

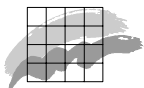


Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Elektrofiskeri til bestemmelse af fiskebestande i vandløb

Teknisk anvisning fra DMU, nr. 13
2. udgave

[Tom side]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Elektrofiskeri til bestemmelse af fiskebestande i vandløb

Teknisk anvisning fra DMU, nr. 13
2. udgave
1996

Erik Mortensen
Afdeling for Sø- og Fjordøkologi, DMU

Peter Geertz-Hansen
Afdeling for Ferskvandsfiskeri, DFU

Datablad

Titel:	Elektrofiskeri til bestemmelse af fiskebestande i vandløb
Forfattere:	Mortensen, Erik ¹ & Geertz-Hansen, Peter ²
Afdelinger:	¹ Afdeling for Sø- og Fjordøkologi, ² Afdeling for Ferskvandsfiskeri, DFU
Serietitel og nummer:	Teknisk anvisning fra DMU nr. 13
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt:	1996
Udgave:	2. udgave
Bedes citeret:	Mortensen, E. & Geertz-Hansen, P. (1996): Elektrofiskeri til bestemmelse af fiskebestande i vandløb. 2. udg. Danmarks Miljøundersøgelser. 38 s. – Teknisk anvisning fra DMU nr. 13. http://tekniske-anvisninger.dmu.dk Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Emneord:	Elektrofiskeri, vandløb, fiskebestande.
Layout: Tegninger:	Hanne Kjellerup Hansen Grafisk værksted, Silkeborg
ISBN:	87-7772-289-2
ISSN (elektronisk):	1399-9176
Sideantal:	34
Internet-version:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_tekanvisning/rapporter/TA13.pdf
Supplerende oplysninger:	I forhold til den trykte udgave er der i denne elektroniske version kun udeladt enkelte fotos.
Købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Rentemestervej 8 2400 København NV Tel. 70 12 02 11 frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk

Indhold

Forord 5

1 Indledning 6

2 Metode og undersøgelsesstrategi 7

- 2.1 Elektrofiskeri 7
 - 2.1.1 Fangsteffektivitet 8
 - 2.1.2 Valg af apparatur 9
 - 2.1.3 De nødvendige tilladelser 11
 - 2.1.4 Desinfektion af fiskeudstyr 11
- 2.2 Undersøgelsesmetoder 12

3 Undersøgelsens praktiske gennemførelse 13

- 3.1 Stationsvalg 13
 - 3.1.1 Opmåling af strækningen 14
- 3.2 Befiskningen 15
- 3.3 Behandling af fangsten i felten 16
- 3.4 Beregning af bestandsstørrelser 17
 - 3.4.1 Beregning af bestandsstørrelser ud fra en dobbelt befiskning 17
 - 3.4.2 Beregning af bestandsstørrelser ud fra en enkelt befiskning 20
 - 3.4.3 Beregning af bestandsstørrelser ved fangstgenfangstmetoden 21
- 3.5 Vurdering af resultaterne 22
 - 3.5.1 Biotopsbedømmelse 23
 - 3.5.2 Bedømmelse af ørredtætheder 24
 - 3.5.3 Opfyldelse af målsætning 25
 - 3.1.4 Udsætningsplaner 31

4 Litteratur 33

Danmarks Miljøundersøgelser

[Tom side]

Forord

Denne Tekniske anvisning er 2. reviderede udgave.

I forhold til 1. udgave er der i mange afsnit foretaget tilføjelser/ændringer og afsnittet: "Vurdering af resultaterne" er helt omskrevet og udvidet.

I forhold til den trykte udgave er der i denne elektroniske version kun udeladt enkelte fotos. 12.11.2004

1 Indledning

Med vedtagelse af amternes regionsplaner er der fastlagt en detaljeret målsætning for den fremtidige miljøkvalitet i vandløbene. Langt hovedparten af vandløbene er her målsat med en basismålsætning, dvs. en af de tre fiskevandmålsætninger:

B1 Gyde- og yngeløpvækstområde for laksefisk

B2 Laksefiskevand

B3 Karpfiskevand

Hidtil har amtskommunernes tilsyn med vandløbene hovedsageligt omfattet beskrivelse af forureningstilstanden baseret på smådyrsfaunaen. For at kontrollere om målsætningerne er opfyldt, kan de biologiske undersøgelser hensigtsmæssigt også omfatte undersøgelser af fiskebestandens størrelse og sammensætning. En enkel og effektiv metode til dette er elektrofiskeri.

Denne tekniske anvisning er ment som en hjælp dels til den praktiske tilrettelæggelse af fiskeundersøgelsen og dels til en tolkning af resultaterne heraf. I øvrigt henvises til kursusmaterialet (Anon. 1994) fra de kurser i elektrofiskeri, som Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsfiskeri (DFU) afholder.

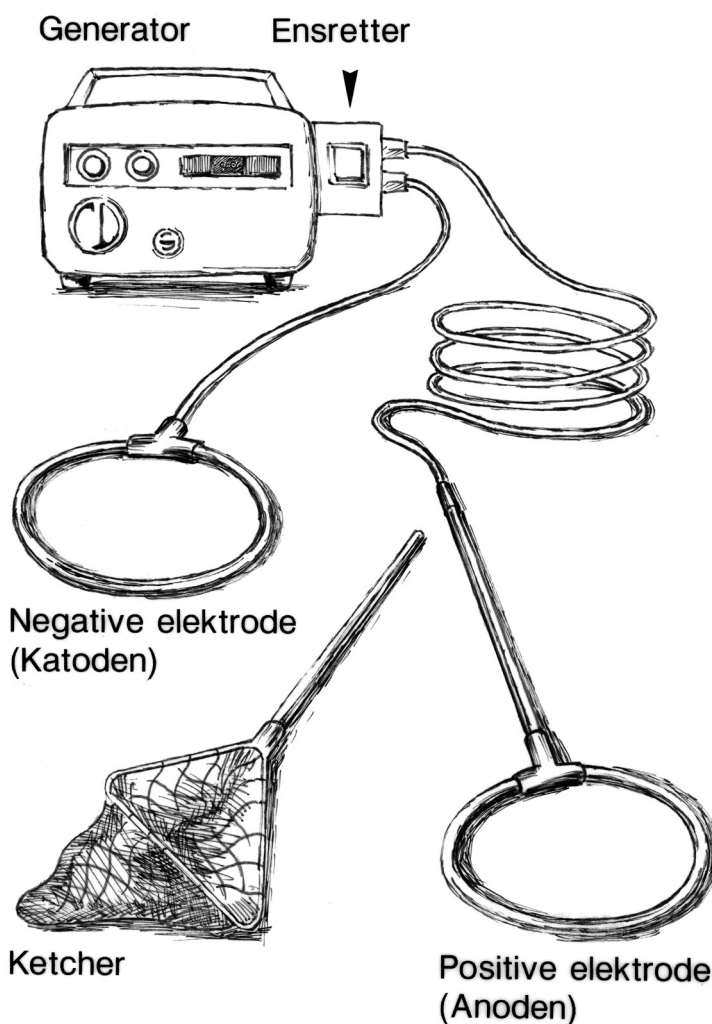
2 Metode og undersøgelsesstrategi

2.1 Elektrofiskeri

Princippet ved elektrofiskeri er baseret på det forhold, at vandløbsdyr, dvs. både fisk og smådyr reagerer på en elektrisk strøm i vandet ved at bevæge sig mod den positive pol (anoden).

I praksis foregår fiskeriet oftest ved brug af en transportabel benzindreven generator som strømkilde (figur 1). Generatoren er monteret med en ensretter og forbundet til den positive elektrode (anoden) med en ledning på ca. 50 m. Den negative elektrode (katoden), der oftest består af en ring af messing, er forbundet med en kortere ledning. Katoden lægges ud i vandløbet ud for generatoren, og der fiskes som regel fra 50 m nedstrøms katoden til 50 m opstrøms katoden, uden at denne flyttes. Under fiskeriet vader fiskeren langsomt mod strømmen, mens vandløbet afsøges med anoden. Fangsten opsamles ved hjælp af en ketcher.

Figur 1 Udstyr til brug ved elektrofiskeri



Det elektriske felt mellem de to poler vil forsøge at fordele sig nogenlunde cirkulært om den strømførende elektrode (anoden). Da

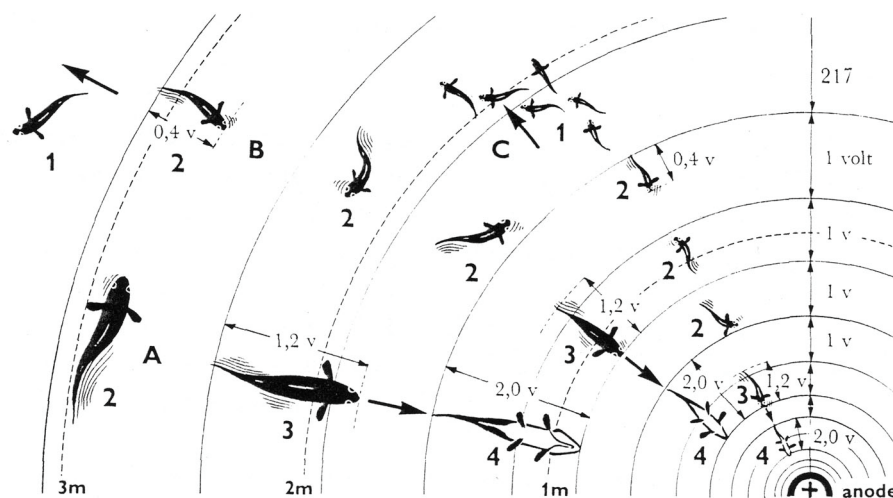
spændingsfaldet aftager logaritmisk med afstanden fra elektroden, vil det over den nærmeste meter fra anoden være stort, mens det er ubetydeligt 25-26 m borte fra anoden.

Når en fisk kommer ind i det elektriske felt, reagerer den på den spændingsforskel, der opstår mellem hoved og hale (kropsspænding). Man skelner mellem fem forskellige reaktioner, der afhænger af størrelsen af kropsspændingen (figur 2).

- 1) i randen af det elektriske felt skræmmes fisken, som fjerner sig
- 2) når kropsspændingen overskrider en vis grænse, vil fiskens krop begynde at vibrere
- 3) ved øget kropsspænding vil fisken svømme hen imod anoden (elektrotaxi)
- 4) øges kropsspændingen yderligere, bedøves fisken, og den vender rundt (elektronarkose)
- 5) ved fortsat strømpåvirkning eller endnu højere spændinger dræbes fisken (elektrokution).

