

Overvågningsprogram Prøvetagning og analysemetoder i søer

Udarbejdet af
Peter Kristensen
Martin Søndergaard
Erik Jeppesen
Erik Mortensen
Aage Rebsdorf

Miljøministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser
Afd. for ferskvandsøkologi
Juli 1990

TITEL: Prøvetagning og analysemetoder i søer

UNDERTITTEL: Overvågningsprogram

FORFATTER(E), AFDELINGSNAVN: Peter Kristensen, Martin Søndergaard, Erik Jepsen, Aage Rebsdorf, Danmark's Miljøundersøgelser, Afd. for Ferskvandsøkologi

SERIETITTEL, NR.: Teknisk anvisning fra DMU, nr. 1

BEDES CITERT: Kristensen, Peter, Martin Søndergaard, Erik Jepsen, Aage Rebsdorf, Aage Rebsdorf, Danmark's Miljøundersøgelser, Afd. for Ferskvandsøkologi

REBSPORT: Prøvetagning og analysemetoder i søer : overvågningsprogram. Danmark's Miljøundersøgelser, 1990. 32 s.

COPYRIGHT © :

Miljøministeriet
 Danmark's Miljøundersøgelser 1990
 Gengivelse kun tilladt med tydelig kildeangivelse

TEKSTBEHANDLING: Aase Federsen
 TRYK: Dikt, på dansk miljøpapir
 UDGIVELSESÅR OG OPLAG: Juli 1990, 200 eks.

FAGINERUNG: 32 s.
 ISBN: 87-503-8588-7
 ISSN: 0905-7811

KØBS HOS: Danmark's Miljøundersøgelser, Afd. for Ferskvandsøkologi, Lysebrogade 52, 8600 Silkeborg. Tlf. nr. 86 81 07 22

PRIS: Kr. 55,00 + porto

FORORD

Denne anvisning tilhører rækken af tekniske anvisninger, der udsendes i forbindelse med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Anvisningen omhandler prøvetagning og analysemetoder vedrørende søovervågningen og henvender sig til teknikere, der varetager denne overvågning.

Anvisningen baserer sig på de erfaringer, som er høstet i forbindelse med centrale og decentrale miljømyndigheders prøve-
tagning i søer. Når Overvågningsprogrammet kommer til at køre rutinemæssigt, forventes der at fremkomme nye erfaringer, som løbende vil give anledning til justeringer af måleprogrammerne. Forslag og ideer til ændringer er derfor velkomne.

Indholdsfortegnelse	
side	
1. INDLEDNING	3
2. VANDKEMISKE OG FYSISKE MÅLINGER I SØEN	5
2.1 Måleprogram	5
2.2 Prøvetagningsfrekvens	5
2.3 Prøveudtagning	6
2.4 Analysemetoder	8
3. VANDKEMISKE OG FYSISKE MÅLINGER I TILLØB OG AFLØB	12
3.1 Måleprogram	12
3.2 Prøvetagningsfrekvens	13
3.2.1 I afløbet	13
3.2.2 I tilløbet	14
3.3 Prøveudtagning	14
3.4 Analysemetoder	15
4. PLANTEPLANKTON	16
4.1 Måleprogram	16
4.2 Prøvetagningsfrekvens	16
4.3 Prøveudtagning	16
4.4 Analysemetoder	18
5. DYREPLANKTON	19
5.1 Måleprogram	19
5.2 Prøvetagningsfrekvens	19
5.3 Prøveudtagning	19
5.4 Analysemetoder	21
6. FISK	22
6.1 Måleprogram	22
6.2 Prøvetagningsfrekvens	22
6.3 Elektrofiskeri, garnsætning og mærkning	22
6.4 Målinger	23
7. SEDIMENTKEMI	24
7.1 Måleprogram	24
7.2 Prøvetagningsfrekvens	24
7.3 Prøveudtagning	25
7.4 Analysemetoder	25
8. REFERENCES	27

1. INDLEDNING

I forbindelse med vedtagelsen af Vandmiljøplanen blev det vedtaget at iværksætte et overvågningsprogram bl.a. omfattende søer. I alt omfatter søovervågningen 37 søer, fordelt nogenlunde ligeligt ud over landet på forskellige søtyper med forskellig belastningsgrad og -type. Søovervågningsprogrammets overordnede formål er at vurdere udviklingen i disse søer og dermed effekten af Vandmiljøplanen.

Samspillet mellem tilførslen af næringsstoffer til og næringsstofkoncentrationen i søen samt den deraf følgende biologiske respons er meget komplekst. Det kan derfor være vanskeligt at vurdere udviklingstendenser i søernes miljøtilstand inden for en kortere årrække ud fra en tidsserie af få variable, som for eksempel næringsstoffer i søvandet. Der er derfor valgt en strategi, hvor forholdsvis få søer hvert år undersøges med et intensivt måleprogram, indeholdende mange variable og en høj pig prøvetagningsfrekvens. Udover de beskrevne undersøgelser områder kan måleprogrammet i den enkelt sø suppleres, eksempelvis ved undersøgelse af bundfaunaen eller underandsvegetationens udbredelse.

For at opnå det bedst mulige vurderingsgrundlag, er det vigtigt, at datamaterialet, som indsamles, kommer til at omfatte de væsentligste variable, indsamlet på en sådan måde og med en sådan frekvens, at materialet kommer til at afspejle en evt. udvikling. Samtidigt er det vigtigt, at datamaterialet bliver så sammenligneligt som muligt, så den statistiske og tværgående behandling får det bedst mulige grundlag.

Formålet med denne anvisning er således at anviser en række prøvetagnings- og analysemetoder inden for de områder, som omfattes af Overvågningsprogrammet for søer. Indholdet er forfattet af Overvågningsprogrammet og holdt kortfattet for at gøre anvendelsen mere anvendelsesorienteret. For flere delområders vedkomende foreligger der desuden en mere detaljeret beskrivelse, som der henvises til. I disse tilfælde er undersøgelsesprogrammet derfor kun skitseret.

Anvisningen omfatter prøvetagning og analysemetoder inden for områderne vandkemi (afsnit 2 og 3), plankton og fisk (afsnit 4-6) og sedimentkemi (afsnit 7). Det har ikke været hensigten at gå i detaljer mht. metode- og resultatvurdering.

I tabel 1 er der givet en generel oversigt over prøvetagningsprogrammet i overvågningssøerne inden for de enkelte undersørgelsesområder.

Tabel 1: Oversigt over prøvetagningsprogrammet i søer.

område	frekvens x pr. år	stationer pr. bassin*	antal dybder** epilimnion hypolimnion	prøver i alt
kemi, sø	19	1	2-flere	2-5
kemi, tilløb	12-26	-	-	1
kemi, afløb	19	-	-	1
planteplankton	19	1	2-flere	2-flere
dyreplankton	19	3 (pulses)	2-flere	1
fisk	1/5	-	-	-
sediment	1/5	3	7	21

*) Hvis søen er opdelt i bassiner, der adskiller sig væsentligt morfologisk eller belastningsmæssigt, etableres der målestationer i hvert bassin.
**) Fra søer med springlag puljes delprøverne fra henholdsvis epilimnion og hypolimnion til to separate prøver.

2. VANDKEMISKE OG FYSISKE MÅLINGER I SØEN

2.1 Måleprogram

Undersøgelserne har til formål at beskrive sæsonvariationen af en række kemiske og fysiske variable i søvandet. Nogle variable måles direkte i feltet, mens andre måles i laboratoriet på en vandprøve. Til laboratorieanalyse udtages en vandprøve fra overfladelaget (epilimnion), og hvis vandmassen er temperaturlagdelt udtages der også prøver fra bundlaget (hypolimnion).

Feltmålinger omfatter vejrforhold, vandstand, sigtgybde, vandtemperatur, iltkoncentration/mætning og pH. Laboratoriemålinger omfatter diverse kemiske variable fra henholdsvis epilimnion og hypolimnion, som angivet i tabel 2.

Tabel 2: Laboratorieanalyser, søen

epilimnion		hypolimnion	
pH ved 25 °C	X	X*	X*
totalalkalinitet	X	X*	X*
ammonium-kvælstof	X	X*	X*
nitrit+nitrat-kvælstof	X	X	X
totalkvælstof	X	X	X
opløst fosfat-fosfor	X	X	X
totalfosfor	X	X	X
silikat-silicium	X		
suspenderet stof	X		
glødetab af suspenderet stof	X*		
COD partikulært	X		
klorofyl a	X		

* Indgår ikke i det faste analyseprogram for søovervågningen.

2.2 Prøvetagningsfrekvens

Prøver udtages med 14 dages interval i perioden april til december (første prøve midt i april, sidste prøve midt i november). Resten af året udtages prøver 1 gang pr. måned, såfremt forholdene tillader det (se også afsnit 3.2.1). Dvs. i alt 19 prøvetagningsdatoer pr. år.

2.3 Prøvetagning

Feltmålinger og udtagning af vandprøver til laboratorieanalyse sker på een fast station på det dybeste sted i søen (størst vanddybde). I lavandede søer med ringe horisontal dybdeforskel placeres stationen såvidt muligt midt i søen. For at kunne genfinde stationen kan den evt. markeres med bøjle (godk. af freddingsmyndighederne), eller stationens placering kan defineres i forhold til fikspunkter på land. Vanddybden på prøvetagningssstationen registreres hver prøvetagningssdato. Hvis søen er opdelt i bassiner, der adskiller sig væsentlig i morfometrisk eller belastningsmæssig henseende, etableres der en målestation i hvert bassin.

Vandprøver udtages med vandhenter. Der udtages delprøver, som puljes og blandes. Fra ikke-lagedelte søer udtages een blandingsprøve, mens der fra søer med springlag udtages to blandingsprøver. Det registreres hvilke dybder, blandingsprøverne er sammensat af. Ved udtagning af prøver i hypolimnion skal det sikres, at vandhenteren lukker tæt under ophaling. Det anbefales at anvende Rutner eller hjerteklapvandhenter med lukkeanordning til prøvetagning i hypolimnion. Udtagning af prøver tæt ved bunden (<1 m over bunden) foretages kun, hvis det sikres, at der ikke kommer ophvirvlet bundmateriale med.

Afhængig af vanddybde og tilstedeværelse af springlag udtages delprøverne på følgende måde:

I. Prøvetagning fra søer uden springlag

A: Vanddybde < 1,5 meter. 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 meter. Der udtages delprøver fra 0,2 m, sigtdybden og 2 x sigtdybden i det omfang, dybdeforholdene tillader. Hvis sigtdybden er større end 2 m udtages delprøver for hver 2 m (0,2; 2,0; 4,0; 6,0 . . .), såfremt dybdeforholdene tillader.

II. Prøvetagning fra søer med springlag

I søer med springlag (defineret som søer med vandlag, hvor temperaturændringen er større end 1 °C pr. m) udtages der dels en blandingsprøve fra epilimnion og dels en blandingsprøve fra hypolimnion

A: Blandingsprøven fra epilimnion. Der udtages delprøver fra 0,2 m, sigtdybden og 2 x sigtdybden, dog højst til overkanten af springlaget. Hvis sigtdybden er større end 2 m udtages delprøver for hver 2 m (0,2; 2,0; 4,0; 6,0 ...), 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. Udstrækning af hypolimnion defineres som laget fra underkanten af springlaget til søbunden.

Tabel 3: 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

Vandprøverne opbevares i polyethylenflasker, der umiddelbart inden prøvetagningen skylles i søvandet. Under prøvetagningen skal det sikres, at flasken fyldes helt op, så der ikke er luft i flasken, når låget er skruet på. Indtil analyse opbevares vandprøverne mørkt, tildækket og køligt, eksempelvis i kø-

letaske i feltet og i kølerum efter hjemkomst. Mht. opbevarings-
 tidsrum for de enkelte analyser henvises der til Dansk
 Standard. Især bestemmelsen af pH og ammonium bør ske så hurtig
 som muligt, idet store ændringer her er påvist allerede
 efter få dages opbevaring ved 4 °C (Danmarks Miljøundersøgel-
 ser, upubliceret).

2.4 Analysemetoder

Feltmålinger

Vejrforholdene på prøvetagningsstedspunktet registreres (skøn-
 nede værdier): skydække, vindhastighed (-styrke), og -retning,
 nedbør samt evt. isfykkelser.

Sigt dybde måles med en hvid Secchiske fra badens skyggeside.
 Sigtdybden angives til nærmeste hele eller halve decimeter.

Vandstanden måles på et eller flere vandstandsbrædder i søen.

Temperatur: Vandets og luftens temperatur måles i feltet med
 en kalibreret termistor eller med et kviksølvtermometer. Der
 bør tilstræbes en målenøjagtighed på mindst $\pm 0,2$ °C. Vandtem-
 peraturen måles i dybdeprofil for hver meter (start: 0,2 m).

Iltkoncentration eller -mætning: Iltkoncentrationen i feltet
 måles med en elektrometrisk iltelektrode med en nøjagtighed på
 mindst $\pm 0,1$ mg O₂ l⁻¹. Målingen udføres for hver anden meter i
 epilimnion og for hver meter i meta- og hypolimnion.

pH: Dybdeprofilen af pH kan i feltet måles med et felt-pH-me-
 ter.

