

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

INDHOLDSFORTEGNELSE

side:

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. Bestandsstørrelse	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

FORORD

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 fiskeribiologiske metoder og tolkningen af resultaterne er også beskrevet.

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

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 fiskeredskaber. Det har betydet, at de forskellige undersøgelsesresultater kan være svære at sammenligne, og det kan i nogen grad begrænse resultaternes værdi. Da amtskommunerne 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 anvisning er derfor at give de teknikere, der arbejder med undersøgelser af fisk i søer, en viden som kan medvirke til at optimere resultatet af deres undersøgelser. Anvisningen 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 anvisninger 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.

Anvisningerne 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 & Pimmermann, 1988.

2. PROGRAM TIL FISKEUNDERSØGELSER I SØER

2.1. Fiskeundersøgelserprogrammer

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, $I(d)$,

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

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

og et arealindeks, $I(a)$,

$$I(a) = A \left(2 - \frac{\frac{1}{5} \sqrt{\pi A}}{O_m} \right) \quad (2)$$

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:

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

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

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

Dette betyder, at man skal anvende program F med 54 garn i 6 sektioner.

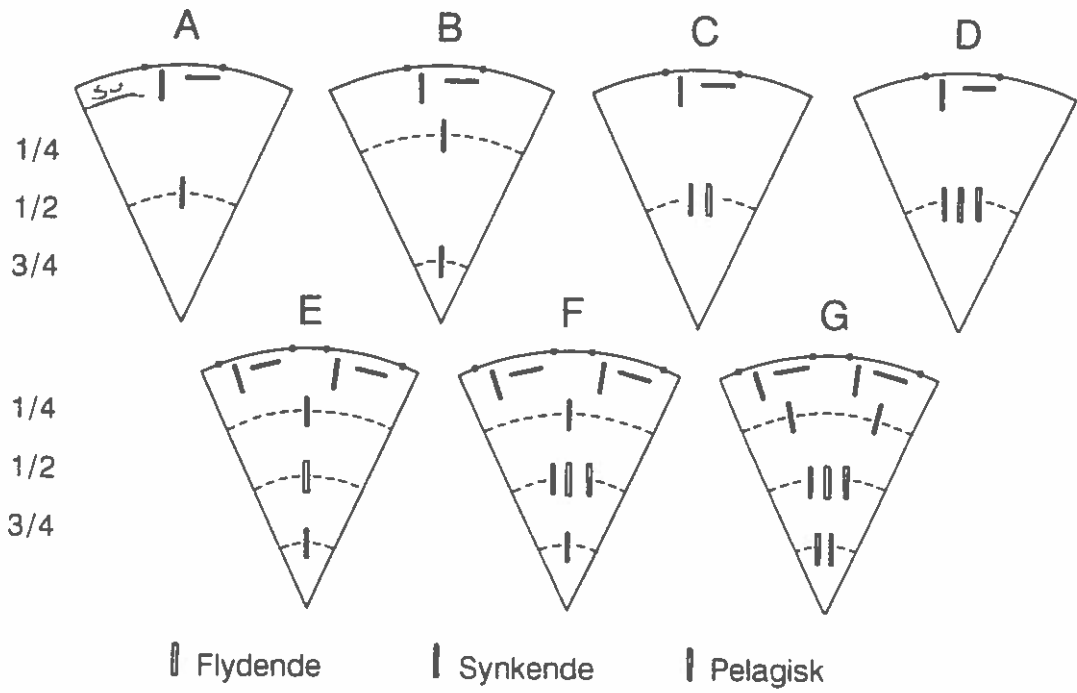
Tabel 1:

Undersøgelserprogrammer (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.

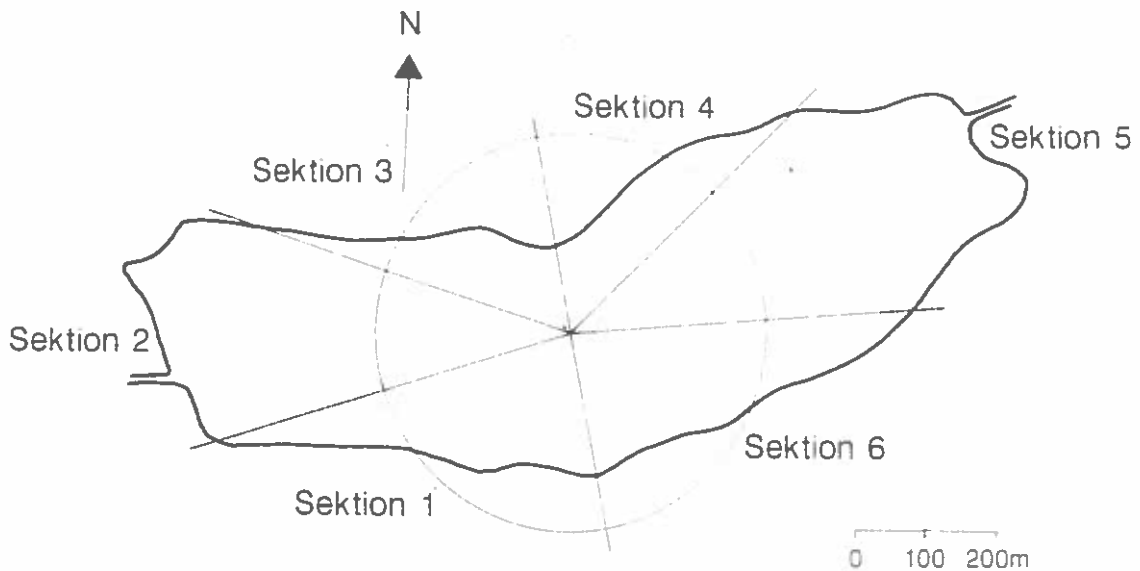
Dybdeindeks I(D)	Arealindeks I(a), (ha)							
	<3	<6	<10	<20	<50	<100	<500	>500
<1,5	A	A	A	A	A	A	A	B
Antal net	6	9	12	15	18	18	18	24
<4	C	C	C	C	C	C	C	E
Antal net	8	12	16	20	24	24	24	42
<8	D	D	D	D	D	D	D	F
Antal net	10	15	20	25	30	30	54	54
<16	D	D	D	D	F	F	F	G
Antal net	10	15	20	25	30	54	54	66
>16	D	D	D	D	D	F	G	G
Antal net	10	15	20	25	30	54	66	66
Antal sektioner	2	3	4	5	6	6	6	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.

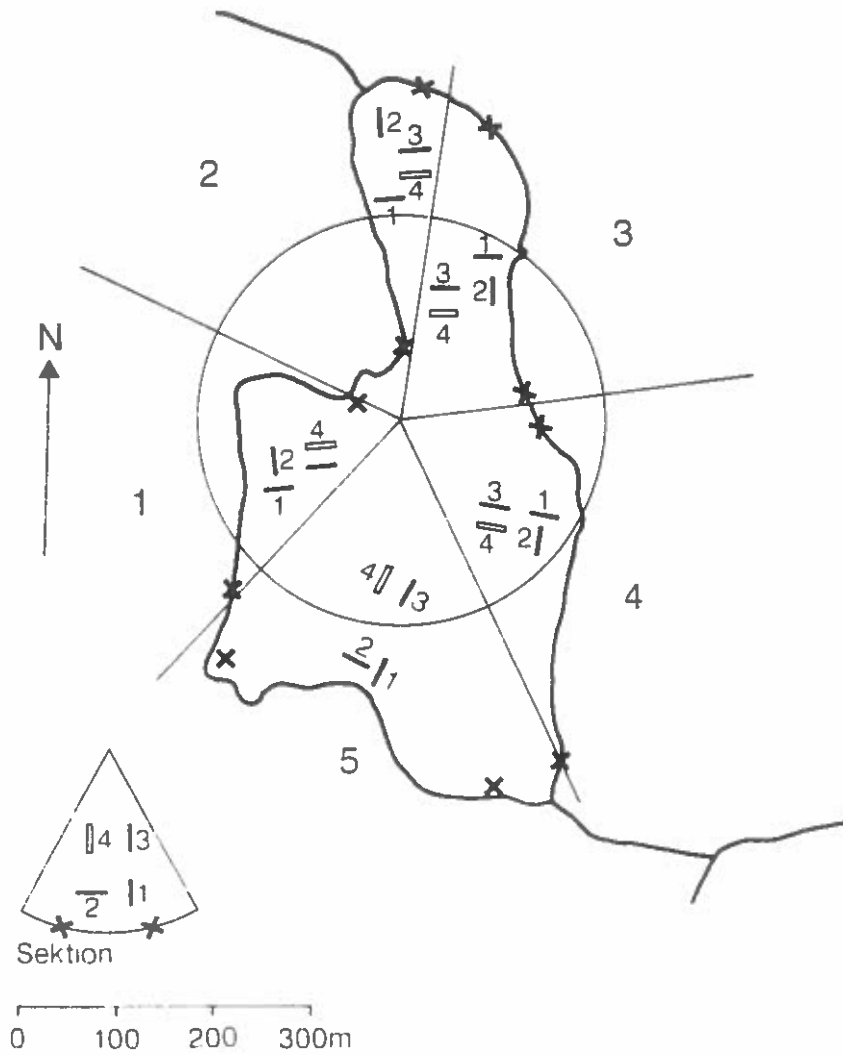
Opdeling af søen i sektioner kan foretages med en passer på en kortskitse. Et passerben placeres i søens midte, og en cirkel tegnes. Cirklen opdeles nu i et antal buer, svarende til antallet af sektioner. Og radierne, der deler sektionerne, forlænges til skæring med søbredden (fig. 2). Når man deler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



Figur 1. Undersøgelserne 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 sektioner ud fra følgende: $D=1$ m, $D_m=2$ m, $A=42$ ha og $O_m=3,2$ km. Det giver undersøgelsesprogram A med 6 sektioner 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 tagrør og bund med mange grene. Sektion 4 starter ved lysning i skov, og sektion 5 ved enkeltstående elletræ.

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 elektrofiskeri 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 á 3 m med forskellige maskevidder i tilfældig rækkefølge. De 14 maskevidder, målt fra knude til knude, ses i tabel 2.

Tabel 2:

Rækkefølge af masker og maskevidde fra knude til knude i mm og tråddiameter (mm) til biologiske undersøgelser.

