



Aqua reports 2014:15

Standardiserat elfiske i vattendrag

En manual med praktiska råd

Björn Bergquist, Erik Degerman, Erik Petersson,
Berit Sers, Stefan Stridsman & Svante Winberg



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Standardiserat elfiske i vattendrag En manual med praktiska råd

Björn Bergquist¹, Erik Degerman¹, Erik Petersson¹, Berit Sers¹,
Stefan Stridsman² & Svante Winberg³

¹ Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,
Sötvattenslaboratoriet, Stångholmsvägen 2, 178 93 Drottningholm

² Länsstyrelsen i Norrbottens län

³ Institutionen för neurovetenskap, Uppsala universitet

december 2014

SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Aqua reports 2014:15

ISBN: 978-91-576-9286-3 (tryckt version)

ISBN: 978-91-576-9275-7 (elektronisk version)

Kan laddas ned från <http://epsilon.slu.se/>

Vid citering uppge:

Bergquist, B., Degerman, E., Petersson, E., Sers, B., Stridsman, S. och Winberg, S. (2014).
Standardiserat elfiske i vattendrag. En manual med praktiska råd. Aqua reports 2014:15.
Sveriges lantbruksuniversitet, Drottningholm. 165 s.

Nyckelord

Elfiske, standardisering, djuretik, strömlära, elfiskeutrustning,
fångsteffektivitet, fiskskador, provtagningsstrategi,
elsäkerhet, skyddsinstruktion, bedövningsmedel

E-post

Berit.Sers@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Niklas Nilsson, Jönköpings Fiskeribiologi AB

Per Sjöstrand, Jönköpings Fiskeribiologi AB

Finansiärer

Havs- och vattenmyndigheten

Framsida: Elfiske i Käätöjoki. Foto: Stefan Stridsman.

Baksida: Elfiske i Tangån. Foto: Magnus Kokkin.

Förord

För att undersöka vilka fiskarter som finns, och hur många individer av varje art det finns i våra vattendrag är elfiske den mest användbara och lämpligaste metoden. För vattendrag som är grundare än 2 meter finns det i de flesta fall heller ingen mer kostnadseffektiv metod att bestämma fiskfaunans artsammansättning och täthet. Dessutom överlever fisken vid elfiske till skillnad från t.ex. nätfiske och trålning. För undersökningar i djupare vatten, både i rinnande vatten och i sjöar kan elfisket också utgöra ett komplement till andra metoder.

Det finns en lång tradition av elfiske och mycken kunskap har vuxit fram. Kunskap från publicerad litteratur, erfarenheter från kollegor och egna observationer ligger bakom denna publikation. Samtidigt förändras samhället omkring oss och aspekter som tidigare inte varit i förgrunden blir mer uppmärksammade, t.ex. blir djurskydds- och arbetskyddsaspekterna viktigare. För att det elfiske som utförs av olika utövare ska kunna användas för långsiktig övervakning och uppföljning av olika åtgärder krävs också att man har en standard, både hur fisket utförs och hur det rapporteras. Utvärderingarna av elfiskeresultaten underlättas om de rapporter som kommer in till SERS (Svenskt ElfiskeRegiSter) håller en hög standard. Ju fler standardiserade elfisken som utförs desto större gemensam nytta får vi av varandras resultat och desto mindre påverkar vi fiskbestånd och andra djur på de undersökta lokalerna.

Denna publikation utgör både en allmän kunskapssammanställning om elfiske och en vägledning för standardiserat elfiske i vattendrag. Den ska kunna användas både som en guide och som en uppslagsbok för allt som rör elfiske. Men man ska samtidigt vara medveten om att väl ute i vattendragen så räcker det inte med att ha läst denna manual. För att bli en kunnig, bra och erfaren elfiskare krävs övning och åter övning.

Följande personer har lämnat givande kommentarer på en preliminär version av texten: Niklas Nilsson och Per Sjöstrand. Ett stort tack till dem!

Drottningholm 2014-12-31

Författarna

Sammanfattning

Denna rapport utgör både en vägledning för standardiserat elfiske i vattendrag och en allmän översikt om elfiske som provfiskemetod. Vägledningen är utformad enligt de riktlinjer för standardiserat elfiske som Sötvattenslaboratoriet, institutionen för akvatiska resurser vid Sveriges lantbruksuniversitet, har tagit fram för elfiske inom nationella miljöövervakningsprogram. Syftet är att rapporten skall kunna användas både som en manual med praktiska råd och som ett allmänt uppslagsverk för elfiske. Den skall utgöra ett grunddokument för elfiskeverksamheten i Sverige och även för utbildning i elfiske.

I rapporten presenteras information om det mesta som rör elfiske som provfiskemetod; till exempel bestämmelser som rör tillstånd för elfiske och djuretiska aspekter vid praktiskt elfiske, men också information om olika typer av elektrisk ström och grundläggande strömlära. I rapporten beskrivs fiskens reaktion på elektrisk ström, faktorer som påverkar fångsteffektivitet och risken för skador på fisken. Vidare behandlas olika typer av elfiskeutrustning, planering och praktiskt utförande av elfiske, standardiserat elfiske, fåltrapportering, bearbetning och utvärdering av elfiskedata. Dessutom ges information om olycksrisker, elsäkerhet och skyddsinstruktion för elfiske.

Summary

This report presents guidelines for electrofishing in running water together with a comprehensive overview of electrofishing as a method for fish sampling. The guidelines are in accordance with the directions for standardized electrofishing that have been compiled for national monitoring programs by the Department of Aquatic Resources at the Swedish University of Agricultural Sciences. The objective is to provide both a theoretical and a practical overview of electrofishing as a fish sampling method as well as a guideline for standardized electrofishing in streams and rivers. Our intention is that this report will be used as a basic document for all electrofishing activities in Sweden, including courses in electrofishing.

The report gives information about many different aspects of electrofishing; e. g. regulations for electrofishing permits, animal welfare, electrical theory, currents used for electrofishing, the reaction of fish in an electric field, factors that influence the catch efficiency and the risk for electroshock induced injuries in fish. Furthermore, the report deals with different types of electrofishing equipment, electrofishing in both theory and in practice, guidelines for standardized electrofishing, planning of electrofishing surveys, field reporting and protocols, processing and evaluation of electrofishing data. In addition, the report gives information about the dangers of electricity and safety guidelines for electrofishing.

1. Innehåll

1.	Inledning	9
2.	Bestämmelser och förordningar – rätt till elfiske	12
2.1	Fiskerättsägarens medgivande.....	12
2.2	Länsstyrelsens eller Havs- och vattenmyndighetens dispens	12
2.3	Godkänt verksamhetstillstånd.....	12
2.4	Djurskyddsorgan	13
2.5	Etisk prövning av djurförsök.....	14
2.6	Utbildning om djurförsök	15
3.	Djuretiska aspekter – smärta, lidande och stress	17
3.1	Djuretik.....	17
3.2	Fiskars förmåga att känna smärta	17
3.3	Stress hos fisk.....	20
4.	Allmän strömlära och elektriska fält i vatten	23
4.1	Allmän strömlära	23
4.2	Elektriska fält i vatten	30
4.3	Elektrodresistanser	34
5.	Fisk och elektrisk ström	38
5.1	Fiskens reaktion i ett elektriskt fält.....	38
5.2	Effektiv fångstzon.....	40
5.3	Energiöverföringen till fisken i ett elektriskt fält.....	43
5.4	Fångsteffektivitet.....	44
5.5	Skador på fisk vid elfiske	51
5.6	Åtgärder för att minska stress och skador vid elfiske.....	58
5.7	Påverkan och skador på andra akvatiska organismer	59
6.	Elfiskeaggregat och övrig utrustning.....	62
6.1	Elfiskeaggregat	62
6.2	Provtagningsutrustning	71
6.3	Kontroll av utrustning och kalibrering av elfiskeaggregat.....	75

7.	Standardiserat elfiske	76
7.1	Likvärdig elfiskeutrustning.....	76
7.2	Enhetlig metodik – Svensk och Europeisk standard.....	76
7.3	Standardiserade elfiskeprotokoll.....	77
7.4	Enhetlig metodik för beskrivning av elfiskelokal.....	78
7.5	Elfiske vid samma tidpunkt och med samma utförare	78
7.6	Standardiserad utgående effekt vid elfiske	78
7.7	Utvärdering av elfiskets fångsteffektivitet.....	80
8.	Planering av elfiskeundersökningar	81
8.1	Syfte och val av metod.....	81
8.2	Val av provtagningsstrategi.....	82
8.3	Val av undersökningsområde och lokaler	85
8.4	Frekvens och tidpunkt för genomförande	86
8.5	Tidsåtgång och kostnader.....	88
8.6	Elfiske som fiskevårdsmetod	88
9.	Praktiskt elfiske	90
9.1	Elfiske i vadbara vattendrag.....	90
9.2	Elfiske i vadbara vattendrag steg – för – steg.....	92
9.3	Elfiske i större och ej vadbara vattendrag.....	95
9.4	Riktat elfiske efter kräfta	97
9.5	Åtgärder för att hindra spridning av kräftpest, fisksjukdomar och främmande arter.....	98
9.6	Hantering och bedövning av fisk.....	99
10.	Dokumentation av elfisket – standardiserade protokoll	106
10.1	Uppgifter om lokalens läge, karaktär och kringmiljö	106
10.2	Uppgifter om elfisket – syfte, metodik och fiskeförhållanden	107
10.3	Uppgifter om fisken	107
10.4	Artbestämning.....	107
11.	Bearbetning av data och inrapportering till SERS.....	110
11.1	Rapportering till Svenskt ElfiskeRegiSter (SERS)	110
11.2	Registrering av resultat i digitala excelprotokoll.....	110
11.3	Beräkning av fisktätheter	111

12.	Analys och utvärdering av elfiskedata	118
12.1	Innan elfiskedata bearbetas statistiskt.....	118
12.2	Vad är normalt?.....	119
12.3	Ekologisk status	121
12.4	Biologisk mångfald.....	123
13.	Hur påverkas resultaten av tidpunkt, lokalens karaktär och vattenkvalitet?	126
13.1	Tidpunkt (provfiskedatum)	126
13.2	Lokalens karaktär.....	126
13.3	Vattenkvalitet.....	128
13.4	Närhet till sjöar och förekomst av dammar	130
14.	Olycksrisker, säkerhet och ergonomi	131
14.1	Risken för elolyckor vid elfiske.....	131
14.2	Allmänna risker vid elfiske	134
14.3	Elsäkerhet och skyddsinstruktion för fältarbete	134
14.4	Särskilda skyddsanvisningar för båtelfiske	136
14.5	Sjukvårds- och räddningsutrustning.....	137
14.6	Första hjälpen, samt Hjärt- och lungräddning	137
14.7	Olycks- och tillbudsrapportering.....	138
14.8	Praktisk ergonomi	138
15.	Litteratur.....	139
Bilaga 1.	Elfiskeprotokoll.....	149
Bilaga 2.	Instruktion för ifyllande av elfiskeprotokoll i fält	151
Bilaga 3.	Instruktion för ifyllande av excelprotokoll	161
Bilaga 4.	Checklista för elfiskeutrustning	164

1. Inledning

Elfiske är en provfiskemetod där elektrisk ström (likström) används för att attrahera och bedöva fisken så att den levande kan fångas med håv. Metoden är baserad på att skapandet av ett elektriskt fält i vattnet tvingar fisken att simma mot den positiva elektroden och bedövar fisken när den är tillräckligt nära, vilket gör att den kan fångas. Som strömkälla används en bensindriven motor med generator (elverk) eller ett batteri. Med hjälp av en speciell kontrollenhet (elfiskeaggregatet) omvandlas den från strömkällan utgående strömmen till en för elfisket lämplig typ av ström, spänning och strömstyrka. Den positiva elektroden (anoden) är en rörlig stavelektrod som används för att locka fram och bedöva fisken medan den negativa elektroden (katoden) är stationär (med undantag för när batteri är strömkälla). Fisken samlas in med håv, helst innan den blivit helt bedövad, och förvaras sedan i en hink innan den artbestäms, längdmäts och i många fall också vägs. Den kan sedan återutsättas levande och oskadd. Undersökningsmetoden lämpar sig särskilt bra i mindre vattendrag där det är enkelt att vada och fiskens flyktmöjligheter är begränsade (Figur 1.1). Vid elfiske efter öring och lax i strömmande vatten utnyttjar man dessutom att dessa fiskar i regel är revirhävande och mindre flyktbenägna.



Figur 1.1. Elfiske i mindre vattendrag. Foto: Lars Ohlson.

Den vanligaste formen av elfiske är att man använder ett strandbaserat eller ryggburet elfiskeaggregat och vadar uppströms i vattendraget under fisket. Det förekommer dock att man även genomför elfisken med speciellt utrustade båtar, s.k. elfiskebåtar. Båtelvfiske är en vanligt använd metod för undersökning av fiskbestånden i större vattendrag, framför allt i USA och Kanada. Vid båtelvfiske kör man i de flesta fall båten i nedströms riktning för att lättare kunna fånga den bedövade fisken (Figur 1.2). Båtelvfiske kan även användas för undersökning av fiskförekomsten i strandzonen i sjöar och dammar.



Figur 1.2. Båtelvfiske i större vattendrag och sjöar. Två personer håvar fisk som lockas till anoden längst fram. Foto: Erik Degerman.

Elfiske är den mest effektiva, icke-destruktiva, undersökningsmetoden för fisk i såväl mindre som större vattendrag. Den största fördelen är att metoden, om den är rätt utförd, inte dödar fisken. Metoden har också stora förtjänster i och med att den är en aktiv metod som är mångsidig och flexibel och kan därför användas i olika typer av miljöer. Den kan användas för en rad olika syften, t.ex. olika former av kvalitativa och kvantitativa undersökningar av fiskförekomsten, för avelsfiske och insamling av utsättningsmaterial eller för utfiskning av oönskade arter. Metoden kan också användas

för insamling av DNA-prover från olika fiskpopulationer för genetisk analys.

Kvalitativt elfiske används när man bara undersöker artförekomst och vandringar hos fisken, vid taxonomiska studier eller vid undersökning av fiskens tillväxt och födoval. Kvantitativa elfisken används för att erhålla information om fisktäthet och biomassa per sträcka/ytenhet, fiskens individuella längd och vikt, storleks- (ålders-) fördelning och årsklassstyrka, samt för att undersöka fiskproduktionen eller kräftförekomsten i vattendragen. En nackdel är att metoden i viss utsträckning är storlekssektiv (strömmen påverkar de större fiskarna mera än de små) och att metoden bara kan användas i grunda habitat. För vadningselfiske bör det genomsnittliga vattendjupet vara mindre än 0,7 m och maxdjupet bör vara mindre än 1 m. För båtelfiske bör vattendjupet helst vara mindre än 2 m även om båtelfiske i vissa fall kan ske ned till 3 m djup.

Elektrisk ström har använts för att fånga fisk sedan slutet av 1800-talet. Det första "elfiskeaggregatet" lär ha patenterats 1863 av Isham Baggs i London. Baggs utvecklade ett batteridrivet aggregat där man kunde variera spänningen (Vibert 1967, Hartley 1990). Det var dock först under 1920-talet som det skedde någon nämnvärd utveckling av elfiskemetodiken. Framför allt var det i Tyskland som metodiken utvecklades genom studier av fiskens reaktion på likström och växelström (Scheminsky 1924, 1936 och Holzer 1932). I USA började man att använda elfiske för att samla in fisk först i slutet av 1930-talet (Haskel 1940). I Sverige konstruerades det första elfiskeaggregatet redan 1930 av ingenjör Egron Möller och elfiske kallades i början också för den Möllerska metoden. Metoden användes vid Harviks fiskodlingsanstalt i Uppland för att befria odlingsdammarna från mindre önskvärda rovfiskar. Först i slutet av 1940-talet började elfiske användas för undersökning av fiskbestånden i svenska vattendrag. En av de första som använde elfiske för fiskundersökningar var Philipp Wolf, som med hjälp av elektroingenjör Franz Heinel, utvecklade ett elfiskeaggregat för undersökning av laxfiskpopulationen i Kävlingeåns vattensystem (Wolf 1947, 1950). Även inom vandringsfiskutredningen (1946-1960) använde man tidigt el-

fiske för att undersöka laxfiskpopulationerna i reglerade vattendrag. En annan pionjär när det gäller utvecklingen av elfiskeaggregat var länsfiskekonsulent Gösta Edman som 1951 började använda elfiske för undersökning av laxfiskförekomsten i de halländska vattendragen. En intressant genomgång av de första åren med elfiske i Halland kan ni finna i Schibli & Ottosson (1995).

Inledningsvis var elfiske begränsat till ett fåtal vattendrag men omfattningen ökade sedan när man fick fram lättare och mer hanterbara elfiskeaggregat. De första aggregaten var stora och otympliga. Exempelvis vägde det första elfiskeaggregatet som Philipp Wolf använde hela 100 kg, medan den första modellen av aggregatet Edman special vägde 60 kg. Så småningom konstruerades dock lättare aggregat och senare modeller av Edman special vägde omkring 30 kg. I mitten av 1960-talet började också Harry Lundström och Hans Gustafsson i Luleå att tillverka elfiskeaggregat, men det var först i slutet av 1960-talet som de började sälja de första serietillverkade elfiskeaggregaten i Sverige. De startade då firman Lug AB vars elfiskeaggregat (L 600 och L 1000) fortfarande dominerar elfiskeverksamheten i Sverige. En av de första som regelmässigt använde Lug AB:s elfiskeaggregat var Östen Karlström som använde elfiske för övervakning av laxpopulationerna i svenska laxälvar (Karlström 1976, 1977).

Under de senaste trettio åren har elfiskeverksamheten ökat väsentligt i omfattning, främst i form av kalkeffektuppföljningar i samband med att man började kalka vattendrag och sjöar. Förutom länsstyrelserna som genomför elfisken i ett stort antal vattendrag så genomförs elfisken av kommuner, universitet, konsultfirmor och hushållningssällskap. Dessutom bedriver flera fiskevårdsområdesföreningar elfisken i egna vatten. Idag genomförs årligen elfiske på ca 2 400 undersökningslokaler i landet. Flertalet är elfisken som genomförs i kalkade vattendrag för att kontrollera effekten av genomförda kalkningar. Elfiske används också för att fastställa vattendragens ekologiska status inom ramen för EU:s vattenförvaltning, samt inom regional och nationell miljöövervakning. Elfiske används dessutom för uppföljning av fiskevårdsåtgärder, för

fångst av avelsfisk och allmänna inventeringar av fiskfaunan, samt vid förevisning av vattnens och fiskens värden.