Disse reaktioner forekommer ved bestemte spændingsforskelle mellem fiskens hoved og hale. I praksis betyder dette, at i samme afstand fra anoden vil store fisk få en større kropsspænding end små fisk, fordi de ved deres længde spænder over en større del af strømfeltet. Elektrofiskeri er altså mindst effektivt over for små fisk, da de skal tættere på elektroden for at opnå et givet spændingsfald.

Figur 2 Fisks reaktion på et elektrisk felt. Man skelner mellem fem forskellige reaktioner, der afhænger af spændingsforholdet mellem fiskens hoved og hale. Se tekst for nærmere beskrivelse (fra Muus & Dahlstrøm)



2.1.1 Fangsteffektivitet

Fiskens størrelse påvirker således fiskeriets effektivitet. Herudover har andre forhold også betydning for fangsteffektiviteten. En række fysisk-kemiske forhold som vandløbets tværsnitsareal, vandets elektriske ledningsevne og temperatur påvirker udbredelsen af det elektriske felt i vandløbet og dermed fiskeriets effektivitet. Generelt falder fangsteffektiviteten med tiltagende vandløbsstørrelse, og det er især dybden, der er afgørende for fiskeriets effektivitet. Strømtypen kan også være afgørende for fiskeriets effektivitet, hvilket er beskrevet i afsnit 2.1.2.

Mængden af grøde spiller også en rolle, idet bedøvede fisk kan blive hængende i grøden og derved undgå registrering. Det samme forhold kan gøre sig gældende i vandløb med dybe huller og mange

trærødder. Det kan være svært at "trække" fiskene ud herfra med elektroden, og man skal derfor være ekstra omhyggelig med fiskeriet på sådanne steder. Ved fiskeri på dybt vand kan fiskene "trækkes" op fra bunden ved hurtigt at dyppe elektroden dybt ned og trække den op igen.

I stærkt strømmende vand og i situationer med mange fisk kan det være vanskeligt at ketcher alle de bedøvede fisk, inden de driver ud af det elektriske felt.

Endelig spiller de forskellige arters varierende adfærdsmønstre under eletrofiskeriet en afgørende rolle for effektiviteten (*Libosvasky & Lelek, 1965; Nielsen, 1981*). Nogle fiskearter går næsten øjeblikkeligt i elektronarkose, f.eks. skalle og grundling, mens andre kan svømme et stykke hen mod anoden, inden de går i narkose (laksefisk). Andre arter, bl.a. ål og bæklampret, skal særdeles tæt på anoden, før de bliver bedøvet.

Under fiskeriet kan man opleve, at en fisk jages opstrøms et stykke foran een (jvf. reaktion 1, figur 2). Eksempelvis vil ørreden, som er territoriehævdende, oftest kun svømme et kort stykke, hvorefter den søger tilbage til sit territorium. Stalling og strømskalle kan derimod vedblive med at flygte opstrøms, hvorved fiskeeffektiviteten for disse arter kan blive betydeligt nedsat.

2.1.2 Valg af apparatur

Valget af apparatur afhænger hovedsageligt af vandløbets mægtighed (vandføring, dybde og bredde), af vandkvaliteten (ledningsevne og temperatur) og af størrelsen og arten af de fisk, man ønsker at fange. Herhjemme arbejdes oftest med ensrettet vekselstrøm med en spænding på 220 V, lejlighedsvis op til 500 V og med en strømstyrke på 3-8 A.

Apparater med jævnstrømsgenerator er dog også særdeles anvendelige til fangst af ørredyngel i stenede eller grødefyldte vandløb, samt især ål.

I de sidste par år er der endvidere konstrueret "ensretterboks" til 3-faset vekselstrøm (380 V). I forhold til den ensrettede strøm (pulserende) fra en traditionel 1-faset 220 V strømkilde giver førstnævnte en lidt højere spænding og et meget "jævnere" spændingsforløb. Disse apparater "trækker" derfor fiskene vældig godt.

Denne løsning kan især være relevant i forbindelse med båd fiskeri i store vandløb, hvor det ofte er nødvendigt med effekter på 2-4 kW.

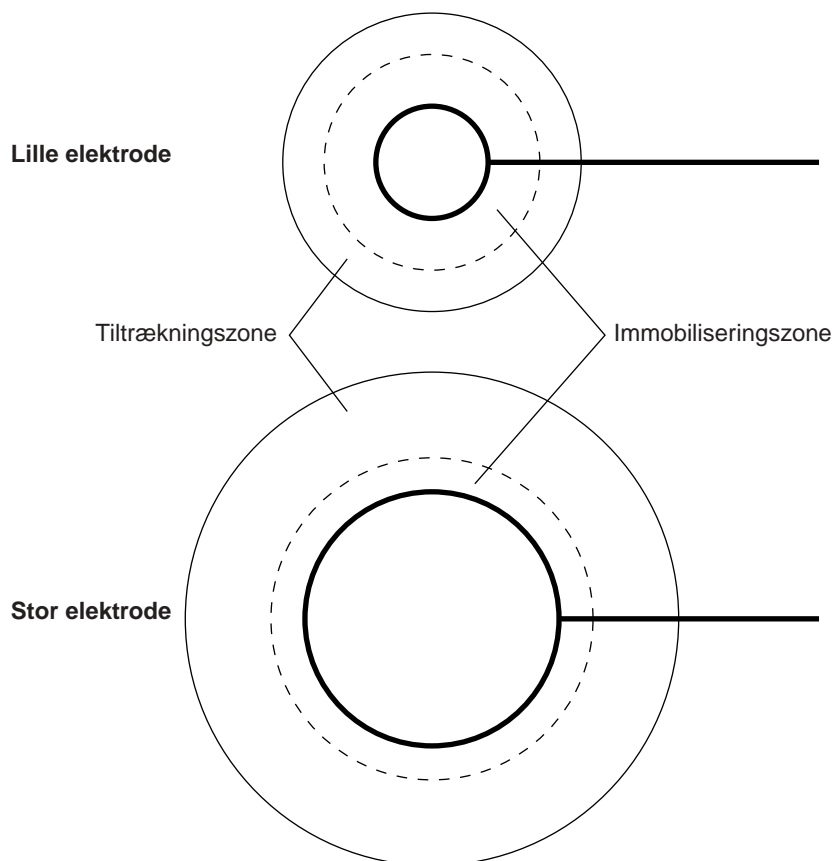
Belastningen af de enkelte komponenter i ensretterboksen er samtidig reduceret i forhold til en-fasede apparater, hvilket generelt øger stabiliteten i forbindelse med de høje effekter.

I England er der udviklet elfiskeudstyr specielt beregnet på fiskeri efter små karpesfisk. Udstyret består af en traditionel vekselstrømsgenerator, men i ensretterboksen er der indføjet en elektronikdel, således at impulsfrekvens og -forløb kan varieres. Udstyret har vist

sig effektivt, men der er pt. (primo 1996) ikke foretaget sammenlignende test i forhold til det mere traditionelle udstyr.

Af hensyn til fiskene og effektiviteten af fiskeriet er det vigtigt, at der altid benyttes så store (positive) elektroder som muligt. Dette reducerer spændingsfaldet tæt ved elektroden, dvs. nedsætter risikoen for skader (elektronarkose m.m.), samtidig med at elektrofiskearealet, dvs. det samlede areal hvor elektroden påvirker fisken, bliver størst muligt (figur 3).

Figur 3 Illustration af elektrodiameterens indflydelse på elfiskearealet. Elefiskearealet stiger med stigende elektrodiameter, samtidig med at immobiliseringszonen omkring elektroden mindskes



I praksis vil den største diameter på "enhånds-betjente" elektroder være ca. 30 cm Ø og tilsvarende for "tohånds-" ca. 60 cm Ø.

Udformningen af katoden er ikke kritisk. Ved bådfiskeri er det dog vigtigt at benytte en model der ikke hænger sig fast. Et messingrør med en eller flere flydere har vist sig meget anvendeligt i praksis.

Af hensyn til elfiskeapparatets strømafgivelse er det vigtigt at arealet af katoden (negativ) altid er mindst 3 gange så stort som anodens.

Ud over den almindeligt anvendte benzindrevne generator findes også batteridrevet udstyr monteret på rygsækstativ (*Nielsen, 1987*). Da fiskeeffektiviteten er reduceret i forhold til den generatordrevne udrustning, bruges dette udstyr især ved fiskeri i mindre vandløb efter større fisk, f.eks. hav- og søørred. Det batteridrevne udstyr kan dog også være til stor hjælp ved opsporing af forureningskilder eller til en bestemmelse af, om der er overlevende fisk i forbindelse med forureninger.

2.1.3 De nødvendige tilladelser

Den nugældende *Lov nr. 300 af 14. maj 1992 om ferskvandsfiskeri* giver i kapitel 12 §§ 35 og 36 bestemmelser om videnskabelige undersøgelser m.v.

Lovens §35 giver adgang til at give tilladelse til el-fiskeri og §36 giver adgangsret til de vande, hvor fiskeundersøgelserne skal finde sted.

Proceduren for at opnå en elfisketilladelse er følgende: Amtskommunen indsender ansøgning til Landbrugs- og Fiskeriministeriet, som udsteder personlig tilladelse til den pågældende medarbejder til ved hjælp af elektrofiskeri at foretage undersøgelser af fiskebestanden i vandløb inden for amtskommunens grænser under forudsætning af, at den pågældende person forinden har deltaget i et af Afdeling for Ferskvandsfiskeri afholdt kursus.

For tilladelsen gælder følgende vilkår:

- 1) Elektrofiskeri må principielt kun finde sted inden for amtskommunens grænser. I vandløb, der passerer eller danner grænser mellem to eller flere amtskommuner, må elektrofiskeri dog undtagelsesvis også foretages uden for amtskommunens grænser, men da kun i samarbejde med den pågældende amtskommunes vandløbsmyndigheder.
- 2) En af amtskommunen udstedt behørig legitimation samt selve tilladelsen skal medbringes ved hver befiskning.
- 3) Registrering af undersøgelses- og indsamlingsdata foretages på særlige skemaer efter anvisning af Afdeling for Ferskvandsfiskeri (Vejlsovej 39, 8600 Silkeborg).
- 4) Tilladelsen, der til enhver tid kan ændres eller tilbagekaldes, er tidsbegrænset og gælder kun så længe, den pågældende person er ansat ved amtskommunen.

Fiskerikontrollen kan til enhver tid kræve at overvære befiskningerne.

Amtskommunen bør endvidere så vidt muligt med et rimeligt varsel underrette den lokale sportsfiskerforening om hvor og på hvilket tidspunkt, amtskommunen agter at foretage elektrofiskeri.