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

Garnene forhandles i Sverige som "biologiske oversigtsgarn hos:

Fårup Specialnet	eller	Lundgren Fiskefabrik A/B
Kaustrupvej 3		Storkyrkobrinken 12
Velling		S-11128 Stockholm
6950 Ringkøbing		0046 - 87102122
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 maskevidde (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 iltmangel 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 vegetations- 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 snudespids til halekløft (forklængde) til nærmeste lavere halve cm og registreres på et måleskema. Forslag til måleskema er vist i fig. 4.
- Hver art deles i fisk <10 cm og i fisk ≥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 skæl og/eller øresten til senere alders- og vækstbestemmelse fra de to dominerende fredfiskearter og aborre. Skælprøver tages bedst med en sløv lommekniv, og der skræbes 10-15 skæl fra området mellem rygfinne og sidelinie. Hvordan øresten tages ud, er beskrevet på side 53-54. Skællene og ørestenene opbevares hver for sig i mellemlægspapir og lægges i små kuverter med angivelse af lokalitet, dato, art og længde fra snudespids til halekløft (forklængde). Skælkuverterne opbevares tørt. 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 skæl og øresten er nærmere beskrevet under det udvidede program (side 22) og i afsnit 4.3. alder og vækst (side 42-43).

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

Figur 4. Forslag til måleskema.

Rapportering:

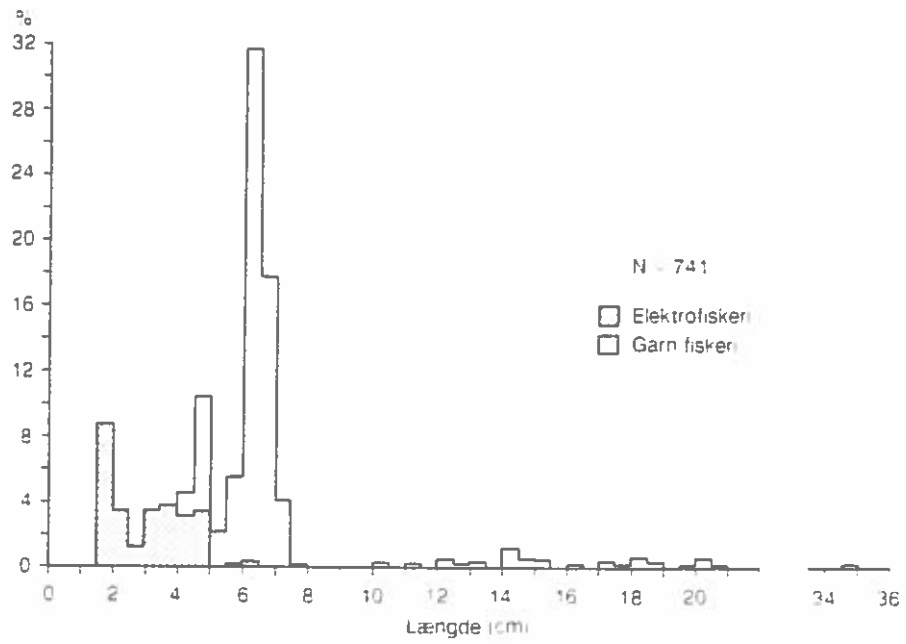
Fangsten rapporteres på følgende måde:

- Den samlede fangst, fordelt på arter, antal og vægt, vises i tabel. Et eksempel herpå er vist 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% konfidensgrænser (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.

Eksempel 2:

Antal fisk fanget i biologiske oversigtsgarn i Væng Sø i august 1988 (undersøgelelsesprogram 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'.

Sektion/net	Gedde		Brasen		Antal fisk Skalle		Aborre		Hork	
	<10	≥10	<10	≥10	<10	≥10	<10	≥10	<10	≥10
1/1	0	0	0	0	0	2	8	2	0	0
1/2	0	0	0	0	0	1	49	1	0	0
1/3	0	0	0	0	1	0	38	5	0	0
1/4	0	0	0	0	0	3	37	4	0	0
Total	0	0	0	0	1	6	132	12	0	0
N og N'	0	0	0	0	0,3	1,5	33	3	0	0
2/1	0	1	24	0	82	29	92	5	0	0
2/2	0	0	12	0	37	14	83	0	1	0
2/3	0	1	28	0	13	13	47	1	3	0
2/4	0	0	14	0	15	2	68	0	7	0
Total	0	2	78	0	147	58	290	6	11	0
N og N'	0	0,5	19,5	0	36,8	14,5	72,5	1,6	2,8	0
3/1	0	0	3	0	3	5	30	0	1	0
3/2	0	0	0	0	2	1	4	0	0	0
3/3	0	0	1	0	1	6	17	0	0	0
3/4	0	0	0	0	4	3	78	0	2	0
Total	0	0	4	0	10	15	129	0	3	0
N og N'	0	0	1,0	0	2,5	3,8	32,3	0	0,8	0
4/1	0	0	42	0	37	33	44	9	0	0
4/2	0	0	13	0	9	6	3	0	0	0
4/3	0	1	138	0	33	11	6	1	5	0
4/4	0	0	70	0	31	15	12	0	1	0
Total	0	1	263	0	110	65	63	10	6	0
N og N'	0	0,3	65,8	0	27,5	16,3	15,8	2,5	1,5	0
5/1	0	0	0	0	1	4	13	1	0	0
5/2	0	0	0	0	0	7	17	0	0	0
5/3	0	0	0	0	0	4	1	1	0	0
5/4	0	0	4	0	5	16	22	3	2	0
Total	0	0	4	0	6	31	53	5	2	0
N og N'	0	0	1	0	1,5	7,8	13,3	1,3	0,5	0

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	0,0000
2	19,5	20,5	1,3118
3	1,0	2,0	0,3010
4	65,75	66,75	1,8245
5	1,0	2,0	0,3010
Total	87,25	Total	3,7383
\bar{N} ~ CPUE antal	17,45	\bar{y} varians(y)	0,7477 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 giver

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

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:
Antallet 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' fanget 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 $\log(W+1)$ (et eller flere 0-er i fangsterne), transformation af henholdsvis vægten, W, og W', fanget 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
Ål	0,0	0,0 - 0,0	0,0	0,0 - 0,0
	Antal >10 cm	95% C.L.	Antal >10 cm	95% C.L.
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
Ål	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

Art	Garn		Elektrofiskeri	
	Vægt >10 cm	95% C.L.	Vægt >10 cm	95% C.L.
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 (undersøgelingsprogram og antal sektioner er vist i fig. 3.) og den gennemsnitlige vægt af fisk henholdsvis <10 cm, W, og ≥ 10 cm, W'.

Sektion	Vægt af fisk (g)									
	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	0	1934	312	0	69	176	1849	995	0	1094
W og W'	0	386,8	62,4	0	13,8	35,2	369,8	199,0	0	218,8

Eksempel 3 (fortsat):

Beregning af CPUE med 95% C.L. her for aborre <10 cm.

Sektion	Vægt af fangede fisk (g) W		log(W) - y
1	149		2,1732
2	125		2,0969
3	636		2,8035
4	736		2,8785
5	183		2,2625
Total	1849	Total	12,2145
\bar{W} ~ CPUE - vægt	369,8	\bar{y}	2,4429
		varians(y)	0,1362

Og 95% C.L. for \bar{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 giver

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

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

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

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

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.

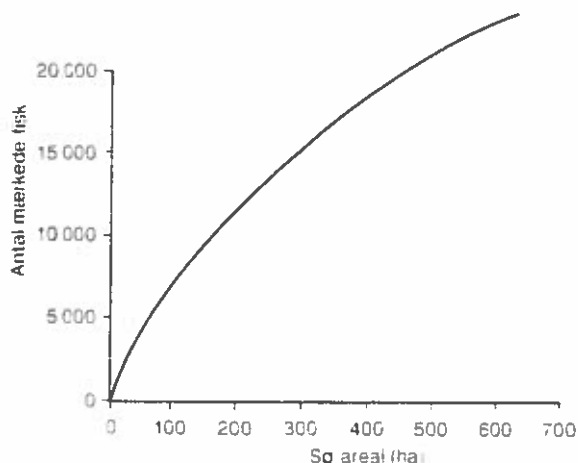
- Alders- og vækstanalyser ud fra skæl og øresten er nærmere beskrevet under det udvidede program (se side 22).

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.



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

Perioden, hvori der fanges og mærkes fisk, bør helst ikke være 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, afløb 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 genudsat. Gydestimer tæt ved bredden kan fanges effektivt med ruser, bund-

garn og elektrofiskeri. Stimer 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.

Redskaberne 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 hyttefade. 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 ilte vandet med luft/ilt fra trykflaske eller pumpe. Det er desuden nødvendigt at holde ål adskilt fra de øvrige arter, da ålenes 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 snudespids til halekløft (forklængde) til nærmeste lavere cm, og fisk over 7-10 cm mærkes ved at klippe 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 én 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 afvejes 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 plasticdunk. Hertil sættes ca. 1 l meget varmt vand, og der omrystes meget kraftigt. Fra varmtvandshanen 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:

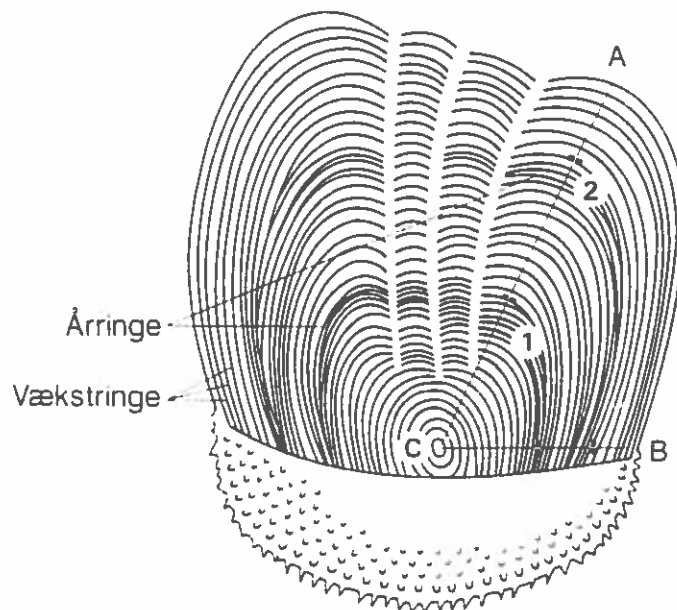
Normalprogrammet udføres i perioden 15. august-15. september. Og der suppleres med følgende:

- **Registrering:** For garnfangsterne noteres, hvilken maskevidde 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 ardannelse.
- **Aldersbestemmelse:** Fra de fisk, der bruges til bestemmelse af længde-vægtforholdet, tages der fra de to dominerende fredfiskearter og fra aborre tillige skæl og øresten til alders- og vækstbestemmelse. Skælprøver tages bedst med en sløv lommekniv, og der skræbes 10-15 skæl fra området mellem rygfinne og side-linie. Hvordan øresten tages ud er beskrevet på side 53-54. Skællene og ørestenene opbevares hver for sig i mellemlægspapir og lægges i små kuverter med angivelse af lokalitet, dato, art og længde fra snudespids til halekløft (forklængde). Skælkuv-terne opbevares tørt. Alders- og vækstanalyser ud fra skæl og øresten er nærmere beskrevet i det følgende (side 22) og under afsnit 4.3. Alder og vækst (side 42-43).
- **Fangst-genfangst:** Hvis der ved normalprogrammet ikke genfan- ges tilstrækkeligt mange mærkede fisk (mindst 5 stk.) af hver af de betydende arter, må der suppleres med flere garnsætninger el- ler med mere fiskeri med andre redskaber.