Samtidigt som elfiske utgör en bra och effektiv undersökningsmetod i mindre vattendrag finns det vissa risker med metodiken. Felaktigt utförande kan utgöra en fara för medhjälparna och andra som är närvarande vid fiskena. Elfiske innebär också bärande av tung utrustning till och från vattendraget. Dessutom kan felaktigt utförd elfiske innebära skador på fisk och en ökad dödlighet. Risken för att sådana skador skall uppstå måste minimeras, framför allt när man arbetar med skyddsvärda fiskbestånd. Elfiske kräver därför särskilda tillstånd och utbildning. För att göra elfiske så säkert som möjligt, både för faunan och för undersökningsspersonalen, krävs därför särskilda tillstånd och utbildning. För elfiskeundersökningar av god kvalitet krävs noggrannhet i utförandet, samt vana vid fältarbete. Personer som avser att själva genomföra undersökningar ska skaffa sig utbildning genom att genomgå en godkänd elfiskeutbildning och sedan skaffa sig erfarenhet genom att först medverka som medhjälpare vid pågående undersökningar.

Under de första decennierna med elfiske i Sverige fanns det inte någon utbildning och vedertagen elfiskeinstruktion utan de flesta lärde sig elfiske av varandra. Först under 1970-talet började man i viss utsträckning standardisera elfiskeutförandet i de svenska laxälvarna (Karlström 1977). Genom det ökade intresset för rinnande vatten inom naturvård, fiskevård och miljövård under senare år har antalet elfiskeutövare ökat kraftigt och då har även behovet av utbildning och standardisering ökat. Behovet av en enhetlig redovisning av fångstresultaten medförde att Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium redan 1989 startade Svenskt ElfiskeRegiSter (SERS). Detta har starkt medverkat till en ökad standardisering, bland annat genom utformningen av standardiserade elfiskeprotokoll och instruktioner (Bilaga 1, 2 och 3), samt genom framtagande av olika elfiskemanualer (Johlander 1990, Degerman

m.fl. 1995, Andersson 1998, Degerman & Sers 1999). Dessutom har Sötvattenslaboratoriet, på uppdrag av Naturvårdsverket, utarbetat riktlinjer (Undersökningstyp – Elfiske i rinnande vatten) för elfiske inom regional och nationell miljöövervakning, samt effektuppföljning inom kalkningsverksamheten (Appelberg & Bergquist 1994, Naturvårdsverket 2002 och 2010).

Denna manual är en uppdatering av den elfiskemanual som togs fram 1999 (Degerman & Sers 1999). Tanken är att manualen skall utgöra ett grunddokument både för elfiskeutbildning och för elfiskeverksamheten i Sverige. Anvisningarna för elfiske i manualen är utformade i enlighet med de riktlinjer för standardiserat elfiske som SLU:s Sötvattenslaboratorium har tagit fram. Förutom grunderna för praktiskt elfiske behandlas också planering av elfiske, fältrapportering, bearbetning av resultat och säkerhet för utövarna.

Det är särskilt tre saker som vi vill att du som elfiskar ska ta med dig när du ska ut och elfiska:

- *Du skall alltid använda den standardiserade elfiskemetodiken för att få jämförbara och säkra resultat. Observera dock att vi ibland visar hur man kan ändra på gängse elfiskemetodik för att lättare kunna fånga t.ex. avelsfisk eller yngel.*
- *Du skall alltid använda standardiserade elfiskeprotokoll och fylla i de efterfrågade uppgifterna så noggrant som möjligt. Även om du för din uppföljning inte anser dig behöva all information som efterfrågas i elfiskeprotokollet (miljövariabler, artbestämning, etc.) så är den informationen mycket värdefull för andra, t.ex. för att studera olika arters utbredning och förändringar i fiskförekomsten, samt för kvalitets-säkring och tolkning av resultaten.*
- *Alla arter räknas. Olika arters förekomst berättar mycket om miljön och kan förklara variationer i t.ex. laxfiskebestånden.*

2. Bestämmelser och förordningar – rätt till elfiske

Fiskelagstiftningen har nyligen setts över och det finns ett förslag till ny lag, men vägen till att detta förslag verkligen blir en ny gällande lag är lång. Förmodligen blir det en lagrådsremiss först. Förslaget till ny lag (SOU 2010:42 Med fiskevård i fokus – en ny fiskevårdslag) finns på regeringens hemsida (www.regeringen.se). Ett av förslagen är att inte ange vilka fiskemetoder som är förbjudna, utan vilka som är tillåtna.

För att ha rätt att fiska med elektrisk ström krävs:

- Godkänd utbildning i elfiske eller motsvarande erfarenhet och kompetens
- Fiskerättsägarens medgivande
- Länsstyrelsens eller Havs- och vattenmyndighetens dispens för att fiska med elektrisk ström
- Godkänt verksamhetstillstånd (där man ska ange tillståndsinnehavare, godkänd försöksledare och veterinär)
- Djurskyddsorgan
- Etisk prövning av djurförsök (Tingsrätten)
- Utbildning i djurförsök

2.1 Fiskerättsägarens medgivande

Rätt till fiske regleras i "Fiskelagen" med flera författningar. Enligt 9:e paragrafen i Fiskelagen (SFS 1993:787) tillhör fisket på enskilt vatten fastighetsägaren. Man ska därför alltid inhämta fiskerättsägarens tillstånd innan elfisket sker. Ofta räcker det med ett muntligt tillstånd.

2.2 Länsstyrelsens eller Havs- och vattenmyndighetens dispens

Fiske med elektrisk ström utgör en förbjuden fiskemetod. I förordningen om fisket, vattenbruket och fiskerinäringen (SFS 1994:1716, kapitel 2) står bl.a.:

6§ Fiske får inte bedrivas med sprängämnen eller dödande ämnen, elektrisk ström, skjutvapen eller sådana redskap som fisken kan spetsas med.

21§ Om det finns vetenskapliga eller andra särskilda skäl, får undantag medges från bestämmelserna i 5 och 6 §§ samt 13 § första och andra styckena. Gäller undantaget bara 5 och 6 §§ prövas frågan av länsstyrelsen och i annat fall av Havs- och vattenmyndigheten.

Det är således länsstyrelserna som kan medge dispens från förbudet att fiska med elektrisk ström. Dispens för fiske med elektrisk ström kan också ges av Havs- och vattenmyndigheten för elfisken som utförs på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Ofta är denna rätt delegerad till SLU:s laboratorier.

2.3 Godkänt verksamhetstillstånd

I Sverige (men inte i våra grannländer) måste man ha verksamhetstillstånd för att få använda djur i djurförsök (vilket inkluderar elfiske). Man får inte använda andra djur eller göra andra typer av försök än det som beviljats i verksamhetstillståndet. Elfiske anses vara en typ av djurförsök som man inte utför på en försöksdjursanläggning, utan det sker på djur fria i naturen. Vill man plocka in fisken och hålla dem en längre tid för olika försök måste man dessutom ha en anläggning som är godkänd för att hysa fisk. Detta med godkänd anläggning tar vi inte upp vidare här eftersom vi utgår ifrån att den elfiskeverksamhet man bedriver inbegriper att man återbördar fisken till vattnet 1–3 timmar efter infångandet. Elfisket är omgärdat av en del generella lagar som rör djur fritt levande i naturen. I föreskriften Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om försöksdjur SJVFS 2012:26, 10 kap. står det:

5 § Fritt levande vilda djur som har fångats in får inte användas i försök.

En regional djurförsöksetisk nämnd får medge undantag från förbudet i första stycket om det finns vetenskapliga skäl. Vid användning av sådana djur som avses i första stycket ska särskild hänsyn tas till acklimatisering, karantän, djurhållning och skötsel av djuren.

6 § Bestämmelser om infångande av fritt levande vilda djur finns i 22 § a djurskyddslagen (1988:534) och i artskydds- och jaktlagstiftningen.

Om ett djur i samband med eller efter infångandet konstateras vara sjukt eller skadat ska det undersökas av veterinär eller annan kompetent person och åtgärder ska vidtas för att minimera djurets lidande. Vid fångstplatser ska det finnas lämpliga och tillräckliga transportbehållare och transportmedel i händelse av att djur måste flyttas för undersökning eller behandling.

En regional djurförsöksetisk nämnd får medge undantag från kravet på att vidta åtgärder för att minimera djurets lidande i samband med infångandet om det finns vetenskapliga skäl.

Och i samma föreskrift 11 kap. står det:

15 § Ett försöksdjur får utplaceras i hem, återutsätts eller återförs till annat djurhållningssystem som lämpar sig för arten under förutsättning att

1. djurets hälsotillstånd tillåter det,
2. största möjliga ansträngning har gjorts för att värna om djurets välbefinnande, samt
3. det inte innebär någon fara för folkhälsan, djurhälsan eller miljön.

Alla länsstyrelser, SLU:s institutioner och alla andra universitet har verksamhetstillstånd. Om man inte har det själv, är en möjlighet att elfiska lagligt att man gör det i samarbete med nämnda institutioner. Det går att lösa det hela på annat sätt, men kräver oftast att flera organisationer (t.ex. flera fiskevårdsområden) går samman och har en biologiskt utbildad person som föreståndare som också kan vara tillståndsinnehavare. Man behöver även en veterinär (se nedan). Det som kan krängla till det är djurskyddsorgan (se nedan).

I verksamhetstillståndet ska tillståndsinnehavare, godkänd föreståndare och veterinär anges enligt Djurskyddslagen (SFS 1988:534, med ändring SFS 2012:526):

19 a § För att få använda, föda upp, förvara eller tillhandahålla försöksdjur fordras tillstånd av regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer. Ett tillstånd får återkallas.

I tillståndet ska anges

- 1) den fysiska person som är innehavare av tillståndet eller, om innehavaren är en juridisk person, en ställföreträdare för denne, och
- 2) de personer som innehar de funktioner som anges i 20 § första styckena 1 och 2.

20 § Vid verksamhet som avses i 19 a § ska det finnas

- 1) en eller flera föreståndare som ansvarar för att bedriva verksamheten,
- 2) en veterinär eller, när det är lämpligare, en annan kvalificerad expert som ger råd och anvisningar om hur verksamheten ska bedrivas och som bistår vid behandling av djuren,
- 3) personal som är tillräckligt stor för verksamheten och som har den utbildning och kompetens som behövs för verksamheten,
- 4) och ett djurskyddsorgan som ger råd till personalen i frågor om djurskydd och övervakar verksamheten från djurskyddssynpunkt.

Tillståndsinnehavaren kan vara samma person som föreståndaren, men i större organisationer, som universitet, kommer man i de flesta fall att lägga det hos den centrala universitetsledningen. Föreståndaren är ytterst ansvarig för att verksamheten bedrivs enligt föreskrifter och föreståndaren ska läsa igenom alla etiska ansökningar och han/hon ska skriva under dem innan de skickas iväg. Veterinären ska tillsammans med föreståndaren göra upp en djurskyddsplan för verksamheten. Det är tillrådligt att veterinären också läser igenom och kommenterar alla etiska ansökningar.

2.4 Djurskyddsorgan

Djurskyddsorgan är en ny inrättning som kom i och med att djurskyddföreskrifterna ändrades 2013-01-01. Exakt hur de olika universi-

teten och länsstyrelserna kommer att utforma det hela är inte helt klart, men SLU planerar att ha ett djurskyddsorgan för hela universitetet. Djurskyddsorganet ska ge den personal som hanterar djur råd i djurskyddsfrågor i samband med inskaffande, hållande, skötsel och användning av försöksdjur. En av de främsta uppgifterna för ett djurskyddsorgan kommer att bli att ta fram, respektive granska interna rutinbeskrivningar för övervakning, rapportering och uppföljning av djurens välfärd samt för det övergripande djurskyddsarbetet i verksamheten.

För konsulter eller små företag som använder försöksdjur kan det vara svårt att få ihop ett djurskyddsorgan, eftersom det ska bestå av föreståndare, försöksdjursveterinär eller expert, forskare, samt representant för personalen som sköter djuren. Det bästa är att kontakta ett universitet eller en länsstyrelse och be att få ansluta sig till deras djurskyddsorgan.

2.5 Etisk prövning av djurförsök

Enligt Djurskyddslagen är all användning av djur för vetenskapligt ändamål (och liknande verksamheter) definierat som djurförsök och de djur som utsätts för denna verksamhet är alltså försöksdjur. Den svenska lagstiftningen på detta område är syftesstyrd, d.v.s. det är inte vad du gör med djuret som är det avgörande, utan varför. Det innebär att om en yrkesfiskare trålar efter fisk så bedrivs den verksamheten utanför den lagstiftning som behandlar djurförsök och försöksdjur, men om man trålar för att göra beståndsuppskattningar så är syftet ett annat och då är det djurförsök och fiskarna är försöksdjur. Hängde ni med? Det gjorde man inte i våra grannländer som inte anser provfiske vara ett djurförsök.

År 1979 infördes den djurförsöksetiska prövningen av djurförsök som ett obligatorium i landet. År 1989, 1998 och 2013 omformades prövningen och infördes nya regler om prövningen. Idag finns sammanlagt sju regionala djurförsöksetiska nämnder i landet som prövar djurförsök. Nämndernas sekretariat är placerade vid domstolar där man kan få upplysningar om behandlingen av en ansökan eller om andra frågor kring nämndernas prövning. Nämndernas arbete styrs bland annat av Statens jordbruks-

verks föreskrifter och allmänna råd om försöksdjur SJVFS 2012:26 och Djurskyddsförordningen (SFS 1988:539, med ändring SFS 2012:869):

42 § Det ska finnas så många regionala djurförsöksetiska nämnder som Jordbruksverket bestämmer, dock minst sex.

Nämnderna ska finnas fördelade över landet på de platser som Jordbruksverket bestämmer. Förordning (2012:675).

43 § I varje regional djurförsöksetisk nämnd ska det ingå en ordförande och en eller flera vice ordförande samt lekmän, forskare och representanter för personal som har hand om försöksdjur.

Jordbruksverket utser ordförande och vice ordförande, som ska vara opartiska och företrädesvis vara lagfarna och ha erfarenhet av dömande verksamhet.

Av övriga ledamöter i den regionala djurförsöksetiska nämnden ska hälften vara lekmän. Bland lekmännen ska representanter för djurskyddsorganisationer ingå till ett antal som understiger hälften av antalet lekmän. Förordning (2012:675).

44 § Antalet ledamöter i de regionala djurförsöksetiska nämnderna bestäms av Jordbruksverket. Antalet ledamöter i en nämnd får inte överstiga 14 personer. Om nämnden är uppdelad i flera avdelningar får dock antalet ledamöter i varje avdelning uppgå till högst 14 personer.

Ledamöterna utses som regel för en tid av fyra år. De regionala nämndernas beslut är bindande men kan överklagas. Man överklagar till den centrala djurförsöksetiska nämnden, vars beslut inte kan överklagas.

Bestämmelser om den djurförsöksetiska prövningen och om försöksdjursverksamheten finns i djurskyddslagstiftningen och i andra kungörelser allmänna råd om hur vissa djurförsök bör genomföras och vad man bör tänka på när man söker etiskt tillstånd. Mycket av detta finns att hämta på Jordbruksverkets hemsida. Alla djurskyddsföreskrifter har ett saknummer, vilket kan vara bra att notera. Lagtexten kan ändras och ändringen medför ofta en ny beteckning, vilket blir en annan än lagens ursprungliga beteckning, men saknum-

ret ändras inte. Särskilt L150 – Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om försöksdjur SJVFS 2012:26 – är nyttig att läsa igenom (man kan hoppa över de kapitel som rör icke-fiskar).

Ansökan om djurförsöksetisk prövning görs på en särskild blankett. Blanketten finns att ladda ned hos Jordbruksverket. Blanketten skickar du till den berörda regionala djurförsöksetiska nämnden. Vilken nämnd som ska pröva frågan beror på i vilket län djurförsöket ska utföras. Vilka län som hör till vilka nämnder kan du se i tabellen i slutet av detta kapitel. Innan du skickar in din djuretiska ansökan måste du betala och det gör du via Jordbruksverkets webbshop. För elfiske gäller mellannivån, 3000 kr, eftersom det gäller försök på fritt levande vilda djur. När du fullföljt betalningen får du ett ordernummer som ska fyllas i på blanketten för djurförsöksetisk prövning (på blankettens första sida).

Bestämmelser om djurförsöksetisk prövning finns även i 21 § Djurskyddslagen (1988:534), 41-41 a, 41 c-46 och 48 § Djurskyddsförordningen (1988:539) samt 7 kap. i Statens jord-

bruksverks föreskrifter och allmänna råd om försöksdjur SJVFS 2012:26.

2.6 Utbildning om djurförsök

Alla som elfiskar och som kommer i kontakt med fisken (försöksdjuret) ska ha genomgått en kurs i hur man skall hantera försöksdjur, se punkt tre 20 § i Djurskyddslagen (se ovan). Detta är något som blir allt viktigare, så det kan vara en bra investering för framtiden att skaffa sig en mer formell behörighet och inte uteslutande hänvisa till flerårig erfarenhet. Det brukar vara tillfyllest att ha genomgått SLU:s elfiskeutbildning, märkningsutbildning eller motsvarande där hantering av försöksdjur behandlats.

Elfiske ansågs vara försöksdjurverksamhet enligt tidigare lagstiftning även i Finland. Där har man dock fattat beslut nationellt (lagen om försöksdjursverksamhet som trädde i kraft 2006-08-01) att elfiske inte är ett djurförsök och inga tillstånd i enlighet med försöksdjurslagen behövs. Inte heller i Danmark är man så byråkratisk som i Sverige.

Tabell 2.1. Lista över regionala djurförsöksetiska nämnder

Nämnd	Område	Adress
Stockholms Norra djurförsöksetiska nämnd	Den del av landskapet Uppland som ingår i Stockholms län	Stockholms tingsrätt Box 8307 104 20 STOCKHOLM Tel: 08 561 650 00 Fax: 08-657 52 24
Stockholms Södra djurförsöksetiska nämnd	Den del av landskapet Södermanland som ingår i Stockholms län samt Gotlands län	Södertörns tingsrätt 141 84 HUDDINGE Tel: 08 561 660 00 Fax: 08-711 05 80
Uppsala djurförsöksetiska nämnd	Uppsala, Västmanlands, Dalarnas och Gävleborgs län	Uppsala Tingsrätt Box 1113 751 41 UPPSALA Tel: 018-16 72 00 Fax: 018- 16 72 82
Linköpings djurförsöksetiska nämnd	Södermanlands, Östergötlands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar och Örebro län	Linköpings tingsrätt Box 365 581 03 LINKÖPING Tel: 013-25 10 00 Fax: 013-25 10 25
Malmö/Lunds djurförsöksetiska nämnd	Blekinge, Skåne och Hallands län	Lunds tingsrätt Box 75 221 00 LUND Tel: 046-16 04 00 Fax: 046-13 39 33
Göteborgs djurförsöksetiska nämnd	Västra Götalands och Värmlands län	Kammarrätten i Göteborg Box 1531 401 50 GÖTEBORG Tel: 031- 732 74 00 Fax: 031- 732 76 00
Umeå djurförsöksetiska nämnd	Västernorrlands, Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län	Hovrätten för Övre Norrland Box 384 901 08 UMEÅ Tel: 090-17 20 00 Fax: 090-13 88 50

Du måste alltid ha tillstånd för elfiske, både från fiskerättsägare och från länsstyrelsen eller Havs- och vattenmyndigheten. Vidare krävs tillstånd och utbildning för att hantera försöksdjur.