2.1.4 Desinfektion af fiskeudstyr

I nogle vandløbssystemer forekommer fiskesygdommene Egtvedvirus og IPN-virus. Nærmere angivelse af disse vandløbssystemer fås hos Veterinærdirektoratet (v. Henrik Korsholm, Skomagervej 3b, 7100 Vejle, tlf. 7585 7820).

For at undgå spredning af sygdommene til andre vandløbssystemer (og dambrug) skal alt fiskeudstyr (el-fiskeudstyr, spande, baljer, støvler, målebræt m.m.) desinficeres. Med hensyn til desinfektion henvises til Veterinærdirektoratets cirkulære af 27. august 1986 om rensning og desinfektion af ferskvandsdambrug m.v. Desuden kan spre-

ding af virus inden for samme vandløbssystem undgås, hvis man søger vandløbsstationerne i nedstrøms rækkefølge.

Desinfektion kan enten ske ved at tørre udstyret grundigt eller bedre ved brug af desinfektionsmidler, eksempelvis Jodophor-opløsning J-500 (Ferrosan), som fås på apoteket.

2.2 Undersøgelsesmetoder

Formålet med den enkelte fiskeundersøgelser er bestemmende for hvilken undersøgelsesmetode, der skal benyttes.

Ved en *kvantitativ undersøgelse* forstås en undersøgelse af fiskebestandens størrelse, udtrykt som antal fisk pr. areal vandløbsbund (pr. 100 m²). Til bestemmelse af bestandsstørrelsen foretages der mindst 2 befiskninger af strækningen.

Bestandsstørrelsen kan dog bestemmes ved hjælp af en enkelt befiskning af strækningen i tilfælde, hvor fangsteffektiviteten for den pågældende strækning er kendt eller kan vurderes (se afsnit 3.4.2).

Den kvantitative undersøgelse er den hyppigst anvendte, idet den udover at give oplysninger om fiskebestandens arts- og aldersfordeling også giver mulighed for beregning af bestanddtæthed og evt. biomasse.

Elektrofiskeri i forbindelse med det amtskommunale tilsyn vil især blive brugt til at vurdere bestandtætheder og arts- og aldersfordeling i relation til recipientmålsætningen. Denne vurdering kan kun foretages, såfremt der sker en kvantitativ undersøgelse (bedst med 2 befiskninger af strækningen).

Ved en *kvalitativ undersøgelse* forstås en undersøgelse af hvilke fiskearter, der findes på en lokalitet. Til dette formål foretages kun en enkelt befiskning af strækningen. Eksempler på kvalitative undersøgelser:

- Konstatning af opgang af gydefisk (specielt hav- og sørred)
- Konstatning af fiskepassagers funktion
- En omtrentlig opgørelse af omfanget af en akut forurening (kildeopsporing og forureningens udbredelse).

3 Undersøgelsens praktiske gennemførelse

Det rette tidspunkt for udførelse af fiskeundersøgelser i vandløb afhænger af formålet med undersøgelsen.

- Opgørelse af fiskebestandens størrelse og sammensætning gennemføres normalt ved elektrofiskeri i perioden *juli-november*. Ved fiskeri i juli vil årets yngel, som kommer frem af gydegruset i løbet af april-maj, have nået en størrelse, hvor den kan håndteres uden at blive skadet. Egentlige bestandsanalyser i ørredens gydeperiode (november-januar) bør undgås.
- Konstatering af opgangsfisk i forbindelse med gydning (specielt hav- og søørred) foretages i perioden *oktober-januar*.

Vadning i vandløbet i forbindelse med fiskeriet foretages varsomt for ikke at ødelægge etablerede gydebanker.

Fiskeri i frostvejr bør undlades, idet der i forbindelse med håndtering af fangsten kan opstå frostskafer på fiskenes øjne og gæller.

3.1 Stationsvalg

Det antal stationer, det er nødvendigt at befiske, afhænger af præcisionskravet til estimatet af bestandsstørrelsen. En svensk undersøgelse (*Bohlin, 1984*) har vist, at selv ved moderate krav til præcision må man befiske relativt mange stationer, hvis formålet er egentlige videnskabelige undersøgelser. Dette skyldes i høj grad, at ørred i vandløb typisk er klumpet fordelt, så variationen i ørredtætheder mellem stationerne kan være stor.

I amtskommunerne er formålet med fiskeundersøgelser i vandløb normalt i højere grad at følge ændringer i bestandsstørrelserne på udvalgte stationer end at få absolutte tal for et helt vandløbssystem. Af denne grund kan feltindsatsen reduceres betydeligt ved at undersøge de samme stationer fra gang til gang eller ved at vælge 50 m lange stationer frem for 100 m lange stationer, som ellers er det normale.

De stationer, der udvælges til befiskning, skal så vidt muligt være repræsentative for en længere åstrækning og bør være på mindst 50 m i vandløb, som er under 3 m brede og på mindst 100 m i større vandløb.

Afstanden mellem de enkelte stationer i et vandløb bør være betinget af, hvorvidt der forekommer væsentlige ændringer i

- vandløbets fysiske udformning (reguleret/ureguleret, vandløbets størrelse m.v.)
- vandløbets forureningsmæssige forhold
- fiskenes passageforhold (f.eks. impassable spærringer)
- eventuelle udsætninger.

De enkelte stationer vælges således, at biotopsvariationen (fordelingen af høller, stryg, bundforhold, vandløbsbredde og -dybde) på fiskestrækningerne er repræsentative for hele vandløbet. Stationen bør ikke ligge umiddelbart ned- eller opstrøms for en vejbro eller et større høl. Her kan fiskebestanden være uforholdsmæssig stor, enten på grund af gode skjulesteder eller fordi der udsættes fisk, hvor tilkørselsmulighederne er gode (som ved vejbroer).

Der vil ofte være stor variation i fordelingen af fisk (specielt ørred) på grund af de fysiske forhold i vandløbet. Denne variation vil i mange tilfælde bevirke, at det er nødvendigt at befiske store dele af vandløbet. I visse tilfælde kan indvirkningerne af denne variation nedsættes ved at inddele vandløbet i mere homogene underområder. Inddelingen af området vil oftest ske efter de egenskaber ved vandløbet, der har indflydelse på bestandstætheden: strømhastighed, bundsubstrat, dybde eller mængden af skjul.

I randen af det elektriske felt kan fiskene blive skræmt og flygte ud af den strækning, der befiskes. Derved giver fangsten ikke et reelt billede af bestanden. Denne fejlkilde kan undgås ved at vælge en forholdsvis lang strækning (mindst 100 m) eller ved at benytte et stopnet op- og nedstrøms den befiskede strækning. Generelt er etablering af stopnet imidlertid både tids- og materialekrævende. Stopnet benyttes derfor kun sjældent ved fiskeri i mindre vandløb.

Ved valget af stationerne og den senere vurdering af resultaterne skal man være opmærksom på, at der ofte foretages årlige udsætninger af fisk. De fleste udsætninger foretages efter anvisninger i de udsætningsplaner, der udarbejdes af Danmarks Fiskeriundersøgelser. Hvis formålet med undersøgelsen eksempelvis er at vurdere, om der foregår gydning af ørred i vandløbet, må man forinden fremsende ansøgning til Landbrugs- og Fiskeriministeriet med anmodning om, at eventuelle udsætninger af yngel suspenderes.

3.1.1 Opmåling af strækningen

Da bestandsstørrelsen oftest angives som antallet af fisk pr. 100 m² vandløbsbund, skal den befiskede strækning i hvert enkelt tilfælde måles igennem.

Hvis formålet blot er at få et skøn over bestandstætheden, kan arealet beregnes på baggrund af et skøn over gennemsnitsbredden kombineret med et kendskab til længden af den befiskede strækning (f.eks. ledningens længde).

Hvis der derimod er tale om faste stationer, kan arealet bestemmes mere nøjagtigt ved at måle vandløbsbredden 5-10 steder pr. 100 m, og dybden måles hvert af disse steder på tværs af vandløbet med 25 cm intervaller. Herved kan både den gennemsnitlige dybde og bredde og arealet af den befiskede strækning (gennemsnitsbredde x strækningens længde) beregnes.

3.2 Befiskningen

Af sikkerhedsmæssige grunde skal elektrofiskeri altid udføres af mindst to personer. Fiskeriet foretages normalt ved vadning mod strømmen for at undgå opmudring af vandet, hvilket nedsætter sigtbarheden og derved fangsteffektiviteten. De bedøvede fisk driver derved også ned mod fiskeren, som kan ketcher dem.

Elektrofiskeri i små vandløb foregår oftest ved, at fiskeren går i vandløbet med den positive elektrode (anoden) i den ene hånd og ketcheren i den anden. Med hyppige mellemrum rækker fiskeren ketcheren med fangsten til en person på land. Denne opbevarer fangsten i spande, som regelmæssigt tømmes i større baljer. Hjælperen på land sørger samtidigt for at holde orden på ledningen.

Hvis større strækninger skal befiskes, kan det være en fordel at placere generatoren og baljerne i en gummibåd. Gummibåden kan passere meget lavvandede stryg og er nem at håndtere ved fiskeri efter havørred m.m.

I større og dybere vandløb (mere end 1 m dybe) er det ofte nødvendigt at fiske fra båd. Som strømkilde bør anvendes en eller flere kraftige vekselstrømsgeneratorer og tilhørende ensretterbokse. Evt. benyttes en 3-faset generator (se 2.1.2).

Bådfiskeri vil altid involvere mindst 3 mand, idet der udover at være en mand til at føre elektroden og en til ketcheren også skal være en til at passe generatoren. Det sidste er vigtigt af sikkerhedsmæssige grunde, idet både elektrode- og ketcherføreren ofte befinder sig i udsatte positioner med hensyn til at falde i vandet nær den strømførende elektrode.

I vandløb med en bredde på ca. 6 m og derover, organiseres fiskeriet fra båd mest effektivt med en elektrode i hver side og ketcherføreren i midten. Elektroderne føres da fra højre- respektive venstre bred i en kvartcirkel frem mod midten af vandløbet til ketcherføreren. I båden medbringes et opbevaringskar, men registrering og opmåling af fangsten vil oftest foregå mest hensigtsmæssigt i et medfølgende fartøj eller på land.

Selve fiskeriet udføres ofte som nedstrøms fiskeri, og i modsætning til hvad der gælder i mindre vandløb, vil det ofte være vanskeligt at udføre fiskeriet med en effektivitet på mere end 50 %.

Effektiviteten er afhængig af vandløbets bredde og dybde, men kan forøges ved brug af flere positive elektroder, således at vandløbet dækkes bedst muligt.