Laboratoriearbejde

Alders- og vækstanalyse:

Mellemlægspapiret med skæl gnubbes kraftigt, uden at skællene falder ud. Herved bliver skællene rensset 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 af 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 (Bagenal & Tesch, 1978).



Figur 7. Skematisk billede af et fiskeskæl, 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 vækstringerne vise sig som lyse 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 emmersionsolie for at tydeliggøre årringene.

Rapportering:

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

- Bestandsstørrelsen, N , for hver art på tidspunktet for mærkningen 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 parentes.

Resultaterne kan vises i tabel på følgende måde:

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

For de arter, hvor der er taget skælprøver og øresten, vises den tilbageberegnete 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 gennemsnitsvægten.

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 bøjenet) eller bedøvende eller dræbende stoffer (elektrofiskeri, fiskegift og sprængstof). Fælles for aktive redskaber er, at fangsten er afhængig af redskabets 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 (krogliner og bure) eller usynlige snarer (gællenet). Fangsten er afhængig af fiskenes aktivitet og tæthed og afhænger også af, hvor længe redskabet er i vandet.

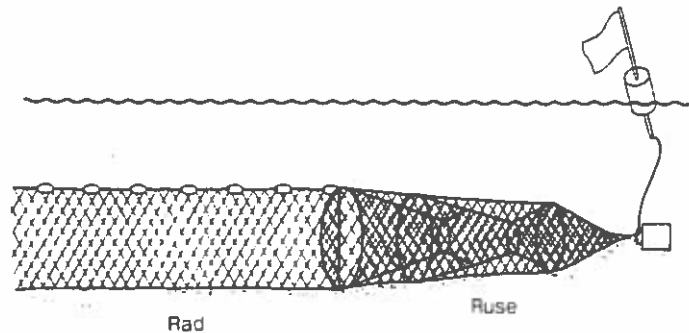
Alle redskaber er mere eller mindre selektive og fanger derfor kun en del af fiskene i det undersøgte område. Selektiviteten kan give sig udslag i både arts- og størrelsesselektivitet, hvor henholdsvis forskellige arter af fisk og fisk af forskellig størrelse ikke fanges med samme effektivitet.

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 rusen, som holdes udspændt med ringe (fig. 8). Og rusen 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

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.



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

Rusens rad holdes lodret i vandet ved hjælp af flåd på overlinsen 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 dobbelt kasteruse. I ferskvand bruges ruser mest til fangst af ål, og maskevidden i de fleste ruser er tilpasset mindstemålet på denne art.

Rusernes placering i søen:

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.

Udlægning af ruser:

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

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 afmærkes med en bøjle 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 fangsten skal genudsættes levende, bør der højst være 2-3 døgn mellem hver tømning. Når rusen tømmes, rystes fiskene sammen i rusens bagerste kammer. Rusen løftes op i båden, det bagerste kammer åbnes, og fangsten rystes 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:

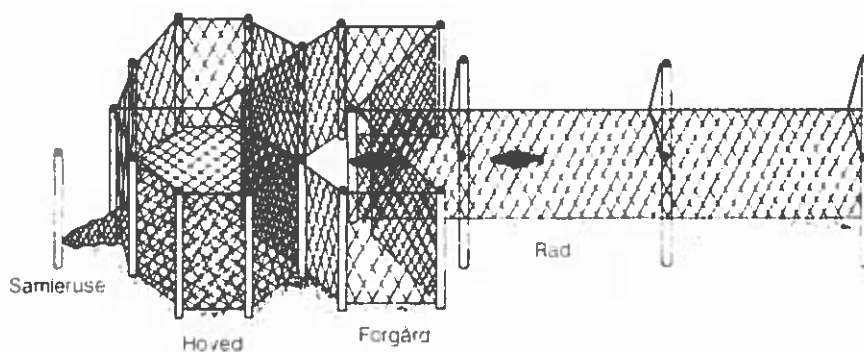
Ruser fanger kun fisk ned til en bestemt størrelse, som er bestemt af rusens maskevidde. Rusen ligger under brug på bunden, og raden dækker normalt kun en del af vandsøjlen. Fangstens størrelse er bestemt af rusens maskevidde, af radens længde og af fiskenes aktivitet og vertikale fordeling. Om foråret, hvor de fleste forårgyldende fisk trækker ind i bredzonen, kan effektiviteten være meget stor. Men senere på sæsonen er fangsten 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 ruse; dog lidt længere, hvis der er mange fisk, som sidder fast i raden.

3.2. Bundgarn

Bundgarn er de fleste erhvervsfiskeres vigtigste redskab og består af to dele (fig. 9). Den første del er en op til flere hundrede meter lang rad, som er fastgjort til en række pæle. Radens underline er forsynet med lodder, og raden dækker derfor hele vandsøjlen. Maskevidden 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.

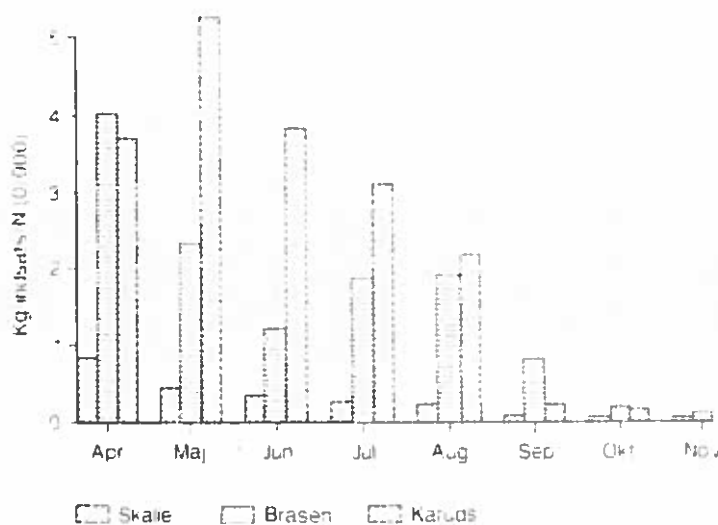
Opsætning og pasning af bundgarn:

Det kræver en meget stor indsats at sætte et bundgarn op, og udgifterne til garn og pæle er ret omfattende. En erfaren bundgarnsfisker vil med hjælp fra 1 eller 2 personer skulle bruge ca. 1 dag på at nedramme pæle og til at ophænge bundgarnet. Men når det først er stillet op, kræver det kun beskeden 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 samlerusen hæves og tømmes, og dette tager ikke mere tid end at tømme en ruse. Hvis bundgarnet ikke har samleruse, skal hele hovedet hæves, og det betyder, at arbejdet tager noget mere tid.

Mindre ruser 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.

Bundgarns 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 bundgarnsfiskeri i lighed med rusefiskeri ikke giver særligt store fangster.

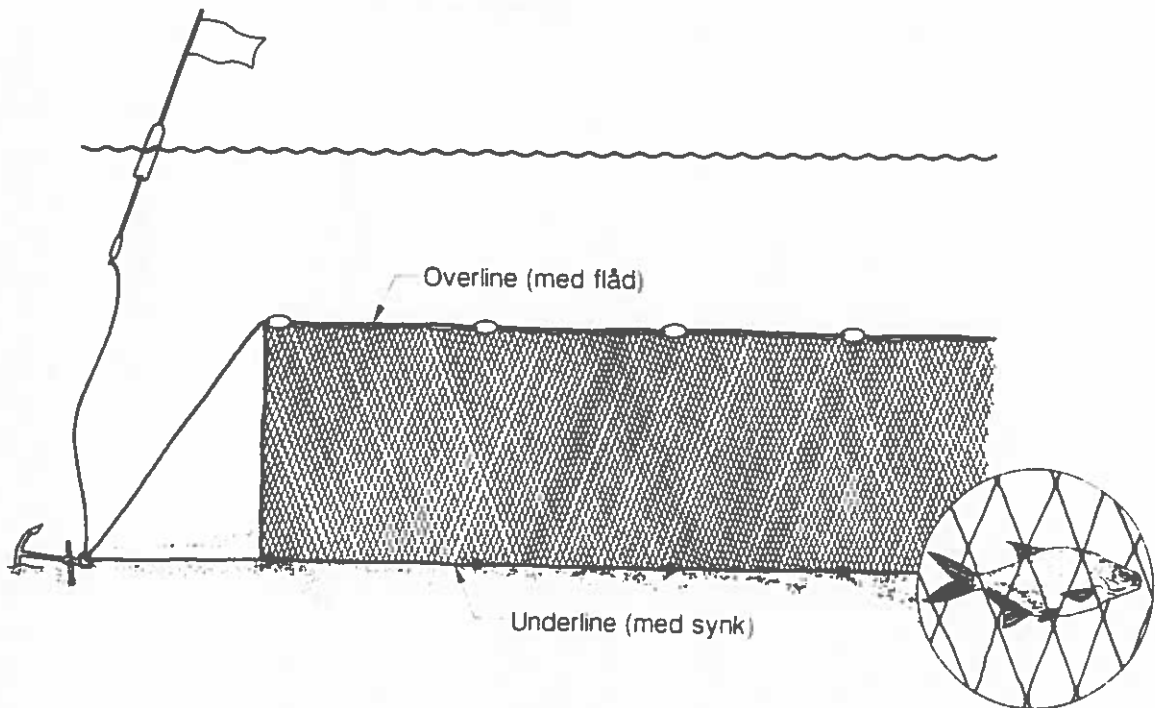


Figur 10. Fangst af skalle, brasen og karudse i bundgarn i Frederiksberg Slotssø fra april til november 1986. Fangsten er beregnet som den daglige fangst (kg/garn) i forhold til de beregnede bestandsstørrelser af skalle, brasen og karudse.

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 bundgarnshovedet og i samlerusen.

3.3. Garn (gællenet)

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 ligeledes 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 én eller få cm indbyrdes afstand, hvor det midterste er fintmaske. 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.

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 maskevidde og af en bestemt kvalitet, og som er beregnet til at fange en bestemt fiskeart, 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 maskevidde. Med disse garn er det muligt at fange et bredt udsnit af fiskene i en sø.

For fisk fanget i garn gælder det næsten altid, at de mister skæl, får sår af at sidde fastkilet 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.

Sætning af garn:

Garn kan bruges overalt i en sø, idet de ved hjælp af liner, lodder og flåd kan sættes i alle dybder. Inden garnet sættes, bør man sikre sig, at det ikke er filtret, og at det sidder løst på splitstokken (2 parallelle lister med fælles skaft). For at garnet ikke skal drive, forsynes det i hver ende med anker. Når garnet skal sættes, lægges først ankeret, og ankerlinen trækkes igennem garnet og bindes til en bøje eller andet flåd (en stor plasticdunk 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. Pelagiske garn, der skal fiske i en bestemt dybde, forsynes med ekstra opdrift. For hver 3-5 m bindes en lille bøje eller andet flåd til garnets overline, og bøjesnoren tilpasses den ønskede dybde.

