Cop.: I-III stad.	1.0964	.	.	1
PARACYCLOPS FIMBRIATUS	Cop.: IV-V stad.	2.0864	.	.	1
THERMOCYCLOPS OITHONOIDES	Hanner	1.1788	1.1000	1.2570	121
THERMOCYCLOPS OITHONOIDES	Hunner m/u æg	1.3730	1.2899	1.4971	138
THERMOCYCLOPS OG MESOCYCLOPS	Copepoditer, alle	1.2160	0.8483	1.5340	88
THERMOCYCLOPS OG MESOCYCLOPS	Cop.: I-III stad.	1.0038	0.7296	1.8981	15
THERMOCYCLOPS OG MESOCYCLOPS	Hanner	1.4039	1.1625	1.7286	64
THERMOCYCLOPS OG MESOCYCLOPS	Hunner m/u æg	2.3694	1.8695	2.9400	85
THERMOCYCLOPS OITHONOIDES	Cop.: IV-V stad.	1.1072	1.0521	1.2302	50
THERMOCYCLOPS OITHONOIDES	Cop.: I-III stad.	0.8284	0.7678	0.8616	29
THERMOCYCLOPS CRASSUS	Hunner m/u æg	1.4625	1.4019	1.5070	26
THERMOCYCLOPS CRASSUS	Hanner	1.1933	1.1500	1.3550	18
THERMOCYCLOPS CRASSUS	Copepoditer, alle	0.9442	0.8000	1.1590	27
THERMOCYCLOPS SP.	Hunner m/u æg	1.4058	1.3819	1.4415	17
THERMOCYCLOPS OITHONOIDES	Copepoditer, alle	0.9500	0.8700	1.1300	71
THERMOCYCLOPS SP.	Hanner	1.1973	1.1526	1.2980	18

Bilag 7.7.5 Beregning af græsning

Dyreplanktonets græsning kan beregnes på grundlag af dets biomasse ved antagelse af: turnover af biomasse, P/B pr. dag, assimilationseffektivitet, A/I og nettovæksteffektivitet, P/A, hvor B=biomasse, P=produktion, A=assimilation og I=fødeoptagelse.

De fleste eksperimentelt bestemte værdier falder inden for følgende rammer:

P/A=0,25 — 0,40 og

A/I=0,60 — 0,80

svarende til: P/I = 0,15 - 0,32 for cladoceer og copepoder.

Turnover af biomasse pr. dag er forskellige i de forskellige

dyreplanktongrupper:

Rotatorier	P/B	0,2 pr. dag
Cladoceer	P/B =	0,15 —
Copepoder	P/B	0,08 —

Dette betyder følgende rammer for græsning pr. biomasse pr. dag:

Rotatorier	I/B	62-133% pr. dag
Cladoceer	I/B	47 - 100% —
Copepoder	I/B	25 - 53% —

Eksperimentelt bestemte værdier af græsning på fytoplankton ligger inden for rammer givet ovenfor, de aktuelle værdier afhænger dog i høj grad af fødens kvalitet.

De angivne P/B værdier er gennemsnitstal for en aldersmæssigt blandet population i vækstsæsonen. En population udelukkende bestående af unge dyr vil have højere P/B, d.v.s. at græsningen underestimeres. Omvendt vil en population af udvoksede individer have en lav omsætning, og græsningen vil blive overestimeret. Dette ses især udpræget i maksimale populationer af cladoceer lige før produktion af hvileæg og følgende sammenbrud af populationen.

Det vil være umuligt i alle tilfælde at korrigere for disse variationer, og følgende I/B værdier kan anbefales til almindelige overslagsberegninger, hvor både I og B er angivet i samme vægtenhed kulstof.

Rotatorier	I/B	=	200% pr. dag
Cladoceer	I/B	=	100% –
Copepoder	I/B	=	50% –

I denne beregning findes dyrenes fødebehov. Føden består imidlertid oftest af både fytoplankton, bakterier, detrituspartikler og evt. mindre dyreplanktonindivider i varierende blanding, forskellig for de enkelte grupper/arter. Fødeoptagelsen kan derfor ikke uden videre sættes lig med græsning på fytoplankton.

grupper/arter. Fødeoptagelsen kan derfor ikke uden videre sættes lig med græsning på fytoplankton.

Betydningen af detritus i føden antages at være størst blandt rotatorierne. Dette medfører en lavere assimilationseffektivitet, hvorfor den anbefalede I/B i dette tilfælde ligger over den beregnede ramme.

I/B værdierne kan kun antages at gælde, hvis koncentratioen af føde i vandet er over det begrænsende niveau, d.v.s. mere end omkring 200-400 µg C/liter for cladoceers og copepoders vedkommende. Så lave koncentrationer vil i danske søer som regel kun findes i en kort periode, eventuelt i klarvandsfasen. Kun i de mest lavproduktive søer vil fødekoncentrationen være begrænsende i længere perioder. For nogle cyclopoide copepoder er føden dog begrænsende ved værdier helt op til 600-1000 µg C/liter.