Laboratorieanalyser

Generelt anbefales det at anvende metoder fra Dansk Standard
 (DS). I nogle tilfælde, f.eks. ved nitratanalyse, kan det være
 fordelagtigt at anvende automatiserede modifikationer af den
 manuelle standardmetode. Enkelte af DS-metoderne har ved ana-

lyse af ferskvand vist sig at give anledning til problemer. I nedensstående er der nævnt nogle af disse, samtidig med at der er givet forslag til, hvordan de kan løses. En yderligere beskrivelse af modifikationerne til metoderne findes i Rebsdorf m.fl. (1988). For at sikre et landsdækkende ensartet datamateriale er det vigtigt, at de anbefalede analysemetoder følges. På analyseblanketter og ved indberetning af data på edb-medie skal den anvendte analysemetode angives.

Ved ankomst/indlevering til laboratorium og forud for de følgende analyser filtreres en del af vandprøven gennem et glasfibrerfilter med en porøsitetsrelse på 1-2 µm, f.eks. Whatman GF/C.

pH måles i laboratoriet 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.

Totalalkaliniteten bestemmes i reglen efter DS 253. Såfremt alkaliniteten er lavere end 0,1 mmol l⁻¹ (meq l⁻¹), er det mere nøjagtigt at anvende Gran's titreringsmetode. Denne metode er nærmere beskrevet i Rebsdorf m.fl. (1988). Såfremt søen er sur (pH < 5,5), anvendes ligeledes ovennævnte Gran's titrering. Herved fås et ca. mål for koncentrationen af stærk syre (aciditeten). Måleresultaterne opgives i mmol l⁻¹ (meq l⁻¹).

Ammonium-kvælstof måles efter DS 224 (indofenolblåmetoden) på filtreret prøve. Analyseresultatet opgives i mg N l⁻¹.

Nitrit+nitrat-kvælstof måles efter DS 223 på filtreret prøve, idet nitraten reduceres til nitrit, som derefter måles spektrofotometrisk. Såfremt der benyttes automatiske modifikationer, skal analyselaboratoriet ved intern kvalitetskontrol sikre, at der opnås mindst samme analysekvalitet (nøjagtighed), som DS-metoden foreskriver. Analyseresultatet opgives i mg N l⁻¹.

Totalkvælstof måles efter oxidation til nitrat med kaliumper-
sulfat (DS 221) på ufiltreret prøve. For prøver med stort ind-
hold af organisk stof kan metoden give for lave værdier. Såle-
des har Danmarks Miljøundersøgelser, afd. for Ferskvandsøkolo-
gi i søvand med et meget stort algeindhold (COD ca. 80 mg l⁻¹)
i enkelte tilfælde fundet et kvælstofindhold, der var 30-40%
for lavt. Problemet kan løses ved at anvende den foreslåede
metode i Rebsdorf m.fl. (1988). Analyseresultatet opgives i mg
N l⁻¹.

Opløst fosfat-fosfor måles efter DS 291 på filtreret prøve.
Selv om DS 291 foreskriver membranfiltrering (0,45 µm), anbe-
fales det at anvende glasfibrerfiltrer med en porøsitetsrelse på
1-2 µm, f.eks. GF/C, bl.a. fordi algeholdige prøver kan være
meget vanskelige at filtrere gennem membranfiltrer. Analyseres-
ultatet opgives i mg P l⁻¹.

Totalfosfor måles efter DS 292 på ufiltreret prøve. Analyseres-
ultatet opgives i mg P l⁻¹.

Silikat-silicium: Bestemmelse af opløst reaktivt silicium for-
retages efter metoden i Rebsdorf m.fl. (1988). Analyseresulta-
tet angives i mg Si l⁻¹. Da visse laboratorier anvender enhæ-
den mg SiO₂ l⁻¹, bør disse ændres til Si (1 mg SiO₂ = 0.4674
mg Si)

Suspenderet stof og evt. glødetab af suspenderet stof måles
efter DS 207. Der kan evt. 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.

Partikulært organisk stof måles som partikulært COD med kali-
umdikromat. Analyselaboratorierne bør gøres opmærksom på, at
DS-metoden, DS 217, i umodificeret form ikke er velegnet til
prøver, hvor man ønsker at bestemme værdier på under 50 mg O₂
l⁻¹ med standardafvigelse væsentligt mindre end 5 mg O₂ l⁻¹.
Danmarks Miljøundersøgelser, afdelingen for Ferskvandsøkologi
har gode erfaringer med en modificeret metode, og det anbefa-
les at anvende denne metode (Rebsdorf m.fl. 1988). Analyseres-
ultatet opgives i mg O₂ l⁻¹. Partikulært organisk stof kan

evt. også måles som TOC (Rebsdorf m.fl. 1988).

Klorofyll a måles efter DS 2201. Analyseresultatet opgives i mg klorofyll a l⁻¹.

3. VANDKEMISKE OG FYSISKE MÅLINGER I TILLØB OG AFLØB

3.1 Måleprogram

Undersøgelsens formål er at beskrive stoffransporten til og fra søen. Dette sker ud fra punktmålinger af kemiske og fysiske variable samt kontinueret måling af vandføringen i tilløb og afløb fra søen. Enkelte variable måles direkte i felten. De øvrige måles i laboratoriet på en vandprøve.

Feltmålingerne omfatter vejrforhold, vandtemperatur og vandføring. I laboratoriet analyseres for variable, som angivet i tabel 4.

Tabel 4: Laboratorieanalyser, tilløb/afløb

Afløb/tilløb	
ph ved 25 °C	X
totalkvælstof	X
opløst fosfat-fosfor	X
totalfosfor	X
silikat-silicium	X *
totaljern	X **
calcium	X **

* Såfremt en silikat-balance på søen ikke skønnes nødvendig for vurdering af planteplanktonets udvikling, kan silikatmålinger i tilløb og afløb udelades.

** Jern- og calciummålinger kan udelades, såfremt massebalancer for de to stoffer ikke skønnes at have væsentlig betydning for fosfortilbageholdelsen i søen.

Målinger af silikat, jern og calcium foretages det første år, og herefter vurderes det ud fra massebalancen, om målingerne kan udelades.

3.2 Prøvetagningsfrekvens

Vandføringen måles kontinuert med vandstandsskriver 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 vingemålinger af vandføringen i forbindelse med prøvetagning i tilløb og afløb, da det specielt er store og små vandføringer, som bestemmes dårligst ud fra Q-H sammenhænge.

Derudover kan vandføringen måles manuelt med vinge 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 absolute nøjagtighed på opførelsen af stoftransporten fra de enkelte tilløb. Det anbefales, at der inden for det første år foretages 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 vandstandsskriver, og om stoftransporten fra oplandet er opgjort med den forventede nøjagtighed.

3.2.1 I afløbet

Vandprøver i afløbet udtages med samme prøvetagningsfrekvens som i søen. Dvs. der udtages prøver med 14 dages interval fra 1. april og til 1. december, herefter een gang pr. måned frem til 1. april. I alt 19 prøvetagningsdatoer pr. år. Såfremt risable med totalalkalinitet, ammonium-kvælstof, nitratt+nitratkvælstof, suspenderet stof, partikulært COD og klorofyl a.

3.2.2 I tilløb

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.

Prøvetagningsfrekvensen fastlægges ud fra en rangordning og summering af et gennemsnitsårs daglige middelfaststrømningsværdier. Derefter opgøres det, hvor stor en del af den totale vandmængde, som afstrømmer i de 25% med højeste afstrømningsværdier (4. kvartil). I øvrigt kan der henvises til Kronvang og Bruhn (1990) vedrørende prøvetagning.

Prøvetagningsfrekvensen fastlægges på følgende måde:

- hvis mindre end 30% af årets vandmængde afstrømmer i 4. kvartil, udtages 12 årlige prøver fordelt med en månedlig prøvetagning

- hvis 30-40% af årets vandmængde afstrømmer i 4. kvartil, udtages 18 prøver pr. år, fordelt med en månedlig prøvetagning i perioden maj-oktober og to prøvetagninger pr. måned i perioden november-april

- hvis mere end 40-60% af årets vandmængde afstrømmer i 4. kvartil, udtages 26 prøver pr. år med en prøvetagning hver 14. dag.

3.3 Prøvetagning

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

udtagning af vandprøver sker med polyethylenflasker, som umiddelbart inden prøvetagningen skylles i vandløbsvand. Flasken holdes i strømmenden, 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. Indtil analyse opbevares vandprøverne mørkt, tildækket og køligt, eksempelvis i køletaske i fælden og i kølerum efter hjemkomst.

3.4 Analysemetoder

Feltmålinger

Vejrforhold: Vejrforholdene registreres efter samme princip som nævnt under afsnit 2.4.

Temperatur: Vands og luftens temperatur måles i fælden med en kalibreret termistor eller med et kviksølvtermometer. Der bør tilstræbes en målenøjagtighed på mindst $\pm 0,2$ °C.

Vandføring: For metodik vedrørende vandføringsmålinger henvises til rapporten fra Fagdatacenter for Hydrometriske Data (Hedesselskabets Hydrometriske Undersøgelser, 1990).

Laboratorieanalyser

Generelt anbefales det at anvende metoder fra Dansk Standard (DS). Disse metoder og modifikationer heraf er omtalt i afsnit 2.4. Analyseres der for totaljern og totalcalcium gælder følgende:

Totaljern: Bestemmelse af totaljern foretages efter metoden i Rebsdorf m.fl. (1988) eller ved atomabsorptionspektrofotometri (DS 263). Analyseresultatet opgives i mg Fe l^{-1} .

Calcium måles efter DS 248 eller ved atomabsorptionspektrofotometri (DS 259). Analyseresultatet opgives i mg Ca l^{-1} .

4. PLANTEPLANKTON

4.1 Måleprogram

Undersøgelserne omfatter en beskrivelse af sæsonvariationen i forekomsten af planteplankton, bestemt til slægtsniveau, og hvor det er muligt også artsniveau. Herunder foretages der en bestemmelse af antal og volumen af de kvantitativt vigtige slægter/arter i et sådant omfang, at volumen af de opmålte slægter/arter udgør mindst 90% af det totale planteplanktonvolumen.

I Olrik (1990) er der givet en detaljeret beskrivelse af metoder vedrørende planteplanktonbedømmelse.

4.2 Prøvetagningsfrekvens

Der udtages prøver med samme frekvens, som vandprøver til kemianalyserne, dvs. med 14 dages interval fra 1. april (eller når isen smelter) til 1. december, og herefter een gang pr. måned frem til 1. april, hvis ellers forholdene tillader det. Dvs. i alt 19 prøver pr. år.

4.3 Prøveudtagning

Prøverne udtages på samme station, som til kemiprøver, dvs. på det dybeste sted i søen. Hvis søen er opdelt i bassiner, som adskiller sig væsentligt i morfometrisk eller belastningsmæssig henseende, etableres der en prøvetagningsstation i hvert bassin.

Delprøverne til den kvantitative planteplanktonbestemmelse udtages med vandhenter og puljes. Der udtages normalt kun een blandingsprøve, men hvis lyszonen i lagdelte søer strækker sig ned under springlaget, udtages der også en blandingsprøve fra hypolimnion. Af blandingsprøven fra de forskellige dybder (se næste afsnit) udtages 200-300 ml, som hældes på klar glasflaske med tætsluttende låg. Prøverne fikseres i sur lugol til de

er cognactarvede (0,5-1 ml pr. 100 ml prøve, hvis standardopløsninger anvendes).

Blandingsprøverne udtages efter følgende princip (efter Olrik 1990), idet der tages højde for vanddybde, lyszone og springtogsdannelse:

I. Prøvetagning fra søer uden springlag

A: Vanddybde mindre end 1,5 meter. I sådanne søer er lyszonen (defineres som zonen fra overfladen ned til 2 x sigtdybden) ofte meget snæver, og overgangen mellem vand og sediment er dårligt defineret. Der tages derfor delprøver fra den overste meter (0,2 m + 1 m), uanset sigtdybde. Den nederste halve meter bør undgås af hensyn til ophvirvlet sediment. Delprøverne blandes.

B: Vanddybde større end 1,5 meter. Såfremt dybdeforholdene sigtdybden, dog mindst delprøver fra hver 2. meter. Delprøverne blandes.

II. Prøvetagning fra søer med springlag

A: Lyszonen beliggende over hypolimnion. Såfremt dybdeforholdene sigtdybden, dog mindst fra hver 2. meter inden for lyszonen. Delprøverne blandes.

B: Lyszonen strækker sig ned i hypolimnion. Der udtages to blandingsprøver. En blandingsprøve bestående af delprøver fra epilimnion/metalimnion fra ækvivalente dybder (dog mindst fra hver 2. meter). Den anden blandingsprøve sammen sættes af ækvivalente delprøver fra den del af hypolimnion, som lyszonen når ned i (2 x sigtdybden), dog mindst fra hver 2. meter. Hvis ressourcerne tillader, kan der med fordel tages en blandingsprøve alene fra springlaget, således at man opnår en biomassebestemmelse fra både epi-, meta- og hypolimnion.

I Olrik (1990) er der givet en detaljeret gennemgang af, hvordan prøverne bearbejdes. Dette emne vil derfor ikke blive behandlet i denne anvisning.