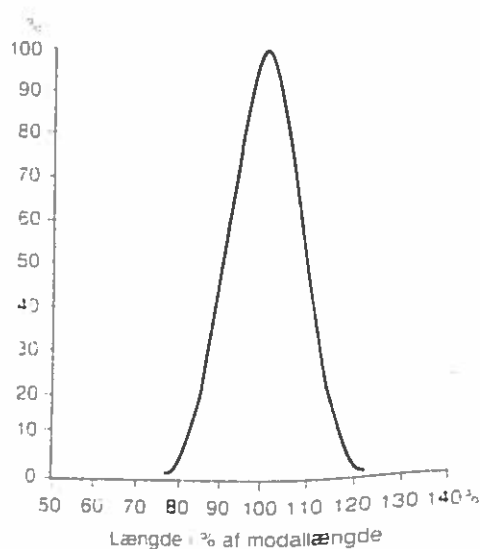
Indsamling af garn:

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

det ofte ødelægge garnet og dermed falde af. Det kan derfor anbefales at have en ketcher til en sådan situation. Når garnet er sanlet, sejles 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 maskevidde og længden af fisk, som en given maskevidde vil fange. Den længde, der fanges bedst, kaldes modallængden. Ved at sammenholde længderne af fisk, fanget i garn med forskellige maskevidder, kan man finde en selektivitetskurve for hver maskevidde. En selektivitetskurve viser, hvor effektivt en fisk, som er større eller mindre end modallængden, fanges (fig. 12). Selektivitetskurverne for hver maskevidde i et biologisk oversigtsgarn kan lægges til en selektivitetskurve for hele oversigtsgarnet. Det er herefter muligt at korrigere fangsten og dermed finde en fiskebestands faktiske størrelsesfordeling.



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

Selektivitetskurverne 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 hænge fast i pigge på finner og gællelæg. Gedder med cylinderformet krop vil ikke ret tit blive fanget ved at være kilet til 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 pukkelryggede fisk som brasen kiles ikke ret let fast i maskerne, men til gengæld kan garnet klemme disse fisk fast på forskellige "skrå" måder. Dette medfører, at selektivitetskurven for brasen er meget vid.

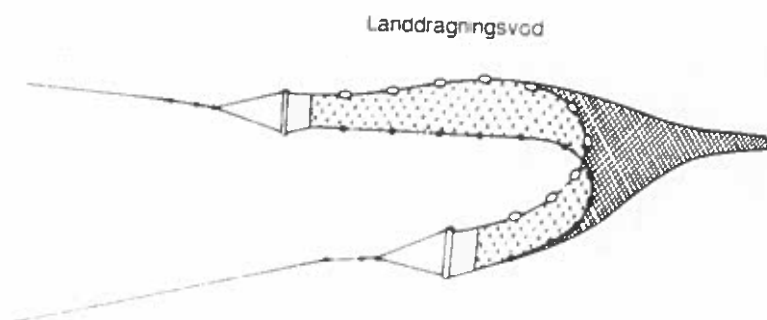
Fiskenes adfærd og aktivitet spiller også en rolle for både mængden og artsfordelingen af fangsten. I lighed med ruser og bundgarn vil fangsten af forskellige arter variere med årstiden. Dette kan i nogen grad opvejes ved, at garn via deres fleksible placering kan affiske søens forskellige biotoper.

Arbejdsindsats:

Garn er et redskab, der kræver meget arbejde. Til gengæld har fangsten 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 sejltiden 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.

3.4. Vod

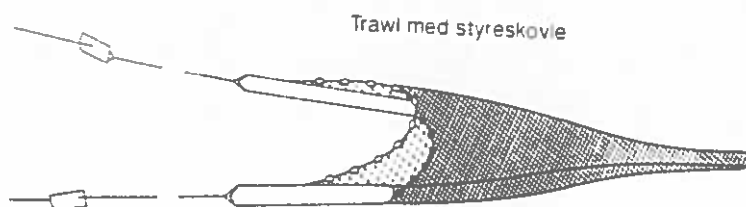
Vod er det mest anvendte aktive fiskeredskab, og tidligere blev det meget brugt til fiskeundersøgelser. Vod er et kraftigt net, der er formet som to arme, hvorimellem der er en lang pose (fig. 13). Hele voddet inklusive arme og pose er spændt ud mellem en overline med flod og en underline med lodder. Posen kan være forsynet med en kalv. Til hver vodarm bindes vodsnore, der af hensyn til effektiviteten bør være mindst 50 m lange.



Figur 13. Skitse af landdragningsvod.

Vod kan fås i flere størrelser, der angives ved armenes længde og deres højde umiddelbart foran posen. Maskevidden er som regel ca. 18 mm. Tidligere blev vod mest brugt til fangst af ål, og de 18 mm i maskevidde svarer til, at voddet ikke vil fange ål, som er mindre end det tilladte mindstemål.

En særlig form for vod er trawlet, der bruges af mange erhvervsfiskere (fig. 14). Trawlet trækkes over bunden og kan være forsynet med skovle (styreplader), så det kan trækkes af blot én båd.



Figur 14. Skitse af trawl med styreskovle.

Til brug ved undersøgelser af små fisk kan der bruges mindre vod, som er meget fintmaskede, og som allerede i august-september vil kunne fange årets yngel.

I søer bruges normalt vod, der slæbes over bunden. Men ved at variere mængden af lodder på overlinen kan voddet bringes til at fiske i forskellige højder. Når voddet trækkes, bliver fiskene ledt ind i posen og herved fanget. Det er vanskeligt at fiske med vod på steder med kraftig undervandsvegetation. Og på meget mudret bund vil voddet ofte blive fyldt med mudder, når det trækkes. Dette kan i nogen grad afhjælpes ved at sætte trælister eller grangrene på underlinen. Listerne eller grangrenene vil virke som meder og glide hen over mudderbunden. Vod er mest effektivt i kanaler og små vige, hvor fiskene har svært ved at undvige.

Anvendelse af vod:

Når voddet skal lægges ud, starter man med at binde knude på posen. Derefter lægger man først den ene oprullede vodsnoer i en balje eller endnu bedre direkte på det sted i båden, hvorfra loddet skal lægges ud. Oven på vodsnoeren lægges nu vodarmen, derefter posen, så næste vodarm, og til sidst den anden vodsnoer. Det er også en god ide at binde et lille flod til voddets pose. Det kan bruges til trække voddet baglæns, hvis det skulle sætte sig fast.

Der skal mindst 2 og bedst 4 personer til at lægge voddet ud. Vodsnoeren holdes af den ene person eller bindes til en fast genstand på bredden i den ene ende af det valgte område, der skal befiskes. Herefter sejles der ud i søen vinkelret på bredden, medens en person sørger for, at vodsnoeren i sin fulde længde og begyndelsen af den ene vodarm lægges strakt ud. Nu ændres kursen, så der sejles parallelt med bredden, og resten af vodarmen, vodposen og lidt af næste vodarm lægges nu ud. Derefter sejles der ind imod bredden, og sidste del af vodarmen og den anden vodsnoer lægges ud. Det skulle gerne passe med, at hele vodsnoeren er ude, når man når til bredden.

Der bør gå nogle minutter, inden man starter vodtrækket, så den skabte uro i vandet kan lægge sig. Det er vigtigt, at vodtrækket foregår så jævnt og så hurtigt som muligt. Vodtrækket kan godt

klares af 2 personer, men 4 personer: 2 ved hver vodsnoer, er det bedste. Lidt før eller når voddets arme når bredden, skal de personer, der trækker voddet, bevæge sig imod hinanden. Under den sidste del af trækket er det bedst, at man er på ydersiden af voddet, og det er vigtigt at fortsætte med at trække i overlinen, så underlinen kan virke som en barriere. Når begge arme er trukket ind og samlet, så kan posen lukkes ved at løfte dens underline op. Nu kan de fangede fisk rystes ned i bunden af posen, posens knude kan løsnes, og de fangede fisk hældes ud i en balje.

Voddet gøres nu klar til næste træk. For at lette arbejdsgangen lægges voddet i baljen eller i båden i den modsatte rækkefølge af udlægningen. På denne måde kommer samme vodsnoer og samme vodarm til at ligge øverst, og voddet kan hver gang lægges ud efter ens sejlrunder.

Vod kan også trækkes mellem 2 både. Vodtrækket afsluttes da ved at sejle ind til bredden og her blot fortsætte som ved et vodtræk til lands.

Voddets effektivitet og selektivitet:

Der fiskes normalt med vod i bredzonens bundnære vandmasser. Men afhængigt af vodsnoernes længde og søens topografi kan en større eller mindre del af barbunden også affiskes. Voddets effektivitet over for de fisk, der er i det affiskede område, afhænger af, hvor hurtigt fiskene opdager voddet, af deres svømmehastighed og af størrelsen på fisk, som holdes tilbage af voddets maskevidde.

Langt de fleste fiskearter kan fanges med vod. Men vod er mest effektivt over for skalle, delvis effektivt over for brasen og aborre, mens udprægede pelagiske arter og store rovfisk ikke fanges så hyppigt med vod. Effektiviteten er stor i gydeperioden for de forårsgydende fisk og om sommeren, hvor der er mange fisk i eller tæt på bredzonen. Om efteråret og om vinteren er effektiviteten ringe. Vod selekterer især over for skalle, men sammenlignet med ruse- og elektrofiskeri (se afsnit 3.5.) er artsselektiviteten ikke særlig udpræget. Størrelsesselektiviteten er bestemt af voddets maskevidde.

Arbejdsindsats:

Vodfiskeri udføres bedst af 4 personer, som vil kunne udføre ca. et par vodtræk i timen. Hertil kommer så tiden til at behandle fangsten. Men desværre vil man ofte opleve, at voddet hænger fast i grene, pæle, gamle cykler og andet affald på bunden. Man må derfor være forberedt på, at det kan tage længere tid at klargøre voddet imellem trækkene. Og man må også være indstillet på, at det kan blive nødvendigt med reparation af voddet.

3.5. Elektrofiskeri

Elektrofiskeri kræver tilladelse fra Fiskeriministeriet (se Mortensen et al., 1988, side 6-8). Ved elektrofiskeri bedøves fiskene med en elektrisk strøm, og de kan herefter samles op med en ketcher. Det nødvendige udstyr til og princippet ved elektrofiskeri er detaljeret beskrevet af Mortensen et al. (1988), hvortil der henvises for yderligere oplysninger.