Fiskeriet foregår som nævnt i nedstrøms retning. I 4-5 m brede vandløb, hvor vandløbet kan dækkes med en positiv elektrode, anbefales det at have hjælpere på hver bred, som styrer båden med tove.

Hvis der er mange træer langs vandløbet, eller hvor vandløbets bredde forudsætter anvendelse af flere både af hensyn til fiskeriets effektivitet, kan båden(e) styres ved hjælp af en påhængsmotor eller lange padler (årer).

3.3 Behandling af fangsten i felten

De fangede fisk opbevares i baljer på land, idet fangsten ved de enkelte befiskninger holdes adskilt. Samtidig holdes store og små fisk adskilt, da små fisk (specielt laksefisk) kan blive stressede af at opholde sig sammen med store fisk og senere dø som følge heraf.

Det er desuden nødvendigt at holde ål adskilt fra de øvrige arter, idet deres slim kan afsætte sig på de andre fisks gæller og hæmme iltoptagelsen.

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

Efter afslutningen af fiskeriet registreres fangsten. For at minimere stresspåvirkningen af fiskene er det vigtigt at de bedøves inden håndtering. Fiskene bedøves i mindre portioner ad gangen. Som bedøvelsesmiddel benyttes MS 222 Sandoz (Tricain-methan-sulfonat, dosering 1:20000), chlorbutanol i en 4 % opløsning eller Benzokain. MS 222 afvejes i portioner på 1/4 g, der opløses i 5 l vandløbsvand, 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 tilsættes ca. 1 l kogende vand, og der omrystes kraftigt. Fra varmtvandshanen tilsættes vand 3-4 gange, idet der rystes kraftigt mellem hver tilsætning. Når fiskene skal bedøves, blandes 1 del stamopløsning og 9 dele vand til bedøvelsesvæsken.

En tredje mulighed er at benytte Benzokain. Det er et hvidt krystalinsk stof der bl.a. kan fås på apoteket. Til en stamopløsning afvejer man 20 g benzokain, der opløses i 1 l ren ethanol (96%). Af denne stamopløsning anvendes 8 ml/5 l vand. Stamopløsningen opbevares mest hensigtsmæssigt i brune glasflasker. I den model der fås på apoteket, rummer hættten præcis 8 ml.

Af ovennævnte 3 stoffer anses benzokain for at være det mindst skadelige samtidig med at det giver den letteste bedøvelse. Såfremt fangsten hovedsageligt består af ål, bør det overvejes at anvende chlorbutanol.

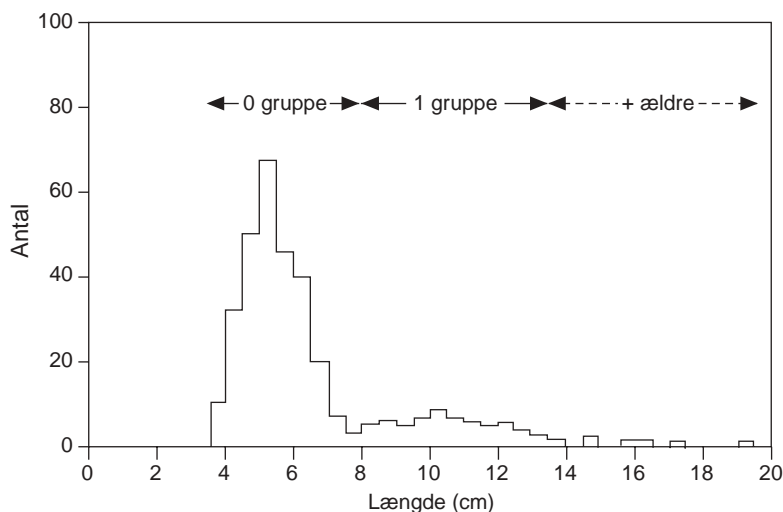
De bedøvede fisk måles fra snude til halespids (total længde) på et målebræt til nærmeste lavere halve centimeter og registreres på et fangstskema (figur 4). Ved måling af mindre fisk kan der med fordel anvendes en "målevugge", hvor de bedøvede fisk ligger i vand, mens der til større fisk normalt anvendes et "målebræt" på 60-100 cm.

I tilfælde, hvor der forekommer meget tætte bestande, vil det ofte være tilstrækkeligt at måle en repræsentativ del af fangsten, således at der opnås et udtryk for størrelsessammensætningen. Den øvrige del af fangsten tælles, og antallet angives.

I praksis er antallet af fangede fisk ofte så lille, at man kun deler op i to grupper, eksempelvis ørredyngel og ældre ørred. Dette skyldes, at yngel som regel er langt sværere at fange end ældre fisk, som ofte har nogenlunde samme fangstbarhed uanset størrelsen.

Fangstskemaet kan benyttes som længde-frekvens diagram. Opdelingen af fangsten i aldersgrupper vil for de to-tre yngste årgange ofte fremgå direkte af diagrammet (figur 5).

Figur 5 Skematisk fremstilling af længdefrekvensfordeling. Opdelingen af fangsten i aldersgrupper vil for de yngste aldersgrupper ofte fremgå direkte af diagrammet



Fordelingen af fiskene omkring "toppene" antages at være normalt fordelt, således at næsten alle fisk omkring den enkelte "top" kan antages at tilhøre den pågældende aldersgruppe. Hvor der ønskes en finere opdeling mellem toppene, og for større fisk, hvor aldersfordelingen overlapper, kan aldersbestemmelse ved hjælp af skælprøver benyttes (vedr. metode, se Bagenal & Tesch, 1978).

Bestandsstørrelsen beregnes ud fra følgende formler fra Seber & Le Cren (1967). Bestandsstørrelsen N beregnes således:

$$N = c_1^2 / (c_1 - c_2) \quad (1)$$

hvor c_1 og c_2 er antallet af fisk ved henholdsvis første og anden befiskning.

Fangst effektiviteten p (sandsynligheden for at en fisk bliver fanget) beregnes ud fra følgende formel:

$$p = 1 - q; \quad q = c_2 / c_1 \quad (2)$$

Disse formler benyttes, når antallet af fisk er større end 200 stk. ($N > 200$) eller p er større end 0,5. I nogle tilfælde vil ingen af disse forudsætninger være opfyldt, og man må da fiske 3 eller flere gange (se senere).

I visse tilfælde ønsker man at beregne usikkerheden på bestandsestimater og under forudsætning af, at ligningen $Np^3 > 16q^2(1+q)$ er opfyldt, kan usikkerheden på den beregnede værdi for bestandsstørrelsen beregnes ud fra følgende formel fra Seber & Le Cren (1967):

$$SE(N) = c_1 \times c_2 \sqrt{(c_1 + c_2)} / (c_1 + c_2)^2 \quad (3)$$

Den beregnede værdi for bestandsstørrelsen angives med 95 % konfidensgrænser ($N \pm 2 SE$).

Forudsætningen for at benytte ovennævnte metode er, at fangsteffektiviteten (p), er konstant ved befiskningerne og ikke mindre end 0,5. I praksis indebærer dette, at man skal fange mindst dobbelt så mange fisk i første befiskning som i anden befiskning (af den valgte størrelsesgruppe).

Eksempel 1

Ørredbestanden på en strækning i "Fiskbæk" blev i september 1986 undersøgt ved en dobbeltbefiskning. Fordelt på aldersgrupper blev følgende antal ørreder fanget:

0 gruppe: $c_1 = 216$; $c_2 = 49$

I gruppe + ældre: $c_1 = 54$; $c_2 = 5$

Længde-frekvens fordelingen af fangsten er vist i figur 5.

Bestandsstørrelsen med 95% konfidensgrænser ($n \pm 2 SE$) for aldersgrupperne beregnes som:

0 gruppe

$$N = 216^2 / (216 - 49) = 279,4$$

med $q = 49/216 = 0,23$ og $p = 0,77$

$$SE(N) = 216 \times 49 \sqrt{216 + 49} / (216 - 49)^2 = 6,2$$

Bemærk $Np^3 = 127 \gg 1 = 16q^2(1 + q)$ og

$$N \pm 2 SE = 279,4 \pm 12,4 \text{ eller } (267,292)$$

I gruppe + ældre

$$N = 54^2 / (54 - 5) = 59,5$$

med $q = 5/54 = 0,09$ og $p = 0,91$

$$SE(N) = 54 \times 5 \sqrt{54 + 5} / (54 - 5)^2 = 0,86$$

Bemærk $NP^3 = 45 \gg 0,1 = 16q^2(1 + q)$ og

$$N \pm 2 SE = 59,5 \pm 1,7 \text{ eller } (58,61)$$

Et alternativ til ovenstående metode er *Hayne's (1949)* grafiske metode baseret på mindst to befiskninger. Metoden er hurtig og enkel, f.eks. til feltbrug. I et koordinatsystem afbildes fangsten ved den aktuelle befiskning på y-aksen, mens summen af de foregående fangster afsættes på x-aksen (figur 6). Punkterne bør ligge på en ret linie med hældningen p . Skæringspunktet med x-aksen angiver den totale bestandsstørrelse.

Eksempel 2

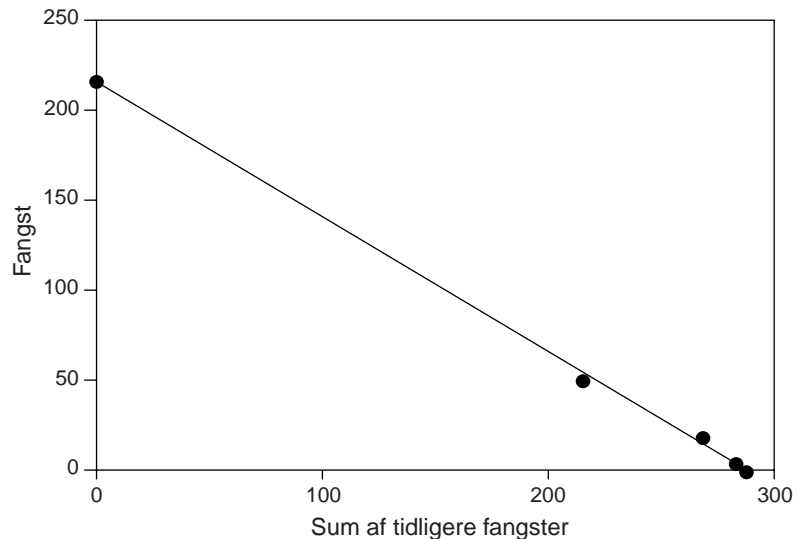
Ørredbestanden på en strækning (den samme som i eksempel 1) i "Fiskbæk" blev i september 1985 undersøgt ved gentagne befiskninger. Følgende antal ørred blev fanget:

0 gruppe: $c_1 = 214$; $c_2 = 51$; $c_3 = 18$; $c_4 = 3$; $c_5 = 0$

I gruppe + ældre: $c_1 = 65$; $c_2 = 10$; $c_3 = 2$; $c_4 = 0$; $c_5 = 0$

Bestandsstørrelsen af 0 gruppen kan findes ved at afsætte de enkelte fangster imod summen af de tidligere fangster og trække en ret linie mellem punkterne (figur 6).