4.4 Analysemetoder

Prøverne skal opbevares mørkt og køligt. Efterfiksering med lugol er nødvendig, hvis prøverne opbevares i mere end et år. Ud over prøver til den kvantitative fyttoplanktonbestemmelse kan der udtages netprøver til kvalitativ bestemmelse af ikke så hyppigt forekommende slægter/arter. Der foretages et træk både i lodret og vandret retning med et planktonnet med en masketvidde på 20 µm. Prøven fortyndes eventuelt, inden den påføres en separat flaske, og prøven fikseres som beskrevet ovenfor. Det kan være en god ide også at tage en ikke-fikseret netprøve med hjem, så det er muligt at se på levende prøver. Prøverne skal opbevares mørkt og køligt. Efterfiksering med lugol er nødvendig, hvis prøverne opbevares i mere end et år.

5. DYREPLANKTON

5.1 Måleprogram

Undersøgelserne omfatter en beskrivelse af sæsonvariationen i forekomsten af dyreplankton bestemt til gruppe, og hvor det er muligt også slægt og art. Derudover foretages der bestemmelse af antal og biomasse af de kvantitativt vigtigste organismer i et sådant omfang, at den opgjorte biomasse udgør mindst 90% af den totale dyreplanktonbiomasse.

I den tekniske anvisning vedrørende metoder til dyreplanktonbedømmelse (Hansen m.fl. 1990) er der givet en detaljeret beskrivelse af metoder til indsamling og bearbejdning af dyreplanktonprøver. I denne anvisning er disse metoder derfor kun skitseret.

5.2 Prøvetagningsfrekvens

Der udtages prøver med samme frekvens som til vandkemi og planteplanktonprøver, dvs. med 14 dages interval fra 1. april (eller når isen smelter) til 1. december, og herefter een gang pr. måned frem til 1. april, hvis ellers forholdene tillader det. Der udtages i alt 19 prøver.

5.3 Prøveudtagning

Delprøver udtages med hjerteklapvandhenter med et volumen på mindst 3 liter på tre stationer i søen. 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. De tre stationer placeres med stor indbyrdes afstand og nogenlunde midt i prøvetfeltet.

Hvis søen er opdelt i bassiner, som adskiller sig væsentligt i morfometrisk eller belastningsmæssig henseende, etableres der tre målestationer i hvert bassin. På hver station udtages der delprøver fra søverfladen til bunden med ækvivalent afstand,

Tabel 5: Prøvetagning af dyrepianktion, Antal delprøver og dybde

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

• Første prøve udtages altid i 0,2 m's dybde og sidste prøve 0,5 m over søbunden.

Vandprøverne fra de tre stationer og alle dybder puljes, og der udtages herfter - under kraftig omrøring - en prøvemængde til filtrering og en prøvemængde til sedimentation. Ved dybe søer med mange prøvetagningsdybder kan det af praktiske grunde være nødvendigt først at pulje prøverne for de enkelte stationer.

Prøvemængden, der udtages, afhænger af tætheden af dyreplankton, således at der i "nærliggende" søer udtages 4,5 l til filtrering og 0,9 l til sedimentation, mens der i "fjernliggende" søer udtages 9 l til filtrering og 1,8 l til sedimentation. Grænsen mellem nærliggende og fjernliggende søer sættes her som søer, hvor overfladevandet som gennemsnit for perioden 1. maj - 1. oktober har en total-fosforkoncentration på 40 µg pr. l.

Prøverne til filtrering filtreres i felten gennem et 90 μ m filter, og filtratet overføres til klare 100 ml glasflasker med tætsluttende skrue låg. Der tilsættes lugol, til de er cogenacfarvede. Det kan være nødvendigt at efterfiksere dagen efter prøvetagningen. De fikserede prøver opbevares mørkt og efterfikseres med lugol efter behov (ca. 1 gang pr. år).

i lugol som beskrevet ovenfor. I laboratoriet hældes prøven op i et smalt glasrør og stilles til sedimentation i 48 timer. Herefter dekanteres hovedparten af vandet fra, og resten, som inkluderer bundfaldet, påføres en klar 100 ml prøveflaske med tætsluttende skruelåg og fikseres i lugol påny som beskrevet ovenfor.

Foruden de kvantitative prøver kan der med fordel udtages netprøver til kvalitativ bestemmelse af ikke så hyppigt forekommende slægter/arter. Såfremt ressourcerne tillader, kan man desuden undlade at pulje delprøverne, så det er muligt f.eks. at beskrive den horisontale variation i dyreplanktonet. Det må dog understreges, at det af hensyn til resultatvurderingen er meget bedre at oparbejde een puljet prøve fra hver af tre prøvetagningsdatoer end tre prøver fra kun een prøvetagningsdag.

5.4 Analysemetode

I Hansen m.fl. (1990) er der givet en detaljeret gennemgang af, hvordan prøverne bearbejdes. Dette emne behandles derfor ikke i denne anvisning.

6.1 Måleprogram

En detaljeret beskrivelse af prøvetagningsprogram og metodik er givet i Mortensen m.fl. (1990). I denne anvistning er undersøgelsen derfor kun skitseret.

Fiskeundersøgelsen har til formål at give en oversigt over fiskebestandsætningen i søen. Der kan vælges mellem et normalprogram, som beskriver artsammensætning, størrelsesfordeling og relativ hyppighed, eller et udvidet program, som også vurderer bestandstørrelse, biomasse, alder og vækst af de forskellige arter. Afhængig af størrelse og dybdeforhold inddeles søen i et antal sektioner. Normalprogrammet for undersøgelsen er standardiseret dels i form af fiskeri med gællenet af forskellig størrelse (biologiske oversigtsgarn) og dels ved elektrifiskeri langs bredden i hver sektion.

6.2 Prøvetagningsfrikvens

Fiskeundersøgelsen gennemføres mindst hvert 5. år. Af hensyn til vurderingen af udviklingstendenser i overvågningsøer anbefales det, at undersøgelsen gennemføres så hurtigt som muligt efter overvågningsprogrammets start. Normalprogrammet gennemføres i perioden 15. august til 15. september, mens det udvidede program desuden omfatter en undersøgelsesperiode i forsommeren.

6.3 Elektrifiskeri, garnsætning og mærkning

Under normalprogrammet elektrifiskes der i en eller to zoner à 300 m langs bredden i hver sektion. De biologiske oversigtsgarn sættes i et bestemt antal og med en bestemt placering. Garnene sættes sidst på eftermiddagen og tages op næste morgen.

I det udvidede program mærkes der i en forårs- eller sommerperiode i løbet af ca. en uge et så stort antal fisk som muligt. Fiskeriet bør ske med redskaber, der skåner fiskene og dermed sikrer, at de mærkede fisk efter gennudsætning ikke har højere dødelighed end ikke-mærkede fisk. Under august-september fiskeriet sættes et antal garn som under normalprogrammet, og mærkede fisk registreres.

6.4 Målinger

Under normalprogrammet holdes fangsten ved elektrofiskeri og garn adskilte, og der registreres et antal variable, som ikke beskrives nærmere her. I det udvidede program foretages endvidere en række målinger i laboratoriet til alders- og vækstbestemmelse.

7. SEDIMENTKEMI

7.1. Måleprogram

Undersøgelsen omfatter en beskrivelse af horisontale og vertikale variationer i sedimentets indhold af næringsstoffer (kulstof, kvælstof og fosfor) og af stoffer vigtige for næringsstofudvekslingen mellem sediment og vand (jern og kalcium). For fosfors vedkommende foretages en kemisk fraktionering til bestemmelse af forskellige bindingstyper.

Sedimentprøverne analyseres for følgende variable:

- tørvægt (% tørvægt af vådvægt)
- organisk stof (% glødetab af tørvægt)
- jern (mg Fe pr. g tørstof)
- kalcium (mg Ca pr. g tørstof)
- totalkvælstof (mg tot-N pr. g tørstof)
- totalfosfor (mg tot-P pr. g tørstof)
- let adsorberet fosfor/ NH_4Cl ekstraherbart fosfor (mg ADS-P pr. g tørstof),
- Fe+Al-fosfor/NaOH ekstraherbart fosfor (mg Fe-P pr. g tørstof)
- Ca+Mg-fosfor/HCl ekstraherbart fosfor (mg Ca-P pr. g tørstof)
- organisk fosfor/residual fosfor (mg Org-P/Res-P pr. g tørstof)

7.2 Prøvetagningsfrekvens

Sedimentkarakteristikken gennemføres hvert 5. år. Da beskrivelsen af sedimentets sammensætning skal bruges til vurdering af udviklingen i sedimentets næringsstofindhold i overvågningsseerne, anbefales det, at den første sedimentkarakteristik foretages så tidligt som muligt efter starten af overvågningsprogrammet.

Sedimentsøjler udtages i november.

7.3 Prøvetagning

Tre sedimentsøjler udtages på hver af de tre stationer, hvor der også udtages dyrepianktonprøver (se afsnit 4.3), dvs. i alt 9 søjler. Stationsplaceringen bør kunne genfindes, så lokale variationer så vidt muligt ikke slører udviklingstendenser ved prøvetagningen 5 år senere. Sedimentsøjlerne udtages så de er mindst 70 cm lange. I nogle søer med hårde sedimentlag af sand eller ler kan det dog være vanskeligt at opnå så lange sedimentsøjler.

Sedimentsøjlerne udtages med en Kajak-bundhenter eller evt. en modificeret Kajak-bundhenter (stempel-prøvetager monteret på fast stang). I dybe søer anvendes blybelastet Kajak-bundhenter eller dykker. Det er vigtigt, at sedimentsøjlerne udtages på samme måde, og således at sedimentoverfladen forstyrres så lidt som muligt, og således at sedimentsøjlen ikke sammenpresses under prøvetagningen og ødelægger dybdeprofilen.

Sedimentsøjlerne opskæres i laboratoriet i følgende dybdeintervaller: 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm og 50-70 cm. Sedimentsøjler med en meget markant visuel lagdeling, dannet f.eks. af sandlag, kan i stedet opskæres, så næringssstofindholdet bestemmes i dybdeintervaller svarende til denne lagdeling. Selve opskæringen sker lettest ved at fjerne bundproppen og med et stempel presse sedimentet op til rørets øvre kant. Det kan være en god ide at udtage mere end tre søjler fra hver station, så der er en ekstra, hvis opskæringen går galt. Sedimentet fra de samme dybdeintervaller fra de tre søjler på samme station puljes og analyseres som een prøve for ovennævnte variable. Dvs. der foretages altså i alt 21 sedimentsøjler pr. sø. Før analyse omrøres/homogeniseres sedimentprøven grundigt.

7.4 Analysemetoder

Sedimentanalyserne udføres som beskrevet i Rebsdorf m.fl. (1988) eller efter metoderne angivet i Dansk Standard (DS). I det følgende er de anvendte metoder derfor kun skitseret.

Tørvegt bestemmes efter DS 204 ved tørring af vådsediment ved 105 °C til konstant vægt (24 timer).

Glødetab bestemmes efter DS 204 ved glødning af tørret sediment ved 550 °C i mindst 2 timer.

Totaljern bestemmes på glødet sediment ved kogning i 10% HCl og derefter spektrofotometrisk ved bipyridyl-kompleks-dannelse. Totaljern kan også bestemmes ved atomabsorptionspektrofotometri (DS 263).

Totalkalций bestemmes ved atomabsorptionspektrofotometri (DS 259)

Totalkvælstof bestemmes efter DS 242 ved Kjeldal-metoden

Totalfosfor bestemmes på glødet sediment ved kogning i 10% HCl og derefter efter DS 291.

Fosforfraktionerne ADS-P, Fe-P, Ca-P og Org-P bestemmes ved en successivt fraktionering med forskellige ekstraktionsmidler:

ADS-P bestemmes efter ekstraktion med 1,0 M NH_4Cl ,

Fe-P bestemmes efter ekstraktion med 0,1 M NaOH,

Ca-P bestemmes efter ekstraktion med 0,5 M HCl,

Org-P bestemmes ved glødning af sedimentresten fra de tre foregående ekstraktioner efterfulgt af en totalfosfor-bestemmelse. Alternativt kan den organiske fraktion estimeres som differencen mellem totalfosfor og summen af ADS-P, Fe-P og Ca-P. Denne fraktion betegnes **Res-P** (residual/rest fosfor).

8. REFERENCER

- Hansen A., E. Jeppesen, S. Bosselmann og P. Andersen, 1990: Zooplanktonbedømmelse i søer, metoder. Teknisk anvisning, Danmarks Miljøundersøgelser.
- Hedelskabets Hydrometriske Undersøgelser, 1990: Usikkerhed på bearbejdning af data fra vandføringsstationer, Fagdatacenter for Hydrometriske Data, rapport fra Hedelskabets Hydrometriske Undersøgelser.
- Kronvang, B. og A. Bruhn, 1990: Metoder til bestemmelse af stoftransport i vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser, 22 sider + appendiks.
- Mortensen, E., H. J. Jensen og J. P. Müller, 1990: Retningslinjer for standardiserede fiskeundersøgelser i søer og en beskrivelse af redskaber og metoder. Teknisk anvisning, Danmarks Miljøundersøgelser og Fiskekologisk Laboratorium.
- Olrik K., 1990: Phytoplanktonbedømmelse, del 1, metoder. Miljøstyrelsen.
- Rebsdorf Aa., M. Søndergaard og N. Thyssen, 1988: Vand- og sedimentanalyser i ferskvand. Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium, 60 sider.