Elektrofiskeri kan kun foregå langs med bredden og i den yderste del af vegetationsbæltet eller på meget lavt vand, da effektiviteten andre steder vil være særdeles ringe. Ved elektrofiskeri kan man enten vade og trække udstyret efter sig i en båd, eller man kan sejle eller stage sig frem. Da elektrodens aktionsradius er begrænset til ca. 1 m, er det vigtigt, at man ikke skræmmer fiskene væk, inden man kan nå dem med elektroden. Dette gøres bedst ved at sejle i et passende lavt tempo, medens man med elektroden over vandet rækker den så langt frem foran sig som muligt og derefter med elektroden i vandet afsøger området hen ned mod sig selv. Denne procedure gentages nu, indtil den ønskede strækning er affisket. Under fiskeriet samles de bedøvede fisk op med en ketcher og placeres i en balje, der er stor nok til at kunne rumme hele fangsten inden for den ønskede strækning.

Effektivitet og selektivitet:

Fiskenes størrelse og størrelsen af den anvendte spænding er afgørende for effektiviteten. For yderligere oplysninger henvises til Mortensen et al. (1988). Da elektrofiskeri for det meste kun kan

foretages i bredzonen, vil man i høj grad selektere for de arter og årgange, der findes her. Det betyder, at de yngste årgange af de fleste fredfisk fanges meget effektivt, da de ofte er samlet i stimer i bredzonen. Gedder og til en vis grad også ål og aborre fanges også effektivt. Til gengæld fanges ældre årgange af skalle og især af brasen kun meget sjældent.

Arbejdsindsats:

Det er nødvendigt at være 2 personer om at elektrofiske. Fiskeriet kan kun ske i bredzonen eller på lavt vand. En strækning på 300 m vil normalt kunne gennemfiskes på mellem en halv og en hel time afhængigt af vegetationsforholdene og fangstens størrelse.

4. FISKEUNDERSØGELSER OG METODER

Med fiskeundersøgelser menes her undersøgelser af mere beskrivende karakter. Derfor vil fiskepleje, biomanipulation ved opfiskning af skidtfisk og/eller udsætning af gedde og sandart m.v. ikke blive omtalt i dette afsnit.

De fleste fiskeundersøgelser vil ofte være foranlediget af den overordnede planlægning og målsætning for søens tilstand. Formålet kan være at gøre status for tilstanden til brug for planlægning eller at føre tilsyn med, om en planlagt målsætning er blevet opfyldt. Det kan også være som led i Vandmiljøplanens overvågningsprogram.

Når man planlægger en fiskeundersøgelse, vil følgende forhold derfor normalt komme på tale:

- Formålet med undersøgelsen i forhold til den generelle målsætning for søen.
- Indsamling af data fra tidligere undersøgelser og oplysning om fangst m.m. fra erhvervs- og lystfiskeri.
- Detailplanlægning af undersøgelse, herunder valg af fiskeredskaber og tidspunkt for undersøgelsen. Og at vurdere, hvilke informationer, der indsamles ved undersøgelsen, og om disse står i rimeligt forhold til indsatsen.
- Tilladelse til fiskeri fra lodsejere og eventuelt fra Fiskeriministeriet (elektrofiskeri, dispensation til fangst af fisk under mindstemål).

Undersøgelser:

Uanset hvilken undersøgelsestype, der vælges, vil det være en god idé at samle data fra tidligere fiskeundersøgelser og et eventuelt erhvervsfiskeri. Dette vil give et indtryk af fiskebestanden. Og det vil dels give mulighed for at gentage en tidligere undersøgelse, dels vurdere om en undersøgelse kan kombineres med et allerede eksisterende fiskeri.

Til brug for recipientkvalitetsplanlægning og tilsyn med miljøtilstanden vil undersøgelser være af mere registrerende art, og man vil ofte kunne nøjes med at bestemme:

- artsfordeling
- størrelsesfordeling for de dominerende arter
- evt. alder, vækst og kondition for de dominerende arter.

Ud fra disse oplysninger vil man i de fleste tilfælde kunne vurdere, om fiskebestanden opfylder søens fiskemålsætning. Og ved senere tilsyn vil man - for en beskeden indsats - kunne få et godt billede af fiskebestandens tilstand og udvikling.

Hvis man vil vurdere fiskenes effekt på søens andre trofiske niveauer, må disse undersøgelser suppleres med:

- en kvantitativ bestemmelse af de enkelte fiskearter
- bestemmelse af føden hos de vigtigste fiskearter,

da man ud fra disse resultater i vidt omfang vil kunne vurdere, hvor meget fiskebestanden påvirker søen.

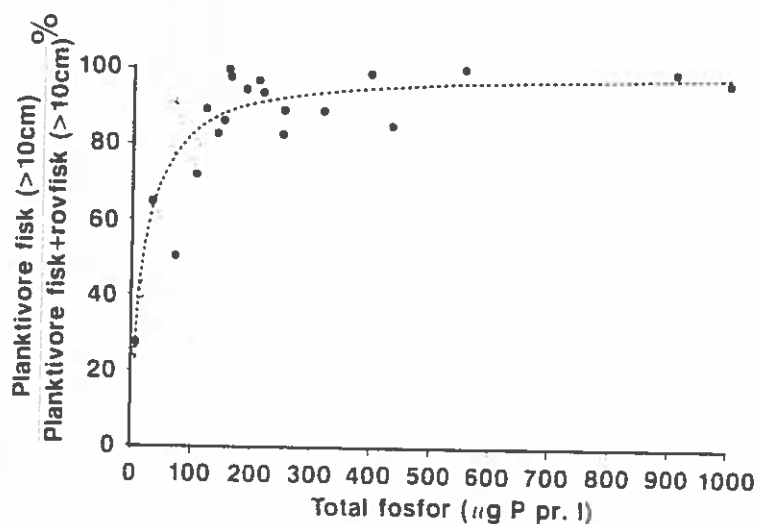
4.1. Artsfordeling

Med artsfordeling menes den procentvise andel af alle forekommende arter i søen.

Et af de store problemer med denne type af fiskeundersøgelser ligger i at få repræsentative prøver. Alle redskaber er på den ene eller anden måde selektive, og det må der tages nøje hensyn til ved valg af redskaber. Søens størrelse og dybdeforhold vil betyde noget for antal af redskaber og deres placering.

Ud over valg af fiskeredskaber vil det også være en god idé at standardisere undersøgelserne. Mens et bedre valg af redskaber giver mere pålidelige data, så vil en standardisering betyde, at resultaterne er direkte sammenlignelige fra den ene gang til den anden og fra sø til sø. Det skal derfor anbefales, at fiskeriet udføres som anført under normalt program (afsnit 2.1.1., side 4-18), hvis der ikke er helt specielle forhold, der taler for andet.

De fundne arter og deres hyppighed giver et fingerpeg om søens generelle tilstand. I ubelastede søer kan der være ørred og helt, og med tiltagende belastning erstattes disse af aborre, der ved yderligere belastning erstattes af skalle og brasen (Johansson & Persson, 1986; Svärdson, 1976). Med tiltagende belastning skifter også forholdet mellem rovfisk (specielt gedde og stor aborre) og planktivore fisk (brasen, skalle m.fl., fig. 15).



Figur 15. Antallet af skidtfiskene (skalle, rudskalle, brasen og flire) i forhold til antallet af skidtfisk + aborre (alle >10cm), afbildet som funktion af søvandets indhold af total-fosfor om sommeren (1/5-1/10). Fangsterne er baseret på fiskeri med oversigtsgarn. På figuren er der vist data fra en række svenske undersøgelser, som dog kun inkluderer skalle og aborre (O) (Lessmark, 1983); samt data fra en række danske undersøgelser, der inkluderer alle fem fiske arter (●).

4.2. Størrelsesfordeling

De forskellige redskaber er alle mere eller mindre størrelsesselektive, og for mange redskaber vil maskevidden sætte en grænse for hvor små fisk, der fanges. Men da de yngste årgange har en vigtig betydning, så er det også vigtigt at kende størrelsesfordelingen af de små fisk. Til dette kan man med fordel elektrofiske eller bruge redskaber med små maskevidder.

De enkelte arters størrelsesfordeling bestemmes i praksis samtidig med artssammensætningen, idet længden fra snudespids til halekløft (forklængde) af de fangede fisk måles til nærmeste lavere halve centimeter og registreres på et fangstskema. Fra skemaet laves et længde-frekvens diagram, og opdelingen af fangsten i årgange vil for de yngste årgange ofte fremgå direkte af diagrammet (fig. 16). Fordelingen af fiskene omkring "toppene" antages at være normalt fordelt, og næsten alle fisk omkring den enkelte "top" kan antages at være af samme alder. Hvis der ønskes en bedre opdeling mellem toppene, og for større fisk - hvor aldersfordelingen overlapper - må der ske en aldersbestemmelse f.eks. ved brug af skælprøver eller øresten som beskrevet i næste afsnit (side 42-43) og under det udvidede program (side 22).

4.3. Alder og vækst

De fleste fisk gyder inden for en kort periode hvert år. Æggene klækker, og yngelen kommer også frem over en kort periode. Man taler derfor om årgange eller om aldersklasser af fisk.

Vækst måles som forøgelse af enten længde eller vægt. Det er mest almindeligt at måle de enkelte årganges gennemsnitlige vækst eller deres vækstrater, der er et mål for tilvæksten over en given periode.

Hos de fleste fisk er væksten afhængig af fødemængde og temperatur. Væksten vil derfor fortælle noget om fiskenes almene trivsel, og væksten kan som sådan være en god indikator for hele fiskebestandens udvikling.

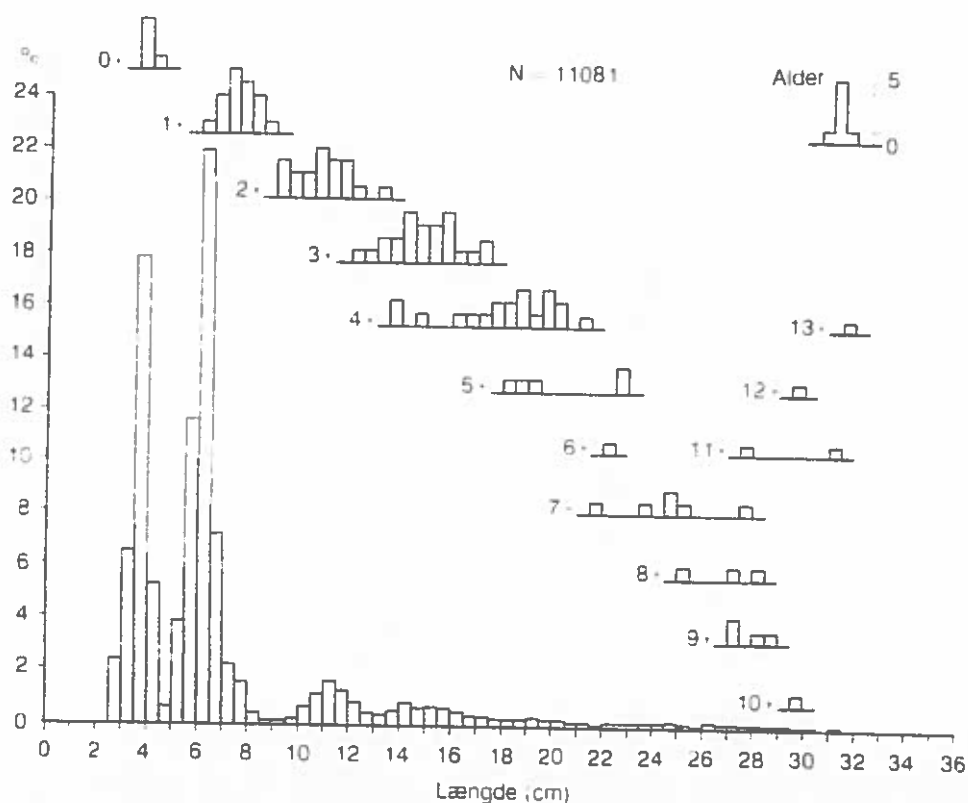
Væksten indgår desuden i metoder til beregning af produktion og fødeoptagelse.