Der kan foretages en grov korrektion for fødeoptagelsens afhængighed af fødekoncentrationen. Tilnærmet stiger fødeoptagelsen lineært med koncentrationen op til en tærskelværdi, over hvilken fødeoptagelsen er konstant (*Lampert & Munck, 1985*). Tærskelværdien varierer fra art til art, fra stadie til stadie og gennem sæsonen. Til overslagsberegninger kan tærskelværdien for calanoide copepoder sættes til 100 µg C l^{-1} (alger med en GALD mindre end 50 µm) og for cladoceer til 200 µg C l^{-1}. På nuværende tidspunkt kan der ikke fastsættes tærskelværdier for rotatorier og cyclopoide copopoder, hvorfor fødeoptagelsen for disse grupper ikke korrigeres ved lave koncentrationer (tabel 7.6). Fejlen, der herved begås, er normalt af mindre betydning, fordi de to grupper kun sjældent er i stand til at regulere det samlede planteplankton i søer.

Tabel 7.6. Korrektionsfaktor (K) ved beregning af græsning for z i søer. GALD er største værdi af længde/bredde eller diameter (se *Olrik, 1991*), d.v.s. totalgræsning = K*I/B*B.

Koncentration af planktonalger (x) med GALD <50 µm (µg C l^{-1})			
	x>200	**100<x<200**	**x<100**
Cladoceer	1	x/200	x/200
Calanoide copepoder	1	1	x/100
Cyclopoide copepoder (nauplier og copepoditer)	1	1	1
Rotatorier	1	1	1

Dyreplanktons græsning kan ikke beregnes ud fra eksperimentelt bestemte filtreringsrater, idet disse i høj grad varierer med fødens kvalitet og mængde.

Fosforindholdet i crustacer-dyreplankton varierer mellem 0,7 og 2% af tørvægten og kvælstofindholdet mellem 9 og 14% (*Vijverberg & Frank, 1976*). Variationen skyldes formentlig en forskel i næringsstofniveauet i søerne og fødesammensætning, men da der ikke er foretaget nogen nøjere analyse heraf i litteraturen, er middeltallet valgt som standard, d.v.s. 1,4% P og 12% N. Askeindholdet kan sættes til 18%. Kulstofindholdet kan sættes til 45% af den askefrie tørvægt (*Winberg, 1971*). I nogle undersøgelser er "biomassen" angivet i volumenenheden mm^3; omregningsfaktoren til tørvægt kan for crustacerer sættes til 0,13 mg/mm^3 og for hjuldyr til 0,10 mg/mm^3 (*Asplancha* dog 0,04 mg/mm^3).

Bilag 8.2.1 Vegetationsundersøgelser

Beregning og placering af observationspukter

Opgaveeksempel: Der skal placeres transekter og observationspunkter i en sø på 20 ha.

Det vil sige, at jf. tabel 8.1 skal der jævnt fordelt i søen placeres 150 observationspunkter.

Det ønskede antal transekter (fx 12 stk.) indtegnes med ækvidistant afstand på søens dybdekort (de indtegnes vinkelret på søens længdeakse).

For det enkelte transekt optælles hvor mange dybdeintervaller transektet passerer igennem fra den ene bred til modsatte bred – fx 3, 5, 7, 7, 9, 9, 11, 9, 7, 5, 3 og 3 dybdeintervaller fordelt på de 12 transekter.

Antal dybdeintervaller fra samtlige transekter summeres – det giver totalt 78 dybdeintervaller.

Antal observationspunkter pr. dybdeinterval på det enkelte transekt beregnes som: 150 observationspunkter divideret med 78 dybdeintervaller = ca. 2 punkter pr. dybdeinterval.

Observationspunkterne placeres jævnt fordelt i det enkelte dybdeinterval.

Bilag 8.3.1 Indsamlingsredskabernes begrænsninger

Sigurd Olsen riven og Luther riven fungerer dårligere desto dybere vand der arbejdes på, idet riverne fanger færre planter end ved tilsvarende tætheder på lavere vand. Sigurd Olsen riven fungerer så dårligt på vanddybder >3 m, at det frarådes at bruge den til vurdering af dækningsgraden. Derudover har Sigurd Olsen riven også vanskeligt ved at fange planter, der vokser på stejl bund. Anvendes en af riverne skal metoden kalibreres på en dybde, hvor vegetationens dækningsgrad også kan vurderes visuelt. Ved fastlæggelse af dybdegrænser i dybe søer kan med fordel anvendes en skraber eller andet redskab, som arbejder mere parallelt med bunden end Sigurd Olsen riven. Det anvendte redskab skal have vægt på linen (kæde eller blyline) de sidste tre meter før redskabet og den totale linelængde skal være mindst 3 × vanddybden. Et sådant redskab kan ikke kastes ud, men sænkes ned, og trækkes derefter over en fast defineret afstand.

Små kransnålalgearter (fx *Chara aspera*) fanges dårligt af Sigurd Olsen riven – hvor sådanne arter vokser skal der suppleres med en rive på fast skaft.

Indsamling af plantemateriale

Det er ved indsamling af plantemateriale til senere bestemmelse vigtigt at få tilstrækkeligt materiale både hvad angår mængde (så der er nok materiale at bestemme på) men også vigtige morfologiske dele (blomst/oogonium/oospore/frugtlegeme, rod, stængel, blad, etc.), så artbestemmelsen kan gøres så præcis som mulig. Trådalger herunder også rørhinde artsbestemmes ikke. Under transporten fra felt til laboratorium skal det friske plantemateriale opbevares køligt, fugtigt og mørkt i oppustede plastikposer.

Bilag 8.4.1 Bearbejdning af data fra transektundersøgelsen

Eksempel på beregning af dækningsgrad.