Overvågningsprogram Fiske- undersøgelser i søer

Undersøglesprogram,
fiskeredskaber og metoder

Teknisk anvisning fra DMU, nr. 3

Erik Mortensen
Danmarks Miljøundersøgelser
Afd. for Ferskvandsøkologi

Helle Jerl Jensen
Fiskeøkologisk Laboratorium

Jens Peter Müller
Fiskeøkologisk Laboratorium

Morten Timmermann
Fiskeøkologisk Laboratorium

Miljøministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøstyrelsen
November 1990

Forord	2
1. Baggrund og formål	3
2. Program til fiskeundersøgelser i søer	4
2.1. Fiskeundersøgelsesprogrammer	4
2.1.1. Normalprogram	4
2.1.2. Udvidet program	18
3. Fiskeredskaber og metoder	25
3.1. Ruser	25
3.2. Bundgarn	28
3.3. Garn (gællenet)	30
3.4. Vod	34
3.5. Elektrofiskeri	37
4. Fiskeundersøgelser og metoder	39
4.1. Artsfordeling	40
4.2. Størrelsesfordeling	41
4.3. Alder og vækst	42
4.4. Bestandstørrelse	46
4.5. Fødeundersøgelser	48
5. Håndtering af fisk	51
5.1. Opbevaring af fisk	51
5.2. Registrering	51
5.3. Prøver af skæl og øresten	53
5.4. Mærkning af fisk	54
6. Litteratur	55
Appendiks I	57
Danmarks Miljøundersøgelser	59
Datablad	60

Dette hæfte er ment som en hjælp til at planlægge og udføre fiskeundersøgelser i søer. Der gøres specielt rede for de fiskeundersøgelser, der bør udføres som led i Vandmiljøplanens overvågningsprogram.

Da mange ikke er bekendt med brugen af de forskellige redskaber, er der gjort rede for brugen af de mest almindelige redskaber og deres fordele og begrænsninger. De mest anvendte fiskebiologiske metoder og tolkningen af resultaterne er også beskrevet.

Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsøkologi, Silkeborg, modtager gerne kommentarer og forslag til forbedring af de foreslåede anvísninger.

1. BAGGRUND OG FORMÅL

I vore søer har der været udført fiskeundersøgelser i mange år og med mange formål. Undersøgelserne har derfor fundet sted ved hjælp af meget forskellige metoder og fiskefredskaber. Det har betydning, at de forskellige undersøgelses resultater kan være svære at sammenligne, og det kan i nogen grad begrænse resultaternes værdi. Da amtsskommunerne i samarbejde med Danmarks Miljøundersøgelser og Miljøstyrelsen nu har til opgave at overvåge og kontrollere effekterne af Vandmiljøplanen, er der opstået et behov for standardiserede metoder til at belyse ændringer i ferskvandsmiljøet over flere år.

Formålet med denne tekniske anvendelse er derfor at give de tekniske, der arbejder med undersøgelse af fisk i søer, en viden som kan medvirke til at optimere resultatet af deres undersøgelser. Anvendelsen tager især sigte på den overvågning af fiskebestande i søer, der udføres for at gøre rede for effekterne af Vandmiljøplanen. I to forskellige undersøgelsesprogrammer er der derfor ved standardiseret prøvetagning - hvor der dog er taget højde for de enkelte søers forskellige størrelse og dybdeforhold - lagt vægt på at sikre et datagrundlag, der fremover kan vise ændringer i søernes fiskebestande.

De generelle anvendelser er til gengæld søgt skrevet så bredt dækkende for fiskeundersøgelser i søer, at de vil kunne bruges som udgangspunkt for mange af de undersøgelser, der i øvrigt vil blive udført i vore søer.

Anvendelserne i dette hæfte bygger i meget vid udstrækning på en teknisk rapport til Miljøstyrelsen fra undersøgelsen "Metodeudvikling til fiskeundersøgelser i danske søer" af Jensen, Müller & Timmermann, 1988.

2. PROGRAM TIL FISKEUNDERSGELSER I SØER

2.1. Fiskeundersøgelsesprogrammer

Til brug ved Vandmiljøplanens overvågningsprogram er der udviklet to forskellige undersøgelsesprogrammer:

Normalprogram: Til brug ved almindelig overvågning. Giver kendskab til fiskebestandens artssammensætning, størrelsesfordeling og de enkelte fiskearters relative hyppighed.

Udvidet program: Som giver kendskab til fiskebestandens artssammensætning og de enkelte fiskearters tæthed samt alders- og størrelsesfordeling og vækst hos de vigtigste fiskearter.

2.1.1. Normalprogram

Undersøgelsen foretages i perioden fra 15. august til 15. september og sker med biologiske oversigtsgarn og elektrofiskeri. For at tage højde for søens dybdeforhold og størrelse udregnes et

dybdeindeks, $I(d)$,

$$(1) \quad I(d) = D(2 - D/D_m)$$

hvor D = gennemsnitsdybden i m,
 D_m = maksimumdybden i m og
 $D > I(d) > 2D$

og et arealindeks, $I(a)$,

$$(2) \quad I(a) = A \left(2 - \frac{5}{\sqrt{\pi A}} \frac{O_m}{A} \right)$$

hvor A = søens areal i ha,
 O_m = søens omkreds i km og
 $A > I(a) > 2A$

Ved at anvende tabel 1 finder man nu det program (A-G), antal af garn og det antal sektioner (2-6), der skal anvendes i den enkelte sø (eksempel 1).

Eksempel 1. X'købing sø:

$$D = 6 \text{ m, } D_m = 12 \text{ m, } A = 67 \text{ ha og } O_m = 6 \text{ km}$$

$$I(d) = 6 \left(2 - \frac{6}{12} \right) = 9 \text{ m og}$$

$$I(a) = 67 \left(2 - \sqrt{\frac{67}{22}} \cdot \frac{22}{7} / (5 \cdot 6) \right) = 102 \text{ ha.}$$

Dette betyder, at man skal anvende program F med 54 garn i 6 sek-
tioner.

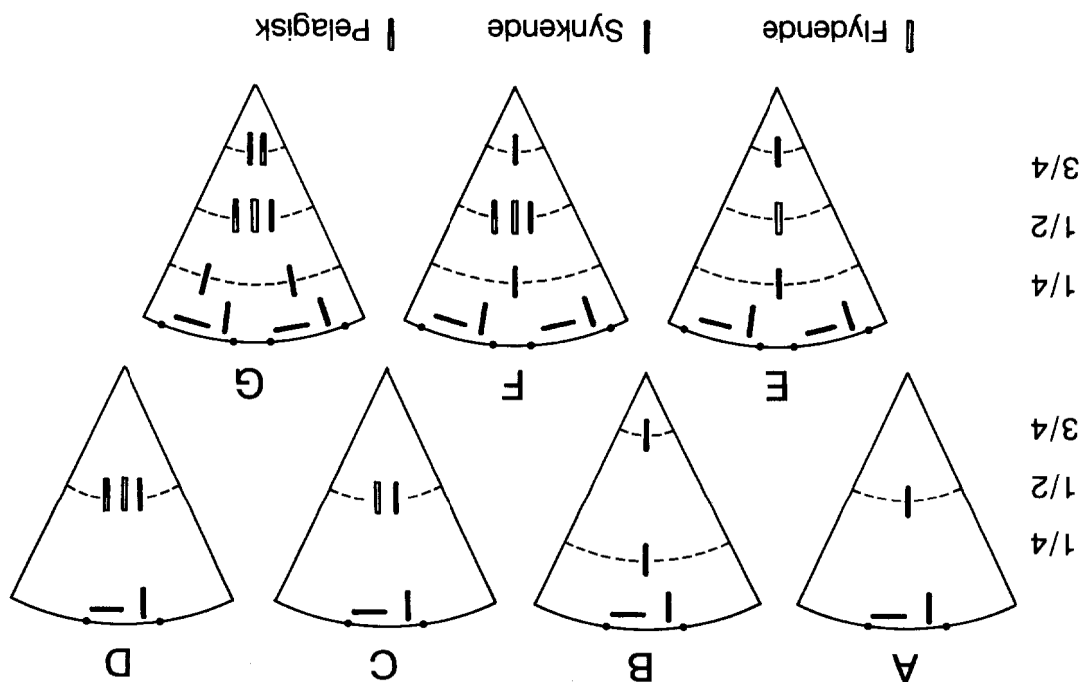
Tabel 1:

Undersøglesprogrammer (A-G inkl.) og antal af sektioner ved
dybdeindeks I(d) og arealindeks I(a) samt antal af garnsætninger,
der skal anvendes ved forskellige undersøgelser i søer.

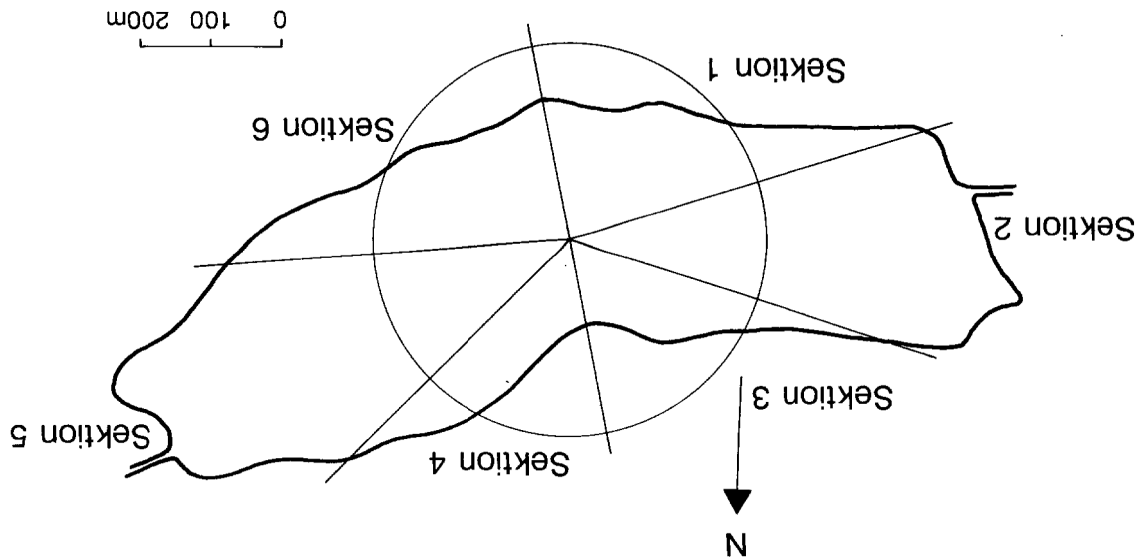
Dybdeindeks I(D)		Arealindeks I(a), (ha)		Antal sektioner					
< 3	< 6	< 10	< 20	< 50	< 100	< 500	> 500		
<1,5	A	A	A	A	A	A	B	Antal net	6
<4	C	C	C	C	C	C	E	Antal net	6
<8	D	D	D	D	D	D	F	Antal net	6
<16	D	D	D	D	D	D	G	Antal net	6
>16	D	D	D	D	D	D	G	Antal net	6

I fig. 1 er der for hvert program vist antal og placering af de
forskellige oversigtsgarn (synkende, flydende og pelagiske), som
skal anvendes i hver sektion.

Opdeling af søen i sektioner kan foretages med en passer på en
kortsnitse. Et passerben placeres i søens midte, og en cirkel teg-
nes. Cirklen opdeles nu i et antal buer, svarende til antallet af
sektioner. Og radierne, der deler sektionerne, forlænges til skæ-
ring med søbredden (fig. 2). Når man deler søen i sektioner, er
det vigtigt at notere sig nogle fælles holddepunkter både på skit-
sen og ude i felten, således at der er overensstemmelse mellem den
skitserede opdeling og den faktiske opdeling (fig. 3).

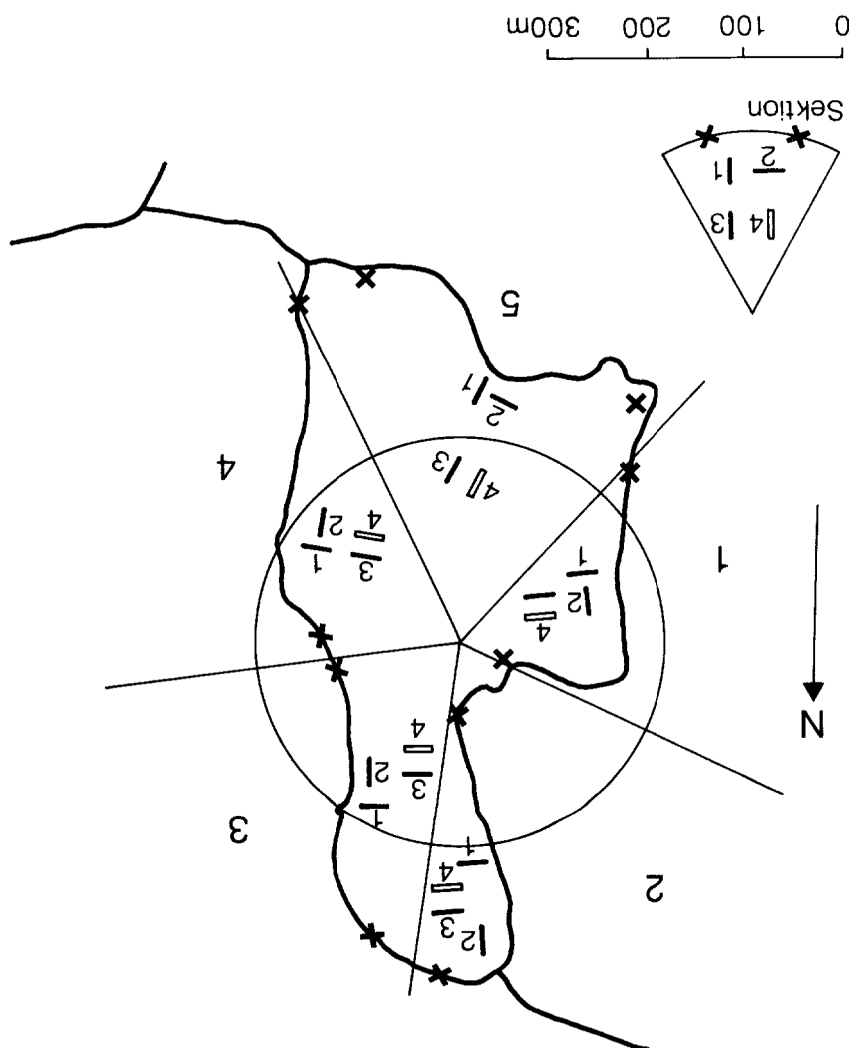


Figur 1. Undersøgesprogrammerne A-G med skitsemæssig placering af flydende, synkende og pelagiske "biologiske oversigtsgarn" i hver sektion. 1/4, 1/2 og 3/4 angiver afstanden fra bredden mod sømidten.