Der findes mange metoder til at bestemme alder og vækst (Bagenal & Tesch, 1978). Men til at bestemme alder vil det ofte være nok med følgende to metoder:

1. længdefordeling, hvis det kun drejer sig om de yngste årgange eller
2. årringe i skæl, øresten eller andre benstrukturer, hvis det drejer sig om alle årgange.

Længdefordeling:

Metoden bygger på størrelsesfordelingen (se afsnit 4.2. og fig. 16), og den er mest brugbar ved hurtigt voksende fisk. Længdefordelingen vil normalt vise en række "toppe", der repræsenterer enkelte årgange og de mindste fisk som den yngste årgang (fig. 16). I de fleste tilfælde vil det kun være muligt at bestemme alderen for de yngste årgange, da ældre årgange overlapper hinanden i længderne.



Figur 16. Længdefordeling og aldersfordeling bestemt ud fra skælprøver af skalle i Væng sø i september 1986.

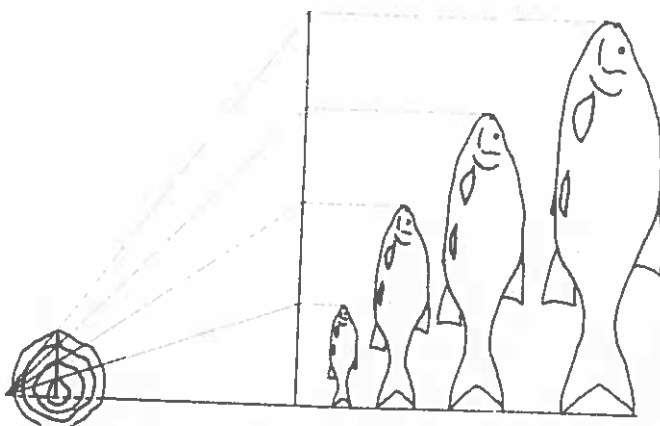
Årringe i skæl, øresten eller andre benstrukturer:

Metoden bygger på, at der i nogle bendannelser hvert år ved vækststop eller langsom vækst om vinteren afsættes årringe, og at afstanden mellem årringene og benstrukturens "centrum" er korreleret med fiskens vækst (fig. 17). Væksten findes ved på en radius at måle afstanden til de enkelte årringe og til yderkanten af benstrukturen. På denne måde kan man beregne fiskens længde ved en tidligere alder og fiskens vækst fra år til år.

Det er mest almindeligt at bruge skæl eller øresten. Men også ryghvirvler, gællelæg eller finnestråler kan bruges. I øvrigt henvises til Bagenal & Tesch (1978).

Da der kan være stor forskel på væksten af fisk fra samme årgang (fig. 16), skal det tilstræbes, at der tages prøver fra alle størrelser af fisk. Indtil 5 prøver inden for hver centimeter vil være passende.

For den utrænede vil det være svært at adskille de enkelte årringe, og metoden er ret tidskrævende. Men med en vis øvelse kan fiskens alder dog bestemmes ret sikkert.



Figur 17. Proportionalitet mellem fiskenes vækst og størrelsen af skæl.

Længde-vægtforhold og kondition:

Forholdet mellem længde og vægt hos fisk kan beskrives som:

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

hvor W = vægten i g og L = længden i cm, og hvor a og b er konstanter.

For hver art, der ønskes undersøgt, skal det tilstræbes, at alle størrelser af fisk bliver repræsenteret, og at der måles sammenhørende værdier af længde og vægt (se afsnit 4.2, side 41-42 for yderligere oplysninger). Nu kan konstanterne a og b beregnes ved lineær regressionsanalyse på det logaritmiske udtryk (formel 3).

Længde-vægtforhold for fisk kan ændres i løbet af vækstsæsonen. Hvis man vil sammenligne forholdet fra år til år eller mellem forskellige bestande, så er det nødvendigt at tage prøverne på samme tid af året. Ændringer i konstanter a og b kan være svære at tolke. Dog viser $b = 3$ isometrisk vækst, hvilket vil sige, at kropsformen og massefylden ikke ændrer sig med væksten. For de fleste fisk vil b dog være forskellig fra 3, og væksten er dermed allometrisk, hvor kropsformen eller massefylden ændrer sig med væksten.

En ændring i fiskens konditionsfaktor (formel 4) er derimod nemmere at tolke:

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

idet man regner med, at en tungere fisk af en given længde er i bedre kondition. Dette betyder, at konditionen stiger med stigende K -værdier.

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

En bestemmelse af længde-vægtforholdet og konditionsfaktoren kræver normalt ikke megen tid. Variationen mellem længde og vægt er ikke særlig stor, og man behøver derfor ikke mere end 50-100 fisk for at få sikre relationer.

4.4. Bestandsstørrelse

Der findes flere metoder til kvantitativ bestemmelse af fiskearter, men kun fangst-genfangst metoden, der er den bedste metode til brug i søer, vil blive gennemgået.

En række andre metoder er beskrevet i Ricker (1975) og Youngs & Robson (1978).

Fangst-genfangst metoden:

Grundlaget for metoden er, at det ved at mærke en del af bestanden kan opnås, at antallet af genfangne fisk (mærkede fisk) i en senere prøvetagning er proportionalt med antallet af mærkede fisk i forhold til hele bestanden på det tidspunkt, hvor bestanden blev mærket, således at

$$M/N = R/C \quad \text{eller} \quad N = MC/R \quad (6)$$

hvor M = antallet af mærkede fisk,
C = det samlede antal af fisk i en senere fangst,
R = antallet af genfangne fisk med mærke, og
N = bestandsstørrelsen på det tidspunkt, hvor fiskene blev mærket.

For at få en sikker beregning af bestandsstørrelsen ved hjælp af denne metode, skal en række antagelser være opfyldt:

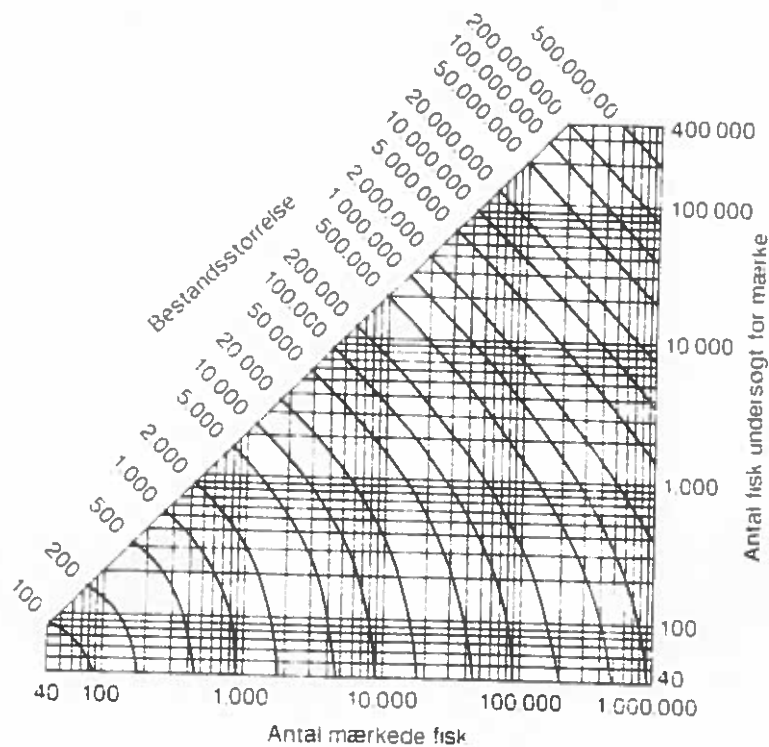
- Der skal mærkes og genfanges en tilstrækkelig stor del af bestanden.
- Mærkede og umærkede fisk skal have samme dødelighed og fangbarhed.
- Fiskene må ikke miste mærket.
- Mærkede fisk skal blande sig tilfældigt med umærkede fisk.
- I undersøgelsesperioden må der ikke ske ind- eller udvandring.

Desuden er der en fejlkilde i selve den matematiske udregning af formel (6), og i litteraturen findes der en række forskellige formler til beregning af bestandsstørrelsen. Alle disse bygger dog på formel (6), og uden at komme ind på disse forskellige formler, skal her kun nævnes følgende:

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

der regnes som en af de mere "robuste" til beregning af bestandsstørrelsen. 95% C.L. for N bestemmes ved brug af Poisson-fordeling (appendiks I).

Hvor mange fisk, der skal mærkes og genfanges for at få en rimelig sikker beregning af bestandsstørrelsen, kan man få et skøn over i fig. 18. Her kan man ud fra et groft skøn over bestandens størrelser aflæse antal af mærkede og genfangne fisk ved en given sikkerhed. I de fleste danske søer vil et groft overslag være fra 3.000 til 7.000 fisk (> ca. 10 cm) pr. ha. Jo mere næringsrig søen er, jo flere fisk vil der som regel være i den.



Figur 18. Kombinationer af det antal fisk, det er nødvendigt at mærke og genfange for at opnå 90% sikkerhed på beregningen af bestandsstørrelsen.

I praksis mærkes en del af bestanden ved en første prøvetagning, og efter et passende tidsrum (mindst 1 måned) udføres der et fiskeri, hvor den totale fangst og antallet af mærkede fisk registreres. Og nu kan bestandsstørrelsen: $N \pm 95\% \text{ C.L.}$, beregnes efter formel (5) og appendiks I.

Hvordan en mærknings-genfangstundersøgelse kan udføres i praksis, er gennemgået tidligere (afsnit 2.1.2., side 18-21).

4.5. Fødeundersøgelser

Fødeundersøgelser kan være kvalitative eller kvantitative. Men uanset hvilken type af fødeundersøgelse, det drejer sig om, er der en række forhold, der er fælles, når der skal tages prøver af mave- eller tarmindehold til yderligere undersøgelse.