3. Djuretiska aspekter – smärta, lidande och stress

3.1 Djuretik

Djurförsök blir enligt många synsätt ett etiskt problem; genom djurförsöken riskerar man att tillfoga varelser (i vårt fall fiskar) ett lidande. Målet med ett djurförsök (i vårt fall elfiske) är givetvis inte att utsätta fisken för lidande, utan att tillfredsställa vårt (och förhoppningsvis fiskbeståndens!) behov av forskning och undersökningar som kan ge positiva effekter. Men i all välmenad strävan att uppnå de positiva effekterna uppkommer negativa konsekvenser för de djur som används i de olika försöken och undersökningarna. Elfiske innehåller därför en konflikt mellan olika individers intressen, de som har nytta av undersökningarna och de som utsätts för dem. Om man anser att djur kan lida måste man ha som intresse att se till att djuren ska slippa utsättas för lidande i största möjliga mån. Att det sedan är stor debatt om fiskars eventuella lidande komplicerar bilden, mer om detta längre fram i detta kapitel.

Om vi höjer blicken en aning och tittar på mer ”riktiga” djurförsök, t.ex. försök på däggdjur (kaniner, råttor, apor, grisar) i syfte att ta reda på medicinska data som kan appliceras på människa blir det hela extra besvärligt. För den som anser att djur inte kan lida måste djurförsök åtminstone vara ett motsägelsefullt fenomen. Det motsägelsefulla består i att å ena sidan utgå från att människor och djur har tillräckligt stora biologiska likheter för att resultat från djurförsök ska ge relevant kunskap om människor och att å andra sidan samtidigt hävda att djur är så olika människor att det ur moralisk synvinkel inte spelar någon roll vad man gör med dem. Man kan kanske tycka att denna vinkling inte har så mycket med fisk att göra, men faktum är att en fiskart (zebrafisk) alltmer börjar användas som modelldjur, vid sidan av de mer traditionella (mus och råttor).

3.2 Fiskars förmåga att känna smärta

När det gäller fisk och smärta finns det många åsikter och många tolkningar av olika forskningsresultat. Detta är en stor fråga, vare sig man vill eller inte. En del människor skulle förmodligen gladeligen acceptera en standpunkt där fiske likställs med att plocka blommor medan andra anser att fiskar lider i samma utsträckning som människor, eller i alla fall som hundar och katter och därför är fiske i alla dess former en barbarisk verksamhet. Tyvärr kan man inte komma undan med att säga att ”sanningen ligger någonstans mittemellan”. Vi måste konstatera att vi förmodligen aldrig kommer att få veta exakt hur en fisk upplever allt vi människor kan utsätta den för. Här är dock ett försök att sammanfatta den forskning och de argument som finns i frågan.

Argument baserade på hjärnans storlek och struktur

Det enklaste är att jämföra den absoluta storleken på hjärnan, människans hjärna väger ungefär 1,4 kg. En vuxen lekmogen örings hjärna väger ungefär 50 gram. Då verkar öringen ha sämre hjärnkapacitet än människan. Hjärnstorleken ökar med kroppstorleken, blåvalens hjärna väger ca 6 kg men storleken är inte allt. Om man jämför blåvalen med rödstrupig kolibri, vars hjärna väger ca 1 g upptäcker man att de klarar av ungefär samma saker. Båda sjunger, försvarar territorier, föder upp sina ungar och har långa säsongsbundna vandringar.

Ett sätt att komma ifrån hjärnans absoluta storlek är ju att titta på dess relativa storlek. Människan ligger då bra till med 1,9 % (av kroppsmassan), blåvalen 0,01 %, råttan 1,5 % och fisk ca 0,01 %. Men vissa arter av fåglar (t.ex. kolibri) och myror har högre relativ hjärnstorlek. Men det är svårt att hävda att blåvalen är mindre intelligent än råttan eller att människan skulle vara mindre intelligent än myror och kolibrier. Det är således svårt

att bara utifrån hjärnans storlek (absolut eller relativ) dra några säkra slutsatser om hur pass intelligent ett djur är och hur det kan tänkas uppleva olika saker.

Hjärnan består av olika delar, och det skiljer ganska mycket mellan olika organismer. Hos däggdjur (särskilt hos människan och högre primater) har de s.k. nedre delarna av hjärnan utvecklats till ett lager av celler som kallas neocortex. Neocortex är organiserat i funktionella lager och information bearbetas mellan lagren via sammankopplade neuroner. Fler lager ger ökad yta och därmed större informationsbehandlingskapacitet. Neocortex är sätet för mänsklig intelligens och antas kontrollera många basala funktioner såsom hunger och andning. Många hävdar att den fria viljan sitter i neocortex. Fisk, liksom reptiler och fåglar, saknar neocortex och detta har många tagit fasta på och hävdar att detta betyder att fiskar inte har hjärna nog att känna lidande. En forskare som man ofta citerar i detta sammanhang är James D. Rose som i en artikel (Rose 2002) hävdar att fiskar saknar medvetande på det sätt som vi människor har, eftersom fiskens hjärna skiljer sig så pass mycket från människans. Om fiskar uppvisar reaktioner som liknar de hos däggdjur (som att undvika något man skadats av) så har det andra orsaker.

Om det skulle vara så som Rose hävdar, att fiskens smärtreaktioner endast är reflexer skulle inte signaler från smärtreceptorer nå till hjärnan på fisken och därmed finns inte heller förutsättningen att koppla samman skadan med medvetandet (om nu medvetandet finns), vilket i sin tur skulle betyda att det är uteslutet att en fisk kan känna lidande. Men studier på guldfisk, regnbågsöring och lax visar att aktiviteten i deras hjärnors cortex ökar när deras smärtreceptorer stimuleras. Detta säger i och för sig inget om hur fisken upplever smärtan och hur fisken bearbetar denna information, men det visar att hjärnan är med i registreringen av smärtan. Hos människan upplevs smärta först när informationen från smärtreceptorerna når framhjärnans bark (cerebral cortex). Fiskhjärnan saknar helt denna del av hjärnan och hos människor med skador på framhjärnans bark, och då särskilt frontalloberna, är smärtupplevelsen kraftigt reducerad och smärta upplevs inte längre som något

obehagligt. Innebär detta att fisk inte kan uppleva smärta? Nej, inte nödvändigtvis eftersom vi inte kan säga att en viss specifik funktion, som t.ex. smärtförmåga, saknas bara därför att den del av hjärnan som ansvarar för denna funktion hos oss människor saknas hos fiskar. Vi kan inte utesluta att någon annan del av fiskhjärnan utvecklat förmågan att generera negativa emotionella tillstånd och lidande. Att olika delar av hjärnan kan utföra samma uppgifter hos olika djur förekommer nämligen i flera andra sammanhang. Ett exempel på detta är att synintryck hos däggdjur processas av framhjärnans bark men hos andra ryggradsdjur av ett område i mitthjärnan (optiskt tectum).

Vi kan alltså inte utesluta eller påvisa att fisken kan ha någon typ av smärtupplevelse. Således kan fåglar och fiskar ha någon form av medvetande därför att olika djurarter kan använda olika delar av hjärnan för samma typ av funktioner. Att titta på hjärnans struktur och den relativa storleken av olika delar av hjärnan räcker således inte heller helt och hållet för att dra några säkra slutsatser om hur pass intelligent ett djur är och hur det kan tänkas uppleva olika saker.

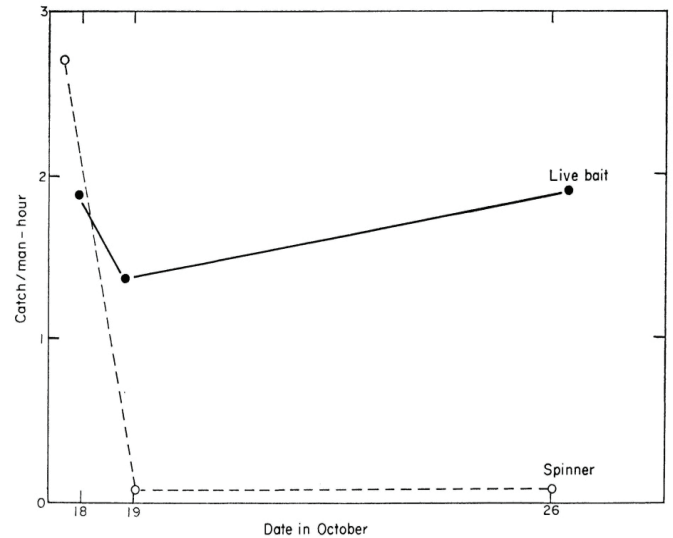
Argument baserade på beteende och försök

Rose (2002 och 2003) hävdade att fiskar inte kan känna smärta eftersom de saknar neocortex. Mot detta vänder sig andra forskare och pekar på den kognitiva förmåga som fåglar och fiskar har. En forskare i Nederländerna (Beukema 1970b) visade redan på 1970-talet att gädda lär sig undvika att hugga på spinnare, men inte på levande beten (Figur 3.1). Det är helt logiskt, en gädda som undviker spinnare överlever, en gädda som undviker fisk dör. Men protesterar någon, ibland när man satt ut en gädda efter att ha kroat av den och kastar i den igen så får man upp samma gädda igen – hur hänger det ihop? Alla gäddor lär sig inte lika snabbt, och hur många gånger har du sprungit in i samma bordshörn hemma? Samma forskare som gjorde försöket på gädda visade även att karp har en tendens att undvika beten efter att ha nappat en enda gång (Beukema 1970a). En studie på paddfisk visade att den grymtade (frambringade ett ljud genom att pressa ihop simblåsan) när de utsattes för en

elektrisk stöt. Efter ett tag grymtade fiskarna redan när de såg elektroden. En forskare vid namn von Frisch matade i ett försök 1923 en brunmal (*Amerius nebulosus*) – som han gjort blind – med färskt kött en gång per dag i sex dagar. Varje gång han gav mat visslade han. Efter sex dagar kom malen fram när han visslade, utan att mat hade lagts i akvariet. Detta visar att malen kunde koppla samman ljudet med mat, på samma sätt som hunden i Pavlovs berömda försök. Många fiskodlingar har foderautomater som går på en linbana och där har man observerat att fisken lär sig att maten kommer redan när de hör att foderbehållaren är på väg och fisken simmar till rätt sida på tråget och inväntar maten. Denna inlärning tar ca en vecka, en siffra som stämmer bra överens med von Frisch studie. Det är konstigt att alla dessa resultat har fallit i glömska.

Mot detta kan man ställa de observationer där fisk i odling flyr varje gång en människa går förbi. Det kan tolkas som att fisken aldrig lär sig att det är ofarligt med människor och att fisken kör på med instinktiva nedärvda reaktioner hela tiden. Men hade fisken reagerat likadant om de som jobbar på fiskodlingen kommit med mat? Troligen inte, för om fisken är hungrig kommer den fram för att få mat. Om människor bara håvar och stökar runt i tråget upplever dock fisken det som obehagligt. Odlingspersonalen ”rumsterar” inte i trågen varje gång de närmar sig/går förbi, men tillräckligt ofta för att fisken ska reagera som den gör.

De studier som blivit mest omskrivna och omdiskuterade på senare tid är de som gjorts av Lynne Sneddon. Sneddon har publicerat ett stort antal artiklar (Sneddon 2003a, 2003b, 2004, 2006, 2007a, 2007b, 2009, Sneddon m.fl. 2003) om fisk ur en eller annan synvinkel under drygt tio år. Allt handlar inte om fiskens eventuella smärtupplevelser och allt har hon inte gjort själv. Många av hennes arbeten är publicerade i framstående vetenskapliga tidskrifter, de kan därför inte viftas undan och hennes arbeten förtjänar att återges kortfattat: De första arbetena visade att regnbåge har samma typ av smärtreceptorer som andra ryggradsdjur. Det visades med anatomiska och elektrofysiologiska metoder. Därefter gjordes försök då ättiksyra och bigift sprutades in i



Figur 3.1. Förändring i hur gäddan i två dammar (med 55-58 gäddor i varje) huggar på olika beten. Som synes minskar huggvilligheten för spinnare, men inte för levande beten (Från Beukema 1970b).

läpparna på försöksfiskar. Liknande försök har gjorts på grodor och däggdjur, så man vet att det framkallar smärta och beteendeförändringar. De beteenden som noterades hos fisken var att andningsfrekvensen ökade, fisken strök mot akvarieväggar etc. (för att bli av med det irriterande) och att födointaget minskade. Liknande resultat är känt från studier av däggdjur. I senare studier kunde dessa effekter av bigift och ättiksyra motverkas genom att ge fiskarna morfin (alltså smärtstillande). Precis samma sak som kan observeras hos däggdjur. I en annan försöksupställning visades att fiskar som injicerats med ättiksyra inte brydde sig om ett okänt föremål som sänktes ned i akvariet. Kontrollfiskar (sådana som inte fått syra) reagerade med att flytta sig bort från det okända föremålet. Återigen, samma sak har noterats hos däggdjur, har man riktigt ont höjs tröskeln för vissa reaktioner. När fisken fick morfin återgick beteende till ett mer normalt. En kritik mot Sneddons försök var att de använde ovanligt höga doser av morfin.

Slutsatser om smärta hos fisk

Fisk känner förmodligen smärta i någon form eftersom försök har visat att guldfisk, regnbåge och lax har s.k. smärtreceptorer och att en pe-

rifer smärtsam stimulering sänder signaler till hjärnan. Vi kan dock inte säga i vilken grad en fisk upplever denna smärta och hur den bearbetar informationen. Men klart är att senare tids forskning visat att nervsystemet som fiskar har för att registrera och hantera smärta är mer likt däggjurens än vad vi trodde för bara tio år sedan och att fisken kan lära sig att undvika obehagliga situationer.

3.3 Stress hos fisk

Primära stressresponser

När fisken hamnar i en situation där dess fysiologiska funktioner och/eller liv hotas utlöses en alarmreaktion – en stressrespons. Denna respons inleds med att den sympatiska delen av det autonoma nervsystemet aktiveras. Detta stimulerar fiskens motsvarighet till vår binjuremarg att släppa ut adrenalin och noradrenalin till blodet. Dessa stresshormoner verkar tillsammans med det sympatiska nervsystemet och resulterar i att fiskens ämnesomsättning, andning och cirkulation ställs om för kamp och/eller flykt. Denna omställning innefattar t.ex. nedbrytning av leverglykogen och därmed förhöjda blodsockernivåer, ökad andning, ökad syreupptags- och transportförmåga, liksom ökad hjärtverksamhet och en omfördelning av blodflödet så att hjärna och skelettmuskler får ökad blodförsörjning medan blodflödet till mag-tarmkanalen och flera andra inre organ minskar kraftigt. Hjärnan och muskulaturen behövs för kamp och flykt och genom att förse dessa organ med extra energi, i form av glukos och syre, ökar möjligheterna att ta sig ur den hotfulla situationen. Många andra fysiologiska funktioner, t.ex. matsmältning och fortplantning vilka är oumbärliga för fiskens överlevnad på längre sikt, hämmas för att kunna satsa all tillgänglig energi på att möta det omedelbara hotet.

Om stressresponsen aktiveras under något längre tid och/eller under återhämtningsfasen ökar blodkoncentrationen av ett annat stresshormon, kortisol. Detta hormon har en mängd olika effekter. Det stimulerar t.ex. nedbrytning av muskelprotein och därigenom nyproduktion av glukos och leverglykogen, något som blir nödvändigt om stressresponsen

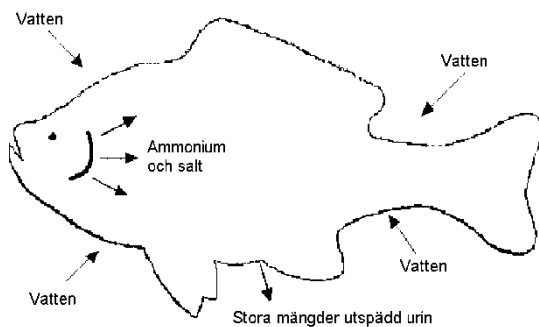
ska aktiveras under längre tid. Kortisol medverkar också i den stressinducerade hämningen av flera fysiologiska funktioner som t.ex. immunförsvaret.

Stressresponsen är mycket funktionell och helt nödvändig för fiskens överlevnad. Om den aktiveras under lång tid och stressen blir kronisk kan den dock vara skadlig. Det är också uppenbart att fiskens fysiologiska stressrespons är i stort sett identisk med den hos människa och andra däggdjur. De sekundära effekterna av stressresponsen hos fisken skiljer sig däremot något från de hos däggdjur. Dessa skillnader härrör sig främst från att fisken lever i vatten.

Sekundära effekter av stress

Vatten innehåller betydligt mindre syre än luft. Eftersom vatten dessutom är avsevärt tyngre och mer trögflytande än luft blir andningen betydligt mer energikrävande hos en fisk än hos ett däggdjur. För att minimera den mängd vatten som behöver pumpas över gälen för att tillfredsställa syrebehovet har fiskarna optimerat sina gälar för syreupptag. Optimeringen åstadkoms genom att gälen har en mycket stor yta och att gälepitelet, den vävnad som skiljer andningsvattnet från fiskens blod, är mycket tunt. Detta gör gälen till ett fantastiskt effektivt andningsorgan, men det medför också ett problem för fisken. Det är nämligen inte bara syre och koldioxid som kan röra sig snabbt och lätt mellan fiskens blod och andningsvattnet, utan också vatten och salter. Fisken lever i vatten, ett vatten med en saltkoncentration som skiljer sig från den i fiskens kroppsvätskor. En sötvattensfisk lever i vatten med en saltkoncentration som är lägre än den i dess kroppsvätskor medan en saltvattensfisk lever i ett vatten där saltkoncentrationen är högre än i dess kroppsvätskor. Detta leder till att sötvattensfisken tenderar att förlora salter och ta upp vatten medan saltvattensfisken istället tenderar att förlora vatten och ta upp salter. Fisken har effektiva fysiologiska mekanismer för att motverka detta och upprätthålla sin saltvattenbalans. Genom att reglera blodflödet till gälens olika delar kan fisken också reglera hur stor del av gälytan som skall användas för andning. Ju större denna yta är desto större problem får fisken att upprätthålla saltvattenbalansen.