Transekt	Normaliseret vanddybdeinterval, meter				
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
	Middeldækningsgrad, %				
1	6	30	15	5	0
2	0	25	12	10	0
3	2	50	12	10	0
4	5	75	10	15	0
5	10	25	15	10	0
6	50	50	25	5	0
7	5	75	10	5	0
Gns. dækningsprocent, %	11	47	14	8,5	0
Bundareal, $10^3 m^2$	12	10	6	2	0,5
Plantedækket areal, $10^3 m^2$	1,3	4,7	0,8	0,17	0
Gns. vegetationshøjde, m	0,6	0,7	0,4	0,5	0,1

Middeldækningsgraderne i de enkelte dybdeintervaller beregnes. I eksemplet ovenfor er der på transekt 1, dybdeinterval 0-1 m, en gennemsnitlige dækningsgrad på 6%. Når dette er gjort for alle dybdeintervaller på alle transekter, beregnes den gennemsnitlige dækningsgrad (%) for det enkelte vanddybdeinterval for hele søen, som midlen af middeldækningsgraderne i dybdeintervallet på de enkelte transekter. I eksemplet ovenfor (dybdeinterval 0-1 m) således: (6%+0%+2%+5%+10%+50%+ 5%)/7 = 11,1% (~11%). Endvidere beregnes det plantedækkede areal inden for dybdeintervallet som: 11% * 12 * 10^3 m^2 = 1,3 * 10^3 m^2.

Det plantefyldte volumen i hvert dybdeinterval beregnes. Med en gennemsnitlig vegetationshøjde på 0,6 m i dybdeintervallet 0 – 1 m (middeldybde: 0,5 m), er det plantefyldte volumen (0,6 * 6%)/0,5 = 7%. Herefter beregnes det gennemsnitlige plantefyldte volumen (%) for det enkelte vanddybdeinterval for hele søen, som midlen af middel-plantefyldt volumen i dybdeintervallet på de enkelte transekter. Det plantefyldte volumen inden for dybdeintervallet beregnes desuden i m^3.

Endelig beregnes for hele søen det samlede plantedækkede areal (RPA) i % og 10^3 m^2 og plantefyldte volumen (RPV) i % og 10^3 m^3.

Bilag 8.4.2 Skemaer til vegetationsundersøgelser

Tabel 1. Feltskema til transektundersøgelse af submers vegetation i intensiv søer, ekstensiv-1 og 2 søer samt DEVANO søer.

Sø: _____ Transekt nr.: _____ Position (UTM): _____ DMUst nr.: _____ UTM zone: _____ Datum: _____

Aktuel vandstand (m, DNN): ____ m Dato: _____ MC st. nr.: _____ Feltperson: _____

		Art										Total Dækning*	Højde m	Dybde m	Trådalger Dækn (0-6)
Observation	Waypoint nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
		Dækningsgrad*/højde**													
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

*: skala 0-6, eksklusiv trådalger , **: registreres i meter

Artsliste: 1: _____ 2: _____ 3: _____

4: _____ 5: _____ 6: _____

7: _____ 8: _____ 9: _____

Tabel 2. Feltskema til transektundersøgelse af flydebladsvegetation i intensiv og ekstensiv-1 og -2 søer samt DEVANO søer.

Sø: _____ Position (UTM): _____ MC st.nr.: _____ DMU st.nr.: _____ UTM-zone: _____

Datum: _____ Dato: _____ Aktuel vandstand (m, DNN): _____

Transekt nr.	Bred-plac.*	Maks. dybde, m	Waypoint nr på ydre grænse	Dækning af flydebladsplanter (0-6)	Arter

*: N, S, Ø eller V for midten af transekt

Tabel 3. Feltskema til transektundersøgelse af emergent vegetation (rørskov) i intensiv søer > 5 ha.

Sø: _____ Position (UTM): _____ UTM-zone: _____

Datum: _____ Dato: _____ Aktuel vandstand (m, DNN): _____

Transekt nr.	Bred-plac.*	max dybde, m	Waypoint nr. på , ydre grænse	Dækningsgrad af rørskov, %

*: N, S, Ø eller V for midten af transekt

Tabel 4. Samleskema-1 til transektundersøgelse i intensive søer > 5 ha.

Sø: _____ Position (UTM): _____ UTM-zone: _____

Datum: _____ Dato: _____ Aktuel vandstand (m, DNN): _____

Submers vegetation

Søareal, ha	
Total plantedækket areal, ha	
Relativ plantedækket areal (RPA), %	
Søvolumen, 10^3 m^3	
Middel plantehøjde, m	
Middel vanddybde, m	
Relativ plantefyldt volumen (RPV), %	
Dybdegrænse, m	
RPA (art 1), %	
RPA (art 2), %	
RPA (art 3), %	
RPA (art 4), %	
.....	
.....	
RPA (trådalger), %	

Flydeblads vegetation

Søareal, ha	
Dybdegrænse, m	

Emergent vegetation

Total plantedækket areal, ha	
Søareal, ha	
Relativ plantedækket areal, %	
Dybdegrænse, m	

Tabel 5. Samleskema-1 til transektundersøgelse i ekstensiv-1 og ekstensiv-2 søer samt DEVANO søer.