Figur 2. Søbygård sø delt i seksioner ud fra følgende: D=1 m, Dm=2 m, A=42 ha og Om=3,2 km. Det giver undersøgelsesprogram A med 6 seksioner og ialt 18 garn.

Figur 3. Kort over Væng sø til brug ved undersøgelsesprogram C med 5 sektioner og ialt 20 garn. Sektion 1 starter ved bådebro og sektion 2, hvor bredden danner en vinkel på 90 grader. Sektion 3 begynder ved overgang mellem tagør og bund med mange grene. Sektion 4 starter ved lysning i skov, og sektion 5 ved enkeltstående eller træ.



Undersøgelserne skal som nævnt ske i perioden 15. august til 15. september. Arbejdsindsatsen vil, afhængig af fangstens størrelse, være ca. 4 mand i 4 dage (programmerne A-D) eller ca. 4 mand i 8-10 dage (programmerne E-G). Fiskeriet foregår med garn og elektrifisering i alle sektioner og i det omfang, der er fundet i tabel 1. De anvendte oversigtsgarn er af monofil nylon. Hvert garn er 1,5 m dybt, 42 m langt og har 14 enheder à 3 m med forskellige maskeviddere i tilfældig rækkefølge. De 14 maskeviddere, målt fra knude til knude, ses i tabel 2.

Tabel 2:
Rækkefølge af masker og maskevælde fra knude til knude i mm og tråddiameter (mm) til biologiske undersøgelser.

Tråddiameter mm	Maskevælde mm
0,10	6,25
0,10	8,0
0,15	16,5
0,25	75,0
0,18	38,0
0,15	25,0
0,12	12,5
0,18	33,0
0,20	50,0
0,15	22,0
0,20	43,0
0,15	30,0
0,25	60,0
0,12	10,0

Garnene forhandles i Sverige som "biologiske oversigtsgarn hos:

Fårup Specialnet eller Lundgren Fiskefabrik A/B
Kasturpvej 3
Storkyrkobrinken 12
Velling
6950 Ringkøbing
Tlf. 97 32 32 31

Til elektrofiskeri bruges en pulserende jævnstrømsgenerator med tilpas stor effekt (ca. 1000 W eller mere).

I fiskeundersøgelsen skal følgende indgå:

- En 300 m lang bredzone udmåles midt i hver sektion (program A-D), eller to 300 m bredzoner placeres 1/3 og 2/3 inde i sektionerne (program E-G).
- Synkende garn sættes vinkelret på bredden ca. 50 m inde i de udmålte bredzoner og med den mindste maskevælde (6,25 mm) ca. 2 m fra bredden (fig. 1). Synkende garn sættes parallelt med bredden fra ca. 200-250 m inde i de samme bredzoner og i en afstand af omkring 25 m fra bredden (fig. 1). Garnene sættes sidst på eftermiddagen og tages op den næste morgen.

- Synkende, pelagiske og flydende garn sættes i 1/4, 1/2 og/eller 3/4 af afstanden fra bredden mod sømidten og med 6,25 mm maskevidden mod land (fig. 1). De pelagiske garn sættes halvejs mod bunden. I lagdelte søer med tilsmagel i bundvandet sættes de pelagiske garn lige over springlaget. Garnene sættes sidst på eftermiddagen og tages op den næste morgen.
- I hver af de målte bredzoner elektrofiskes der en gang langs med alle 300 m af bredden eller i vegetationsbæltet og lige uden for dette (fig. 3). Elektrofiskeriet vil afhængigt af vegetationen og bundforhold og antallet af fangede fisk vare 30-60 min.

Behandling af fangsten:

Fangsten i de enkelte garn og fangsten ved elektrofiskeri holdes adskilt, og der registreres følgende:

- Sektion og redskab, garn eller elektrofiskeri, og for garn placering og type.
- For hver art måles længden fra snude spids til halekløft (forklængde) til nærmeste lavere halv cm og registreres på et måleskema. Forslag til måleskema er vist i fig. 4.
- Hver art deles i fisk > 10 cm og i fisk \geq 10 cm. Og for hver art bestemmes vægten af de to grupper.
- For hver art måles også 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 vil en nøjagtighed på 1 g dog være tilstrækkelig. Hvis fangsten er stor nok, måles og vejes der 50-100 fisk af hver art. Det skal tilstræbes, at alle størrelser af fisk bliver repræsenteret. Brug nyligt fangede fisk fra elektrofiskeri og friskfangede og ikke beskadigede fisk fra garn.

- Første gang normalprogrammet bruges, tages der også skål og/eller øresten til senere alders- og vækstbestemmelse fra de to dominerende fædelskearter og aborre. Skælprøver tages bedst med en sløv lommekniv, og der skræbes 10-15 skål fra området mellem rygfinne og sidefinne. Hvordan øresten tages ud, er beskrevet på side 53-54. Skællene og ørestene opbevares hver for sig i mellemklædspapir og lægges i små kuverter med angivelse af lokalitet, dato, art og længde fra snude spids til halekløft (forklængde). Skælkuverterne opbevares tørre. Det skal tilstræbes, at der for hver art tages prøver fra indtil 5 fisk inden for hver centimeter (se side 21 og 22 for yderligere oplysninger). Alders- og vækstanalyser ud fra skål og øresten er nærmere beskrevet under det udvalgte program (side 22) og i afsnit 4.3. alder og vækst (side 42-43).

Sø:	Redskab:			Placering:		Type:
Sektion:		Fiskeart:				

$\geq 10\text{cm}$									
29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$< 10\text{cm}$									
49	48	47	46	45	44	43	42	41	40
39	38	37	36	35	34	33	32	31	30

Antal:	Vægt:
Antal:	Vægt:

Figur 4. Forslag til måleskema.

Rapportering:

Fangsten rapporteres på følgende måde:

- Den samlede fangst, fordelt på arter, antal og vægt, vises i tabel 3.

- For de hyppigste arter (den samlede fangst > 20 fisk) vises længdefordelingen af den samlede fangst i garn og med elektrofiskeri med forskellig signatur i et længde-frekvens diagram (fig. 5).

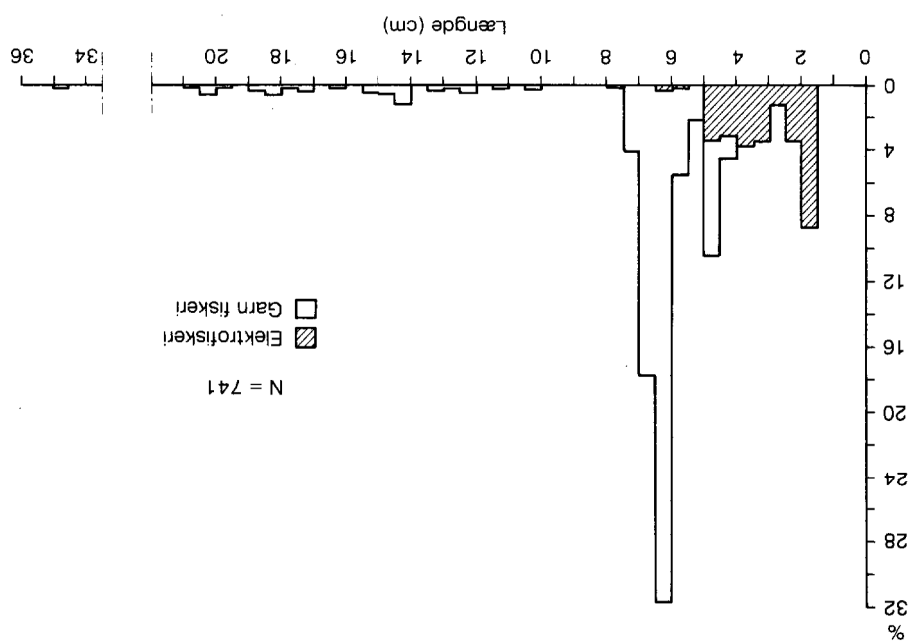
- For hver art bestemmes fangst pr. indsats (CPUE med 95% confidencegrænser (i det følgende 95% C.L.)) i garn og ved elektrofiskeri.

- Fra garn bestemmes fisk < 10 cm og ≥ 10 cm først med hensyn til det gennemsnitlige antal pr. garn i hver sektion som N og N' (se eksempel 2). Herefter beregnes CPUE i antal med 95% C.L. ved $\log(N)$ (ingen 0 i fangsterne) eller $\log(N+1)$ (et eller flere 0'er i fangsterne), transformation af henholdsvis N og N' (se eksempel 2). På tilsvarende vis bestemmes for fisk < 10 cm og ≥ 10 cm den gennemsnitlige vægt pr. garn i hver sektion som W og W'. Og herefter beregnes CPUE i vægt med 95% C.L. igen ved $\log(W)$ eller $\log(W+1)$, transformation af henholdsvis W og W'.

Tabel 3:
Den samlede fangst i antal og vægt af fisk i Væng Sø i august 1988.

Art	Antal	%	Vægt (kg)	%
Gedde	33	1,6	6,620	20,8
Brasen	552	26,9	1,193	3,8
Skalle	474	23,1	11,793	37,1
Aborre	964	47,0	11,039	34,7
Hork	22	1,1	0,066	0,2
Ål	6	0,3	1,094	3,4
Total fangst	2051	100,0	31,805	100,0

Figur 5. Længdefordeling af skalle fanget ved elektrofiskeri og garnfiskeri i Væng sø i september 1989.



Antal fisk fanget i biologiske overvågtskarn i Væng Sø i august 1988 (undersøgesprogram og antal sektioner og net er vist i fig. 3) og det gennemsnitlige antal fisk pr. garn henholdsvis 10 cm, N, og ≥ 10 cm, N, '.

Antal fisk fanget i biologiske overvågtskarn i Væng Sø i august 1988 (undersøgelisprogram og antal seltioner og net er vist i fig. 3) og det gennemsnitlige antal fisk pr. garn henholdsvis 10 cm, N, og 210 cm, N, '.

Eksempel 2 (fortsat): Beregning af CPUE med 95% C.L. her for brasen <10 cm:

Sektion	Gennemsnitligt antal fisk pr. garn	N	N+1	$\log(N+1) - Y$
1	0,0	1,0	2,0	0,0000
2	19,5	20,5	21,0	1,3118
3	1,0	2,0	3,0	0,3010
4	65,75	66,75	67,0	1,8245
5	1,0	2,0	3,0	0,3010
Total	87,25	88,25	89,0	3,7383
N ~ CPUE antal	17,45			Y 0,7477
				varians(Y) 0,6090

Og 95% C.L. for Y beregnes som:

$$\pm t \sqrt{\frac{\text{varians}(\bar{Y})}{n}}$$

hvor t findes i t-tabel ved given frihedsgrad og for 95% grænser. Her er $t = 2,776$ for $n - 1 = 5 - 1 = 4$ frihedsgrader, og dette giv-

er

$$\pm 2,776 \sqrt{\frac{0,6090}{5}} = \pm 0,9688.$$

Disse grænser bruges nu for \bar{N} på følgende måde:

$$95\% \text{ C.L. for } \bar{N} \sim [\bar{N} \pm (\text{antilog } 0,9688)] - 1$$

$$N \sim [17,45 \pm (9,31)] - 1$$

$$\text{Nedre } 95\% \text{ C.L.} = 17,45/9,31 - 1 = 0,9$$

$$\text{Øvre } 95\% \text{ C.L.} = 17,45(9,31) - 1 = 161,5$$

Dvs., at for brasen <10 cm

er CPUE (95% C.L.) = 17,5 (0,9 - 161,5) brasen.

- For elektrofiskeri beregnes CPUE med 95% C.L. både i antal og vægt for alle sektioner som:
 antal af fisk <10 cm, N', og ≥10 cm, N', begge med 95% C.L.
 ved log(N) (ingen 0 i fangsterne) eller log((n+1)) (et eller flere 0-er i fangsterne), transformation af henholdsvis antallet, N', og N' fangst i hver sektion. I programmerne E - G beregnes dette ud fra den gennemsnitlige fangst pr. sektion (2 x 300 elektrofiskeri)

- Den gennemsnitlige vægt af fisk <10 cm, W', og fisk ≥10 cm, W'', begge med 95% C.L. ved log(W) (ingen 0 i fangsterne) eller log((n+1)) (et eller flere 0-er i fangsterne), transformation af henholdsvis vægten, W, og W', fangst i hver sektion (se eksempel 3).