Figur 6 Grafisk metode til bestemmelse af bestandsstørrelse på basis af mindst to befiskninger



Bemærk, at punkterne ligger tæt på den rette linie med hældningen - 0,76 - svarende til $p = 0,76$ - dette viser, at p har været rimelig konstant ved befiskningerne. Linien skærer x-aksen i bestandsstørrelsen N , i dette tilfælde 286, hvilket netop svarer til fangsten ved de gentagne befiskninger.

Bemærk dog også, at hvis der var fisket to gange, ville N være 281. $N \pm 2 \text{ SE} = 281 \pm 13$ (268,294) indeholder dog den faktiske bestandsstørrelse.

Bestandsstørrelsen af I gruppe + ældre kan findes på tilsvarende vis. Dette er ikke gennemgået her, det skal kun bemærkes, at $p = 0,84$ ville blive fundet på denne måde. I øvrigt giver *Bohlin et al. (1989)* en anvisning på beregning af bestandsstørrelse, hvis der er fisket mere end to gange.

3.4.2 Beregning af bestandsstørrelser ud fra en enkelt befiskning

I tilfælde, hvor fiskeriet må afbrydes efter en enkelt befiskning, eller hvis fangsten i første befiskning er under ca. 10 fisk, kan bestandsstørrelsen **vurderes** ud fra en enkelt befiskning. Hvis man for samme person har rimelig pålidelig værdi for effektiviteten p inden for en repræsentativ population af samme art, størrelsesgruppe og (helst) biotoptype, kan bestandsstørrelsen vurderes ud fra p . Bestandsstørrelsen N beregnes ud fra følgende formel:

$$N = c_1/p \quad (4)$$

hvor c_1 er den totale fangst og p er den estimerede fangsteffektivitet (beregning af p , se afsnit 3.4.1).

Er fangsten 10 fisk eller derunder i et vandløb, hvor effektiviteten skønnes stor, må en enkelt befiskning anses for tilstrækkelig.

Eksempel 3

Ørredbestanden på en strækning (samme som i eksempel 1) i "Fiskbæk" blev undersøgt i september 1987. Men fiskeriet måtte afbrydes efter en befiskning med følgende fangst:

0 gruppe: $c_1 = 198$

I gruppe + ældre: $c_1 = 52$

Bestandstørrelsen for aldergrupperne beregnes som

0 gruppe

Her findes p fra undersøgelsen i 1986, hvor $p = 0,77$ (eksempel 1) og i 1985 hvor $p = 0,76$ (eksempel 2)

Fælles $p = (0,77 + 0,76)/2 = 0,765$

$N = 198/0,765 = 259$

I gruppe + ældre

Her findes p på tilsvarende vis og

fælles $p = (0,91 + 0,84)/2 = 0,875$

$N = 52/0,875 = 59$

3.4.3 Beregning af bestandsstørrelser ved fangstgenfangstmetoden

En anden måde til bestemmelse af bestandsstørrelser er den traditionelle fangst-genfangstmetode. Denne metode er specielt anvendelig, hvor fangsteffektiviteten er lav som f.eks. i meget store vandløb.

I praksis mærkes fangsten ved en første prøvetagning, og efter et passende tidsrum (1-3 dage) foretages en anden prøvetagning for at registrere genfangst af mærkede individer. Bestandstørrelsen N kan herefter beregnes ud fra følgende ligning:

$$N = (m + 1) (c + 1)/(r + 1) \quad (5)$$

hvor m er antallet af mærkede fisk, c er fangsten ved anden prøvetagning, og r er antallet af genfangster.

Bestemmelse af bestandsstørrelser ved hjælp af denne metode er baseret på en række antagelser:

- at mærkede og umærkede fisk har samme dødelighed og fangbarhed
- at fiskene ikke mister mærket
- at de mærkede fisk blander sig tilfældigt med umærkede fisk

- at der i undersøgelsesperioden ikke sker reproduktion eller indvandring.

Herhjemme anvendes metoden som regel kun i forbindelse med bestandsopgørelser i store vandløb eller ved arter, som er svære at fange (f.eks. stalling). Metoden er derimod almindeligt anvendt ved søundersøgelser.

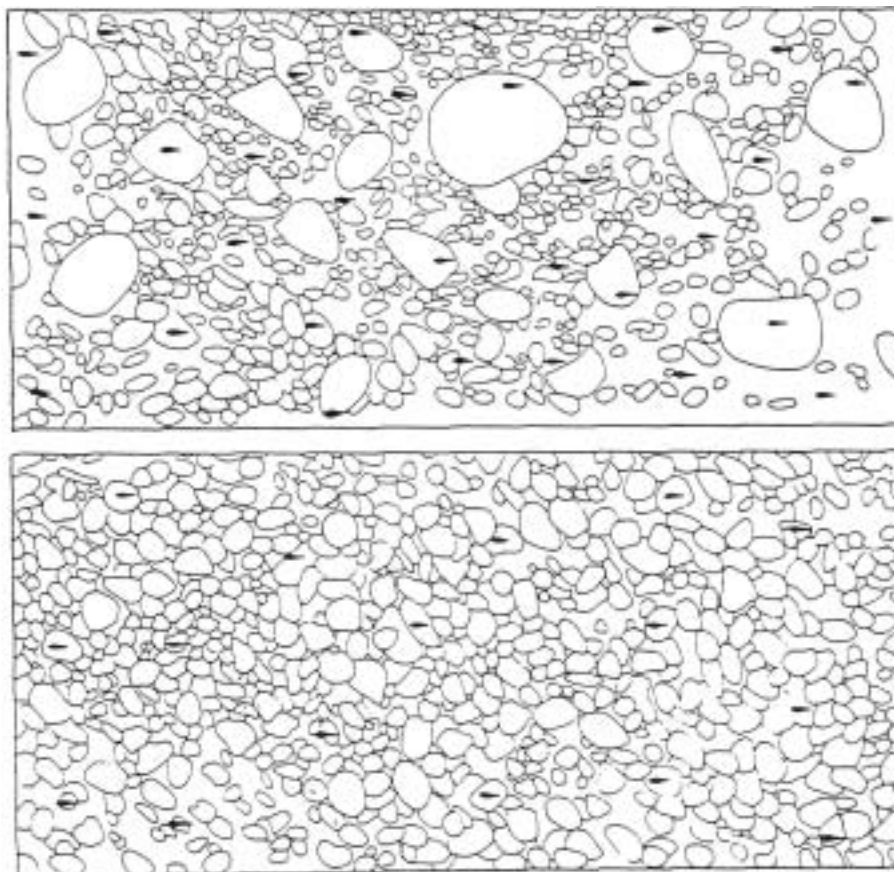
For nærmere beskrivelse af metoden og beregning af varians se *Ricker (1975)*, *Youngs & Robson (1978)* og *Mortensen et al. (1990)*.

3.5 Vurdering af resultaterne

For at sikre opfyldelsen af fiskevandsmålsætningerne må amtskommunerne løbende følge tilstanden i vandløbene. Dette bør som tidligere nævnt også omfatte en opgørelse af fiskebestandens størrelse og sammensætning, således at det kan vurderes, om fiskebestanden er i overensstemmelse med den pågældende målsætning.

Tætheden af ørred bestemmes i høj grad af de fysiske forhold i vandløbet. Antallet af skjul har stor betydning, da ørreden er territoriehævdende, og størrelsen af det forsvarede område afhænger af synsvidden. Der er derfor normalt en sammenhæng mellem antallet af skjul og antallet af ørred (figur 7). Ud fra en bedømmelse af lokalitetens egnethed som levested for ørred kan det vurderes, om den fundne ørredtæthed kan anses at være tilfredsstillende for den pågældende lokalitet (se 3.5.1. og 3.5.2).

Figur 7 Fordeling og tæthed af lakseyngel i to strøm-akvarier med forskellige bundforhold. I det nederste akvarium med en ensartet grusbund er territorierne ca. dobbelt så store som i øverste, hvor bunden ved hjælp af sten er gjort mere varieret (fra *Kalleberg, 1985*)

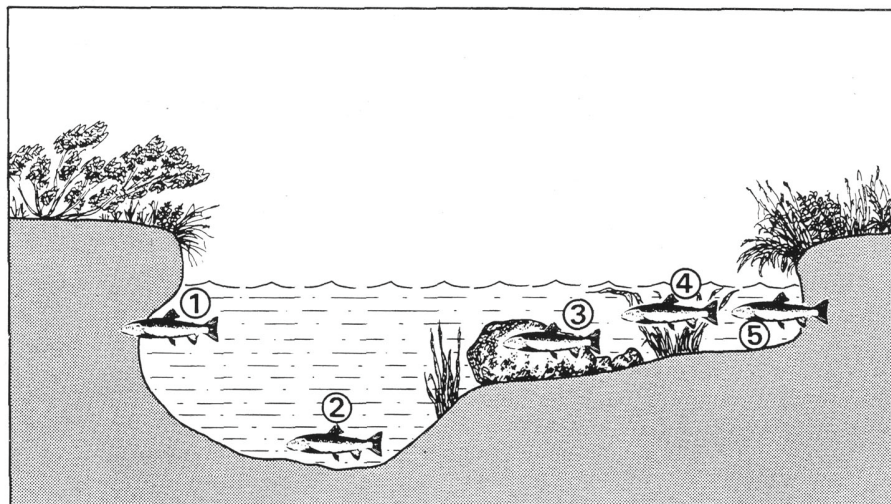


3.5.1 Biotopsbedømmelse

I forbindelse med udarbejdelse af ørredudsætningsplaner foretager Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU) en bedømmelse af den enkelte lokalitets (vandløbsstrækning) egnethed som levested for ørred.

Bedømmelsen, der baseres på et erfaringsgrundlag, tager udgangspunkt i, hvor mange ørred af en given aldergruppe (størrelses-) man kan forvente på den givne lokalitet, dvs. hvor mange ørred er der plads (skjul) til (figur 8).