Sø: _____ Position (UTM): _____

UTM-zone: _____ Datum: _____ Dato: _____

MC st.nr.: _____ DMU st.nr.: _____

Submers vegetation

Søareal, ha	
Total plantedækket areal, ha	
Relativ plantedækket areal (RPA), %	
Søvolumen, 10^3 m^3	
Middel plantehøjde, m	
Middel vanddybde, m	
Relativ plantefyldt volumen (RPV), %	
Dybdegrænse, m	
RPA (art 1), %	
RPA (art 2), %	
RPA (art 3), %	
RPA (art 4), %	
.....	
.....	
RPA (Trådalger), %	

Flydeblads vegetation

Søareal, ha	
Dybdegrænse, m	

Tabel 6. Samleskema-2 til transektundersøgelse i intensive, ekstensiv-1 og ekstensiv-2 søer samt DEVANO søer. Artsliste og dybdegrænse for submerse og flydebladsplanter samt dybdegrænse for rørskoven (kun intensiv søer).

Sø: _____ Program: _____

Dato: _____ MC st. nr.: _____ DMU st.nr.: _____

ID-code	Art	Dybdegrænse, m
	Rørskov	

Tabel 7. Vegetationsundersøgelse i ekstensiv-3 søer og vandhuller (0,01-0,1 ha), feltskema og samleskema.

Sø: _____ Position (UTM): _____

UTM-zone: _____ Datum: _____ Dato: _____

Submers vegetation

Sø/vandhulsareal, ha	
Vurderet plantedækket areal ekskl. trådalger, %	
Middelvanddybde (hvis mulig), m	
Vegetationens dybdegrænse (hvis mulig), m	
Vurderet dækningsgrad, trådalger, %	
Artsliste:	

Flydebladsplanter

Sø/vandhulsareal, ha	
Vurderet plantedækket areal, %	
Artsliste:	

Rørskov

Sø/vandhulsareal, ha	
Vurderet rørskovsdækket areal, %	

Bilag 9.5.1 Bunddyr, feltskema

Miljøcenter: Sø: Dato:

UTM-zone: Datum:

Prøvetagningsområde, 70% maxdybde (m): , 90% max dybde (m):

Visuel karakteristik af sediment*: 1 = lys grå, 2 = mørk grå, 3 = brun, 4 = sort

ikke nedbrudt plantemateriale tilstede: ja/nej , lagdeling: ja/nej

Sedimenttype*: gytje, tørv, silt/ler (< 0,06 mm), finsand (0,06 – 0,6 mm), grovsand (> 0,6 mm):

Lokali-tet	x-UTM	y-UTM	Dybde, m	+/- veg	Visuel kar.	Plantemat., ja/nej	Lagdeling, ja/nej	Sediment-type

*: karakteristikken gælder den dominerende type ned til ca. 10 cm's dybde.

Bilag 9.6.1 Bunddyr, bestemmelsesniveau

GRUPPE	DMU-nr	U-GRUPPE	STADIE	KODE (Rubin)	Bestemmelsesniveau
Porifera	1000000			PORIFERA	Slægt
Tricladida	6000000			TRICLADI	Slægt
Nematoda	18000000			NEMATODA	
Bryozoa	76000000			BRYOZOA	Slægt
Prosobranchia	65000000			PROSOBRA	Art
Pulmonata	64000000			PULMONA	Art
Schizodonta				SCHIZODO	Art
Heterodonta				HETERODO	Art
	66030100	Pisidium		PISIDIUZ	Slægt
Hirudinea	22000001			HIRUDINE	Art
Oligochaeta	21000000			OLIGOCHA	Familie
Hydracarina	24000001			HYDRACAX	Familie
Aranea				ARANEA	Art
Entomostraca				ENTOMOST	Slægt
Malacostraca				MALACOST	Art
	34000001	Ostracoda		OSTRACOX	Orden
	32000001	Cladocera		CLADOCER	Slægt
Ephemeroptera	44000001			EPHEMERO	Art
Zygoptera	46000100			ZYGOPTER	Slægt [1)]
Anisoptera	46000200			ANISOPTE	Slægt [1)]
Plecoptera	45000000			PLECOPTE	Art
Heteroptera	47000000		Im	HETEROPT	Art
			La	HETEROPT	Slægt
	47010000	Corixidae		CORIXIDX	Art
Megaloptera	52000000			MEGALOPT	Art
Coleoptera	49000000		Im	COLEOPTE	Art
	49020000	Haliplidae	La	HALIPLIX	Slægt
	49030000	Noteridae	La	NOTERIDX	Slægt
	49040000	Dytiscidae	La	DYTISCIX	Slægt
	50010000	Gyrinidae	La	GYRINIDX	Slægt
	50030000	Hydrophiloidea	La	HYDROPHX	Slægt
	51010001	Scirtidae/halodidae	La	SCIRTIDX	Artsgruppe
	51020000	Psephenidae	La	PSEPHENX	Art
	51030000	Elmidae	La	ELMIDAEX	Slægt
	51040000	Dryopidae	La	DRYOPIDX	Slægt
	51050000	Chrysomelidae	La	CHRYSOMX	Slægt
	51060000	Curculionidae	La	CURCULIX	Slægt
Trichoptera	53000000			TRICHOPT	Art
	51010000	Hydroptilidae	La	HYDROPTX	Slægt
	54080000	Limnephilidae	La (små)	LIMNEPHX	Familie
Lepidoptera	56000000			LEPIDOPT	Art
Diptera	57000000			DIPTERA	Familie
	58020200	Chaoborus		CHAOBORZ	Slægt
	59000000	Chironomidae		CHIRONOX	Slægt
	61010300	Chironomus		CHIRONOZ	Artsgruppe

[1)]: Kan være meget små individer i oktober, i det tilfælde bestemmes de til familie, Im: Imago, La: Larve.