Då fisken utsätts för stress och det sympatiska nervsystemet aktiveras, stimuleras andningen och blodflödet till gälen ökar. Detta leder till att fisken får stora problem att upprätthålla sin saltvattenbalans (Figur 3.2). Störningar av saltvattenbalansen är en mycket allvarlig sekundär effekt av stress hos fisk, en effekt som kan vara direkt livshotande. Kraftiga störningar av saltvattenbalansen leder också till att utsöndringen av stresshormonet kortisol blir större. Detta stresshormon motverkar problemen med saltvattenbalansen men medför också andra sekundära stress effekter, t.ex. hämrat immunförsvar som kan vara allvarliga för fisken, särskilt om stressen får fortgå under en längre tid.



Figur 3.2. Bilden visar hur vatten, ammonium och salt rör sig in i och ut ur en sötvattensfisk. I motsats till saltvattensfiskar dricker inte sötvattensfiskar vatten. Däremot utsöndrar de stora mängder utspädd urin.

Ett annat särdrag hos fisk som påverkar hur de reagerar på stress, åtminstone om stressen är kombinerad med kraftig fysisk aktivitet, är att deras muskler till mycket stor del utgörs av så kallad vit muskel, muskel som är specialiserad på explosiv aktivitet och som kan arbeta i frånvaro av syre men då producerar mjölksyra. Fiskens muskler har också dålig blodförsörjning vilket gör att den mjölksyra som bildas ansamlas i muskeln och sköljs ut till blodcirkulationen först då fisken får tillfälle till återhämtning. Höga koncentrationer av mjölksyra i fiskens muskler kan resultera i att vatten strömmar in i muskeln och ger upphov till ödem. Genom att trycka ihop blodkärl kan en sådan ödembildning försämra den re-

dan dåliga blodförsörjningen. Eftersom vatten strömmar från blodet in till muskeln påverkas också fiskens saltvattenbalans av ansamlingen av mjölksyra i muskulaturen.

Fiskens gälar är utomordentligt effektiva andningsorgan men de fungerar bara i vatten eftersom vattnets lyftkraft är nödvändig för att bära upp gälens delikata strukturer. Om en fisk tas upp på land så faller gälen ihop och gasutbytet försvåras. Detta kan få ödesdigra konsekvenser för en uttröttad och stressad fisk som förbrukar stora mängder syre och har en snabb koldioxidproduktion. Om en uttröttad fisk tas upp i luften stiger därför koldioxidkoncentrationen i blodet snabbt samtidigt som syrekoncentrationen sjunker. Den ökade koldioxidkoncentrationen leder till en försurning av fiskens blod. Detta tillsammans med syrebrist och övriga effekter av stress och utmattning försätter fisken i en livshotande situation. En fisk som är utmattad av fysisk aktivitet bör därför aldrig tas upp i luften. Trots problemen med ansamling av mjölksyra i muskler och störningar av vatten-salt-balansen så har fiskar en otrolig förmåga att återhämta sig från stress i kombination med kraftig fysisk aktivitet – om den får vara kvar i vattnet. Dödligheten ökar däremot kraftigt redan efter någon minut i luften.

Faktorer som påverkar stressresponsen

Om man vill undvika skadliga effekter av stress så är det mycket viktigt att fisken inte utsätts för flera stressande behandlingar direkt efter varandra, dvs. det är viktigt att fisken får återhämta sig mellan fångst, mätning-vägning och innan återutsättning. Det tar lång tid för fisk att återhämta sig från stress och om den utsätts för en ny stressfull behandling innan den återhämtat sig från en tidigare stress så blir responsen på behandlingen betydligt kraftigare än vad som annars varit fallet. Hur lång tid som krävs för återhämtning beror på stressens intensitet liksom på art och vattentemperatur. Ju kraftigare stress fisken varit utsatt för, desto längre tid bör den få återhämta sig innan den utsätts för någon ytterligare hantering. Vid högre temperatur blir stressresponsen kraftigare och en längre återhämtningsperiod är nödvändig.

Temperaturen är en faktor som har stor effekt på fiskens stresskänslighet. Fisken är ett växelvarmt (ektoterm) djur, dvs. dess kroppstemperatur är densamma som det omgivande vattnets temperatur. Alla biokemiska processer går långsammare vid lägre temperatur, så också de processer som utgör stressresponsen. Dessutom påverkas fiskens ämnesomsättning och därmed syreförbrukning av temperaturen. Högre temperatur innebär snabbare ämnesomsättning och högre syreförbrukning. Detta samtidigt som mängden syre som finns tillgängligt i vattnet minskar eftersom gasers löslighet i vatten minskar med ökande temperatur. Transporter och andra typer av hantering eller behandling som kan förväntas vara stressande för fisken bör därför undvikas då vattentemperaturen är hög. Vilka temperaturer som kan tolereras beror på fiskart. Laxfiskar är kallvattenfiskar som har svårt att tolerera höga vattentemperaturer. En ökad dödlighet uppträder redan vid vattentemperaturer över 23° C (Bjornn & Reiser 1991). Typiska akvariefiskar som ciklider och zebrafisk är istället anpassade till ett liv i varmare vatten. Därför ska man undvika att hantera laxfisk under varma perioder, vilket innebär att elfiske under högsommaren bör undvikas.

En annan faktor som kan påverka stresståligheten är om fisken matats före det att den utsätts för stress. Hos alla djur ökar ämnesomsättningen och därmed syreförbrukningen efter en måltid. Hos fisk, där matsmältningen ofta är en långsam process, kan syreförbrukningen vara förhöjd under flera dygn efter en måltid. Detta är en av anledningarna till att fisk inte bör matas före en transport eller annan liknande hantering som kan förväntas vara stressande. Genom att fisken inte matas minskar också mängden fekalier i vattnet. Hur länge fisken bör svältas före transport och annan liknande hantering beror på art och fiskstorlek. Kallvattenfiskar kan svältas under längre tid än varmvattenfiskar och stora individer klarar sig utan mat längre än små individer.

Fiskens stressrespons påverkas också av vattnets saltinnehåll. Som diskuterades ovan så är störningar av fiskens saltvattenbalans en mycket allvarlig sekundär effekt av stress, en effekt som ofta leder till ökad dödlighet. Om

en sötvattenfisk stressas i ett mjukt, saltfattigt vatten får den högre blodkoncentrationer av stresshormonet kortisol än om den utsätts för exakt samma stressande hantering i ett hårt vatten med högre koncentration av salter. Ett sätt att minska fiskens stressrespons vid transporter och andra typer av hantering eller behandling som kan förväntas vara stressande är därför att tillföra salt till vattnet.

Den mest använda stressindikatorn på fisk är analys av kortisol i blodplasma. Detta kräver dock blodprovstagning, vilket i sig själv är stressande för fisken. Dessutom krävs relativt avancerad analysutrustning. I odlingssituationen är daglig tillsyn av fisken, företrädesvis i samband med utfodring, mycket viktig och kan ge värdefull upplysning om fiskens välbefinnande. Stress resulterar vanligtvis i att fisken slutar äta. Vad gäller då vid hantering av fisk vid t.ex. märkning och elfiske? All hantering är förmodligen mycket stressande för fisken och man bör därför vara så aktsam som möjligt om fisken. Under den relativt korta tid man har fisken under uppsikt kan man kontrollera att den simmar aktivt, har normal färg (stressad fisk lägger sig i allmänhet på botten av hinken/baljan och kan bli mörkare i färgen). En sådan fisk kanske behöver längre återhämtning innan den sätts tillbaka. Återigen, alla rutiner som innebär att fiskens tid i luft minimeras är av godo om man vill att den fisk man tagit upp ska ha bästa möjliga förutsättningar att klara sig efter återutsättning.

Slutsatser om stress hos fisk

Vi vet med säkerhet att fisken reagerar på hot, störningar och skadliga stimuli med beteendemässiga och fysiologiska stressresponser (Pettersson & Winberg 2010). Dessa variabler kan vi mäta och få hyfsade mått på vad det kan betyda för fiskens överlevnadsmöjligheter, även om vi aldrig riktigt kan veta exakt hur fisken upplever stress. Det finns heller ingen anledning att behandla en fisk illa. Om man vill att den ska bete sig naturligt efter återutsättning så ökar sannolikheten för detta om man gör hanteringen av fisken så smärt- och stressfri som möjligt.

4. Allmän strömlära och elektriska fält i vatten

4.1 Allmän strömlära

All materia består av partiklar (elektroner, protoner och joner) som attraherar och repellerar varandra genom partiklarnas positiva respektive negativa laddningar. När materia i varje del innehåller lika stora mängder positivt och negativt laddade partiklar (laddningsbärare) är den elektrisk neutral. När de positivt och negativt laddade partiklarna separeras från varandra och samlas på olika platser genom extern elektrisk, mekanisk eller kemisk påverkan bildas ett elektriskt fält som skapar en ström av positivt laddade partiklar i en riktning och en ström av negativt laddade partiklar (elektroner) i motsatt riktning. Laddade partiklar kan dock inte röra sig i alla typer av materia och därför delas materia ofta upp i elektriska ledare, där laddade partiklar kan röra sig i materialet och bilda en elektrisk ström, och isolatorer där laddade partiklar inte kan röra sig genom materialet. Exempel på elektriska ledare är metaller som koppar, aluminium, järn och rostfritt stål, medan porslin, glas, glasfiber och gummi är exempel på isolatorer. Luft och vätskor som olja och bensin leder heller inte elektrisk ström. Silikon och vatten är halvledare. Laddningsbärare i vatten är positiva och negativa joner som t.ex. kalcium (Ca^{2+}), bikarbonat (H_2CO_3^-), natrium (Na^+), magnesium (Mg^{2+}), klorid (Cl^-) och sulfat (SO_4^{2-}).

När positivt och negativt laddade partiklar samlas på olika platser i materialet (en negativ och en positiv pol) uppstår en skillnad i potentiell energi (potentialskillnad) mellan polerna som driver flödet av laddade partiklar, dvs. protoner och fria elektroner i metaller samt positiva och negativa joner i vatten. Flödet av laddade partiklar strävar efter att utjämna potentialskillnaden (spänningen) mellan polerna och potentialskillnaden är därför drivkraften för den elektriska strömmen. Potentialskillnader kan också uppstå när två ämnen med olika

laddning kopplas samman och då uppstår en ström mellan de båda ämnena. När partiklarna rör sig längs en sluten ledare (t.ex. en elkabel) bildas en strömkrets. I en elektrisk strömkrets säger man av historiska skäl att strömmen går från plus (anoden) till minus (katoden) även om elektronerna och de negativa jonerna rör sig i motsatt riktning. I praktiken spelar det dock ingen roll vilken riktning strömflödet har bara man är konsekvent i betraktelsesättet.

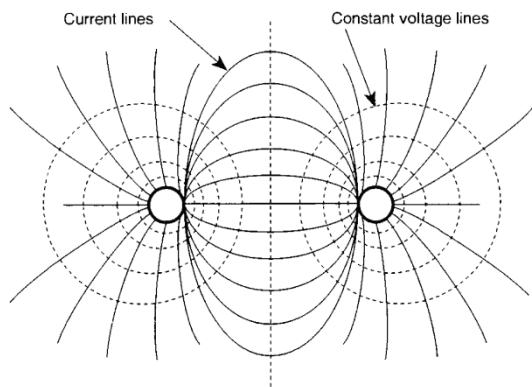
Grundläggande elektriska storheter och ekvationer

Omkring varje laddad partikel finns ett elektriskt fält och det elektriska fältet påverkar andra laddningar med en viss kraft (styrka) i varje punkt i rummet. Den kraft som verkar på en positiv enhetsladdning i en viss punkt kallas **elektrisk fältstyrka** eller fältintensitet. Den elektriska fältstyrkan (E) i en viss punkt i det elektriska fältet är lika med fältets kraft (F) på en positiv laddning i den specifika punkten dividerat med dess laddning (Q). Om fältstyrkan är känd är kraften F på laddningen Q i punkten lika med laddningen multiplicerad med fältstyrkan (ekvation 4.1).

$$E = F/Q \quad \text{och} \quad F = Q \times E \quad (4.1)$$

Fältets riktning är densamma som riktningen på den kraft som fältet har på en positiv punktladdning. Det elektriska fältet och kraftlinjerna (fältlinjerna) går radiellt utåt från en positiv laddning och radiellt inåt mot en negativ laddning. De löper också från de positiva laddningarna mot de negativa. På motsvarande sätt kan det elektriska fältet runt positiva och negativa elektroder (poler) beskrivas (Figur 4.1).

I ett elektriskt fält har laddningen Q en viss potentiell energi. Om laddningen i det elektriska fältet flyttas från punkten A med lägre



Figur 4.1. Fältlinjer omkring en positiv och en negativ ringelektrod. De streckade linjerna är spänningslinjer (ekvipotentialytor) som representerar ytor med konstant spänning medan de heldragna linjerna är fältlinjer för strömmen (modifierad från Reynolds 1996).

potentiell energi till punkten B med högre potentiell energi uträttas arbetet W . Arbetet W kan beräknas enligt ekvationen 4.2.

$$W = F \times d \quad \text{eller} \quad W = Q \times E \times d \quad (4.2)$$

där d är avståndet mellan punkterna

Arbetet lagras som elektrisk lägesenergi. Potentialskillnaden (spänningen) mellan punkterna A och B kallas för **elektrisk spänning** och mäts i volt (V). Ett annat namn för spänning är därför också voltstyrka. Potentialskillnaden mellan punkterna A och B kan beräknas som arbetet (W) dividerat med laddningen (Q) och efter härledning får man sambandet $V = E \times d$ (ekvation 4.3).

$$V = W/Q = F \times d/Q = Q \times E \times d/Q = E \times d$$

dvs.

$$V = E \times d \quad \text{eller} \quad E = V/d \quad (4.3)$$

Eftersom potentialskillnaden är lika med spänning visar detta att den elektriska fältstyrkan E är en spänningsgradient som kan mätas i volt per meter (V/m) och utgör ett mått på ändringen i den elektriska potentialen inom ett elektriskt fält. Om vi definierar en nollnivå för elektrisk lägesenergi säger vi att den elektriska

potentialen (V_p) i en punkt är lika med spänningen mellan punkten och nollnivån. Observera att V_p kan vara både positiv och negativ. I en strömkrets är det potentialskillnaden mellan plus- och minuspolen som driver strömflödet.

En volt motsvarar den elektriska potentialskillnaden mellan två punkter i en ledare eller fält som genomflyts av en konstant ström på 1 ampere, när den mellan dessa punkter frigjorda energin/effekten är 1 watt (W). Det är spänningsskillnaden som har den funktionella betydelsen, absolutvärdet har ingen betydelse.

En voltmätare inkopplas parallellt med den ledning, mellan vars ändpunkter man vill veta spänningen för. Voltmätaren kopplas då in så att den röda kontakten kopplas in på den sida av kretsen som har högst spänningsvärde medan den svarta kontakten kopplas in på den andra sidan av kretsen.

Genom potentialskillnaden transporteras elektriska laddningar genom varje tvärsnitt av det elektriska fältet, t.ex. genom en tvärsnittsytta i en elkabel. Ju större sammanlagda laddning som under viss tid förs genom tvärsnittet, desto starkare sägs den elektriska strömmen vara. Den elektriska **strömmens styrka** anges därför av den laddning (Q), dvs. mängden ström, som passerar per tidsenhet och mäts vanligen i ampere (A). Eftersom enheten för elektrisk laddning är coulomb (C) så motsvarar 1 ampere 1 coulomb/sekund. Av detta följer att laddningen (elmängden) 1 coulomb är lika med 1 amperesekund eller 1 As.

En amperemätare inkopplas i serie med den ledning, i vilken strömstyrkan skall mätas. Amperemätaren kopplas in så att strömmen går in i mätaren via den röda kontakten och ut genom den svarta kontakten.

Resistansen är det motstånd som elledningen eller vattnet erbjuder det elektriska strömflödet och mäts i Ohm (Ω). Motsatsen (inversen) till resistans är **ledningsförmåga** ($1/\Omega$) som mäts i Siemens (S). Ett vanligare använt mått på vattnets ledningsförmåga är dock konduktivitet.

Konduktiviteten (γ) är vattnets ledningsförmåga per meter eller centimeter och mäts i mS/m eller $\mu\text{S}/\text{cm}$ ($1 \text{ mS}/\text{m} = 10 \mu\text{S}/\text{cm}$). Destillerat vatten har en mycket låg konduktivitet som varierar mellan 0,1 och 0,5 mS/m, medan ytvatten i sjöar och vattendrag generellt har en konduktivitet som kan variera

rar från 0,5 till 200 mS/m (Water Quality Assessments 1996). I Sverige, som domineras av kalkfattig berggrund, är konduktiviteten relativt låg och varierar från 0,5–1 mS/m i mycket jonfattiga fjällvatten (t.ex. Fulufjäll) och upp till 80 mS/m i skånska åmynningar och vattendrag på Gotland. Det motsvarar också det intervall inom vilket elfiske normalt utförs (1–100 mS/m). Elfiske kan dock även utföras i brackvatten och havsvatten med en konduktivitet upp till 1 000 mS/m om rätt utrustning används.

Vattnets konduktivitet är den enskilt viktigaste miljöfaktorn vid elfiske eftersom den har en avgörande betydelse för elfiskets fångsteffektivitet. Konduktiviteten skall därför alltid mätas vid elfiske.

Ohms lag: Mellan spänning (V), strömstyrka (A) och resistans (R) finns för strömkretsar också ett absolut samband som kallas Ohms lag. Med dess hjälp kan vilken som helst av de tre räknas ut om man känner de övriga två (ekvation 4.4).

Enligt Ohms 1:a lag gäller följande:

$$R = V/A, A = V/R, \text{ eller } V = A \times R \quad (4.4)$$

där R = **Resistansen** i Ohm, V = **Spänningen** i Volt och A = **Strömstyrkan** i Ampere.

Om resistansen ersätts av konduktivitet (C) gäller:

$$V = A/C, A = C \times V \text{ eller } C = A/V$$

Resistiviteten är det inverterade värdet av konduktiviteten ($\rho = 1/\gamma$) och mäts Ωm eller Ωcm (ekvation 4.5). Om konduktiviteten mäts i $\mu\text{S/cm}$ (anglosaxisk litteratur) måste dess inverterade värde multipliceras med 106 för att få vattnets resistivitet, t.ex. för en konduktivitet på 50 $\mu\text{S/cm}$ erhålls en resistivitet på 20 000 Ωcm . Bra elektriska ledare har en låg resistivitet och bra isolatorer har en hög resistivitet. Resistiviteten anges med grekiska bokstaven ρ (rho) och är direkt proportionell mot resistansen. I metaller ökar resistansen och resistiviteten i princip linjärt med ökad tem-

peratur. I isolatorer och halvledare sjunker däremot resistansen och resistiviteten med ökad temperatur. Konduktiviteten och resistiviteten är båda indikatorer på vattnets innehåll av joner men resistiviteten används sällan eftersom konduktiviteten är lättare att mäta och utgör ett mera direkt mått på vattnets förmåga att leda ström.