Optagelse af føde kan hos fisk variere med alder, habitat, årstid og for nogle fiskearter også med tidspunktet på dagen. Dette må der - afhængigt af undersøgelsens formål - tages hensyn til ved prøvetagningen.

Når der skal vælges redskaber til en fødeundersøgelse, må man huske på, at forskellige redskaber ikke alene selekterer arts- og størrelsesmæssigt, men også mht. de individer, der befinder sig i den habitat, hvor redskabet er placeret. Hvis man ønsker et repræsentativt billede af hele søen, så bør der fiskes i forskellige habitater.

Da fordøjelsen fortsætter, indtil fiskenes maver eller tarme er konserveret, er det en fordel at bruge aktive redskaber, hvor fangsten kan landes med det samme, og hvor maver og tarme kan tages ud og konserveres umiddelbart efter fangsten. Hvis der bruges passive redskaber, bør redskabet derfor tømmes kort tid efter, at det er sat ud.

Kvalitative fødeundersøgelser:

Kvalitative undersøgelser giver et billede af det aktuelle fødevalg, og de bygger alle på en registrering af mave- eller tarmindholdet hos de indsamlede fisk. Dette kan gøres på flere måder:

- Numerisk ved at tælle de forskellige fødeemner.
- Volumetrisk ved at måle rumindholdet af de forskellige fødeemner.
- Gravimetrisk ved at veje de forskellige fødeemner.

For alle tre metoder gælder det, at fødeemnerne bestemmes til art, slægt, familie eller endog højere taxonomisk gruppe alt efter undersøgelsens formål. Den ønskede nøjagtighed i bestemmelsen af fødeemner er i høj grad bestemt af, hvor let det er at adskille og bestemme fødeemnerne. Mange fisk - det gælder specielt karpefisk, der har svælg-tænder - knuser deres føde så meget, at de enkelte dyr ikke kan tælles. Dette betyder, at den numeriske metode ikke kan bruges, og at både den volumetriske og den gravimetriske metode bliver meget tidskrævende.

Kvantitative fødeundersøgelser:

Der findes flere forskellige metoder til at bestemme fødeoptagelsen hos fiskebestande, men de kan inddeles i tre kategorier:

1. Den første bygger på kvantitative målinger af tarmindholdet og på værdier af den hastighed, R , hvormed tarmen tømmes. Tarmtømmingshastigheden, R , kan enten være målt ved laboratorie- eller in situ forsøg. Metoden kræver meget feltarbejde, da tarmindholdet af flere årsager skal måles ca. hver 3. time eller hyppigere over mindst et døgn og på flere tidspunkter over året. Desuden foreligger der kun få undersøgelsesresultater, hvori der er angivet værdier for R .
2. Den anden kategori kræver kendskab til forholdet mellem vækst og fødeoptagelse, fundet ved forsøg i laboratoriet. Dette forhold bruges herefter til at beregne en fiskebestands fødeoptagelse ud fra den observerede vækst hos bestanden. Indtil videre er forholdet mellem vækst og fødeoptagelse kun beskrevet for få arter.
3. Den tredje kategori bygger på målinger af ilt-optagelse ved standardstofskifte hos fisk og et balanceret energibudget. Den mest kendte metode er beskrevet af Winberg (1956). I litteraturen findes der værdier for stofskiftet hos mange forskellige fiskearter.

De enkelte metoder og deres fejlkilder vil ikke blive nærmere omtalt, men en mere detaljeret gennemgang findes i Windell (1978) og Mann (1978).

Alle metoderne er meget tidskrævende. Og til brug ved tilsynsundersøgelser vil den eneste bare nogenlunde overkommelige metode være Winbergs energi-budget-model. Denne metode bygger på en række antagelser om fiskenes stofskifte. Men selv grove overslag over fødeoptagelsen hos en fiskebestand vil mange gange kunne bruges til at vurdere fiskenes betydning for andre trofiske niveauer i søen.

5. HÅNDTERING AF FISK

5.1. Opbevaring af fisk

Fiskene skal genudsættes:

De fangede fisk opbevares i baljer med rigeligt vand, og om nødvendigt noteres der dato, lokalitet og fiskeredskab. Det er en fordel at holde store og små fisk adskilt. Det er nødvendigt at holde ål adskilt fra de øvrige arter, idet ålenes slim kan sætte sig på andre fisks gæller og hæmme iltoptagelsen. Fisk kan også opbevares i hyttefad.

Fiskene skal være i baljerne så kort tid som muligt. På varme dage sættes baljerne om muligt i skygge for at undgå opvarmning af vandet, hvorved iltindholdet falder. Det kan være nødvendigt at køle vandet i baljerne med is eller at ilte vandet med luft/ilt fra trykflaske eller pumpe.

Fiskene skal ikke genudsættes:

Hvis fiskene ikke skal genudsættes, opbevares de bedst i baljer eller spande uden vand, og om nødvendigt noteres dato, lokalitet og fiskeredskab.

5.2. Registrering

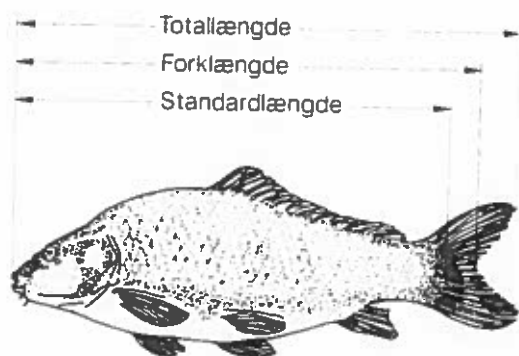
Artsbestemmelse:

Det er forholdsvis let at artsbestemme de fleste danske ferskvandsfisk. Bestemmelsesnøgler findes i Maitland (1972) og Otterstrøm (1912, 1914), og i Muus & Dahlstrøm (1967) findes der beskrivelser og farvebilleder af alle vore ferskvandsfisk. Mange karpefisk kan danne hybrider, der kan være vanskelige at bestemme. Men de vil normalt ligne en mellemting mellem forældrefiskene. Det er også meget tit vanskeligt at bestemme mange små karpefisk, der næsten til forveksling kan ligne hinanden. En bestemmelsesnøgle til larver og spæd yngel af karpefisk findes i Spindler (1988).

Længde:

Længden af en fisk kan angives på flere måder (fig. 19). Det er blevet mere og mere almindeligt at bruge forklængden: fra snude-spids til halekløft. Man kan også måle totallængden: fra snude-spids til halespids. Men denne længde kan nogle gange være lidt usikker, da finnespidserne kan være nedslidte eller flossede, og nogle gange er de to finnespidser ikke lige lange.

Standardlængden: fra snudespids til enden af sidste hvirvel i rygsøjlen, er det sikreste mål; men denne længde vil man normalt ikke kunne måle i felten.



Figur 19. Forskellige måder at måle fisk på.

Hvis det er levende fisk, der skal måles, så bedøves de i mindre portioner ad gangen. Til bedøvelse kan bruges chlorbutanol eller MS 222 Sandoz (tricain-methan-sulfonat). MS 222 afvejes i portioner på 1/4 g, der 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 plasticdunk, og hertil sættes ca. 1 l kogende vand, og der omrystes kraftigt i flere minutter. Fra varmtvandshanen tilsættes herefter vand 3-4 gange, idet der omrystes kraftigt mellem hver tilsætning. Alt chlorbutanol skal være opløst, inden stamopløsningen kan bruges. Når fiskene skal bedøves, blandes 1 del stamopløsning med 9 dele vand til bedøvelsesvæsken.

Fiskene måles til nærmeste lavere halve centimeter og registreres på et måleskema. Ved måling af mindre fisk kan der med fordel bruges en "målevugge", hvori fiskene ligger i vand, mens der til større fisk normalt bruges et "målebræt" på 60-100 cm's længde.

I de tilfælde, hvor fangsten af en enkelt art er meget stor, vil det ofte være nok at måle en repræsentativ del af fangsten, så der opnås et udtryk for størrelsessammensætningen. Den øvrige del af fangsten tælles, og antallet angives.

Efter endt registrering lægges bedøvede fisk til opvågning i baljer med frisk vand. Når fiskene er helt vågne, kan de sættes ud igen.

Vægt:

Der registreres 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 over ca. 10 cm vil en nøjagtighed på 1 g dog være tilstrækkelig. Til vejning kan der bruges både døde eller bedøvede fisk, men det skal altid være friskfangede og ikke beskadigede fisk. Inden fiskene skal vejes, vendes de først på et hårdt opvredet klæde (viskestykke eller håndklæde). Herved fjernes eventuelt overskydende vand.

5.3. Prøver af skæl og øresten

Skælprøver tages bedst med en pincet eller en sløv lommekniv, og der skræbes 10-15 skæl fra området mellem rygfinne og sidelinie. Skællene opbevares i mellemlægspapir og lægges i små kuverter, og der angives dato, lokalitet, art og længde på fisken.

Øresten tages ud ved dissektion af hovedet. Der lægges med kniv et vertikalt snit (fra nakke til snudespids) gennem hovedet, og de to dele bøjes ud til siderne. Nu kan den største øresten (sagitta), der ligger lige under hjernen, tages ud med pincet. Der kan også lægges et horisontalt snit fra nakken oven for gællelågets bagkant

og gennem den øverste del af øjnene. Herefter fjernes den afskårne skalp, og med pincet tages først hjernen væk og nu den store øresten, der ligger bagtil i hjerneboksen. Ørestenene renses mellem fingrene for slim og opbevares i mellemlægspapir og lægges i små kuverter, og der angives dato, lokalitet, art og længde på fisken. Øresten fra karpefisk kan først efter montering i lak og senere slibning bruges til aldersbestemmelse (Mosegaard et al., 1989).

5.4. Mærkning af fisk

Ved fangst-genfangstmetoden er det nødvendigt at mærke fangsten. En nem og hurtig måde er at klippe 3/4 en af bugfinnerne af. Den præcise fremgangsmåde er beskrevet i tidligere afsnit (2.1.2. udvidet program, side 20).