Biomasse på de enkelte prøver opgøres på følgende grupper:

Biomassebestemmelse: På den enkelte prøve foretages en tørvægtsbestemmelse af total biomassen på følgende grupper:

Oligochaeta: (kode 20000000)

Crustacea: (kode 31000000)

Gastropoda: (kode 64000000)

Bivalvia: (kode 66000000)

Insecta, ekskl. Chironomidae (kode 43000000)

Chironomidae ekskl. *Chironomus* spp. (kode 61000000)

Chironomus spp. (der skelnes mellem plumosus typen (kode 61010301) og anthracinus typen (kode 61010308))

Øvrige (kode 99000000)

Større enkeltindivider inden for ovenstående grupper, som vil udgøre mere end ca. 50% af den samlede biomasse, vejes særskilt på bestemmelsesniveau.

Bilag 10.2 NY-NORDISK-norm garn (modificeret)

Gællenettet består af 14 forskellige maskestørrelser fra 5-85 mm (tabel 1). Maskestørrelsen er geometrisk stigende med en faktor ca. 1,25. Maskestørrelserne fra 5-55 mm er først stratificeret i tre størrelsesgrupper, inden for hver størrelsesgruppe er maskerne herefter fordelt tilfældigt over hele nettet. Rækkefølgen af sektioner er den samme i alle net. Af hensyn til de danske fiskearter suppleres garnene med to større maskestørrelser, 68 og 85 mm, som monteres før 43 mm masken.

Nettet knyttes af en transparent nylon-line. For tråddiameter se tabel 1. Hvert net er 35 m langt og 1,5 m dybt. Den enkelte maskesektion er 2,5 m lang og 1,5 m dyb. Nettet monteres på en flydeline (6 g/m) og en synkeline (ca. 10 g/m i vand). De flydende net monteres på en flydeline (33 g/m) og en synkeline (ca. 10 g/m)

Tabel 1. Maskestørrelsesfordeling (knude til knude) og linediameter i modificeret NY-NORDISK-norm gællenet. I det originale NY- NORDISK-norm gællenet indgår maske nr. 3-14.

Maske nr.	Maskestr. (mm)	Linediameter (mm)
(1)	85	0,35
(2)	68	0,28
3	43	0,2
4	19,5	0,15
5	6,25	0,1
6	10	0,13
7	55	0,23
8	8	0,1
9	12,5	0,13
10	24	0,16
11	15,5	0,15
12	5	0,1
13	35	0,2
14	29	0,16

Sætning og røgtning af ruser

Tjek at ruserne er lukkede i enderne (bind knude). Det sikres, at ruserne ikke er snoede, og de placeres i passende baljer. Fiskes alene med ruse, monteres et anker/lod og flag i hver ende som ved fiskeri med synkende garn. Ruserne mærkes ligesom garn for senere identifikation.

Ved røgtning opsamles ruserne i baljer. Fangsten rystes ned i bagerste kalv, ruserne åbnes, og indholdet rystes ned i en spand. Krabber og rejer m.v. sorteres fra i én spand og fangsten af fisk i en anden spand.

Artsliste

ARTid	Latinsk NAVN	Dansk NAVN
10101	Salmo salar	Laks
10102	Salmo trutta	Ørred
10103	Salmo trutta	Søørred
10104	Salmo trutta	Bækørred
10105	Salmo trutta	Havørred
10201	Oncorhynchus mykiss	Regnbueørred
10301	Salvelinus alpinus	Fjeldørred
10302	Salvelinus fontinalis	Kildeørred
19999		Laksefisk
20101	Coregonus lavaretus	Helt
20102	Coregonus albula	Heltling
20103	Coregonus oxyrinchus	Snæbel
30101	Thymallus thymallus	Stalling
40101	Osmerus eperlanus	Smelt
50101	Esox lucius	Gedde
60000	Findes ikke	Rudskallebrasen
60101	Cyprinus carpio	Karpe
60201	Carassius carassius	Karuds
60301	Gobio gobio	Grundling
60401	Tinca tinca	Suder
60501	Abramis brama	Brasen
60601	Blicca björkna	Flire
60701	Alburnus alburnus	Løje
60801	Leucaspius delineatus	Regnløje
60901	Phoxinus phoxinus	Elritse
61001	Scardinius erythropthalmus	Rudskalle
61101	Rutilus rutilus	Skalle
61201	Leuciscus idus	Rimte
61202	Leuciscus leuciscus	Strømskalle
69999		Karpefisk
70101	Cobitis taenia	Pigsmerling
70201	Noemacheilus barbatulus	Smerling
70301	Misgurnus fossilis	Dyndsmerling
80101	Anguilla anguilla	Ål
90101	Gasterosteus aculeatus	Trepigget hundestejle
90201	Pungitius pungitius	Nipigget hundestejle
90301	Spinachia spinachia	TangsnArre
100101	Lota lota	Ferskvandskvabbe
110101	Perca fluviatilis	Aborre
110201	Gymnocephalus cernua	Hork
110301	Stizostedion lucioperca	Sandart
119999		Aborrefisk
120101	Cottus poecilopus	Finnestribet ferskvandsulk
130101	Platichthys flesus	Skrubbe
140101	Pomatoschistus microps	Lerkutling
140102	Pomatoschistus minutus	Sandkutling
140201	Gobius niger	Sortkutling
149999		Kutling
150101	Sprattus sprattus	Brisling
150102	Clupea harengus	Sild
160101		Tangnål
170101		Tobis
180101	Zoarces viviparus	Ålekvabbe
190001	Lampetra planeri	Bæklampret
190003	Petromyzon marinus	Havlampret
190199	Lampetra ?	Lampret
990000		Andre/Ukendte
999990		YNGEL
999994	Leuciscus rutilus * Leuciscus erythrophthalmus	Skalle*rudskalle
999995	Abramis brama * Aapius alburnus	Brasenløjen
999996	Aspius alburnus * Leuciscus rutilus	Løjeskallen
999997	Leuciscus erythrophthalmus * Abramis blicca	Rudskallefliren
999998	Abramis brama * Leuciscus rutilus	Brasenskallen
999999		Hybrider