Ett materials **resistivitet** ρ beräknas med formeln $\rho = A \cdot R / l$ (4.5) när man känner längd (l), tvärsnittsytan (A) och resistans (R).

För att beskriva kraften eller den mängd energi som överförs per tidsenhet av strömmen används begreppet effekt. **Effekten** utgör ett mått på det elektriska arbetet som strömmen uträttar och mäts i watt (W), vilket är detsamma som joule (J) per sekund. En watts arbete utförs när en ström av 1 Ampere flyter genom en strömkrets med 1 Ohms motstånd drivet av en spänningsskillnad av 1 Volt. Den elektriska effekten (W) kan för elektriska kretsar beräknas med ett samband som kallas **Joules lag** enligt tre varianter (ekvation 4.6). Sambandet gäller emellertid bara för likström eller för enfas växelström när belastningen är rent resistiv som i värmelement, brödrost, glödlampor och lysrör. För flerfas växelström måste resultatet multipliceras med en effektfaktor ϕ på grund av växelströmmens fasförskjutning.

Enligt Joules 1:a lag gäller följande:

$$W = (A)^2 \times R, W = V \times A \text{ eller } W = (V)^2 / R \quad (4.6)$$

där W = effekten i Watt, R = resistansen i Ohm, V = Spänningen i Volt och A = Strömstyrkan i Ampere.

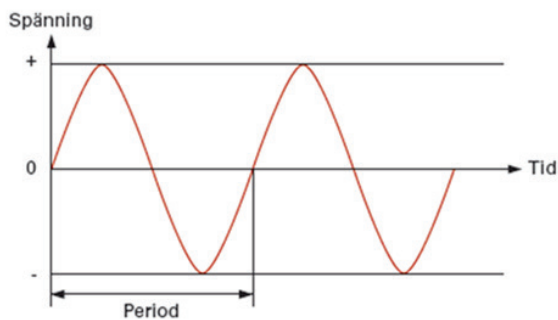
Eftersom $W = V \times A$ och $A = V \times C$ kan W även skrivas som $W = V^2 \times C$

där C = vattnets konduktivitet.

Elektriska strömtyper

Det finns två huvudtyper av elektrisk ström. **Växelström** som finns i vårt elnät och som alstras av växelströmgeneratorer, samt likström som erhålls från batterier, bränsleceller eller likströmgeneratorer. **Likström** förkortas DC (eng. Direct Current) medan växelström förkortas AC (eng. Alternating Current). Likström kan också erhållas genom att likrikta växelström (se nedan).

Växelströmmen växlar ständigt riktning (polaritet) mellan den negativa och positiva polen och har en sinusformad spänningskurva i sina växlingar från maximum i en riktning till maximum i den andra riktningen (Figur 4.2). Tiden från att spänningen är noll i en riktning till att den blir noll i samma riktning kallas en period (Figur 4.2). Antalet perioder per sekund är strömmens frekvens och anges i Hertz (Hz).



Figur 4.2. Sinuskurvan för växelström. En period är markerad.

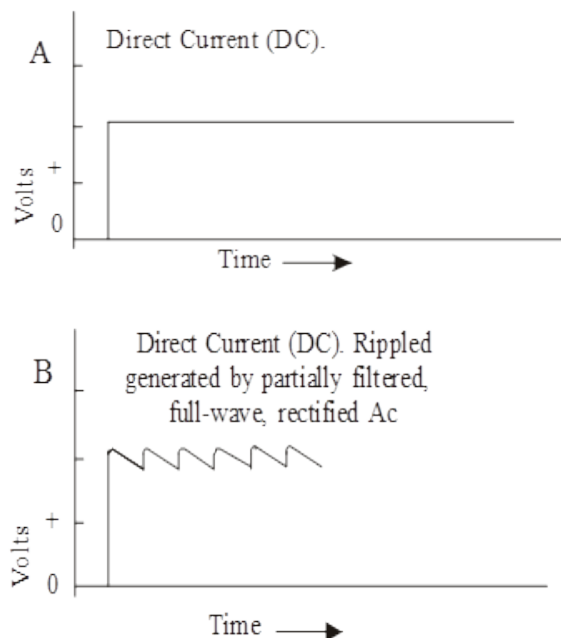
I Sverige används i det vanliga elnätet en växelström med frekvensen av 50 Hz, dvs. strömmen byter polaritet 100 gånger per sekund. Spänningen i svenska eluttag pendlar från -325 V till +325 V. Att vi anger nätspänningen 230 V beror på att det är spänningens effektivvärde eller RMS (eng. Root Mean Square). Effektivvärdet är lika med toppvärdet dividerat med $\sqrt{2}$. För växelström motsvaras det av det värde som behövs för att utveckla samma effekt som vid en konstant likström. Växelström används som standard i de allmänna elnäten därför att den är lätt att transformera om till lämpliga spänningar för högspänningsledningar, olika

apparater och maskiner. Växelström har också fördelen att den är lätt att producera med hjälp av små och lätta generatorer. Växelström kan vara av typen enfas, tvåfas eller trefas beroende på användningsområde. Enfastypen, som är den vanligaste, har en nätspänning på 230 V och används för belysning och mindre elektriska apparater. Elledningarna för enfas växelström består av en spänningsförande ledare (fasledare) och en neutralledare (nolla) som är strömförande bara när apparaten är inkopplad mellan fasen och nollan. Många apparater i hushållet kräver dessutom en skyddsledare (skyddsjord) som förbinder apparatens hölje med jord. Enfastsystem är vanligtvis säkrade med 10 ampere, vilket vid en normal spänning (230V) tillåter en uttagen effekt på 2 300 Watt. Trefastypen, som har en nätspänning på 400 V, används för apparater som kräver en högre effekt, t.ex. piskar och tvättmaskiner. En trefasledning består av tre fasledare, en neutralledare och en skyddsledare.

För likström flyter strömmen bara i en riktning då den negativa och positiva polen alltid har samma polaritet. När flödet är kontinuerligt kallas likströmmen för rak likström ($DC = Direct Current$ eller $SDC = Smooth Direct Current$), men om den för att spara kraft bara tillåts att flöda i korta pulser kallas den pulserande likström ($PDC = Pulsed Direct Current$) och antalet pulsperioder per sekund är frekvensen (Hz). Rak likström används i många elektriska apparater när batterier är strömkälla (Figur 4.3a). Batterier ger en rak och stabil likström, men tyvärr tappar de kraft (spänning) efter en tids användning. Batteriernas laddningskapacitet anges vanligtvis i Amperetimmar (Ah).

Likström kan även erhållas från likströmgeneratorer eller genom att likrikta växelström från växelströmgeneratorer. I mindre växelströmgeneratorer (portabla elverk) drivs generatoren av en bensinmotor och den utgående effekten hos dessa generatorer varierar mellan 0,5 och 9 kW. Likströmgeneratorerna är i regel betydligt tyngre, dyrare och ofta även mindre pålitliga beträffande den utgående spänningen än en växelströmgenerator. Det enklaste sättet att producera likström är därför att likrikta växelström från växelströmgeneratorer. Denna metod har dock nackdelen att likriktaren ger en likström med vågformade pulser, antingen

med samma frekvens som växelströmmen (till hälften likriktad) eller med en dubbelt så hög frekvens (fullt likriktad). Till hälften likriktad växelström innebär att likriktningen bara har tagit bort den negativa delen av växelströmskurvan medan vid fullt likriktad växelström så har man även omvandlat den negativa delen av kurvan till positiva pulser. Med hjälp av elektriska filter (diodbryggor och kondensatorer) går det dock att rätta ut vågformen på pulserna och få en relativt "rak" likström, även om det alltid kvarstår en viss vågighet (s.k. rippel) på den likriktade växelströmmen (Figur 4.3b). Någon helt rak likström går därför inte att få från elverk som producerar växelström. Transformereringen innebär att den utgående likströmmen ändå varierar något i spänning (rippel). Beroende på hur hög spänning som används och vilken metod som används för att likrikta strömmen kan rippeln på den utgående spänningen variera från 1 % upp till 20 %. Vid fullständig likriktning av utgående ström är den dock vanligtvis lägre än 5 %. Generellt gäller att ju högre spänning strömmen har desto större blir spänningsvariationen (rippeln).



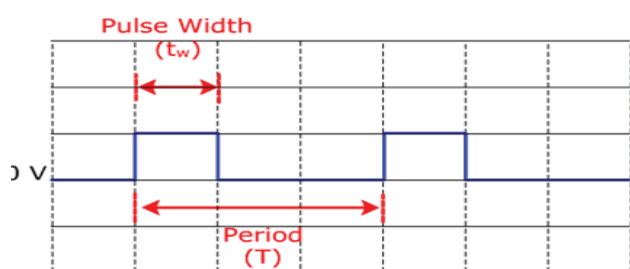
Figur 4.3. a) Helt rak likström från batteri eller likströmsgenerator och b) rippelad likström producerad genom likriktning av växelström (från Beaumont m.fl. 2002).

Pulserad likström utgör en hybrid mellan rak likström och växelström. Formen och frekvensen för pulserna varierar kraftigt beroende på användningsområde. Vanligtvis används dock numera en pulsform som kallas fyrkantsvåg (eng. rectangular PDC) eftersom den är lättast att kontrollera. Eftersom växelströmmen har en frekvens på 50 Hz brukar den likriktade och pulserade strömmen ofta ha en pulsfrekvens på 50 eller 100 Hz. På grund av att det finns många olika typer av pulserad likström finns det också flera olika begrepp och parametrar för pulserad likström som man bör känna till, t.ex. pulslängd (eng. pulse width), pulsperiod, pulsfrekvens, pulskvot (eng. duty cycle), medelspänning, maximal spänning, medeleffekt och maximal effekt.

Pulslängden dvs. tiden för strömpulsens varaktighet, mäts vanligen i millisekunder (ms). Även pulsperioden, dvs. tiden från pulsens början till nästa puls (Figur 4.4) mäts i millisekunder. Pulsfrekvensen mäts i Hertz (1 Hertz = 1 puls/sekund). Pulskvoten är kvoten mellan pulslängden och pulsperioden uttryckt i procent (ekvation 4.7). För enkel pulserande likström är pulskvoten en funktion av pulslängden och pulsfrekvensen. Detta innebär att när frekvensen ökas och pulslängden hålls konstant erhålls en högre pulskvot, men om pulskvoten hålls konstant när frekvensen ökas erhålls en kortare pulslängd. Pulslängden och pulskvoten bestämmer båda tiden som strömmen är påslagen, men vanligtvis används bara ett av dessa mått för att reglera den pulserade strömmen vid elfiske. En pulskvot på 25 % betyder att strömmen är påslagen bara under $\frac{1}{4}$ av tiden, vilket betyder att effektbehovet för att producera strömmen minskar med $\frac{3}{4}$ jämfört med helt rak likström utan pulser. Ju kortare tid strömmen är påslagen desto mindre effekt går ut i vattnet.

Strömmens maxspänning vid pulserande likström är den maximala spänningen hos en strömpuls. Medelströmstyrkan (Ampere) och medeleffekten (Watt) beräknas analogt med formeln för medelspänning. För fyrkantsvåg varierar medelspänningen med pulskvoten. Med en pulskvot på 25 % så är den maximala spänningen 4 gånger högre än medelspänningen.

$$\% \text{ pulskvot} = (\text{pulslängd} / \text{pulsperiod}) \times 100 = \text{pulslängd (ms)} \times \text{pulsfrekvens (Hz)} / 10 \quad (4.7)$$



Figur 4.4. Pulslängd (pulse width t_w) och pulsperiod (period T) för pulserad likström.

En pulskvot på 50 % betyder att ström flödar genom kretsen under hälften av pulsperiodens tid. Pulserad likström med en pulskvot på 50 % kallas ofta för fyrkantsvåg och för en sådan kan medelspänningen beräknas enligt formeln:

$$V_{medel} = V_{max} \times \text{pulskvoten} \quad (4.8)$$

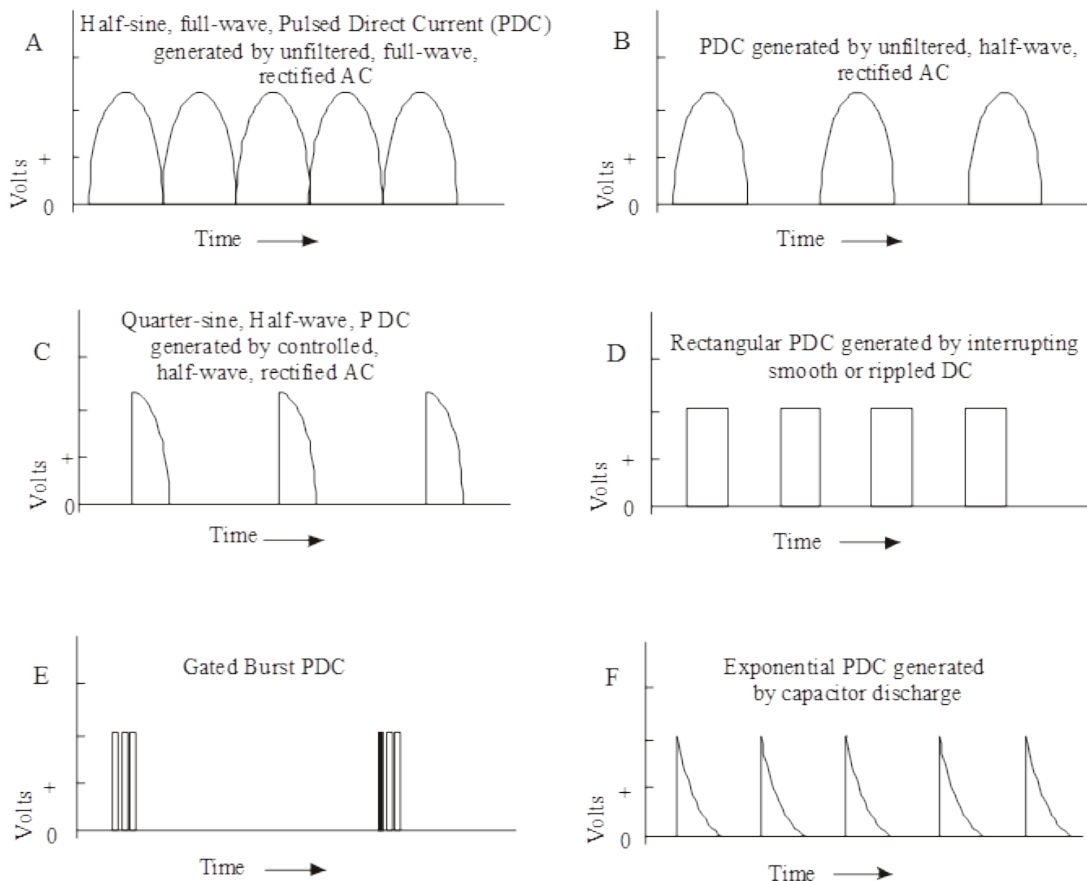
Strömtyper och strömkretsar vid elfiske

Vid elfiske används normalt enbart likström (rak eller pulserad likström) för att fånga fisken, och som strömkälla till elfiskeaggregatet används antingen ett elverk (t.ex. Honda EU 10i) som producerar enfas växelström eller ett batteri. När batterier används som strömkälla vid elfiske använder man vanligtvis pulserad likström för att fånga fisken. Detta för att spara på strömmen i batteriet. Den i vattnet utgående spänningen varierar mellan 100 och 1 600 Volt. Den högsta spänningen används i extremt lågkonduktiva vatten medan den lägsta används i vatten med en hög konduktivitet. Den utgående strömstyrka är både beroende av vattnets konduktivitet och den maximala effekten hos elverket. Rak likström kräver 2 gånger högre effekt än växelström. Strömstyrkan varierar normalt mellan 0,2 till 5 Ampere vid traditionellt vadningselfiske, men vid båtelfiske i högkonduktiva vatten kan strömstyrkan nå upp till 30 Ampere.

Vid de första försöken med att fånga fisk med elektrisk ström användes växelström, men på grund av dålig anlockningseffekt då

+ och - pol ständigt växlade ersattes den sedermera av likström. Växelström används dock fortfarande för elfiske i en del högkonduktiva sötvattensmiljöer och även i marin miljö. Det är huvudsakligen i USA och i Asien (främst Kina) som detta förekommer. I Europa används enbart likström vid elfiske, antingen som "rak" likström eller som "pulserande likström", eftersom direkt användning av växelström vid elfiske är inte tillåten enligt svensk och europeisk standard (SS-EN 14011: 2006). Användning av växelström för att bedöva och fånga fisk innebär större hälso- och säkerhetsrisker än elfiske med likström (se kapitel 14). Växelström är heller inte lämplig att använda på grund av att den ger en ökad skadefrekvens hos fisken och att den inte attraherar fisken på (se avsnitt 5.5) samma sätt som likström. I Figur 4.5 visas några olika typer av pulserad likström som har använts vid elfiske. Av de redovisade typerna är det bara fyrkantsvåg och pulspaket/-pulståg (eng. gated burst PDC) som fortfarande används vid elfiske.

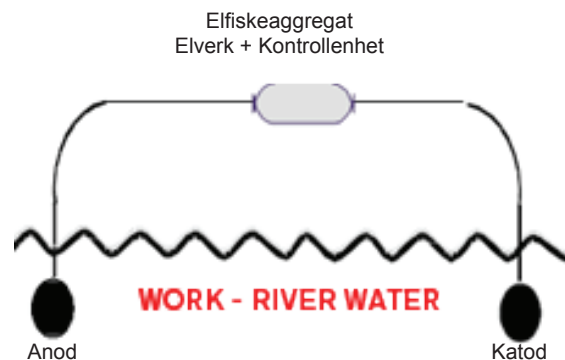
De flesta batteridrivna elfiskeaggregat levererar en pulserad likström där pulsen utgörs av en fyrkantsvåg, men äldre aggregat producerade ofta en exponentiell pulsvåg. Den pulserade likströmmen har i regel en frekvens mellan 30 och 120 Hz även om det under senare år har tagits fram elfiskeaggregat som kan leverera pulserad likström med både lägre och högre frekvens. På grund av att batteriaggregatens användning begränsas av batteriets laddning och korta användningstid används dock i de flesta fall en generatorproducerad likström vid elfiske. Eftersom växelströmsgeneratorer (elverk) är mindre, lättare och billigare än likströmsgeneratorer så används nästan uteslutande likriktad växelström, både i form av "rak" likström och i form av pulserad likström. Likström producerad av likströmsgeneratorer används nästan bara vid båtelfiske med fastmonterade elfiskeaggregat. Vid elfiske med pulserad likström används ofta en pulskvot mellan 10 % och 50 %. Pulslängden (pulsvidden) brukar ligga i intervallet 0,2–6 ms. Vid elfiske används också pulserad likström med grupperade pulser (s.k. pulspaket). Pulspaketen (se Figur 4.5) har en låg frekvens (t.ex. 15 Hz), men inom varje paket kommer tre pulser med hög frekvens (t.ex. 240 Hz) och 2,6 ms puls-



Figur 4.5 Olika typer av pulserad likström som har använts vid elfiske (från Beaumont m.fl. 2002).

längd. Strömmen har en pulskvot på 12 %. Rak likström är dock mera skonsam för fisken än pulserad likström och används idag vid de flesta elfisken i Sverige. Rak likström kräver dock en högre effekt vid samma spänning jämfört med pulserad likström och vid elfiske i högkonduktiva vatten kan det vara nödvändigt att, trots större risk för skador, använda pulserad likström.