Resultaterne kan vises på nedennævnte måde (tabel 4 og 5), og et eksempel på beregning af CPUE med 95% confidensgrænser er vist i eksempel 2 og 3.

I programmerne E - G beregnes dette ud fra den gennemsnitlige fangst pr. sektion (2 x 300 m elektrofiskeri).

Tabel 4:

Fangsten pr. indsats (CPUE) i antal af fisk i garn og ved elektrofiskeri med 95% sandsynlighedsgrænser i Væng Sø i august 1988.

Art	Garn		Elektrofiskeri	
	Antal <10 cm	95% C.L.	Antal <10 cm	95% C.L.
Gedde	0,0	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0
Brasen	17,5	0,9 - 161,3	40,6	32,2 - 47,7
Skalle	13,7	1,0 - 183,9	4,2	0,0 - 0,0
Aborre	33,4	14,4 - 77,4	50,6	17,9 - 143,2
Hork	1,1	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0
Al	0,0	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0

Gedde	0,2	0,0 - 0,4	6,0	0,6 - 39,8
Brasen	0,0	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0
Skalle	8,8	2,5 - 30,1	0,8	0,0 - 0,3
Aborre	1,7	0,2 - 3,1	2,2	0,0 - 6,0
Hork	0,0	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0
Al	0,0	0,0 - 0,0	1,2	0,0 - 1,2

Tabel 5: Fangsten pr. indsats (CPUE) i vægt (g) af fisk i garn og ved elektrofiskeri med 95% sandsynlighedsgrænser i Væng Sø i august 1988.

Art	Garn		Elektrofiskeri	
	Vægt < 10 cm	95% C.L.	Vægt < 10 cm	95% C.L.
Gedde	0,0	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0
Brasen	44,1	2,3 - 580,0	62,4	2,2 - 1228,3
Skalle	103,1	10,6 - 999,6	18,8	0,3 - 145,3
Aborre	204,3	94,6 - 441,0	369,8	133,0 - 1028,0
Hork	3,3	0,2 - 8,2	0,0	0,0 - 0,0
Ål	0,0	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0
Vægt > 10 cm				
Gedde	234,7	82,9 - 655,1	386,8	256,9 - 574,7
Brasen	0,0	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0
Skalle	474,4	155,5 - 1446,8	35,2	27,2 - 43,0
Aborre	205,5	8,6 - 4413,1	199,0	3,0 - 9789,8
Hork	0,0	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0
Ål	0,0	0,0 - 0,0	218,8	2,0 - 15752,0

Eksempel 3: Vægt af fisk fanget ved elektrofiskeri i Væng Sø i august 1988 (undersøgelelsesprogram og antal sektioner er vist i fig. 3.) og den gennemsnitlige vægt af fisk henholdsvis < 10 cm, W, og ≥ 10 cm, W'.

Sektion	Gedde		Brasen		Skalle		Aborre		Ål	
	< 10	≥ 10	< 10	≥ 10	< 10	≥ 10	< 10	≥ 10	< 10	≥ 10
1	0	0	0	0	0	0	149	416	0	0
2	0	49	16	0	0	0	125	0	0	432
3	0	200	294	0	69	0	636	0	0	0
4	0	773	0	0	0	0	756	464	0	662
5	0	912	2	0	0	176	183	115	0	0
Total W og W'	0	1934	312	62,4	69	13,8	1849	369,8	995	1094
	0	386,8	0	0	176	35,2	1849	369,8	0	218,8

Eksempel 3 (fortsat): Beregning af CPUE med 95% C.L. her for aborre < 10 cm.

Sektion		Vægt af fangede fisk (g)		log(W) ~ Y	
		W			
1	2	3	4	5	6
149	125	636	736	183	2,1732
183	736	183	736	183	2,0969
636	736	183	736	183	2,8035
736	736	183	736	183	2,8785
183	736	183	736	183	2,2625
Total		1849	369,8	Y	12,2145
W ~ CPUE - vægt		369,8	Y	varians(Y)	0,1362

Og 95% C.L. for Y beregnes som:

$$\pm t \sqrt{\frac{\text{varians}(\bar{Y})}{n}}$$

hvor t findes i t-tabel ved given frihedsgrad og for 95% grænser. Her er t = 2,776 for n - 1 = 5 - 1 = 4 frihedsgrader, og dette gælder

$$\pm 2,776 \sqrt{\frac{0,1362}{5}} = \pm 0,4582.$$

Disse grænser bruges nu for W på følgende måde:

$$95\% \text{ C.L. for } \bar{W} \sim \bar{W} \pm (antilog 0,4582) \\ \bar{W} \sim 369,8 \pm (2,87)$$

$$\text{Nedre } 95\% \text{ C.L.} = 369,8/2,87 = 128,9 \\ \text{Øvre } 95\% \text{ C.L.} = 369,8(2,87) = 1061,3$$

Dvs., at for aborre < 10 cm er

$$\text{CPUE (95\% C.L.)} = 369,8 (128,9 - 1061,3) \text{ g aborre.}$$

- For de arter, hvor der er sammenhørende værdier af længde og vægt, bestemmes længde-vægtforholdet som regressionskoefficienterne a og b i:

$$W = aL^b \text{ eller } \log(W) = \log(a) + b \log(L) \quad (3)$$

hvor W = vægten i g, og L = længden i cm.

- For hver art kan man også for fisk < 10 cm og ≥ 10 cm beregne gennemsnitslængden (L) og gennemsnitsvægten (W). Og endelig konditionsfaktor, K som:

$$K_i = 100 \frac{W_i}{L_i^3} \quad (4)$$

Bemærk: at når b-værdien (formel 3) er forskellig fra 3 så er K-værdierne størrelses afhængige.

- Alders- og vækstanalyser ud fra skæl og øresten er nærmere beskrevet under det udvidede program (se side 22).

2.1.2. Udvidet program

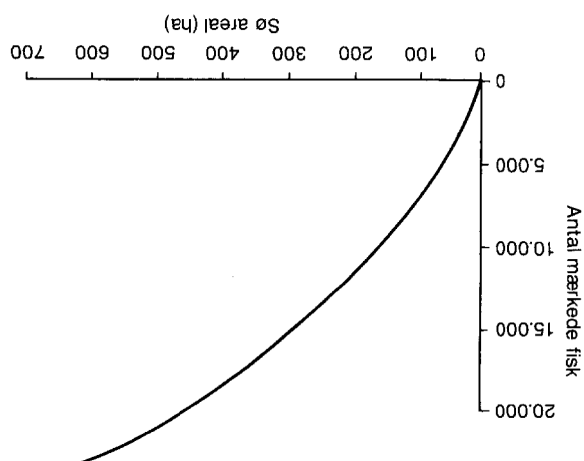
Dette program består af 2 dele: en undersøgelse om foråret eller om sommeren, hvor der fanges og mærkes et stort antal fisk, og et udvidet normalprogram i perioden 15. august-15. september. I programmet indgår et mærknings-genfangstforsøg til at beregne de enkelte fiskearters antal.

Fiskeriet om foråret eller sommeren:

Formålet med fiskeriet er over en kort periode at fange og mærke et stort antal fisk af forskellige arter. Det kan ikke på forhånd siges, hvor mange fisk, der skal mærkes, da dette antal er afhængigt af fiskebestandens størrelse. Men i fig. 6 er vist et skøn over det antal fisk, der bør mærkes i søer af forskellig størrelse.

se.

Figur 6. Skøn over forholdet mellem søareal og det antal fisk, det er nødvendigt at mærke ved en mærkning-gefangstundersøgelse.



Perioden, hvori der fanges og mærkes fisk, bør helst ikke vare længere end ca. en uge. Den bør enten finde sted i forbindelse med gydeperioden (normalt maj) for de forårsgydende fisk, eller så tæt på genfangstperioden som muligt. Indtil udgangen af juni vil være det seneste tidspunkt, hvor der stadig er 1½-2 måneder for de mærkede fisk til at fordele sig mellem de umærkede fisk forud for genfangsten.

I gydeperioden er fiskene meget aktive og samles på gydepladserne, hvor de som regel er lette at fange. I det tidlige forår kan det derfor anbefales at gå langs med søbredden flere gange om ugen for at finde gydepladser og gydestimer af fisk. Samtidig bør man se efter i tilløb og stillestående vand i vige og kanaler, hvor store fiskestimer ofte samles. Kontakt også erhvervs- og lystfiskere, der som regel har et godt kendskab til fiskenes opholdssteder.

Fiskenes gydeperioder afhænger af vandtemperaturen og er derfor ikke altid de samme fra år til år. Men når de første gydestimer iagttages, kan fiskeriet begynde. Det vil normalt være sidst i april eller først i maj.

Fiskeriet bør ske med redskaber, der skåner fiskene og dermed sikrer, at fiskene kan overleve at blive fanget, mærket og gendrasat. Gydestimer tæt ved bredden kan fanges effektivt med ruser, bund-

garn og elektrofiskeri. Stimmer af fredfisk i tilløb, afløb eller stille vige kan fanges med vod og elektrofiskeri.

Fiskeri med garn er uegnet, da fisk fanget i dette redskab meget ofte vil tabe skæl eller på anden måde blive skadet, når de tages ud af garnet.

Redskabene skal ikke nødvendigvis være jævnt fordelt i søen, men kan med fordel bruges der, hvor fisk er set, eller hvor der formodes at være fisk. Antallet af redskaber og den type, der skal anvendes, afhænger af søens størrelse og dermed af det antal fisk, som bør mærkes.

Behandling af fangsten i felten:

De fangede fisk opbevares i store baljer eller hyttefæde. Fiskene skal være i baljerne i så kort tid som muligt. For at undgå at iltindholdet i vandet falder, kan det være nødvendigt at køle vandet i baljerne med is, eller at iltte vandet med luft/ilt fra trykflasker eller pumpe. Det er desuden nødvendigt at holde al adskilt fra de øvrige arter, da alenes slim kan sætte sig på gællerne af andre fisk og dermed hæmme iltoptagelse.

Når fangsten skal registreres, bedøves fiskene i mindre portioner ad gangen. For hver enkelt art måles længden fra snude spids til halekløft (forklængde) til nærmeste lavere cm, og fisk over 7-10 cm mærkes ved at klippe $\frac{3}{4}$ af en af bugfinnerne med en saks. De mindste fisk, der skal mærkes, kan med fordel findes ved først at måle en mindre del af fangsten. Og de yngste aldersgrupper vil ofte fremgå direkte af længdefordelingen (fig. 5 og 16). Ud fra aldersgrupperne vælges det nu at mærke fisk fra en aldersgruppe og ældre fisk. Længde og mærkning registreres i et måle-/mærknings-skema.

Efter endt registrering anbringes de bedøvede fisk i baljer med frisk vand til opvågning. Når fiskene atter er helt vågne, sættes de ud igen og fordeles jævnt i hele søen. Til bedøvelse kan bruges chlorbutanol eller MS 222 Sandoz (tricain-methan-sulfonat). MS 222 atvejes i portioner på 1/4 g, som opløses i 5 l søvand, når det skal bruges. Chlorbutanol fremstilles bedst i en stamopløsning. En passende mængde kan være 25 g chlorbutanol, der fyldes i en 5 l plastisdunk. Hertil sættes ca. 1 l meget varmt vand, og der omrystes meget kraftigt. Fra varmtvandsshanen tilsættes vand 3-4 gange indtil 5 l, idet der omrystes kraftigt mellem hver tilsætning (al chlorbutanol skal være opløst). Når fiskene skal bedøves, blandes 1 del stamopløsning og 9 dele søvand til bedøvelsesvæsken.

Fiskeriet i perioden august-september:

Normalprogrammet udføres i perioden 15. august-15. september. Og der suppleres med følgende:

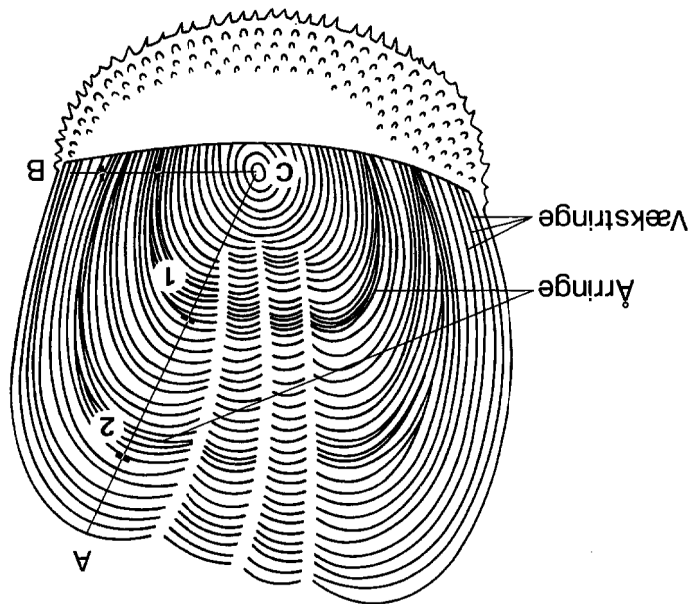
- Registrering: For garnfangsterne noteres, hvilken maskevidd de enkelte fisk er fanget i. Alle fisk fra de mærkede aldersgrupper undersøges for mærke, og alle genfangster noteres. Vær opmærksom på, at finnerne kan være vokset noget. Som regel ses dog tydelig ardanneelse.