Bilag 10.4 Fiskeundersøgelse

Fangstskema-1 til brug ved fiskeundersøgelser. Der kræves en opgørelse for maskestørrelserne 85 og 68 mm samt resten af garnet.

Sø:		Garnnr:		Garntype: (ex. f)flydende):		Dato:	
UTM-koordinat:				UTM-zone:		Garnretning (grader):	
Datum:		Net sat kl.:		Taget kl: :			
Maks. dybde:		Min. dybde:		Vandtemp.:		Vindretning:	Vindstyrke:
Fiskeart:							
	maskestr., mm						
Str. cm	85+68	85+68					
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
>24							

	Tot.vægt < 10 cm	Tot.vægt ≥ 10 cm		Kommentarer:
Art		68 og 85 mm	Ekskl. 68 og 85 mm	

Fangstskema-2 Længde-vægt bestemmelse baseret på delmængde fra alle net.

Sø: Dato:

Vandtemp.: Vindretning: Vindstyrke:

Art	Lgd	Vægt	Art	Lgd	Vægt	Art	Lgd	Vægt	Art	Lgd	Vægt	

Fangstskema-3 til brug ved fiskeundersøgelser (elektrofiskeri/rusefiskeri).	
Sø:	Elbefiskning/rusefiskeri:
Dato: Startet kl.:	Slut kl.:
Maks. dybde:	Min. dybde:

Art	

Bilag 10.6 Samleskema 1. Skema til oversigt af fangst pr. garn pr. dybdezone, og den gennemsnitlige fangst pr. garn hhv. <10 cm, og ≥ 10 cm. Der udfyldes 2 stk "Samleskema 1" pr. sø – et inklusiv 68 og 85 mm maskerne og et eksklusiv 68 og 85 mm maskerne.

Sønavn:	Miljøcenter:				Dato:					
UTM koordinat:	UTM-zone:		Datum:		Inkl. 68 og 85 mm / ekskl. 68 og 85 mm:					
Art	Antal fisk									
Dybdezone/garn	<10	≥10	<10	≥10	<10	≥10	<10	≥10	<10	≥10
1/1										
1/2										
1/3										
1/4										
Total										
Gns./garn										
2/1										
2/2										
2/3										
2/4										
Total										
Gns./garn										
3/1										
3/2										
3/3										
3/4										
Total										
Gns./garn										
4/1										
4/2										
4/3										
4/4										
Total										
Gns./garn										
	Biomasse fisk									
1/1										
1/2										
1/3										
1/4										
Total										
Gns./garn										
2/1										
2/2										
2/3										
2/4										
Total										
Gns./garn										
3/1										
3/2										
3/3										
3/4										
Total										
Gns./garn										
4/1										
4/2										
4/3										
4/4										
Total										
Gns./garn										

Samleskema 2. Skema til overblik over gennemsnitlig fangst pr. indsats (CPUE) som antal fisk og vægt i net.

Sønavn:	Miljøcenter:	Dato:
UTM koord:	UTM-zone:	Datum:
Art	Garn Antal <10 cm	
	Antal >10 cm Inkl 68 og 85 mm	
Art	Garn Vægt <10 cm	
	Vægt >10 cm Inkl. 68 og 85 mm	

Bilag 11 Padder, feltskemaer

Bilag 11.1 Registrering af padder

Vandhulsnr.:		Stednavn:		Undersøget af:	
Dato:		Starttidspkt:		Sluttidspkt.:	
X-UTM		Y-UTM		Vandhulsareal:	
Vandtemp.:		Skydække:		Vindstyrke:	

	I alt (%)	N-side	Ø-side	S-side	V-side
del af vandhulsbred* med træer og buske (> 1 m):					
del af vandhulsbred med lavere buske (< 1 m)					
del af vandhulsbred med græs					
del af vandhulsbred med dyrket jord					
del af vandhulsbred med ydre rørsump					
del af vandhulsbred med indre rørsump, urter og græsser					
del af bred med græsning eller rørskær/slet					
del af bred med bræmme på mindst 10 meter til dyrket jord					

Antal ænder udsat (evt. til nærmeste 10)	
Tegn på udsætning af fisk	

Vejrforhold de foregående 3 dage	Stille Ja/nej		Solskin Ja/nej		Nedbør Ja/nej		Blandet Ja/nej	

* vandhulsbred forstås som zonen der strækker sig fra og med vegetation der tåler delvis oversvømmelse (alm. sumpstrå, manna-sødgræs, vand-ærenpris, sump-forglemmigej, duskfredløs, tigger-ranunkel, krybende ranunkel) til midten af den ydre rørsump (tagrør, søkogleaks, smalbladet dunhammer, dynd-padderokke).