För att kunna använda elektrisk ström vid elfiske krävs en elektrisk krets. I normala fall flyter strömmen i isolerade ledningar. Vid elfiske utgör endast en del av strömkretsen en isolerad ledning, resten av kretsen går genom vattnet, via två elektroder (Figur 4.6). Strömkällan kan vara ett elverk eller ett batteri och omfattar även en kontrollenhet. Den positiva elektroden (anoden) är en handhållen stavelektrod som används för att fånga fisken medan den negativa elektroden (katoden) är ett stationärt metallnät eller en batterifläta. Mängden ström som går genom vattnet är oberoende av avståndet mellan elektroderna.



Figur 4.6. Principskiss av huvudströmkretsen vid elfiske (modifierat från Anon. 2007).

Det finns två grundtyper av strömkretsar - seriekopplade strömkretsar och parallellkopplade strömkretsar. I en seriekopplad strömkrets är de elektriska apparaterna eller motstånden (R) kopplade i en serie medan i en parallellkopplad krets är de kopplade parallellt i olika grenar av strömkretsen. De flesta elektriska ap-

parater innehåller dock både parallellkopplade och seriekopplade kretsar och dessa strömkretsar kallas serie-parallella kretsar. Även elfiskeaggregaten innehåller både parallella och seriekopplade kretsar.

4.2 Elektriska fält i vatten

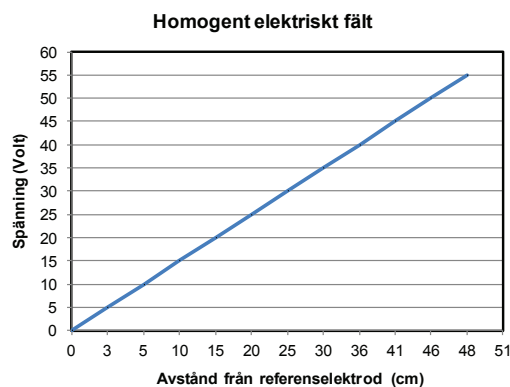
Vid elfiske skapas ett tredimensionellt elektriskt fält i vattnet mellan den positiva polen (anoden) och den negativa polen (katoden) när strömmen kopplas på. En ström flyter mellan elektroderna och en spänningsgradient bildas omkring varje elektrod vinkelrätt mot fältlinjerna för strömmen. Det elektriska fält som bildas i vattnet vid elfiske är således ett heterogent elektriskt fält där fältstyrkan är störst i närheten av elektroderna och avtar snabbt med det horisontella och vertikala avståndet från elektroderna (Reynolds 1996).

Det elektriska fältets styrka och storlek

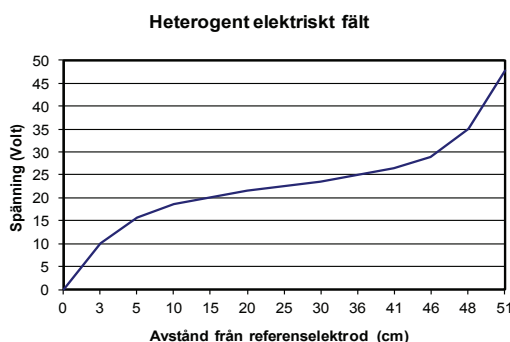
Fältets styrka och storlek beror på mängden elektrisk kraft (effekt) som kan överföras mellan elektroderna, vilket i sin tur beror av vattnets konduktivitet, elektrodernas storlek och form, utgående spänning och strömstyrka (Novotny 1990, Kolz 1993, Reynolds 1996). Den utgående spänningen från elfiskeaggregatet är vanligtvis den primära faktorn som kontrollerar det elektriska fältets styrka (spänningsgradienten) och dess storlek (yta). För att det elektriska fältet skall ha en hög fångsteffektivitet på fisken, dvs. både attrahera och bedöva fisken, behöver spänningen varieras i förhållande till den aktuella konduktiviteten, strömtyp och anodringens storlek. Vatten med en låg konduktivitet kräver en högre utgående spänning än vatten med en hög konduktivitet. I de flesta fall är det önskvärt att skapa så stora elektriska fält som möjligt. Om pulserad likström skall användas vid elfisket måste man även ta hänsyn till pulsernas frekvens och pulskvot. Det elektriska fältets storlek och styrka beror dessutom av elektrodernas storlek och form. En stor anodring skapar ett större elektriskt fält med en lägre spänningsgradient än vad en mindre anodring gör.

Spänningsfördelningen i elektriska fält

När elektroderna är lika stora som mellanrummet mellan elektroderna är det elektriska fältet homogent och spänningsförändringen mellan elektroderna är linjär (Figur 4.7), men när elektroderna är små i relation till avståndet mellan elektroderna (som vid elfiske) är det elektriska fältet alltid heterogent. Spänningsfördelningen mellan elektroderna i ett heterogent fält beskriver en S-formad kurva (Figur 4.8). I de flesta fall uppnås halva spänningsvärdet mitt emellan elektroderna. Vid elfiske är det dock viktigare att mäta spänningsgradienten (fältstyrkan) på olika avstånd från elektroderna än att mäta spänningen mellan en referenselektrod och en viss punkt i det elektriska fältet.



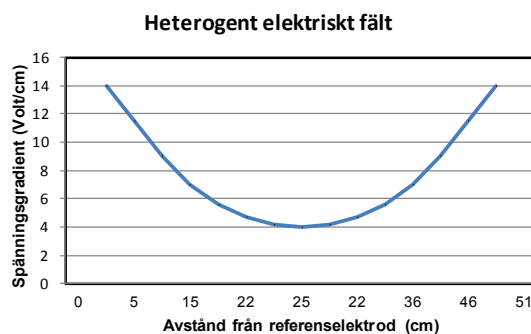
Figur 4.7. Spänningsfördelningen mellan två identiska elektroder i ett homogent elektriskt fält där en elektrod har använts som referenselektrod (nollvärde).



Figur 4.8. Spänningsfördelningen mellan två lika stora elektroder i ett heterogent elektriskt fält där en elektrod har använts som referenselektrod (nollvärde).

Elektriska storheter och ekvationer för elektriska fält

Spänningsgradienten (fältstyrkan) är förändringen i spänningen (voltstyrkan) med avståndet från elektroderna. Spänningsgradienten är störst nära elektroderna och minskar med avståndet från elektroderna i ett heterogent elektriskt fält. Mellan två elektroder visar därför spänningsgradienten en U-formad kurva (Figur 4.9) där spänningsgradienten är störst närmast elektroderna och lägst mitt emellan elektroderna. Spänningsgradienten i varje del av det elektriska fältet är direkt proportionell mot spänningens storlek. Beroende på avståndet mellan elektroderna och det elektriska fältets styrka kan dock spänningsgradienten vara noll vid ett visst avstånd från elektroderna. I ett homogent elektriskt fält är däremot spänningsgradienten lika stor i alla punkter i det elektriska fältet mellan elektroderna och utgör bara en nivålinje.



Figur 4.9. Exempel på spänningsgradienten (Volt/cm) mellan två lika stora elektroder i ett heterogent elektriskt fält.

I allmänhet har avståndet mellan elektroderna (anoden och katoden) ingen effekt på spänningsgradienten nära elektroderna, men när elektroderna förs riktigt nära varandra koncentreras det elektriska fältet och U-formen på spänningsgradientkurvan blir brantare samtidigt som botten på den U-formade kurvan höjs. Effekten blir att spänningsgradienten i det elektriska fältet har ökat samtidigt som fältet har blivit mindre. Om elektroderna kommer riktigt nära varandra kommer de elektriska fälten att överlappa. När elektroderna har motsatt polaritet (anod och katod) blir resulta-

tet av detta att det krävs en högre strömstyrka och effekt för att upprätthålla det elektriska fältet, vilket också märks tydligt vid elfiske genom att elverket belastas hårdare. I vissa fall kan elverket överbelastas när elektroderna är nära varandra.

Vid samma polaritet på elektroderna överlappar fälten utan att det krävs högre strömstyrka och effekt. De överlappande fälten simulerar i detta fall istället en större elektrod. Det gör att elektroder med samma polaritet kan betraktas som en elektrod vid elfiske förutsatt att elektroderna är rätt arrangerade. Placeringen av elektroderna bestämmer därför tillsammans med formen på elektroderna det elektriska fältets utseende. För ringformade elektroder gäller tumregeln att när avståndet överstiger 10 ringradier har avståndet mellan elektroderna ingen betydelse. En snabb förändring i spänningen inom ett litet område indikerar ett starkt elektriskt fält medan en långsam förändring i spänningen betyder att fältet är svagt. Ett starkt elektriskt fält, dvs. en hög spänningsgradient, betyder i sin tur att en stark kraft verkar på fisken inom detta område.

Vid elfiske är spänningsgradienten direkt beroende av utgående spänning och elektrodernas form och storlek. Formen på elektroderna bestämmer det elektriska fältets form medan spänningen och elektrodernas storlek bestämmer spänningsgradientens storlek och fältets omfattning. Genom att dubbla spänningen så fördubblas också spänningsgradienten, vilket betyder att en gradient på 1 V/cm dubblas till 2 V/cm.

Spänningsgradienten är i de flesta fall den enskilda faktor som främst avgör det elektriska fältets fångsteffektivitet för fisk. Observera att spänningsgradienten inte påverkas av vattnets konduktivitet om den utgående spänningen hålls konstant, men att konduktiviteten påverkar det elektriska fältets ström- och effekttäthet.

Att vattnets konduktivitet inte påverkar spänningsgradienten innebär att det är tillräckligt att bara göra en uppmätning av det elektriska fältet vid en viss elektroduppställning och be-

stämd spänning för att erhålla information om det elektriska fältets spänningsgradient.

Strömtätheten är ett mått på strömstyrkan per ytenhet (A/cm^2). Det är den ström som strömmar vinkelrätt genom en yta av 1 cm^2 . Omkring och mellan elektroderna uppvisar strömtätheten samma mönster som spänningsgradienten, dvs. tätheten minskar med avståndet från elektroderna eftersom ytan som strömmen skall täcka ökar med avståndet. Det elektriska fältets strömtäthet uppvisar i likhet med spänningsgradienten en U-formad kurva där strömtätheten är störst närmast elektroderna och avtar snabbt med ökat avstånd. Strömtätheten kan beräknas enligt Ohms 2: a lag för elektriska fält (ekvation 4.17).

$$\text{Strömtäthet (Ampere/cm}^2\text{)} = \text{Spänningsgradient (Volt/cm)/Resistivitet (Ohm cm)} \quad (4.17)$$

Ekvationen kan omformas till:

$$\text{Spänningsgradienten (V/cm)} = \text{Strömtätheten (A/cm}^2\text{)} \times \text{Resistiviteten (Ohm cm)} \quad (4.18)$$

eller

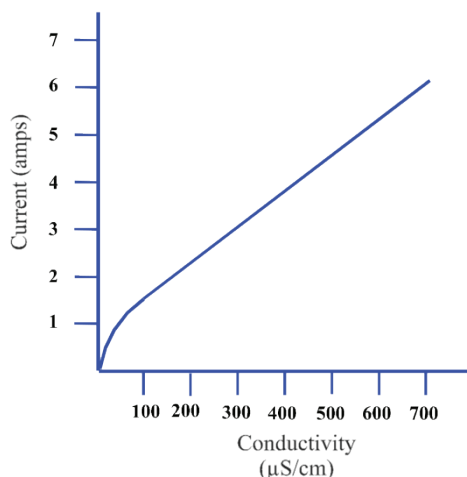
$$\text{Spänningsgradienten (V/cm)} = \text{Strömtätheten (A/cm}^2\text{)} / \text{Konduktiviteten (S/cm)} \quad (4.19)$$

Med hjälp av Ohms 2: a lag kan också resistiviteten beräknas (ekv. 4.20):

$$\text{Resistiviteten (Ohm cm)} = \text{spänningsgradienten (V/cm)/strömtätheten (A/cm}^2\text{)} \quad (4.20)$$

Vattnets konduktivitet avgör vilken utgående spänning man skall använda vid elfisket och påverkar dessutom strömstyrkan och strömtätheten i vattnet. Vid en konstant spänning ökar strömstyrkan nästan linjärt med vattnets konduktivitet (Figur 4.10), vilket också innebär att det krävs en högre effekt i högkonduktiva vatten för att behålla den inställda spänningen än i lågkonduktiva vatten. En låg konduktivitet ($< 10\text{ mS/m}$) kräver en hög utgående spänning medan en hög konduktivitet ($> 50\text{ mS/m}$) kräver en hög strömstyrka och en hög effekt.

Observera att konduktiviteten påverkar det elektriska fältets ström- och effekttäthet.



Figur 4.10. Strömstyrkan mellan två elektroder vid olika konduktivitet och konstant spänning (från Anon. 2007).

Då vattnets konduktivitet är kraftigt temperaturberoende (ökar med temperaturen) behöver man vid elfiske egentligen också veta vattnets konduktivitet vid den aktuella vattentemperaturen, men de flesta konduktivitetsmätare mäter enbart den specifika konduktiviteten, dvs. en konduktivitet som automatiskt är justerad för en viss referenstemperatur (25°C). För att få konduktiviteten vid den aktuella temperaturen kan den verkliga konduktiviteten beräknas utgående från den specifika konduktiviteten. Vid beräkningen antar man att konduktiviteten ändras 2% för varje grad C och därmed kan man använda ekvationen 4.21.

$$\text{Verklig konduktivitet} = \text{specifik konduktivitet} / [1,02^{(T_r - T_a)}] \quad (4.21)$$

där T_r = referenstemperatur och T_a = aktuell temperatur

Metoden är särskilt värdefull för att konvertera historiska specifika konduktiviteter till faktiska konduktiviteter om det finns temperaturuppgifter från samma tillfälle.

Effekttäthet eller energitäthet är energin/kraften som är spridd/överförd per volymenhet av ett ämne. Effekttätheten i ett elektriskt fält är produkten av spänningsgradienten och strömtätheten (ekvation 4.22 och 4.23). Effekttätheten mäts i Watt/m^2 eller Watt/m^3 (tabell 4.2). Observera att om spänningen ökar

2 gånger så ökar effekttätheten 4 gånger.

$$\text{Effekttäthet } (\mu W/cm^3) = \text{Spänningsgradienten } (V/cm) \times \text{Strömtätheten } (A/cm^2) \quad (4.22)$$

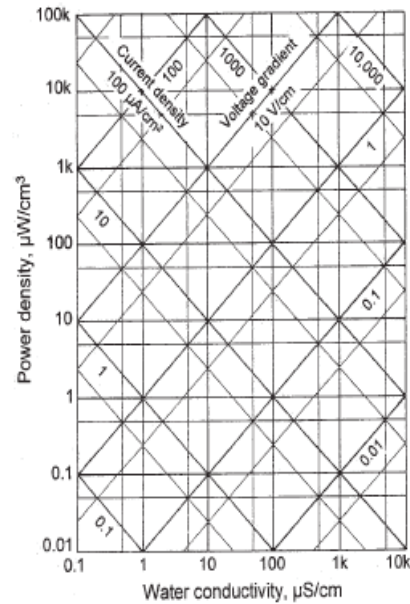
Effekttätheten i det elektriska fältet är i likhet med spänningsgradienten och strömtätheten störst närmast elektroderna medan den är lägst mitt emellan elektroderna. Det betyder också att det är mycket liten eller ingen påverkan på fisken på ett visst avstånd från elektroderna där spänningsgradienten, strömtätheten och effekttätheten är liten. Då det är svårt att mäta effekttäthet och strömtäthet i vattnet brukar man istället mäta vattnets konduktivitet och spänningsgradienten nära elektroderna för att kunna beräkna effekttätheten. Båda parametrarna kan mätas direkt i vattnet, vilket gör att man kan beräkna strömtätheten och effekttätheten för olika elfiskesituationer med ekvation 4.23. Effekttätheten uttrycks vid elfiske i regel som $\mu W/cm^3$ även om SI-enheten är W/cm^3 .

$$\text{Effekttätheten } (\mu W/cm^3) = \text{Konduktiviteten } (\mu S/cm) \times (\text{Spänningsgradienten } (V/cm))^2 \quad (4.23)$$

Sambandet mellan vattnets konduktivitet och strömtätheten, respektive effekttätheten, innebär att när spänningsgradienten hålls konstant ökar både strömtätheten och effekttätheten proportionellt mot ökningen i vattnets konduktivitet. Med hjälp av grafiska samband mellan vattnets konduktivitet, spänningsgradient, effekttäthet och strömtäthet kan man därmed skatta två av variablerna när de andra två är kända. Kolz (1989) har tagit fram ett logaritmiskt diagram som beskriver sambandet mellan de olika måtten på det elektriska fältets styrka (effekttäthet, strömtäthet och spänningsgradient) i förhållande till vattnets konduktivitet. När man har mätt upp spänningsgradienten i ett elektriskt fält behöver man därför bara veta vattnets konduktivitet för att konvertera spänningsgradienten till en effekttäthetsgradient (Figur 4.11).