Figur 8 Typiske skjulesteder for ørred: 1. under brinker, 2. dybe steder, 3. bag sten, 4. bag grøde, 5. under udhængende bredvegetation (fra Madsen, 1983)



Inden for en eller flere af alders-(størrelses-)grupperne yngel, ½-års, 1-års og "store" afgives en karakter fra 0-5, hvor 0 betegner en lokalitet, der helt uegnet for ørred f.eks. pga. dårlige fysiske forhold, okker eller anden forurening. 5 betegner den helt optimale naturlige lokalitet, med rent vand, frisk strøm og meget varierende fysiske forhold med mange skjul, i form af f.eks. sten, underskårne brinker, trærodde og vegetation.

Bedømmelsen tager altid udgangspunkt i de faktiske forhold på besigtigelsestidspunktet. Det vil sige, at en lokalitet der en gang får en lav karakter f.eks. på grund af konstateret hårdhændet vedligeholdelse, senere vil kunne opnå en højere karakter, såfremt forholdene ændres pga. f.eks. en mere miljøvenlig vedligeholdelse, der efterlader flere skjul til fiskene. Også andre indgreb der ændrer det fysiske miljø, vil have indflydelse på den aktuelle bedømmelse.

Hvilken størrelsesgruppe, der kan forventes på den enkelte lokalitet, fastlægges ud fra den gennemsnitlige vanddybde, idet små ørreder normalt foretrækker lavt vand og større ørred dybere vand. På denne baggrund inddeles vandløbene i 4 hovedgrupper:

Gennemsnitlige vanddybder i eftersommeren	0 - 10 cm:	Yngel	(3 - 4 cm)
	10 - 15 cm:	½-årsørred	(6 - 8 cm)
	15 - 40 cm:	1-årsørred	(10 - 15 cm)
	over 40 cm:	Ældre ørred	(over 17 cm)

Oftest vil der dog under naturlige forhold forekomme flere størrelsesgrupper på den samme lokalitet. En vigtig faktor i adskillelsen mellem yngel og ½-års lokaliteter er forekomsten af grus og småsten,

der er et absolut krav på en yngellokalitet, hvorimod større fisk i højere grad vil finde skjul langs brinker og i vegetationen.

Bedømmelsen af vandløbet skal ske *inden* selve befiskningen, for at vurderingen kan ske så objektivt som muligt.

3.5.2 Bedømmelse af ørredtætheder

Under naturlige forhold kan tætheden af ørredyngel umiddelbart efter fremkomsten fra gruset i april måned være meget høj, men vil ofte variere fra år til år. Der er i flere tilfælde fundet tætheder på over 1100 stk yngel/100 m² i danske vandløb, og i et enkelt tilfælde op til 2800/100 m². Tilsvarende er der en høj tæthedsafhængig dødelighed i de første ca. 3 måneder.

I forbindelse med udarbejdelse af udsætningplaner har DFU i mange år taget udgangspunkt i de ørredtætheder, der er angivet i tabel 1, som udtryk for den tæthed, der som minimum kan forventes i optimalt besatte vandløb i forhold til biotopsvurderingen.

På grundlag af det erfaringsmateriale der er indsamlet i de senere år, er tallene blevet revurderet og er i Landbrugs- og Fiskeriministeriets udsætningsplaner fra og med 1995 hævet med 50 % for aldersgrupperne yngel, ½-års og 1-års, således at der nu udsættes i tætheder på maksimalt 300, 75 og 30 pr 100 m² for henholdsvis yngel, ½-års og 1-års fisk ved højeste biotopkarakter 5 (tabel 2).

Tabel 1 DFU's anvendte udsætningstætheder (antal/år) for forskellige aldersgrupper af ørred i forhold til boniteringen. Disse tal er anvendt i udsætningsplanerne **til og med 1994**.

Udsætningstæthed antal/år	Bonitering					
	0	1	2	3	4	5
Lokalitet for yngel	0	40	80	120	160	200
Lokalitet for ½-års	0	10	20	30	40	50
Lokalitet for 1-års	0	4	8	12	16	20
Lokalitet for 2-års	0	2	4	6	8	10

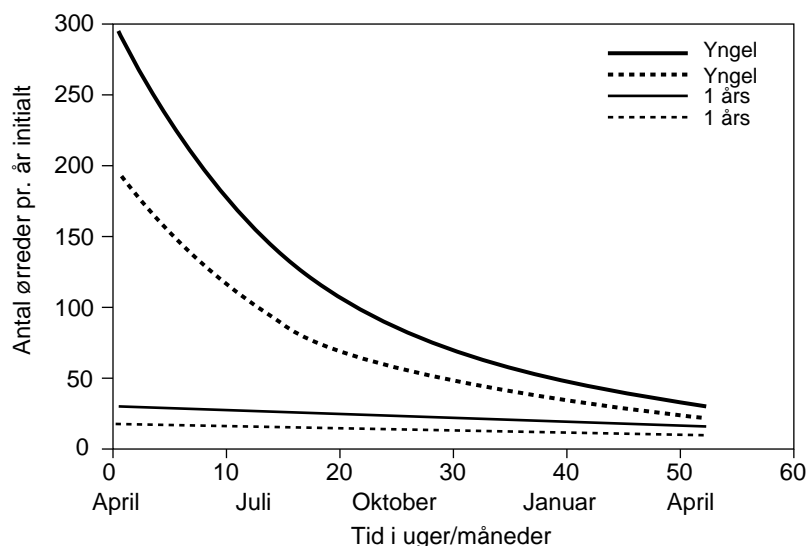
Revisionen af udsætningsplanerne forgår normalt i løbet af efter-sommeren (primo august - medio oktober). På dette tidspunkt vil der på grund af den naturlige dødelighed ikke være så stor tæthed af fisk, som om foråret når yngelen kommer frem, og samtidig tåler fiskene bedre håndteringen.

Table 2 DFU's anvendte udsætningstætheder (antal/ar) for forskellige aldersgrupper af ørred i forhold til boniteringen. Disse tal er anvendt i udsætningsplanerne **fra og med 1995**.

Udsætningstæthed antal/ar	Bonitering					
	0	1	2	3	4	5
Lokalitet for yngel	0	60	120	180	240	300
Lokalitet for ½-års	0	15	30	45	60	75
Lokalitet for 1-års	0	6	12	18	24	30
Lokalitet for 2-års	0	2	4	6	8	10

På optimale ynglebiotoper forventes der på dette tidspunkt en bestand på ca. 75 ½-års fisk pr 100 m² for at lokaliteten kan siges at være tilstrækkeligt besat. Tilsvarende forventes der en bestand på godt 20 1½-års fisk pr 100 m² for optimale ½-års og 1-års lokaliteter.

Figur 9 Forventet overlevelse hos 2 aldersgrupper (yngel og 1-års) ørred, udsat i forskellige tætheder



På figur 9 er vist nogle retningsgivende overlevelseskurver for henholdsvis yngel og 1-årsørred ved forskellige initiale udsætningstætheder. Den naturlige yngel tæthed i velfungerende ørredbestande kan som nævnt være langt højere og overlevelsen af især yngelen kan i perioden april-juni forløbe anderledes end det fremgår af figuren, som følge af tæthedsafhængig dødelighed.

I nogle tilfælde er der i august-september fundet tætheder af årets yngel på over 600 individer pr 100 m².

3.5.3 Opfyldelse af målsætning

Til brug for udarbejdelse af landsoversigter og sammenligning af miljøtilstanden i forskellige vandområder, på tværs af amtsgrænser m.m. er det hensigtsmæssigt, at der i lighed med hvad der gælder for forureningstilstanden, stilles ensartede krav hvad angår opfyldelse af fiskevandmålsætninger over hele landet.

I det følgende er der anført nogle vejledende kvalitetskrav til fiskefaunaen ved fiskevandmålsætningerne.

B1. Gyde- og yngelopvækstområde for laksefisk

Gydevand. For at der kan forventes en selvreproducerende fiskebestand skal såvel de fysiske som de vandkvalitetsmæssige forudsætninger være opfyldt - hele året. Sommerudtørring kan - især på øerne - risikere at være flaskehals for bestanden.

Ørredbestandens størrelse vil som tidligere nævnte også afhænge af biotopens kvalitet, der derfor må medtages i vurderingen.

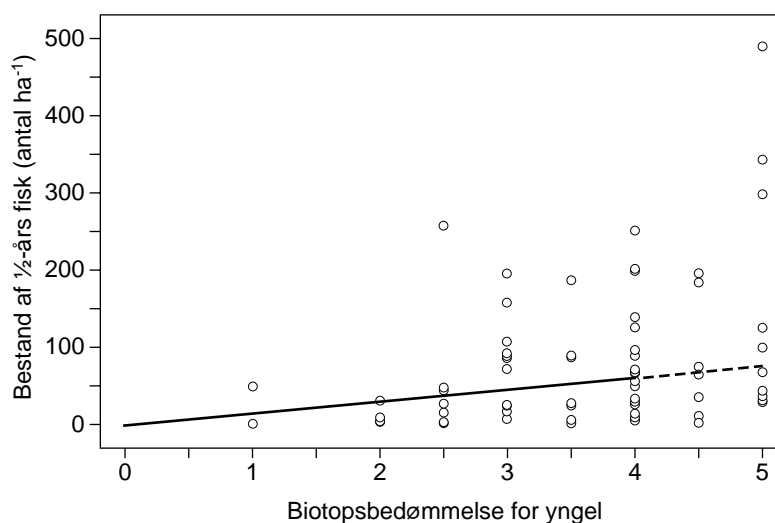
Det kan være svært selv for øvede at foretage boniteringen helt præcist. Denne usikkerhed kan imidlertid reduceres noget ved i stedet at inddele boniteten i klasser:

klasse	bonitet
a:	0 - 1
b:	1 - 2
c:	2 - 3
d:	3 - 4
e:	4 - 5

Ved denne inddeling kan der ikke forventes flere fisk på en lokalitet, end hvad der kan forventes ud fra det laveste bonitetstal i denne klasse som lokaliteten vurderes til. På de bedste yngellokaliteter (klasse e) bør der efter denne model om efteråret være mindst 60 stk yngel (- års) pr 100 m² (ar) for at en målsætning som gyde- og opvækstvand for laksefisk (B1) kan anses for opfyldt pr 1. oktober (tabel 2 og figur 11). Tilsvarende bør der på de bedste lokaliteter for 1-årsfisk (1½ år) på dette tidspunkt forventes en bestand på mindst 16 stk pr 100 m² (tabel 2).

Af figur 9 kan endvidere aflæses hvor mange ørred (yngel og 1+-års fisk) der kan forventes til andre tidspunkter end 1. oktober ved en bonitet på 5. De tilsvarende tal for de enkelte klasser kan derefter beregnes ved at dele med 5 og gange med det laveste bonitetstal i klassen.