6. LITTERATUR

- Bagenal, T. & F.W. Tesch, 1978. Age and growth. In: Bagenal, T. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3, Blackwell, Oxford: 101-136.
- Jensen, H.J., J.P. Müller & M. Timmermann, 1988. Metodeudvikling til fiskeundersøgelser i danske søer. Rapport til Miljøstyrelsen.
- Johansson, L. & L. Persson, 1986. The fish community of temperate, eutrophic lakes. In: Riemann, B. & M. Søndergaard (eds.), Carbon dynamics of eutrophic lakes: The structure and functions of the pelagic environment. Elsevier, Amsterdam: 237-266.
- Lessmark, O., 1983:
Influence of abiotic and biotic factors on the structure of perch and roach populations in thirteen Swedish lakes, with special reference to interspecific competition.
- Del. af Ph.D. afhandling, Lunds Universitet 1983.
- Maitland, P.S., 1972. Key to British freshwater fishes. Freshwater Biological Association. Scientific Publication No. 27.
- Mann, K.H., 1978. Estimating the food consumption of fish in nature. In: Gerking, S.D. (ed.), Ecology of freshwater fish production. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 250-275.
- Mortensen, E., E. Marcus, J. Nielsen, M. Ejbye-Ernst & G. Rasmussen, 1988. Elektrofiskeri til bestemmelse af fiskebestande i vandløb. Teknisk anvisning. Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium/Ferskvandsfiskerilaboratoriet: 29 s.
- Mosegaard, H., M. Appelberg & C. Ångström-Klevbom, 1989. Skillnader i åldersbestämning från fjäll och otoliter hos mört. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 3: 19-27.
- Muus, B.J. & P. Dahlstrøm, 1967. Europas ferskvandsfisk. G.E.C Gads Forlag, København.
- Otterstrøm, C.V., 1912. Fisk I. Pigfinnefisk. Danmarks Fauna Nr. 11. G.E.C. Gads Forlag, København.
- Otterstrøm, C.V., 1914. Fisk II. Blødfinnefisk. Danmarks Fauna Nr. 15. G.E.C. Gads Forlag, København.
- Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 191.
- Spindler, T., 1988. Bestimmung der mitteleuropäischen Cyprinidenlarven. Österreichs Fischerei. Jahrgang 41: 75-79.
- Svärdson, G., 1976. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 55: 144-171.

- Winberg, G.G., 1956. Rate of Metabolism and food Requirements of Fishes. Belorussian State University, Minsk. [Translated from Russian by Fisheries Research Board of Canada. Translation Series. 194, 1960].
- Windell, J.T., 1978. Estimating food consumption rates of fish populations. In: Bagenal, T. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3, Blackwell, Oxford: 277-254.
- Youngs, W.D. & D.S. Robson, 1978. Estimation of population number and mortality rates. In: Bagenal, T. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3, Blackwell, Oxford: 137-164.

Appendiks I. Confidence limits for variables (X) distributed in a poisson frequency distribution, for confidence coefficients (=1 - P) of 0.95 and 0.99

Confidence coefficient = 0.95						Confidence coefficient = 0.99					
X	Lower limit	Upper limit	X	Lower limit	Upper limit	X	Lower limit	Upper limit	X	Lower limit	Upper limit
0	0.0	3.7				0	0.0	5.3			
1	0.1	5.6	26	17.0	38.0	1	0.03	7.4	26	14.7	42.2
2	0.2	7.2	27	17.8	39.2	2	0.1	9.3	27	15.4	43.5
3	0.6	8.8	28	18.6	40.4	3	0.3	11.0	28	16.2	44.8
4	1.0	10.2	29	19.4	41.6	4	0.6	12.6	29	17.0	46.0
5	1.6	11.7	30	20.2	42.8	5	1.0	14.1	30	17.7	47.2
6	2.2	13.1	31	21.0	44.0	6	1.5	15.6	31	18.5	48.4
7	2.8	14.4	32	21.8	45.1	7	2.0	17.1	32	19.3	49.6
8	3.4	15.8	33	22.7	46.3	8	2.5	18.5	33	20.0	50.8
9	4.0	17.1	34	23.5	47.5	9	3.1	20.0	34	20.8	52.1
10	4.7	18.4	35	24.3	48.7	10	3.7	21.3	35	21.6	53.3
11	5.4	19.7	36	25.1	49.8	11	4.3	22.6	36	22.4	54.5
12	6.2	21.0	37	26.0	51.0	12	4.9	24.0	37	23.2	55.7
13	6.9	22.3	38	26.8	52.2	13	5.5	25.4	38	24.0	56.9
14	7.7	23.5	39	27.7	53.3	14	6.2	26.7	39	24.8	58.1
15	8.4	24.8	40	28.6	54.5	15	6.8	28.1	40	25.6	59.3
16	9.2	26.0	41	29.4	55.6	16	7.5	29.4	41	26.4	60.5
17	9.9	27.2	42	30.3	56.8	17	8.2	30.7	42	27.2	61.7
18	10.7	28.4	43	31.1	57.9	18	8.9	32.0	43	28.0	62.9
19	11.5	29.6	44	32.0	59.0	19	9.6	33.3	44	28.8	64.1
20	12.2	30.8	45	32.8	60.2	20	10.3	34.6	45	29.6	65.3
21	13.0	32.0	46	33.6	61.3	21	11.0	35.9	46	30.4	66.5
22	13.8	33.2	47	34.5	62.5	22	11.8	37.2	47	31.2	67.7
23	14.6	34.4	48	35.3	63.6	23	12.5	38.4	48	32.0	68.9
24	15.4	35.6	49	36.1	64.8	24	13.2	39.7	49	32.8	70.1
25	16.2	36.8	50	37.0	65.9	25	14.0	41.0	50	33.6	71.3

For larger values of X, E.S. Pearson's formulas are very close to correct: (a)
 For 1-P = 0.95: $X+1.92 \pm 1.960 \sqrt{X+1.0}$
 For 1-P = 0.99: $X+3.32 \pm 2.576 \sqrt{X+1.7}$

Eksempel 1

Antallet af mærkede fisk, $M = 360$

Antallet af fangede fisk, undersøgt for mærke, $C = 750$

Antallet af genfangede fisk med mærke, $R = 17$

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

$$N = (360+1)(750+1)/(17+1)$$

$$N = 15062$$

Ved brug af $R = 17$ finder man fra tabellen 95% C.L. på 9.9-27.2, der indsat i (5) giver:

95% C.L. for N på 9614-24873

Eksempel 2

Antallet af mærkede fisk, $M = 109$

Antallet af fangede fisk, undersøgt for mærke, $C = 177$

Antallet af genfangede fisk med mærke, $R = 57$

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

$$N = (109+1)(177+1)/(57+1)$$

$$N = 337$$

Ved brug af $R = 57$ beregner man fra (a) 95% C.L. for R på $57 + 1.92 \pm 1.960 \sqrt{57+1} \sim 44.0-73.8$, der indsat i (5) giver:

95% C.L. for N på 262-435

DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER

Danmarks Miljøundersøgelser er en forskningsinstitution i Miljøministeriet.

Opgaverne er at varetage og rådgive om dataindsamling og øge kendskabet til de processer og sammenhænge i naturen, der er af betydning for såvel anvendelsen som beskyttelsen af Danmarks natur- og miljøverdier.

Desuden skal Danmarks Miljøundersøgelser udvikle værktøjer og metoder, der kan sikre en sammenhængende og konsekvent politisk prioritering samt formidle resultaterne af forskningen og rådgive offentlige myndigheder og private virksomheder.

Den overordnede ledelse af Danmarks Miljøundersøgelser varetages af en bestyrelse, mens den daglige ledelse varetages af direktør og vicedirektør. Institutionen er i øvrigt organiseret med et økonomi- og personalesekretariat, et forsknings- og udviklingssekretariat og syv forskningsafdelinger.

Direktion:

Direktør Henrik Sandbech
Vicedirektør John Tychsen
Direktionssekretær Jytte Keldborg

Økonomi- og personalesekretariat:
Sekretariatschef Marianne Viltoft

Forsknings- og Udviklingssekretariat:
Vicedirektør John Tychsen

Adresse: Danmarks Miljøundersøgelser
Thoravej 8, 2450 København NV
Tlf. 31 19 77 44
Telefax: 38 33 26 44 og 31 19 76 92

Forskningsafdelinger:

Afd. for Forureningskilder og Luftforurening
Forskningschef: Christian Lohse
Frederiksborgvej 399, 4000 Roskilde
Tlf. 42 37 11 37. Telefax: 42 37 21 03

Afd. for Terrestrisk Økologi
Forskningschef: Hans Løkke
Vejløvej 11, bygn. J., 8600 Silkeborg
Tlf. 86 81 60 99. Telefax 86 81 49 90

Afd. for Miljøkemi
Forskningschef: Konst. Niels Henrik Spliid
Mørkhøj Bygade 26, 2860 Søborg
Tlf. 31 69 70 88. Telefax: 31 69 88 07

Afd. for Flora- og Faunaøkologi
Forskningschef: Helmuth Strandgaard
Grenåvej 12, 8410 Rønde
Tlf. 86 37 25 00. Telefax: 86 37 24 35

Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi
Forskningschef: Merete Reuss
Jægersborg Allé 1B, 2920 Charlottenlund
Tlf. 31 61 14 00. Telefax: 31 61 09 06

Afd. for Systemanalyse
Forskningschef: John Holten-Andersen
Thoravej 8, 2450 København NV
Tlf. 31 19 77 44. Telefax: 38 33 26 44

Afd. for Ferskvandsøkologi
Forskningschef: Torben Moth Iversen
Lysbrogade 52, 8600 Silkeborg
Tlf. 86 81 07 22. Telefax: 86 81 14 13

Konsulent i systemeksport: Hans Flyger
Frederiksborgvej 399, 4000 Roskilde
Tlf. 42 37 11 37. Telefax: 42 37 21 03

TITEL: Fiskeundersøgelser i søer.

UNDERTITEL: Undersøgelserprogram, fiskered-
skaber og metoder.
Overvågningsprogram.

SERIETITEL OG NUMMER: Teknisk anvisning fra DMU,
nr. 3.

©COPYRIGHT: Miljøministeriet,
Danmarks Miljøundersøgelser

FORFATTER(E), AFDELINGSNAVN: Erik Mortensen
Danmarks Miljøundersøgelser,
Afd. for Ferskvandsøkologi.
Helle Jerl Jensen
Fiskeøkologisk Laboratorium.
Jens Peter Müller
Fiskeøkologisk Laboratorium.
Morten Timmermann
Fiskeøkologisk Laboratorium.

PROJEKTETS FINANSIERING: Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøstyrelsen.

TEKSTBEHANDLING: Pia Nygård Jensen og Caja M.
Højland.

TEGNINGER: Kathe Møgelvang.

ISBN: 87-980581-4-2

ISSN: 0905-7811

TRYK: Silkeborg Bogtrykkeri, på dansk
genbrugspapir.

OPLAG: 1990, 200 eks.

SIDEANTAL: 56 sider + 2 sider appendiks.

EMNEORD: Overvågningsprogram, fiskered-
skaber, metoder.

BEDES CITERET: Mortensen, E., H.J. Jensen,
J.P. Müller & M. Timmermann,
1990: Fiskeundersøgelser i sø-
er. Undersøgelserprogram, fi-
skeredskaber og metoder. Over-
vågningsprogram.
Danmarks Miljøundersøgelser,
1990. 57 s. Teknisk anvisning
fra DMU, nr. 3.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

KØBES HOS: Danmarks Miljøundersøgelser
Afd. for Ferskvandsøkologi
Lysbrogade 52, 8600 Silkeborg
Tlf. 86 81 07 22

PRIS (incl. moms) kr. 150,00 + porto.