Bilag 11.2 Feltskema 2

Skema til registrering af antal haletudser/salamanderlarver pr. ketsjertræk. Opgørelsen er semikvantitativ pr. art. Resultater overføres til feltskema-1.

Miljøcenter:				Vandhuls-nr. (stations-nr.):						Stednavn:				
Dato:	Tidspunkt (start):			Tidspunkt (slut):						Undersøgt af (initialer):				
Vandtemp. (°C):	Skydække (0 - 8/8):			Vindstyrke (m/sek):										
Ketsjertræk nr.	Art*	Rd	Rt	Ra	Re/Rl	Pf	Ha	Bom	Bb	Bv	Bc	Tv	Tc	Ta
	Beskrivelse**	Antal (0; 1 = <10; 2 = 10-100; 3 = 101-1000; 4 = >1000)												
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
% del relevante ketsjertræk m. fangst														

* Rd: Springfrø, Rt: Butsnudet frø, Ra: Spidssnudet frø, Re/Rl: Grønne frøer, Pf: Løgfrø, Ha: Løvfrø, Bom: Klokkefrø, Bb: Skrubtudse, Bv: Grønbroget tudse, Bc: Strandtudse, Tv: Lille vandsalamander, Tc: Stor vandsalamander, Ta: Bjergsalamander

** Bekskrivelse som: 1=Lavt åbent vand, 2=lavt vand med vegetation, 3=dybere vand med vegetation, 4=dybere vand uden vegetation.

Bilag 11.3 Padder

Feltskema 3. Skema til supplerende registrering af observerede padder. Skemaet anvendes hvis der observeres padder i forbindelse med et andet tilsyn ved vandhullet end paddeovervågningen. Skemaet anvendes også hvis man ved vandhullet hører andre padder i/ved et andet nært-ved-liggende vandhul (anvendes i forbindelse med artsovervågningsprogrammet).

Miljøcenter: Vandhulsnr.: Stednavn: Dato:					
Art	voksne	unge dyr	nyforvandlede	larver	æg
Fra dette vandhul er registreret følgende padde/padder i et andet nært-ved-liggende vandhul, Atlas kvadrat nr.:					
Art					

Bilag 11.4 Padder

Paddenr	Dansk navn	Latinsk navn	RUBIN
10000	Halepadder	CAUDATA	CAUDATA
10100	Salamander sp.	Salamandridae	SALAMNAZ
10101	Bjergsalamander	Triturus alpestris	TRI ALPE
10102	Stor Vandsalamander	Triturus cristatus	TRI CRIS
10103	Lille Vandsalamander	Triturus vulgaris	TRI VULG
20000	Springpadder	ANURA	ANURA
20100	Hylidae	Hylidae	HYLIDAEX
20101	Løvfrø	Hyla arborea	HYL ARBA
20200	Discoglossidae	Discoglossidae	DISCOGLX
20201	Klokkefrø	Bombina bombina	BOM BOMB
20300	Pelobatidae	Pelobatidae	PELABATX
20301	Løgfrø	Pelobates fuscus	PEL FUSC
20400	Tudse sp.	Bufonidae	BUFOIDEZ
20401	Skrubtudse	Bufo bufo	BUF BUFO
20402	Strandtudse	Bufo calamita	BUF CALA
20403	Grønbroget Tudse	Bufo viridis	BUF VIRI
20500	Ægte Frø sp.	Ranidae	RANIDAEX
20510	Brune frøer	Rana temporaria/- arvalis/- dalmatina sp.	RANT&A&D
20511	Butsnudet Frø	Rana temporaria	RAN TEML
20512	Spidssnudet Frø	Rana arvalis	RAN ARVA
20513	Springfrø	Rana dalmatina	RAN DALM
20520	Grønne frøer	Rana esculenta/-ridibunda	RAN ED&M
20521	Grøn Frø	Rana esculenta	RAN ESCU
20522	Latterfrø	Rana ridibunda	RAN RIDI

Bilag 12.5 Metode til supplerende næringsstofanalyse i sediment

Fremstilling af reagenser til analyse af totalfosfor og totaljern

Jern-stamopløsning, 2 mg/ml Fe

Opløs 14,043 g ferroammoniumsulfat, $Fe(NH_4)_2(SO_4)$, $6H_20$, i en blanding af 10 ml svovlsyre, 4 mol/l og vand. Fortynd derefter til 1000 ml.

Fosfor-stamopløsning, 0,1 mg/ml P

Tør kaliumdihydrogenfosfat, KH_2PO_4, i 1 time ved 105 °C. Opløs 0,4394 g i vand i en 1000 ml målekolbe, tilsæt 10 ml svovlsyre, 4 mol/l og fortynd til mærket. Opbevar opløsningen i en glasflaske i køleskab (4 °C). Opløsningen er holdbar i mindst 3 måneder.

Svovlsyre, 4 mol/l

Hæld forsigtigt og under omrøring 220 ml koncentreret svovlsyre H_2S0_4 (densitet 1,84 g/ml), i Ca. 700 ml vand. Afkøl til stuetemperatur og fortynd til 1000 ml.

Natriumhydroxid-opløsning, i mol/l

Opløs 40,00 g natriumhydroxid, NaOH, i vand og fortynd til 1000 ml.

Natriumhydroxid-opløsning, 0,5 mol/l

Fortynd 500,0 ml 1 mol/l NaOH til 1000 ml.