Figur 10 Naturlig tæthed af ½-års ørred i forhold til biotopsbedømmelsen i forskellige vandssystemer. Linjen viser FFI's kriterie for den optimalt besatte yngelbiotop i forhold til biotopsbedømmelsen.



Figur 10 viser den faktiske ørredbestand i forhold til biotopvurderingen på 70 lokaliteter i forskellige vandløb i Jylland som er befisket i

forbindelse med med DFU's revision af udsætningsplaner. Der er tale om naturlig reproduktion på alle lokaliteter. På figuren er opfyldelseskravet i forhold til biotopvurderingen forsøgsvis indtegnet (optrukket linie). Det ses, at der er en stor variation i tætheden mellem de enkelte stationer. Målsætningen (B1) på de stationer der ligger under linien er ikke opfyldt, og bør give anledning til nærmere vurdering af forholdene.

Ved vurderingen af vandløb med en selvreproducerende bestand af ørred skal man være opmærksom på, at en svag yngelårgang vil medføre tilsvarende ringe tætheder af ældre fisk i de efterfølgende år.

Hvor ørredbestandens størrelse og alderssammensætning ikke opfylder målsætningen, må der tages stilling til årsagerne hertil og til eventuelle forbedrende foranstaltninger, f.eks. ved afskæring af udlodninger, forbedring af passageforhold eller ændring af vedligeholdelsespraksis.

Gydevand. Der skal foregå naturlig reproduktion med gydesucces og efterfølgende overlevelse af yngelen svarende til en tæthed på 60 stk/100 m² (1-års fisk) for vandløbsstrækninger i højeste biotopsklasse. Tilsvarende bør bestanden af 1-års fisk (1½-års) være på mindst 16 stk/100 m².

Opvækstvand. I de vandløb, hvor den naturlige reproduktion ikke fungerer og ørredbestanden derfor vedligeholdes gennem udsætning, vil vandløbet kun kunne opfylde et krav om at fungere som opvækstvand for laksefisk.

Her vil bestandstætheden afhænge af udsætningsmængderne og dermed den biotopsbedømmelse som fremgår af udsætningsplanerne. Overlevelseskurverne i figur 11 kan imidlertid også tages som udgangspunkt i disse tilfælde.

Ud over ørred gyder også laksefiskene: laks, stalling, helt, snæbel og smelt i vandløbene. Disse fisk gyder generelt på mægtigere vandløbsstrækninger, dvs. længere nedstrøms end ørreden.

Hvad angår helt, snæbel og smelt trækker disse fisk ud af vandløbene umiddelbart efter gydningen og yngelen trækker ligeledes ud umiddelbart efter klækningen. Der kan således ikke stilles krav til tætheden af disse arter, men et naturligt opfyldelseskriterie vil være at vandløbsområderne rent faktisk benyttes til gydning (konstateres ved elfiskeri), og at gydningen er forbundet med en vis succes (konstateres ved hjælp af drifnet).

Laks og stalling forbliver i vandløbene efter klækningen. Der findes stadig rester af en naturlig laksebestand i Skjern Å, og der arbejdes for tiden (1995-2000) på at genetablere laksebestanden i en række Vestjyske vandløb. I Karstoft Å (tilløb til Skjern Å) er der ved undersøgelser i foråret 1989 fundet tætheder af vildlaks (1-års) på 0,9-1,01 stk/100 m², dvs. en forholdsvis ringe tæthed. Bestanden vurderes imidlertid til at være langt fra optimal. I forbindelse med udsætninger regnes der med udsætningstætheder af 1-års laks på 8 stk. pr 100 m².

Stallingens yngel spreder sig umiddelbart efter klækningen nedstrøms over store strækninger i modsætningen til yngel af laks og ørred, der er langt mere stationære. Undersøgelser i den øvre del af Gudenåen har vist, at der kan være store år til år variationer i tætheden af stalling.

Erfaringsgrundlaget er stadig for sparsomt til at der kan stilles egentlige krav til tætheden af laks og stalling for at målsætningen er opfyldt.

B2. Laksefiskevand

Datagrundlaget for bestandstætheder af ørred i større vandløb er stærkt begrænset. Afhængig af bl.a. vandløbets geografiske beliggenhed og afstanden fra udløbet, kan der i sommer- og efterårsmånderne, foruden den stationære bestand være en større eller mindre bestand af havørred.

Bestanden af ørred i de mægtigere dele af vandløbet kan, som nævnt i afnit 3.2, være vanskeligere at vurdere. Dels er effektiviteten under elfiskeriet ofte lav, og dels kan antallet af skjul være svært at fastlægge præcist. Samtidig foregår der ofte (lyst)fiskeri i disse områder. Optimalt bør der efter ovenstående klasseinddeling kunne forventes en bestand på mindst 7 - 8 ørred pr 100 m², men ofte vil tætheden være mindre. I udsætningsplanerne er biotopsvurderingen af de mægtigere vandløbsstrækninger konsekvent bedømt til 2,5, svarende til at der kan udsættes 5 ørred over 17 cm pr 100 m².

Der bør være en bestand af stationære ørred (bækørred) på mindst 4 stk pr 100 m² for vandløbsstrækninger i højeste biotopsklasse.

B3. Karpesfiskevand

Der findes ikke lignende vurderingsgrundlag for karpesfisk eller andre arter, der ikke er laksefisk, og erfaringsgrundlaget er stadig for sparsomt til at der kan stilles egentlige krav til tætheden af disse arter, men følgende oplysninger kan benyttes.

Der bør findes en bestand af mindst en art af karpesfisk, gedde, ål, aborre eller andre arter, der ikke er laksefisk.

En bestand er i denne forbindelse defineret således at der bør være flere årgange tilstede af de arter, der lever i mere end to år.

Oplysninger om de enkelte fiskearter:

Gedde (*Esox lucius*). Der findes gedder i mange lidt større vandløb. Gedder gyder i det tidlige forår, men det vides dog ikke om gedden yngler i danske vandløb. Og det er meget sandsynligt at vandløbsgedderne kommer fra nærtliggende søer, moser eller andre stillestående vande, hvor de normalt gyder. I Gudenåen mellem Hammer Mølle og Vestbirk Vandkraft Station er der fundet tætheder af gedde større end 24 cm fra 0,01 til 0,89 individer pr 100 m² vandløbsbund (Munk & Thomsen 1995).

Der er generelt flest gedder i vandløb der ligger tæt på og har forbindelse med stillestående vande.

Skalle (*Rutilus rutilus*). Skalle findes meget hyppigt i større vandløb. Der kendes næsten ikke noget til skallens gydebiologi i større danske vandløb. Men skaller fra mange søer vandrer dog op og gyder i visse tilløb. De største tætheder vil normalt forekomme i nærheden af søer. Op- og nedstrøms for en sø bør der være skalle tilstede, hvis der er skalle i søen.

Strømskalle (*Leuciscus leuciscus*). Der findes kun strømskalle i den del af Vestjylland, der ikke var dækket af is under sidste istid. Strømskalle lever især i de lidt større vandløb, hvor gydningen finder sted på grusbund. Efter at æggene er klækket søger yngelen til lavvandede steder med lave strømhastigheder med fin til mudret bund og vandplanter langs med bredderne. Til gydning kræver strømskallen grusbund og gode strømforhold. Yngelen kræver lavvandede områder med fin til mudret bund med vandplanter for at overleve. I Skjern Ås vandsystem er der ved elektrofiskeri fundet tætheder på op til 174 strømskaller pr 100 m² vandløbsbund (Wegner 1982). Og tætheder på 5-10 strømskaller per 100 m² vandløbsbund er ikke ualmindeligt (Wegner 1982, Petersen & Poulsen 1989).

Løje (*Alburnus alburnus*). Der kan findes løje i store vandløb med langsomt flydende vand. Løjen er en stimefisk, der svømmer rundt nær overfladen. Gydningen finder sted på lavvandede steder med hård bund af sten og grene. Fra søer vandrer løjen ofte op i små vandløb for at gyde. Efter klækningen søger løjeyngelen - i modsætning til de fleste karpfisk - ud på dybere vand, gerne med vegetation og en vis strømhastighed.

Grundling (*Gobio gobio*). Det er en udpræget bundfisk, der kan findes i strømmende vand med fast sten-, grus- eller sandbund. Grundlingen gyder på ren sand- eller grusbund. Grundling vil hyppigst forekomme i vandløb med B1 eller B2 målsætninger.

Elritse (*Phoxinus phoxinus*). Der kan findes elritse i mange rene vandløb med hurtigt strømmende vand. Elritsen foretrækker roligere og dybe partier i disse vandløb. Gydningen sker på stenbund, hvor de klæbende æg gydes mellem stenene. Elritse lever som regel i stimer og fundne bestandstætheder kan derfor variere meget alt efter om man kun fanger enkelte individer fra en stime eller en eller flere hele stimer. Elritse vil hyppigst forekomme i vandløb med B1 eller B2 målsætninger.

Rimte (*Leuciscus idus*). Det er en vandrefisk, der tilbringer sommeren i brakvand og om foråret trækker op i vandløb for at gyde. Rimten kendes fra Sjælland, Odense Fjord og Å og det sydvestlige Sønderjylland. Gydningen foregår på sten- og sandbund, hvor de klæbende æg gydes på vegetation eller mellem stenene. Efter klækningen trækker yngelen til roligere vand.

Brasen (*Abramis brama*), flire (*Blicca Björkna*) og suder (*Tinca tinca*). Der kan findes brasen i større vandløb med langsomt flydende vand med ler eller blød bund. Gydningen foregår på lavt vand med undervandsvegetation. Yngelen lever i små stimer langs med bredderne.

Flire kan forekomme de samme steder som brasen. Flire er knyttet til vegetationen langs med bredderne.

Der kan forekomme suder de samme steder som brasen. Suder lever på blød bund gerne med vegetation.

Smerling (*Barbatula barbatulus*). Den er kun kendt fra Gudenåen og Kolding Å i Jylland og Vindinge Å på Fyn. Smerlingen foretrækker varieret bund, hvor strømmen ikke er svag. Den kan klare sig ved relativt dårlige iltforhold som ved organisk forurening. Forekomst af smerling bør ikke tages til indtægt for, at målsætningen er opfyldt.

Pigsmerling (*Cobitis taenia*). Denne art er kun fundet på Sjælland og Fyn. Pigsmerling er aktiv om natten og tilbringer dagtimerne nedgravet i sandbund, som er den foretrukne habitat. Den kan klare relativt dårlige iltforhold. Forekomst af pigsmerling bør ikke tages til indtægt for, at målsætningen er opfyldt.