- Aldersbestemmelse: Fra de fisk, der bruges til bestemmelse af længde-vægtforholdet, tages der fra de to dominerende fredfiskearter og fra aborre tilfælde skal og resten til alders- og vækstbestemmelse. Skælprøver tages bedst med en sløv lommekniv, og der skræbes 10-15 skæl fra området mellem rygfinne og sidefinne. Hvordan resten tages ud er beskrevet på side 53-54. Skællene og restene opbevares hver for sig i mellemglaspapir og lægges i små kuverter med angivelse af lokalitet, dato, art og længde fra snude spids til halekloft (forklængde). Skælkuverterne opbevares tørt. Alders- og vækstanalyser ud fra skæl og resten er nærmere beskrevet i det følgende (side 22) og under afsnit 4.3. Alder og vækst (side 42-43).

- Fangst-gefangst: Hvis der ved normalprogrammet ikke genfanges tilstrækkeligt mange mærkede fisk (mindst 5 stk.) af hver af de betydende arter, må der suppleres med flere garnsætninger eller med mere fiskeri med andre redskaber.

Alders- og vækstanalyse:

Mellemlægspapiret med skæl gnubbes kraftigt, uden at skællene falder ud. Herved bliver skællene renset for vævsrester og snavs. Hvis skællene herefter endnu ikke er rene, kan de renses yderligere enten i varmt vand eller i en svag NaOH-opløsning. De tørrede skæl kan undersøges i mikroskop, men mange gange vil det være en fordel at placere de tørrede skæl mellem to objektglas for at undersøge et projiceret og forstørret billede. Store og tykke skæl fra ældre fisk kan være vanskelige at aldersbestemme. Disse skæl undersøges bedst ved at lave et aftryk af skællet i en acetatplade. Væksten findes ved på en radius at det projicerede skælbillede at måle afstanden fra skællets midte til de enkelte årringe og til skællets yderkant (fig. 7). I øvrigt henvises der til speciallitteraturen for en nærmere gennemgang af metoden (Bagenaal & Tesch, 1978).



Figur 7. Schematisk billede af et fiskekål, der viser årringe for årene 1 og 2 og skællets centrum (C) og radius (AC) eller (BC), der bruges til at beregne længden ved en tidligere alder.

Ørestenene placeres i en sort skål med vand under spredt belysning (reflekteret lys) og undersøges i mikroskop. På denne måde vil vækstzoneerne vise sig som lysse områder imod den mørke baggrund, og årringene som mørke ringe. I stedet for vand kan der i nogle tilfælde med fordel bruges glycerin, xylol eller emmersionssolie for at tydeliggøre årringene.

Rapportering:

Der beregnes og rapporteres de samme ting som i normalprogrammet. Desuden beregnes:

- Bestandss størrelsen, N, for hver art på tidspunktet for mærkning - gen af de aldersgrupper, der blev mærket som:

$$N = (M+1)(C+1)/(R+1), \quad (5)$$

hvor M = antallet af mærkede fisk,
C = antallet af fangede fisk, undersøgt for mærke, og
R = antallet genfangede fisk med mærke.

95% C.L. for N bestemmes ved brug af Poisson-fordeling (appendiks I).

Mærknings-genfangstmetoden og beregning af varians og 95% C.L. er nærmere beskrevet af Ricker (1975, kapitel 3) og Youngs & Robson (1978).

Hvis der er tale om mange genfangster, inddeles data i aldersgrupper eller i mindre størrelsesklasser. Hvor der er færre end 5 genfangster, beregnes N på normal vis, men resultatet angives i par-
rentes.

Resultaterne kan vises i tabel på følgende måde:

Fiskeart	M	C	R	N	95% C.L.	B
Art 1						
Art 2						
-						
Art 1						

For de arter, hvor der er taget skælprøver og øresten, vises den tilbageberegne og den gennemsnitlige vækst.

Resultaterne kan vises i tabel. Et eksempel er vist i tabel 6.

Biomassen, B, af de enkelte arter kan beregnes ud fra vægtfrekvensfordeling eller ud fra gennemsnitstvægten.

For de arter, hvor der er taget skælprøver og øresten, vises den tilbageberegnet vækst og den gennemsnitlige vækst. Resultaterne kan vises i tabel. Et eksempel er vist i tabel 6.

Tabel 6: Tilbageberegnet vækst for skalle i Væng Sø 1986.

Alder N	Observeret længde i cm	Beregnet længde i cm ved år									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0+	3,7	4,6	7,5	11,5	15,6	18,4	19,7	23,5	24,8	26,2	27,8
1+	7,4	4,4	7,5	11,5	15,6	18,4	19,7	23,5	24,8	26,2	27,8
2+	10,7	4,4	7,5	11,5	15,6	18,4	19,7	23,5	24,8	26,2	27,8
3+	14,8	4,7	7,8	11,8	15,6	18,4	19,7	23,5	24,8	26,2	27,8
4+	18,0	4,9	8,0	12,2	15,6	18,4	19,7	23,5	24,8	26,2	27,8
5+	20,3	4,9	8,0	12,2	15,6	18,4	19,7	23,5	24,8	26,2	27,8
6+	22,4	4,2	6,6	11,1	13,2	17,1	19,7	23,5	24,8	26,2	27,8
7+	22,6	4,6	7,3	10,6	15,6	19,0	22,1	23,5	24,8	26,2	27,8
8+	26,8	4,6	8,3	12,2	16,0	18,4	20,7	23,5	24,8	26,2	27,8
9+	27,8	5,1	8,4	13,5	17,9	21,6	24,0	25,2	26,2	27,4	27,8
10+	29,6	4,2	8,0	11,8	15,7	19,2	21,8	23,8	25,0	26,9	27,8
Vækst i gennemsnit de sidste 10 år		4,6	7,8	11,9	15,6	19,0	21,7	24,0	25,3	27,2	27,8
Tilvækst		4,6	3,2	3,1	3,7	3,4	2,7	2,3	1,3	1,9	0,6

3. FISKEREDSKABER OG METODER

I dette kapitel er en række almindelige fiskeredskaber og deres anvendelse beskrevet således, at der kan ske et korrekt redskabsvalg og -brug ved en given undersøgelse.

Fiskeredskaber kan deles i aktivt og passivt fiskende redskaber: Aktive redskaber fungerer ved, at alle eller nogle af fiskene, der på et givet tidspunkt befinder sig i et bestemt område, fanges ved brug af net (vod, travl, sænkenet og bøjnet) eller bedøvende eller drøbende stoffer (elektrofiskeri, fiskesgift og sprængstof). Fælles for aktive redskaber er, at fangsten er afhængig af redskabet's effektivitet og af fiskenes tæthed.

Passive redskaber er alle stationære og fungerer ved, at fiskene ledes eller lokkes i en fælde. Lokkemidlet kan være en lederad (ruser og bundgarn), madding (krogline og bure) eller usynlige snarer (gallenet). Fangsten er afhængig af fiskenes aktivitet og tæthed og afhænger også af, hvor længe redskabet er i vandet.

Alle redskaber er mere eller mindre selektive og fanger derfor kun en del af fiskene i det undersøgte område. Selektiviteten kan give sig udslag i både arts- og størrelsesselektivitet, hvor henholdsvis forskellige arter af fisk og fisk af forskellig størrelse ikke fanges med samme effektivitet.

3.1. Ruser

Ruser har gennem tiderne været meget anvendt i ferskvand og i kystnære områder af både erhvervs- og fritidsfiskere.

Fiskene bliver ved hjælp af en rad ledt ind i ruser, som holdes udspændt med ringe (fig. 8). Og ruser er ved hjælp af en eller flere kalve opdelt i kamre. Kalvene er tragtformede, så fiskene let kan svømme ind i et følgende kammer, men kun vanskeligt kan

Ruser kan lægges enkeltvis eller bundet sammen. Før de lægges ud, er det altid vigtigt at se efter, at raden ikke er snoet. Hvis det er en enkelt ruse, bør man begynde med at lægge raden ud. Raden bindes til en pæl, et anker (lod) eller til et sted på land. Når der bruges dobbeltruser, bindes der til hver ende et lod, der er så tungt, at det kan tåle "trækket" ved selve udlægningen. Dette "træk" skal kun lige være så stort, at raden holdes udspændt, og

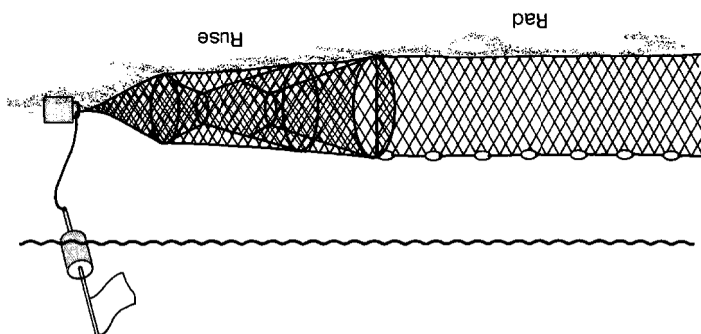
Udlægning af ruser:

Ruser kan normalt sættes overalt i en sø, men de bruges mest i bredzonen. Det kan dog være vanskeligt at fiske med ruser i tæt vegetation eller i områder med mange grenrester.

Rusernes placering i søen:

Rusens rad holdes lodret i vandet ved hjælp af flåd på overlinen og lodder på underlinen. Raden er ofte lidt højere end diameteren på rusens største ring. Der kan være ruser i begge ender af raden. En sådan ruse vil have modstående åbninger og kaldes en dobbeltkasteruse. I ferskvand bruges ruser mest til fangst af ål, og maskevidden i de fleste ruser er tilpasset mindstemålet på denne art.

Figur 8. Skitse af udlagt ruse med en del af raden.



svømme til et tidligere kammer. Det sidste kammer er åbent, men under fiskeri lukkes det ved at binde en snor om den yderste ende af rusen. Under fiskeri vil rusens fangst normalt blive samlet i det sidste kammer.

rusens ringe ikke klapper sammen. Hvis "trækket" er for stort, kan ankeret og rusen grave sig ned i bunden, og rusen vil blive fyldt med mudder, grenrester eller lign. Ruser bør atmærkes med en bøjelse eller et flåd, der er bundet til rusens ende.

Tømning af ruser:

Fisk, fanget i ruser, kan blive stressede og kan somme tider skade hinanden under opholdet i rusen. Antallet af døde fisk vil derfor blive større jo længere tid, der går imellem hver tømning. Hvis fanget skal gend sættes levende, bør der højst være 2-3 døgn mellem hver tømning. Når rusen tømmes, rykkes fiskene sammen i rusens bagerste kammer. Rusen løftes op i båden, det bagerste kammer åbnes, og fanget rykkes ned i baljer. Pas på ål! De kan volde lidt problemer, da de har en fantastisk evne til at kravle op af baljer og spande.

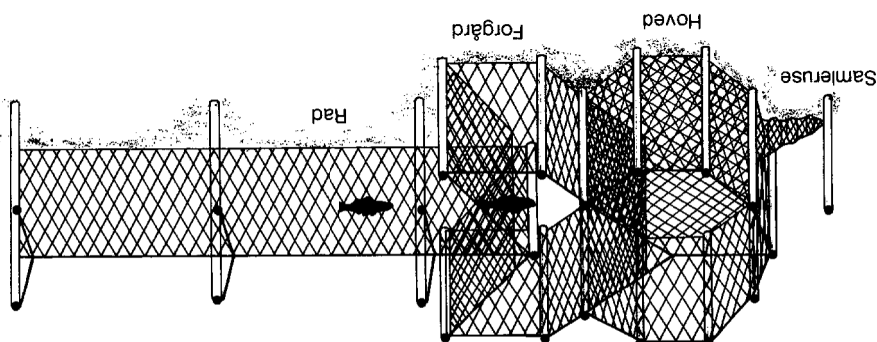
Rusernes selektivitet og effektivitet:

Ruser fanger kun fisk ned til en bestemt størrelse, som er bestemt af rusens maskevidthe. Rusen ligger under brug på bunden, og raden dækker normalt kun en del af vandsøjlen. Fangstens størrelse er bestemt af rusens maskevidthe, af radens længde og af fiskenes aktivitet og vertikale fordeling. Om foråret, hvor de fleste forårs-gyldende fisk trækker ind i bredzonen, kan effektiviteten være meget stor. Men senere på sæsonen er fanget ofte meget lavere. Fangsten vil i sensommeren og i efteråret være domineret af bred- og bundlevende arter som ål, aborre og hork, medens skaller normalt kun fanges i lille antal uden for deres gydeperiode.

Arbejdsindsats:

Fiskeri med ruser kræver kun en lille indsats. Hvis ruserne er gjort klar i forvejen, vil en erfaren person og en medhjælper kunne udlægge ca. 20 ruser på en time. Og det varer ca. 5 min. at tømme en rus; dog lidt længere, hvis der er mange fisk, som sidder fast i raden.