Mätning av spänning och spänningsgradient i elektriska fält

Både voltmätare och oscilloskop kan användas för att mäta spänningen i vattnet mellan elektroderna. Mätning med oscilloskop är ge-

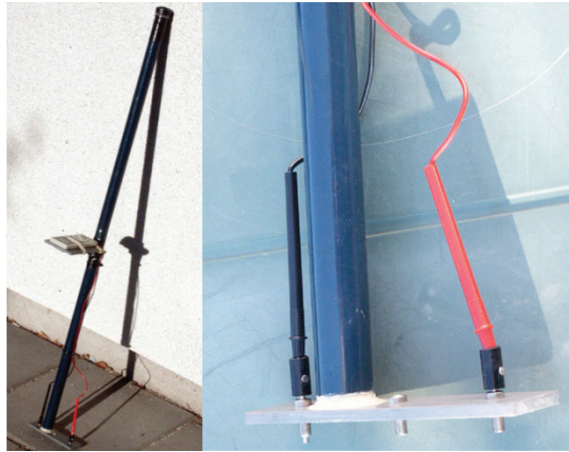


Figur 4.11. Logaritmiskt samband mellan vattnets konduktivitet, spänningsgradient, strömtäthet och effekttäthet (Från Kolz 1989).

nerellt att föredra då alla typer av ström (växelström, rak likström och olika typer av pulsad likström) kan undersökas med oscilloskop. Med oscilloskop är det också möjligt att avläsa både medel och maxspänning, likväl som pulslängd och frekvens. Pulskvoten kan erhållas genom beräkning. Med en voltmätare är kartläggningen mera begränsad eftersom det i regel bara är medelspänning (likström) och RMS-spänning (växelström) som kan avläsas på multimetern. Det är en nackdel då man vid batterielfiske och användning av pulserad likström främst är intresserad av maxspänningen. För rak likström är detta inget problem då medelspänningen är lika med maxspänningen. För växelström kan maxspänningen beräknas om växelströmmen är sinusformad, men det är dock betydligt svårare för pulserad likström. Endast om den pulserade likströmmen har pulser i form av fyrkantsvåg och man känner till vilken pulskvot som används kan maxspänningen beräknas. För övriga typer av pulserande likström är det inte möjligt att bestämma maxspänningen med en voltmätare. För att mäta spänningen i ett elektriskt fält använder man en av elektroderna som referenselektrod (nollelektrod).

Spänningsgradienten, som är störst närmast elektroderna, kan mätas direkt i vattnet med en särskild mätsond (Figur 4.12). Mätsonden kan också användas för att kontrollera att elfiskeutrustningen fungerar och ger rätt utgående spänning i vattnet. Mätsond och procedur för att mäta spänningsgradienten finns också beskriven i Kolz (1993). Genom att ansluta mätsonden till en voltmätare eller oscilloskop kan spänningsgradienten i vattnet mätas på olika avstånd från elfiskeelektroden. Om man vrider sonden 180 grader i en punkt varierar spänningsgradienten från noll till maximum. Nollvärdet erhålls när båda sondelektrodena befinner sig på samma avstånd (på samma ekvipotentiallinje) från elfiskeelektroden. Maxvärdet erhålls då sondelektrodena har maximalt avstånd från varandra relativt elfiskeelektroden. Det visar att det elektriska fältet vid elfiske är mycket riktat. Effekterna på fisken blir därmed beroende av fiskens riktning och position i vattnet. För att fisken skall påverkas maximalt av strömmen måste den vara riktad med huvudet mot anoden så att dess kropp påverkas maximalt av både spänningsgradienten och strömtätheten i vattnet.

Observera att mätsonden egentligen mäter spänningen mellan elektrodspetsarna på sonden och att man sedan beräknar spänningsgradienten med hjälp av avståndet mellan elektroderna. De två elektroderna på multimeteren sätter man fast i en icke-ledande hållare med 5, 10 eller 20 cm avstånd mellan elektroderna. Mätaren ställs in på voltmätning och elektroderna förs ned i vattenytan samtidigt som elfiskestavens kontakt sluts. Genom att mäta på olika fasta avstånd från anodringen kan spänningen (voltstyrkan) avläsas på olika avstånd från anodringen (se också avsnitt 6.3). Voltstyrkan kan sedan enkelt räknas om till spänningsgradientvärdet (V/cm). Uppmätningen av spänningsgradienten (fältstyrkan) skall alltid vara baserad på maxvärdet, vilket för pulserad likström ställer krav på multimeteren. Det är inte alla multimetrar som kan mäta maxvärdet. För att bestämma effekttätheten i ett elektriskt fält behöver man mäta både vattnets konduktivitet och spänningsgradienten. För att kunna göra detta behöver en konduktivitetsmätare, multimeter och mätsond finnas med i elfiskeutrustningen.



Figur 4.12. Mätsond (kalibreringsstav) med 5 respektive 10 cm avstånd (olika fisklängder) mellan elektroderna för att mäta spänningsgradienten omkring elektroderna och kontrollera utrustningen.

4.3 Elektrodresistanser

För att förstå karaktären hos det elektriska fältet, samt vilken elektrodstorlek och effekt som krävs för ett effektivt och standardiserat elfiske krävs kunskap om **elektrodresistanserna**, dvs. anodens - och katodens elektriska resistans (Ohm). För att beskriva den elektriska resistansen hos den positiva och negativa elektroden vid elfiske används i regel begreppet ekvivalent elektrisk resistans (Novotny & Priegel 1974). Det beror på att för elektroder i vatten är den totala (ekvivalenta) elektriska resistansen en funktion av de enskilda elektrodresistanserna och vattnets konduktivitet, samt avståndet mellan elektroderna och elektrodernas storlek och form. Elektrodytan som strömmen måste passera är alltid liten i förhållande till vattenvolymen och detta skapar en hög elektrisk resistans intill elektroderna. Det innebär att elektroder som har en större yta har en lägre spänningsgradient nära elektroden och en mindre brant minskning av spänningsgradienten med avståndet från elektroden, jämfört med elektroder med en mindre yta (diameter). Det innebär också att för elektroder som är separerade av en vattenvolym är den ekvivalenta resistansen för elektroderna således mycket större än resistansen hos metallektrodena själva. Enligt Novotny och Priegel (1974) kan den ekvivalenta elektrodresistansen R_e beräknas enligt

$$R_e = f(\gamma) / K \times \sigma_w \quad (4.12)$$

där för ringformade elektroder $\gamma = t/d$

t = diametern hos ringmaterialet, d = ringdiametern, σ_w = vattnets konduktivitet, K = elektrodens storlek (för en ring = diametern), $f(\gamma)$ erhålls från sambandet mellan resistansfaktorerna $f(\gamma)$ och γ .

Eftersom beräkningarna är besvärliga och heller inte så exakta brukar man för bestämningen av elektrodernas ekvivalenta resistans istället använda uppmätta samband mellan olika elektrodstorlekar, vattnets konduktivitet och resistansen för olika elektroder. De uppmätta sambanden kan också användas för att beräkna elfiskeaggregatens effektkrav vid olika konduktivitet, spänning och strömtyper. Beaumont m.fl. (2005) har tagit fram uppgifter för ekvivalent resistans och effektkrav för olika typer av elektroder (tabell 4.1). Uppgifterna kan användas för att beräkna den ekvivalenta resistansen och effektkraven vid olika konduktivitet för de elektroder som används vid det egna elfisket. Då elektrodernas ekvivalenta resistans varierar med vattnets konduktivitet kan den uppmätta resistansen vid en given konduktivitet användas för att beräkna elektrodernas resistans för ett annat konduktivitetvärde. En elektrods ekvivalenta resistans förändras i omvänd proportion till de två konduktivitetvärdena (Kolz 1989), vilket ger följande ekvation:

$$R_2/R_1 = c_1/c_2 \quad (4.13)$$

Där R_1 är resistansen hos elektroden vid konduktiviteten c_1 och R_2 är resistansen hos elektroden vid konduktiviteten c_2 . Detta samband gör att elektrodens ekvivalenta resistans vid den aktuella konduktiviteten kan beräknas med ekvation 4.14 (Beaumont m.fl. 2005).

$$R_2 = (R_1 \times c_1) / c_2 \quad (4.14)$$

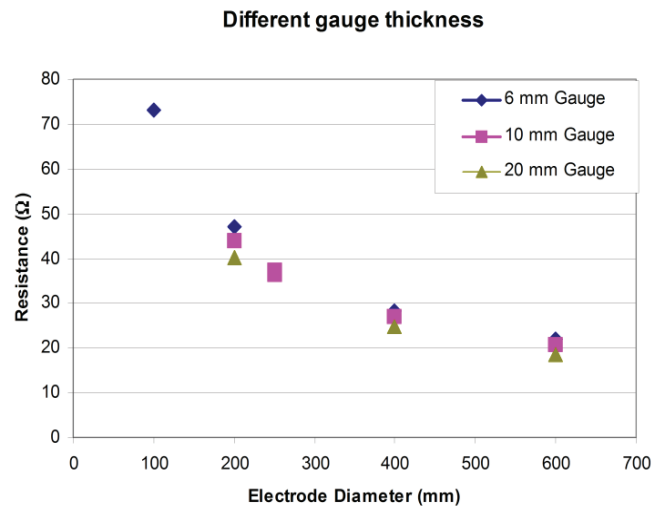
Då tjockleken på ringmaterialet har en mycket liten effekt på den ekvivalenta elektrodresistansen (Figur 4.13) kan enligt Beaumont m.fl. (2005) den ekvivalenta elektrodresistansen (R_e) för anodringen också beräknas med hjälp

av ett "power law" samband med ringdiametern.

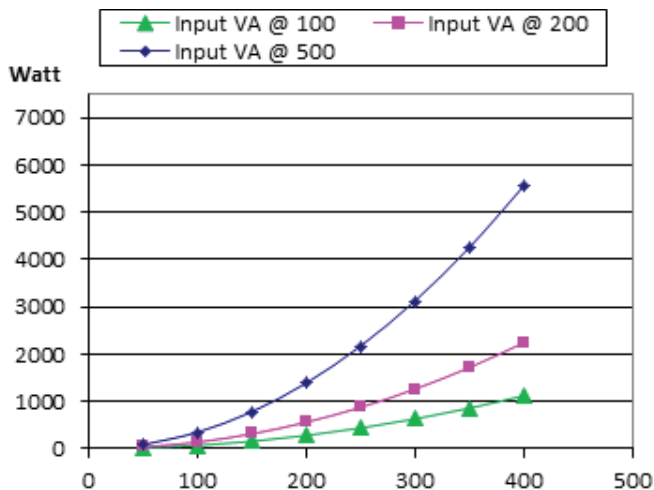
$$R_e = 3076 \times D^{-0,74} \\ r^2 = 0,93; P < 0,001 \quad (4.15)$$

Där R_e är den ekvivalenta resistansen (Ω) för ringanoden och D = ringdiametern (mm). Den beräknade ekvivalenta elektrodresistansen måste dock sedan korrigeras för den aktuella konduktiviteten i vattnet med hjälp av ekvation 4.14. Den ekvivalenta elektrodresistansen (R_e) kan sedan användas för att beräkna den effekt som krävs för en viss utgående spänning (V) vid den aktuella konduktiviteten (Figur 4.14).

$$W = V_2^2 / R_e \quad (4.16)$$



Figur 4.13. Ekvivalenta elektrodresistanser för olika anodringar vid en konduktivitet av 35 mS/m (från Beaumont m.fl. 2005).



Figur 4.14. Effektkrav (Watt) för en 200 mm anodring (positiv elektrod) i vatten med en konduktivitet av 10, 20 och 50 mS/m (från Beaumont m.fl. 2005).

Av tabell 4.1 framgår att ju större elektrodens yta är desto mindre blir den ekvivalenta elektrodresistansen. Enligt Cuinat (1967) medför en fördubbling av katodnätets yta en halvering av den ekvivalenta elektrodresistansen. Detta stämmer dock inte för kopparflätor (batteriflätor). Beaumont m.fl. (2005) rapporterar att en fördubbling av kopparflätans längd bara reducerar resistansen med en tredjedel. Enligt Novotny (1990) används ofta för små elektroder vid elfiske. Stora elektroder har lägre resistans i vattnet och ett större elektriskt fält omkring elektroden än små elektroder. Det gör att fältstyrkan (spänningsgradient) omkring

elektroden blir lägre. Vid elfiske är det önskvärt att ha en låg resistans och en låg spänningsgradient omkring katoden. För att uppnå detta bör katodens yta skall vara betydligt större än anodens yta. Elektrodens resistans minskar också om man delar upp den totala katodytan på flera ytor eller använder flera kopparflätor istället för ett kopparnät.

Katodens yta skall helst vara minst 3 gånger större än anodens yta. När en batterifläta (kopparfläta) används vid elfiske bör en fläta som är 25 mm bred ha en längd av minst 3 m.

Om man använder ett jordnät bör nätet vara minst 75 cm x 75 cm stort. Genom att fördubbla kopparflätans längd från 3 m till 6 m kan man minska energiförlusten vid katodelektroden från ca 25 % till ca 15 % enligt uppgift från Hans-Grassl GmbH.

Vid elfiske fördelas spänningen till varje elektrod i proportion till elektrodernas resistanskvot ($R_{\text{anod}} / R_{\text{katod}}$). En anod med hög resistans (liten yta) och en katod med låg resistans (stor yta) ger därför ett kraftigare elektriskt fält (högre spänningsgradient) runt anodringen (Snyder 2003). Detta kan i viss mån motverkas genom att öka anodelektrodens storlek (t.ex. diametern på anodringen). För ringelektroder är elektrodresistansen beroende av ringradien och varierar i omvänd proportion till radien. Diametern på ringmaterialets tvärsnittsyta har däremot mycket liten betydelse (Figur 4.13).

Tabell 4.1. Ekvivalenta elektrodresistanser för ringformade anoder och katoder av olika typ och storlek vid en konduktivitet av 35 mS/m (Data från Beaumont m.fl. 2005).

Ringformade anoder			Katoder = jordelektroder (batteriflätor och nät)				
Diameter (mm)	Rördiameter (mm)	Ekvivalent resistans (Ω)	Katodtyp	Längd (mm)	Bredd (mm)	Tjocklek/maskstorlek (mm)	Ekvivalent resistans (Ω)
100	6	73	Kopparfläta	750	25	3	48
200	10	44	Kopparfläta	1500	25	3	31
290	6	24	Kopparfläta	3000	25	3	20
325	12	30	Stålnät	250	250	13	49
400	10	27	Stålnät	500	500	13	27
600	10	21	Stålnät	750	750	13	19

Resistansen hos elektroden varierar också direkt proportionellt mot vattnets konduktivitet. En stor anodring ger således ett större elektriskt fält samtidigt som den maximala spän-

ningsgradienten minskar. Observera dock att även om de har en låg resistans mot vattnet så kräver de större elektroderna mera ström (effekt) vid en given spänning.

Tabell 4.2. Elektriska storheter och beteckningar (SI-enheter).

Storhet	Enhet	Beteckning	Samband
Elmängd (laddning)	Coulomb	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ As}$
Kraft	Newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times \text{m/s}^2$
Energi (arbete)	Joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$
Effekt	Watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s}$
Ström (strömstyrka)	Ampere	A	Grundenhet
Spänning (potentialskillnad)	Volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A} = 1 \text{ J/A}\cdot\text{s}$
Elektrisk potential	Volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$
Frekvens	Hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
Resistans	Ohm	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V/A} = 1/\text{S}$
Ledningsförmåga	Siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1} = 1 \text{ A/V}$
Resistivitet	ρ	Ωm eller Ωcm	$\rho = 1/\gamma$
Konduktivitet	γ	S/m eller S/cm	$1 \gamma = 1/\rho$ ($1 \text{ mS/m} = 10 \mu\text{S/cm}$)
Elektrisk fältstyrka	E	V/m	
Spänningsgradient	ε	V/m	
Strömtäthet	S	A/m^2	$S = A/\text{area}$
Effekttäthet	D	W/m^3 alt. W/m^2	
Energitäthet		J/m^2	
Pulslängd		ms	
Pulskvot		%	

5. Fisk och elektrisk ström

5.1 Fiskens reaktion i ett elektriskt fält

Den grundläggande principen för elfiske är att skapandet av ett elektriskt fält i vattnet omkring stavelektroden (anoden) får de fiskar som är tillräckligt nära att antingen simma mot stavelektroden eller bli bedövade av strömmen. Fisken blir därmed oförmögen att fly undan och är relativt lätt att fånga med håv. Det elektriska fältet i vattnet påverkar fiskens nervsystem och utlöser olika muskulära reaktioner som är beroende av det elektriska fältets styrka, dvs. hur nära stavelektroden fisken befinner sig. Reaktionerna blir olika på grund av att fisken har olika tröskelvärden för olika muskulära reaktioner. En ökning av fältets styrka (spänningsgradienten/strömtätheten) medför en förändrad respons om ett nytt tröskelvärde uppnås. Tröskelvärdena för fiskens respons är också beroende av fiskens orientering i det elektriska fältet eftersom fiskens vinkel i förhållande till spänningslinjerna avgör hur strömmen påverkar fiskens nervbanor. Den viktigaste reaktionen vid elfiske är fiskens attraktion till den positiva elektroden (anoden) och det är främst den som gör det möjligt att fånga fisken. Det är en nerv- och hjärnreflex hos fisken som tvingar den att simma mot anoden (Vibert 1963, Sternin m.fl. 1972).

Mekanismerna bakom fiskens reaktioner och respons på den elektriska strömmen är dock ännu inte riktigt klarlagda. För närvarande finns det två teorier, Biarritz paradigm och Bozeman paradigm. Enligt det förstnämnda paradigmat, som har lanserats av Lamarque (1963, 1967 och 1990), är fiskens respons och beteende ett resultat av en direkt stimulering av nerverna både i det centrala nervsystemet (CNS) och det autonoma nervsystemet (ANS), samt en direkt påverkan på muskelfibrerna. Denna förklaring har dock ifrågasatts och vid en workshop i Bozeman, Montana, 1991, lanserade N. G. Sharber en annan teori, som ofta kallas Bozeman paradigm. Enligt denna teori är fiskens respons olika faser av elektriskt inducerad epilepsi, dvs. automatism, petit, mal och grand mal (Sharber m.fl. 1994

och Sharber & Black 1999). Fiskens beteende i ett elektriskt fält förklaras förmodligen av en kombination av båda teorierna.

Fisken reagerar på det elektriska fältet med olika reaktiva rörelser (t.ex. flykt, oscillotaxis eller elektrotaxis) och olika trauman som stress, bedövning (elektronarkosis) och kramp (tetanus). Oscillotaxis är en rörelse fram och tillbaka utan egentlig riktning och som är mest uttalad för växelström medan elektrotaxis är en rörelse mot någon av elektroderna i ett likströmsfält. Positiv elektrotaxis (galvanotaxis) innebär att det elektriska fältet i vattnet får fisken att ofrivilligt simma mot den positiva elektroden (anoden) om den är tillräckligt nära elektroden. Om fisken är nära den negativa elektroden (katoden) erhålls däremot en motsatt reaktion med en rörelse från katoden. Man brukar därför vid elfiske ibland kalla anoden för fångstelektrod och katoden (jordflätan) för skrämselektrod. Positiv elektrotaxis är inte unikt för fiskar och andra akvatiska organismer utan förekommer hos många djur, till och med hos enskilda celler. Vissa organismer som exempelvis dagmaskar (Annelida) och encelliga djur (Protozoa) uppvisar dock en negativ elektrotaxis och rör sig istället mot den negativa elektroden i ett elektriskt fält.