Trepigget hundestejle (*Gasterosteus aculeatus*) og nipigget hundestejle (*Pungitius pungitius*). Disse arter kan findes i stort set alle vandløbstyper. De undgår dog steder med meget hurtig strøm. Begge arter findes tit i vandløb med let forurening af organisk stof (spildevand). Forekomst af disse arter bør ikke tages til indtægt for, at målsætningen er opfyldt.

Finnestribet ferskvandsulk (*Cottus poecilopus*). Det er en vandløbsfisk der er kendt fra Skjern Å. Den lever på steder med groft bundsubstrat og koldt og iltrigt vand. På gydelokaliteter er der fundet tætheder på 11 og 18 individer per 100 m² vandløbsbund, men lavere tætheder er det mest almindelige (Wegner 1982).

Finnestribet ferskvandsulk vil hyppigst forekomme i vandløb med B1 eller B2 målsætninger.

Ål (*Anguilla anguilla*). Der kan findes ål i alle vandløbstyper. Men tilgangen af glasål har i de seneste årtier været faldende. Og i dag er det nødvendigt med udsætninger for at sikre ålebestande i mange vandområder. Ål er overvejende nataktive og gemmer sig i vegetation, trærodde og mellem sten eller graver sig ned i mudder- og sandbund i dagtimerne. I vandløb, hvor bredden er mindre end 4 - 5m er der normalt flere ål end i større vandløb, hvis disse ikke har vegetation på store dele af bunden. Undersøgelser i 1965-68 viste tætheder på over 100 ål pr. 100 m² om sommeren i Lellinge Å (Larsen 1972). I Vester Vedsted Å i 1979-81 blev der fundet tætheder på 4-13 ål pr. 100 m² om sommeren (Rasmussen 1983), men i 1995 var tætheden nede på 2,6 ål per 100 m². I Venner Å i august 1987 var tætheden ca. 10 ål pr. 100 m². Det ser således ud til at tætheden af ål har været faldende de sidste årtier. Dette var dog også at forvente, da tilgangen af glasål i Europa har været aftagende de sidste mange år (Moriarty 1990).

Der bør normalt være ål fra udløbet og flere kilometer opstrøms i vandløb.

Knude (ferskvandskvabbe) (*Lota lota*). Der kan findes knuder i vandløb med ikke for stærk strøm og med køligt og klart vand. Knuden er en nat-aktiv bundfisk. Om dagen skjuler den sig under sten og mellem trærodde og kan derfor være svær at fange. I Gudenåen mellem Hammer Mølle og Vestbirk vandkraft Station er der fundet tæt-

heder af knude på mellem 0,01 og 0,07 individer pr 100 m² vandløbsbund (Munk & Thomsen 1995).

Aborre (*Perca fluviatilis*). Der findes aborre i mange større vandløb. Aborre gyder i roligt vand med vegetation. I den første tid efter klækningen holder yngelen til i vegetationen. Aborre er mest almindelig i vandløb, hvor der er mange søer i afstrømningsområdet. Aborre findes også i brakvand især langs Sjællands bredder, der vender mod Østersøen indtil de danske sunde. Op- og nedstrøms for en sø bør der være aborre tilstede, hvis der er aborre i søen.

3.5.4 Udsætningsplaner

De fleste af vores vandløb har med den nuværende vandløbskvalitet forringede gydemuligheder, men ofte gode opvækstmuligheder for laksefisk (dvs. laks og ørred).

I vandløb, hvor den konstaterede ørredtæthed ikke er stor nok i forhold til boniteringen, vil der derfor være behov for at foretage udsætninger af fisk, såfremt man ønsker en optimal laksefiskebestand. Dette kaldes fiskepleje og sker på grundlag af en udsætningsplan. I dag findes der udsætningsplaner for ørred, laks og ål. Ørreder antages at være en naturlig fiskeart i langt de fleste danske vandløb og alle vandløb her i landet er undersøgt af DFU med henblik på eventuel ørredudsætning.

Danmarks Fiskeriundersøgelser udfører de feltmæssige undersøgelser (bonitering og fiskebestandsanalyse) og udarbejder de skriftlige ørredudsætningsplaner, som herefter administreres af lokale fiskeriforeninger eller fiskerisammenslutninger.

En ørredudsætningsplan kan anbefale udsætninger af:

yngel:	3 - 4 cm	og udsat i april-maj
½-års:	6 - 10 cm	og udsat i oktober
1-års:	10 - 15 cm	og udsat i april
ældre:	> 20 cm	og udsat i juni
mundingsfisk: 1- eller 2-års (15 - 22 cm), udsat i april		

Yngel, ½-års, 1-års og ældre ørred må i henhold til udsætningsplanen kun udsættes i et nærmere angivet antal.

Mundingsudsætning angiver udsætning af smoltificerede 1- eller 2-års fisk (længde 15-22 cm) nederst i vandsystemet. Hvis disse udsættes i marts-april vil de udvandre til havet, og vil således ikke belaste vandløbet med hensyn til føde eller revir.

Der er i de sidste par år foretaget beregninger af mundingsudsætningernes størrelse i samtlige vandløb. Beregningerne er foretaget på grundlag af vandløbenes produktionsareal, naturlig ørredproduktion og udsætningsplanernes tal for yngel, ½-års og 1-års fisk.

Følgende er lagt til grund for beregningerne:

- Alle vandløb med en bredde på op til ca. 6 m indgår i produktionsarealet.

- Produktionsarealet antages at have en beregnet årlig smoltproduktion på $7.5/100 \text{ m}^2$.
- Udsætningerne og den naturligt forekommende fiskebestand giver anledning til følgende smoltproduktion:

1000 stk yngel •	25 smolt
1000 stk ½-års •	100 smolt
1000 stk 1-års •	250 smolt

På baggrund af produktionsareal og årlig smoltproduktion beregnes vandløbets "teoretiske smoltproduktion". Herfra trækkes vandløbets aktuelle smoltproduktion som følge af naturlig reproduktion og udsætninger. Aktuel smoltproduktion trækkes fra den teoretiske smoltproduktion, og differencen angiver størrelsen af mundingsudsætningen.

De fleste udsatte fisk er enten damørred eller afkom af vildørred, som fiskeriforeningerne elektrofisker i vandløb. Flere fiskeriforeninger opdrætter selv ørred i egne klækkerier. Af bevaringsmæssige årsager tilstræber man, at der fortrinsvis udsættes afkom af vildørred.

Da der kan ske ændringer i vandløbskvaliteten og dermed vandløbenes bærekapacitet for ørred, eller udsatte fisk genetablerer gydebestande, tilstræbes det, at alle udsætningsplaner revideres hvert 6. år. Dvs. at der foretages nye boniteringer og elektrobefiskninger, og på grundlag heraf revideres udsætningsmængderne.

4 Litteratur

Anon. 1994. Kursus i elektrofiskeri. Ferskvandslaboratoriet, Silkeborg.

Bagenal, T. & Tesch, F.W. (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.

Bohlin, T.(1984): Kvantitativt elfiske efter lax och ørring - synspunkter och rekommendationer. Information från Søtvattens Laboratoriet, Drottningholm, No. 4: 1-32.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T., Rasmussen, G. & Saltveit, S. (1988): Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.

Hayne, D.W. (1949): Two methods for estimating populations from trapping records. *J. Mammal.* 30: 300-411.

Kalleberg, H. (1958): Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout. *Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm* 39: 55-98.

*Kern-Hansen, U., Holm, T.F., Hunding, C., Jeppesen, E., Mortensen, E. & Thyssen, N. (1987):*Vandløb. Økologi og Planlægning. Miljø-styrelsen Ferskvandslaboratorium. 1-107.

*Larsen, K. (1972):*Studies on the Biology of Danish Stream Fishes. III. On Seasonal Fluctuations in the Stock Density of Yellow Eel in Shallow Stream Biotopes, and their Causes. *Meddelelser fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser. N.S. 7(2):* 23-46.

Libosvarsky, J. & Lelek, A. (1965): Über die Artselektivität beim elektrischen Fischfang. *Z. Fisch.* 13: 291-30.

Madsen, B.L. (1983): Den nye vandløbslov. Miljøstyrelsen.

*Moriarty, C. (1990):*European catches of Elver of 1928-88. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie.* 75: 701-706.

*Mortensen, E. (1976):*Status over forekomst og bestandstætheder af ferskvandsfisk i Gudenå-systemet. Gudenåundersøgelsen. Rapport nr. 18: 1-25.

Mortensen, E., Jensen, H.J., Müller, J.P. & Timmermann, M. (1990): Fiskeundersøgelser i søer - Undersøgellesprogram, fiskeredskaber og metoder. Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser -Teknisk anvisning fra DMU, nr. 3.

*Munk, K. & Thomsen J.L. (1995):*Udtræk af blankål, *Anguilla anguilla*, (L.), udsatte laksesmolt, *Salmo salar*, L., opstrømspassage af fisk ved Vestbirk Vandkraftanlæg, samt aspekter af rovfiskebestanden i Øvre Gudenå. Specialrapport. Biologisk Institut, Afdeling for Zoologi, Aarhus Universitet.

Muus, B.J. & Dahlstrøm, P. (1967): Europas ferskvandsfisk. G.E.C. Gads Forlag.

Nielsen, J. (1981): Få større fangster ved elektrofiskeri. Sportsfiskeren 12: 42-43.

Nielsen, J. (1987): Et nyt, bærbart elektrofiskeapparat. Vand & Miljø 5: 249-250.

Nielsen, J. (1995): Fiskenes krav til vandløbens fysiske forhold. Et udvalg af eksisterende viden. Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 293: 1-129.

Pedersen, S. & Poulsen N. (1989): Biology of the Dace *Leuciscus leuciscus* (L.) in a Danish lowland stream. Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser, Rapport nr. 364.

Rasmussen, G. (1983): Recent investigations on the population dynamics of eels (*Anguilla anguilla*) (L.) in some Danish streams. Proc. 3rd Brit. Freshw. Fish. Conf. 1983: 71-77.

Ricker, W.E. (1975): Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 191.

Seber, G.A.F. & Le Cren, E.D. (1967): Estimating population parameters from catches large relative to the population. J. Anim. Ecol. 36: 631-643.

Wegner, N. (1982): Skjern Å Systemets vildfisk 1982. Rapport fra Ringkøbing Amtskommune.

Youngs, W.D. & Robson, D.S. (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.

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser – DMU – er en forskningsinstitution i Miljøministeriet.
DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

*Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afd. for Arktisk Miljø*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsøvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Ferskvandsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12-14, Kalø
8410 Rønne
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Publikationer:

DMU udgiver populærfaglige bøger ("MiljøBiblioteket"), faglige rapporter, tekniske anvisninger samt årsrapporter.
Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.
I årsrapporten findes en oversigt over det pågældende års publikationer.