Bundgarn er de fleste erhvervsfiskeres vigtigste redskab og består af to dele (fig. 9). Den første del er en op til flere hunderede meter lang rad, som er fastgjort til en række pæle. Radens underline er forsynet med lodder, og raden dækker derfor hele vandsøjlen. Maskeviddens i raden er normalt 18-22 mm. Bundgarnets anden del er placeret yderst på raden og består af en forgård og af et hoved. Begge dele er fastgjort til en række pæle. Forgården er forsynet med arme, der tragtformet munder ind i hovedet. Bunden af hovedet er normalt af samme nettype som siderne, og hovedet er meget tit forsynet med en samleruse.



Figur 9. Opstillet bundgarn med en del af raden.

Ruser med arme minder på flere måder om et bundgarn. Her er der to rade (arme), der normalt ikke dækker hele vandsøjlen. Armene er spændt ud mellem pæle og danner en forgård, der munder direkte ud i rusen eller i en tragt forrest på rusen.

Bundgarns placering:

Bundgarn sættes med raden vinkelret på og så tæt ved bredden som muligt, og raden skal nå ud på så dybt vand som muligt.

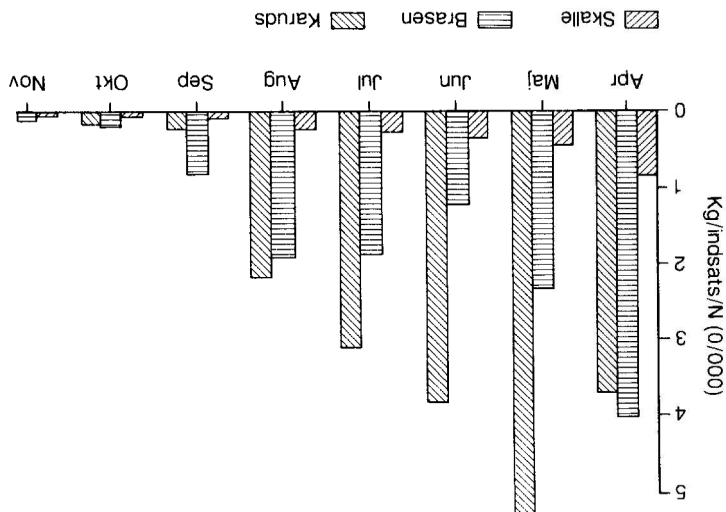
Opsætning og pasning af bundgarn:

Det kræver en meget stor indsats at sætte et bundgarn op, og udgifterne til garn og pæle er ret omfattende. En erfaren bundgarmsfisker vil med hjælp fra 1 eller 2 personer skulle bruge ca. 1 dag på at nedramme pæle og til at ophænge bundgarnt. Men når det først er stillet op, kræver det kun beskedne tid at vedligeholde og at tømme. Bundgarn af moderne materialer kan således tåle at være i vandet i hele den isfrie periode. Og ved tømning skal kun samle-rusen haves og tømmes, og dette tager ikke mere tid end at tømme en ruse. Hvis bundgarntet ikke har samleruse, skal hele hovedet haves, og det betyder, at arbejdet tager noget mere tid.

Mindre rusere med arme kan opsættes på meget mindre tid. 2 mand vil kunne opsætte en ruse på nogle få timer. Det skyldes, at der skal bruges færre og mindre pæle, og at både pæle og garn kan være i båden på samme tid. Det varer kun nogle få minutter at tømme en sådan ruse.

Bundgarms effektivitet og selektivitet:

Fangstens størrelse afhænger af fiskenes aktivitet, og fiskeri med bundgarn er mest effektivt om foråret, hvor mange arter udviser aktiv adfærd i forbindelse med gydeperioden og om sommeren, hvor mange fisk er meget aktive, når de søger føde (fig. 10). Senere falder effektiviteten frem til om efteråret, hvor bundgarmsfiskeri i lighed med rusefiskeri ikke giver særligt store fangster.



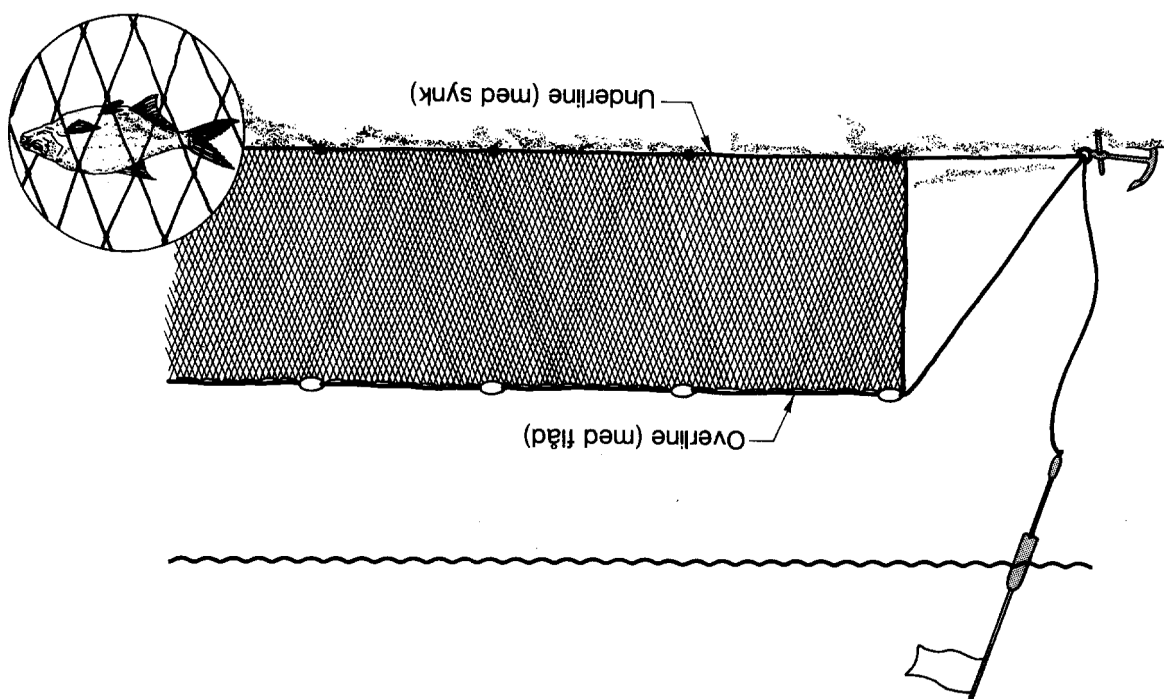
Figur 10. Fangst af skalle, brasen og karuds i bundgarn i Fredesborg Slotssø fra april til november 1986. Fangsten er beregnet som den daglige fangst (kg/garn) i forhold til de beregnede bestandstørrelser af skalle, brasen og karuds.

Bundgarn er mindre artsselektive end ruser, og arter som brasen og skalle vil normalt blive fanget både forår og sommer. Dette skyldes nok radens størrelse og udstrækning til hele vandsøjlen. Pelagisk levende arter som smelt og løje vil sjældent blive fanget, da raden overvejende er placeret i littoralzonen. Hvor små fisk, der kan fanges i bundgarn, er bestemt af maskevidden i bundgarnehove-
det og i samlerusen.

3.3. Garn (gallenet)

Garn er et fælles navn for en række redskaber, der alle består af et regelmæssigt netværk. Nettet er spændt ud mellem en kraftigere overline med flåd og en ligelædes kraftigere underline med lodder

(fig. 11).



Figur 11. Synkende garn sat med bøjle og anker, og skitse af fanget fisk.

Der er udviklet flere former for garn. Heraf skal kun kort nævnes toggergarn. Et toggergarn består af 3 garn, der er samlet med kun en eller få cm indbyrdes afstand, hvor det midterste er fintmasket. Når fiskene svømmer ind i garnet, rammer de det midterste net, der så skubbes igennem det yderste net og herved danner en lomme, hvori fisken fanges.

Garnet kan enten samles direkte på splitstokken, eller det kan lægges i en balje. Store fisk kan alene ved deres vægt ude af van-

Indsamling af garn:

Garn kan bruges overalt i en sø, idet de ved hjælp af liner, lod-der og flåd kan sættes i alle dybder. Inden garnet sættes, bør man sikre sig, at det ikke er filtreret, og at det sidder løst på splitstokken (2 parallelle lister med fælles skæft). For at garnet ikke skal drive, forsynes det i hver ende med anker. Når garnet skal sættes, lægges først ankeret, og ankerlinnen trækkes igennem garnet og bindes til en bøjle eller andet flåd (en stor plastisdunk kan bruges), og nu kan der sejles, medens garnet stille glider ud af splitstokken. Når hele garnet er ude, bindes der igen anker og flåd til garnet. Belagte garn, der skal fiske i en bestemt dybde, forsynes med ekstra opdrift. For hver 3-5 m bindes en lille bøjle eller andet flåd til garnets overline, og bøjlesnoeren tilpas ses den ønskede dybde.

Sætning af garn:

For fisk fanger i garn gælder det næsten altid, at de mister skæl, får sår at at sidde fastklæbet i nettet, eller at de på anden måde bliver skadet. Man skal derfor være opmærksom på, at fiskeri med garn normalt vil være en "destruktiv" prøvetagning.

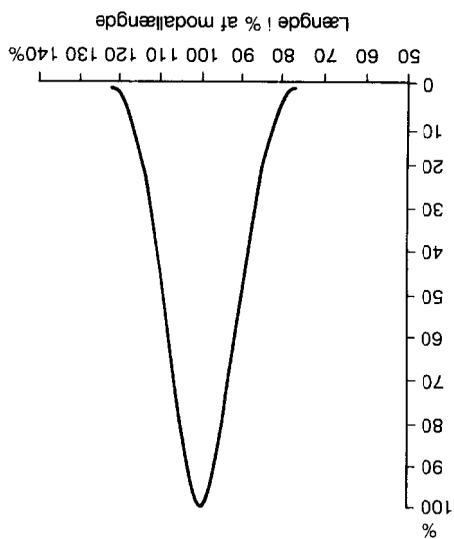
Nu om dage bruges der næsten kun enkelte garn, hvor fiskene kiles fast i maskerne, når de svømmer imod garnet. Kun denne type af garn omtales i det følgende. Garn kendes under flere navne som gællenet og sættegarn eller nedgarn og flydende garn, som sættes henholdsvis på bunden og i overfladen. Garn med en bestemt maskestørrelse og af en bestemt kvalitet, og som er beregnet til at fange en bestemt fiskesart, kaldes f.eks. sildegarn, rødspættegarn eller stenbidergarn, alt efter hvilken fisk det drejer sig om at fange. Ved fiskebiologiske undersøgelser er der i de senere år tit blevet brugt biologiske oversigtsgarn. Det er flydende eller synkende garn, der er bundet i en række sektioner med forskellig maskestørrelse. Med disse garn er det muligt at fange et bredt udsnit af fiskene i en sø.

det ofte ødelægge garnet og dermed falde af. Det kan derfor anbefales at have en ketcher til en sådan situation. Når garnet er samlet, seljes det på land, hvor det hænges op og tømmes for fisk.

Garnets effektivitet og selektivitet:

Fiskene kiler sig fast i maskerne, når de vil svømme igennem garnet. Der er derfor sammenhæng mellem garnets maskevælde og længden af fisk, som en given maskevælde vil fange. Den længde, der fanges bedst, kaldes modal længden. Ved at sammenholde længderne af fisk, fanget i garn med forskellige maskevælder, kan man finde en selektivitet.

En selektivitetskurve for hver maskevælde viser, hvor effektivt en fisk, som er større eller mindre end modal længden, fanges (fig. 12). Selektivitetskurverne for hver maskevælde i et biologisk oversigtsgarn kan lægges til en selektivitetskurve for hele oversigtsgarnet. Det er herefter muligt at korrigere fangsten og dermed finde en fiskebestands faktisk størrelse for deling.



Figur 12. Selektivitetskurve for en given maskevælde og en given fiskeart. Fangsteffektiviteten er vist i forhold til modal længden, der er den længde, der fanges mest effektivt = 100%.

Selektivitetsskruerne vil, alt efter fiskenes kropsform, variere fra art til art. Torpedoformede fisk som skalle og ørred vil blive fanget effektivt, idet de kiles fast i maskerne. Aborre og sandart vil også blive fanget effektivt, da de udover at blive kilet fast også kan hænges fast i pigge på finner og gællelag. Gedder med cylindrerformet krop vil ikke ret tit blive fanget ved at være kilet i maskerne. Men de vil derimod ofte være viklet ind i garnet efter forsøg på at svømme igennem maskerne eller efter at have været på rov efter fisk, der allerede er fanget i garnet. Mere ukkelryggede fisk som brasen kiles ikke ret let fast i maskerne, men til gengæld kan garnet klemme disse fisk fast på forskellige "skræ" måder. Dette medfører, at selektivitetsskruen for brasen er meget vid.

Fiskenes adfærd og aktivitet spiller også en rolle for både mængden og artsfordelingen af tangsten. I lighed med russer og bundgarn vil tangsten af forskellige arter variere med årstiden. Dette kan i nogen grad opvejes ved, at garn via deres fleksible placering kan affiske søens forskellige biotoper.

Arbejdsindsats:

Garn er et redskab, der kræver meget arbejde. Til gengæld har tangsten med biologiske oversigtsgarn den bedste informationsværdi. Klargjorte garn kan sættes på ca. 5 min. Det kræver lidt længere tid at samle dem ind. Hertil skal lægges selvtiden imellem de enkelte garn. Det store arbejde begynder, når fiskene skal pilles ud af maskerne, idet man skal have fat i hver enkelt fisk. Normalt vil et par personer kunne tømme et par net på en time.