Saltsyre, 10% (2,9 mol/l)

Til ca. 500 ml vand i en 1000 ml målekolbe tilsættes 370 ml 25% saltsyre, HC1, og efter blanding fortyndes med vand til mærket.

Fenolftaline-indikator

1,0 g fenolftalein opløses i 50 ml 96% etanol, hvorefter der fortyndes med vand til 100 ml.

Blandingsstandard

Overfør 10 ml af en 0,1 mg/ml fosfat-stamopløsning svarende til 1 mg P og 5 ml af en 2 mg/ml jern-stamopløsning svarende til 10 mg Fe til en konisk kolbe. Der koges og fortsættes derefter som beskrevet nedenfor.

Behandling af sedimentsøjle

Sedimentsøjlen skæres op i passende længder, og hver delprøve homogeniseres. Der afvejes ca. 0,5 g vådvægt i en digel. Diglen tørres ved 105 °C i ca. 24 timer, og tørvægt bestemmes. Derefter glødes ved 525-550 °C i ca. 2 timer, hvorefter glødetabet kan bestemmes. Det glødede sediment findeles og overføres til en 100 ml konisk kolbe ved hjælp af 25 ml 10% HCl og 25-50 ml vand. Husk glaskugler for at undgå stødkogning.

Kog svagt i Ca. 15 min. eller længere, indtil der ikke længere kan ses rødbrune partikler. Tilsæt evt. vand i små portioner for at undgå tab af HCl. Der må højst være 75 ml væske ved slutningen af varmebehandlingen.

Der bør tages 3 blindprøver og 3 blandingsstandarder (se ovenfor) for at kontrollere, at der ikke er sket tab eller kontaminering under kogningen.

Efter afkøling dekanteres og filtreres gennem syrevasket papirfilter over i en 100 ml målekolbe.

Skyl den koniske kolbe og filteret et par gange med vand for at få alt med, og fyld op til mærket med vand. Denne opløsning kaldes "S".

Fremstil en fortynding "F" i en 100 ml målekolbe:

5,00 ml "S" vand op til Ca. 40 ml

ca. 4 dråber fenoltalein-indikator

tilsæt under omrystning en 0,5 mol/l natriumhydroxidopløsning til rødlig farve (ca. 8-20 ml) og fyld op til mærket med vand.

Bestem umiddelbart herefter koncentrationen af fosfat-P og total-Fe i "F" efter de sædvanlige vandkemiske metoder (hhv. DS 292 og DS 219). Diglerne og de koniske kolber fyldes med ca. 10% saltsyre umiddelbart efter brugen.

Beregninger

a = afvejet mængde tørstof, gram

b = mængden af glødet sediment, gram

s = antal ml "S" anvendt til fremstilling af 100 ml opløsning "F"

c_P = den målte koncentration af fosfor i "F", mg/l P

C_{Fe} = den målte koncentration af jern i "F", mg/l Fe

100 ml "F" - s ml "5" indeholder $100*c_P/1000 = 0{,}1*c_P$, mg P

100 ml "F" -s ml "5" indeholder 100 •CFe/1000 = $0{,}1*c_{Fe}$ mg Fe

100 ml "S" (hele prøven) indeholder $0{,}1*c_P*100/s = 10*c_P/s$ mg P

100 ml "S" (hele prøven) indeholder O,1*C_{Fe}*1OO/s = lO*C_{Fe} mg Fe

P-indholdet pr. g tørstof (TS) bliver $10*c_P/(s*a)$ mg P/g TS

P-indholdet pr. g glødetab (GT) bliver $10*c_P/(s.(a-b))$ mg P/g GT

Fe-indholdet pr. g tørstof (TS) bliver $1O*c^{Fe}/(s*a)$ mg Fe/g TS

Fe-indholdet pr. g glødetab (GT) bliver $1O*c_{Fe}/(s*(a-b))$ mg Fe/g GT

Bilag 12.6 Standardskema til sedimentdata

Skema 1 sedimentdata.

Sø:		Miljøcenter:		År:	
Besøgsdatoer:					
Station	Dybdinterval, cm	TP, mg/kg TS	Fe, mg/kg TS	TS, % af vådvægt	GT, % af TS
	0-2				
	2-5				
	5-10				
	10-20				
	20-30				
	30-50				
	0-2				
	2-5				
	5-10				
	10-20				
	20-30				
	30-50				
	0-2				
	2-5				
	5-10				
	10-20				
	20-30				
	30-50				

DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser
er en del af
Aarhus Universitet.

DMU's opgaver omfatter forskning,
overvågning og faglig rådgivning
inden for natur og miljø.

På DMU's hjemmeside www.dmu.dk
finder du beskrivelser af DMU's aktuelle
forsknings- og udviklingsprojekter.

Her kan du også finde en database over alle publikationer
som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler,
rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 4630 1200
Fax: 4630 1114

Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afdeling for Systemanalyse
Afdeling for Atmosfærisk Miljø
Afdeling for Marin Økologi
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afdeling for Arktisk Miljø

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsøvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 8920 1400
Fax: 8920 1414

Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afdeling for Marin Økologi
Afdeling for Terrestrisk Økologi
Afdeling for Ferskvandsøkologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 8920 1700
Fax: 8920 1514

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

[Tom side]

Den tekniske anvisning beskriver prøvetagnings- og prøvebehandlings-metodikken for søundersøgelser i Danmark.

Danmarks Miljøundersøgelser
Aarhus Universitet

ISBN 978-87-7073-000-6
ISSN 1399-9176