Fiskens trauman vid strömpåverkan kan delas in i tre huvudtyper. Den första är stress som uppträder så fort fisken är påverkad av det elektriska fältet. Stressen medför förhöjda halter av stresshormon och mjölksyra i blod i muskler (om stress hos fisk, läs mer i avsnitt 3.3). De övriga två typerna av trauman är ett bedövningstillstånd med avslappnade muskler (elektronarkosis) och ett kramptillstånd med ihållande kramp och muskelstelhet (tetanus). Elektronarkosis är ett bedövat tillstånd med muskulär avslappning där fisken fortfarande kan simma och uppträder en bit från anod. Tetanus som innebär att fisken blir helt orörlig i ett kramptillstånd uppträder däremot mycket nära anoden. Om fisken drabbas av kramptillstånd kan det orsaka betydande skador på fisken i form av muskelbristningar och rygg-

radsbrott. Om kramptillståndet blir långvarigt kan fisken även dö. Vid akuta dödsfall är det vanligast att fisken dör av andningsförflamning (kvävning), men även hjärtstillestånd kan förekomma.

Vilken typ av reaktion som strömmen utlöser hos fisken är beroende av ett flertal faktorer. Utöver det elektriska fältets styrka (spänningsgradienten och strömtätheten) är reaktionen

För att undvika att fisken kommer i ett kramptillstånd ska man inte hålla strömmen på för länge och heller inte "jaga" fisken med upprepade strömpåslag på under en längre tid.

hos fisken också beroende av faktorer som t.ex. strömtyp (växelström, rak likström och pulserad likström), det elektriska fältets utseende (vilket beror på anodens storlek och form), vattnets kemisk fysikaliska egenskaper (konduktivitet, temperatur), fiskart och storlek, samt vilken elektrod som är närmast (plus- eller minuspol). För pulserande likström är fiskens reaktion dessutom beroende av puls-frekvens och pulslängd.

I elektriska fält skapade av likström (rak likström eller pulserad likström) uppvisar fisken positiv elektrotaxis och simmar mot anoden (Lamarque 1990). När fisken närmar sig anoden blir den först bedövad med avslappnade muskler för att sedan komma in i ett kramptillstånd (tetanus). Om växelström används kan inte fisken simma mot anoden på grund av att den drabbas av oscillotaxis när strömmen ständigt byter riktning. Växelström ger därför ingen anlockning mot anoden utan bedövar fisken direkt och är olämplig att använda vid elfiske.

Spänningsgradienten och strömtätheten i det elektriska fältet är störst nära elektroderna och avtar med ökande avstånd, vilket gör att fiskens respons primärt är beroende av avståndet till elektroderna. Stor fisk känner av det elektriska fältet på större avstånd från anodringen på grund av att spänningsfallet över kroppen ökar med fiskens längd. En stor fisk har också en större kroppsyta än en liten fisk och är därför mera exponerad för det elek-

triska fältets ström- och effekttäthet i vattnet än en liten fisk.

Det föreligger också stora skillnader mellan olika arters reaktion vid strömpåverkan, t.ex. har öring och lax en mer uttalad elektrotaxis än gös och abborre, samt ännu mera än braxen, ruda och sutare. Braxen blir snabbt bedövade och lägger sig omedelbart på sidan medan gös först kan gå mot botten för att sedan simma mot anodringen. Abborren kan bli "stående" i vattnet innan den rör sig mot anodringen. Mört och sarv har däremot en mycket tydlig elektrotaxis och kan ibland nästan hoppa upp ur vattnet mot ringen. Fysiologiska skillnader som också spelar roll är att vissa arter (t.ex. simpör) saknar simblåsa. Berg- och stensimpa sjunker snabbt mot botten när de blir bedövade och blir därmed svåra att fånga med håven.

I de flesta fall har fiskens reaktion kopplats till tröskelvärden för spänningsgradienten, dvs. spänningsfallet över fiskens kropp (Vibert 1963, Lamarque 1967, 1990). Spänningsgradienter mellan 0,1 till 1,0 Volt/cm anses vara effektiva för att fånga fisk i vatten med konduktivitet högre än 10 mS/m, men vid lägre konduktivitet kan det krävas ännu högre spänningsgradienter (Kolz & Reynolds 1989, Reynolds 1996). Om konduktiviteten är lägre än 5 mS/m kan det i vissa fall krävas en spänningsgradient upp till 2–3 Volt/cm för att bedöva fisken (Snyder 2003).

Enligt Vibert (1963, 1967 och Lamarque 1990) kan fiskens reaktioner i ett likströmfält (rak likström), beroende på graden av elektrisk påverkan, delas in i fem huvudtyper; a) flykt, b) vibrering, c) elektrotaxis (attraktion), d) elektronarkosis (bedövningstillstånd) och e) tetanus (kramptillstånd). Reaktionen är främst beroende av avståndet till anoden och fiskens orientering i det elektriska fältet, samt vilken spänningsgradient, strömtäthet och effekttäthet som det elektriska fältet har på olika avstånd från anoden.

Storleken på påverkansområdet runt anodelektroden beror av faktorer som strömtyp, vattnets konduktivitet, spänning, strömstyrka, anodelektrodens och fiskens storlek. Större fiskar kan påverkas av strömmen upp till 3 meters avstånd från anoden medan påverkansområdet för öringungar är bara någon meter från anodringen. Fiskens attraktion (anlockning)

- a) **Flykt.** Vid ett lågt spänningsfall över fiskens kropp (spänningsgradient 0,02 - 0,08 V/cm) och på långt avstånd från anoden känner fisken av den elektriska strömmen men uppvisar ingen elektrotaxis utan flyr undan till en säker/skyddad ståndplats. Ofta är detta en kort flykt för mindre fiskar.
- b) **Vibrering.** Vid ett något högre spänningsfall över fiskens kropp (spänningsgradient \sim 0,08-0,1 V/cm) påverkas fiskens nervbanor så att den börjar vibrera. Fisken vänder sig mot anoden längs med strömmens kraftlinjer.
- c) **Elektrotaxis (attraktion).** Vid en fortsatt ökning av spänningsfallet över kroppen (spänningsgradient $>$ 0,1 V/cm) tvingas fisken simma mot anoden.
- d) **Elektronarkosis (bedövning).** En ytterligare ökning av spänningsfallet (spänningsgradient 1,0 - 1,2 V/cm) leder till att fisken bedövas (elektronarkos). Här skall strömpåverkan upphöra vid elfiske.
- e) **Tetanus (kramp).** Vid en kraftig och långvarig påverkan nära anodelektroden (spänningsgradient 1,2 - 3,0 V/cm) skadas eller dör fisken.

mot anoden är mera uttalad för rak likström än för pulserande likström. Rak likström har också en mindre bedövningseffekt på fisken än pulserad likström (se avsnitt 5.2). Genom att anlockningen av fisken mot anoden är mera uttalad har rak likström nästan alltid en högre fångsteffektivitet än pulserad likström i vattnet där det är möjligt att använda rak likström. Växelström har den lägsta fångsteffektiviteten då den inte anlockar fisken mot anoden över huvudtaget.

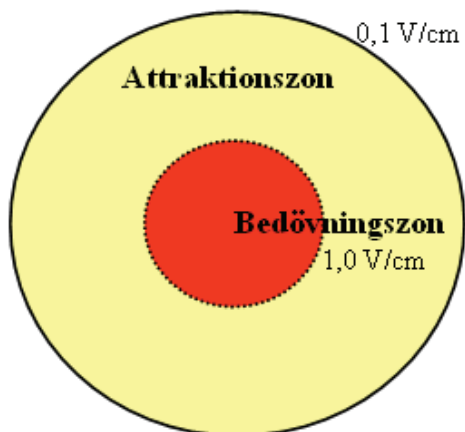
5.2 Effektiv fångstzon

För att fånga fisken måste det elektriska fältet runt anodringen ha en tillräckligt hög intensitet (spänningsgradient och strömtäthet) för att ge en anlockningseffekt (elektrotaxis) eller bedövningseffekt (elektronarkosis). Fångsteffektiviteten är därför i första hand beroende av spänningsgradienten och strömtätheten i vattnet (Holzer 1932, Scheminsky 1936, Vibert 1967, Zalewski & Cowx 1990). Tumregeln är att det vid användning av rak likström krävs en spänningsgradient som är högre än 0,1 V/cm och en strömtäthet som är högre än 0,015 mA/cm² för att få större fiskar ($>$ 20 cm) att simma mot anoden. Området runt anodringen som har en spänningsgradient större än 0,1 V/cm brukar därför kallas **den effektiva fångstzonen** vid elfiske. När fisken kommer närmare anodringen där spänningsgradienten och strömtätheten är högre ($>$ 1,0 V/cm och $>$ 0,1 mA/cm²) blir fisken bedövad av ström-

men. Området utanför den effektiva fångstzonen men inom påverkanszonen för fisken kallas ibland för skrämnelzonen. Inom skrämnelzonen känner fisken av strömmen men flyr undan istället för att simma mot anoden.

Utgående från fiskens reaktioner vid olika spänningsgradients och strömtätheter delas den effektiva fångstzonen ofta upp i två delzoner; **attraktionszon** och **bedövningsson** (Figur 5.1). I attraktionszonen uppvisar fisken elektrotaxis och simmar snabbt mot anodringen. När fisken kommer ännu närmare anodringen hamnar den i bedövningssonen (farliga zonen) där den först bara blir lätt bedövad (elektronarkosis) och fortsätter att simma, men när den kommer riktigt nära anodringen får den ihållande kramper (tetanus) som kan leda till döden om inte strömpåslaget avbryts eller fisken tas upp ur vattnet.

Observera att de redovisade tröskelvärdena (gränsvärdena) för spänningsgradienten och strömtätheten bara är ungefärliga eftersom elfiskets effekt på fisken även är beroende av flera andra faktorer, t.ex. vilken strömtyp som används och vattnets konduktivitet. När pulserad likström används krävs det ofta en något högre spänningsgradient (0,2–0,3 V/cm) för att uppnå attraktion och få fisken att simma mot anoden, men en lägre spänningsgradient (0,5–0,6 V/cm) för att bedöva fisken. I vatten med en konduktivitet lägre än 10 mS/m krävs det däremot något högre gradient (1,0–2,0 Volt/cm) för att fisken skall bli bedövad med rak likström (Kolz & Reynolds 1989).



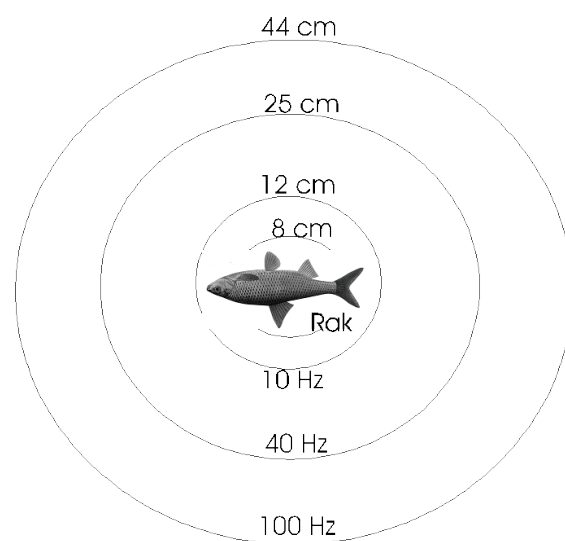
Figur 5.1. Det effektiva fiskeområdet vid elfiske (attraktionszon och bedövningszon).

Tumregeln att en gradient högre än 0,1 V/cm attraherar fisken är dock användbar för att uppskatta den effektiva fångstradien för en specifik elfiskeutrustning vid elfiske med olika utgående spänning. Den effektiva fångstradien kan uppskattas genom att mäta spänningsgradienten på olika avstånd från anodringen med hjälp av multimeter och en speciell mätsond (se avsnitt 4.2). Det är särskilt viktigt att mäta upp spänningsgradienten efter inköp av ny elfiskeutrustning.

Den effektiva fångstzonens totala storlek (area), samt även attraktionszonens och bedövningszonens relativa storlekar, varierar som tidigare har nämnts med strömtyper och vattnets konduktivitet. Den varierar också med utgående spänning, pulsfrekvens och anodringens storlek. När det gäller strömtyper ger pulserad likström en större effektiv fångstzon än rak likström, men också en större bedövningszon. Det senare innebär att fisken blir bedövad på längre avstånd från anodringen, vilket gör fisken mera svårfångad för ovana elfiskare. Fisken blir svår att 'locka fram' eftersom den ofta bedövas för tidigt och kräver en annan fiske-teknik jämfört med rak likström. För pulserad likström kan relationen mellan attraktionszonen och bedövningszonen regleras genom att variera pulsfrekvensen. En ökad pulsfrekvens ger generellt en större bedövningszon. Använder man ett elfiskeaggregat där pulsfrekvensen kan varieras kan man därför i viss mån reglera bedövningszonens storlek (Figur 5.2).

Vid användning av rak likström är det svårare att reglera de båda zonernas storlek jämfört

med pulserad likström. Den effektiva fångstradien kan dock ökas genom att öka den utgående kraften/effekten till elektroderna. Vanligen görs detta genom att öka den utgående spänningen. En höjning av spänningen ökar storleken på den effektiva fångstzonen, men tyvärr också storleken på bedövningszonen. I vatten med en låg konduktivitet där det krävs en hög utgående spänning är därför bedövningszonen relativt stor. Vattnets konduktivitet påverkar både fångstzonens storlek och fångst-effektiviteten eftersom konduktiviteten avgör vilken utgående spänning som skall användas (behandlas närmare i avsnitt 5.4). En stor bedövningszon relativt attraktionszonen är i de flesta fall dåligt och innebär en lägre fångst-effektivitet. Den ideala situationen för effektivt elfiske är istället en stor attraktionszon och en liten bedövningszon. Attraktionszonen bör dock inte överstiga 2 m för att få ett effektivt fiske.



Figur 5.2. Avståndet från anodringen som en 120 mm mört bedövas på beroende på om rak likström eller pulserad likström med olika frekvens används (Data från Hickley 1991).

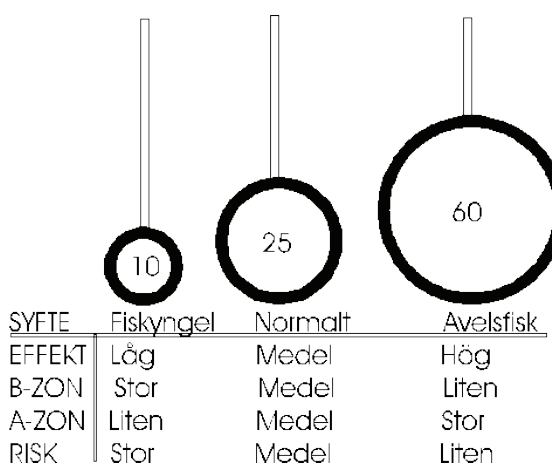
Rak likström ger en stor attraktionszon i relation till bedövningszonen medan pulserad likström ger en stor bedövningszon relativt attraktionszonen.

När pulserad likström används påverkas fisken kraftigare av strömmen, vilket innebär en större risk för skador. Det innebär att det generellt är bättre att använda rak likström än pulserad likström vid elfiske. Även om den allmänna rekommendationen är att använda rak likström vid elfiske finns det situationer där det är en fördel att använda pulserad likström. Särskilt i vatten med hög konduktivitet (>40 mS/m) är pulserad likström att föredra eftersom det ofta ökar fångsteffektiviteten samtidigt som det minskar effektkraven på generatören. Vid båtelfiske kan det också vara bättre att använda pulserad likström eftersom det elektriska fältets effektiva fångstzon blir större jämfört med rak likström. Även vid elfiske med batteriaggregat är pulserad likström ofta att föredra eftersom det sparar på batteriet.

Anodringens diameter påverkar storleken på den effektiva fångstzonen. För vatten med medelhög konduktivitet är fångstzonen i regel mellan 5 till 10 ringradier, vilket för en anodring med 30 cm diameter innebär en fångstzon med en radie på 0,75 till 1,5 m. Små anodringar (<25 cm diameter) skapar mera fokuserade och intensiva elektriska fält som kräver lägre effekt. På grund av den höga fältstyrkan nära anodringen kan dock fältet vara skadligt för större fiskar och därför använder man dessa anodringar bara för fångst av fiskyngel (Figur 5.3). En stor anodring ger ett större elektriskt fält med lägre maximal spänningsgradient, men kräver en högre utgående effekt vid en given spänning, särskilt i vatten med hög konduktivitet. Genom att det elektriska fältet får en lägre styrka (spänningsgradient) ökar också attraktionszonen i storlek relativt bedövningszonen.

Stora elektrodringar ger två fördelar: en större effektiv fångstzon och en lägre maximal spänningsgradient och strömtäthet. En stor diameter ökar radien på attraktionszonen samtidigt som radien på bedövningszonen minskar, medan motsatsen gäller för en mindre anodring. En stor diameter innebär en mindre risk för skador på fisken, men kräver mera energi/effekt (aggregatet kan överbelastas). En stor anodring kräver därför ofta en större generator med högre effekt. En stor diameter på ringen medför också att det kan uppstå problem med att använda anodelektroden i grunda och ste-

niga små vattendrag där utrymmet för att manövrera ringen är litet.



Figur 5.3. Lämplig diameter (cm) på anodringen utgående från storlek på fisken. B-zon är bedövningszon och A-zon är attraktionszon.

Anodringens storlek bör anpassas till både inriktningen på elfisket och vattnets konduktivitet. Vid elfisken efter fiskyngel skall man använda en liten anodring som är 10–15 cm i diameter (Copp 1989, Persat & Copp 1990, Scholten 2003) medan man vid avelsfiske bör använda anodringar som är 40–60 cm (Beaumont m.fl. 2002, Beaumont 2011) (Figur 5.3). I vatten med hög konduktivitet kan det finnas behov av att använda en mindre anodring för att minska effektkraven på generatören medan det i vatten med låg konduktivitet (<5 mS/m) inte finns samma begränsning utan det kan istället vara en fördel att använda en ring med större diameter. Genom att växla mellan rak och pulserad likström och ändra storleken på anodringen kan relationen mellan attraktionszon och bedövningszon förändras så att fångsteffektiviteten blir optimal. I vissa fall är det en fördel att ha en stor attraktionszon relativt bedövningszon, medan det i andra fall kan vara tvärtom.

Observera dock att för standardiserat elfiske i Sverige bör man ha en ringdiameter som är 25-30 cm.

5.3 Energiöverföringen till fisken i ett elektriskt fält

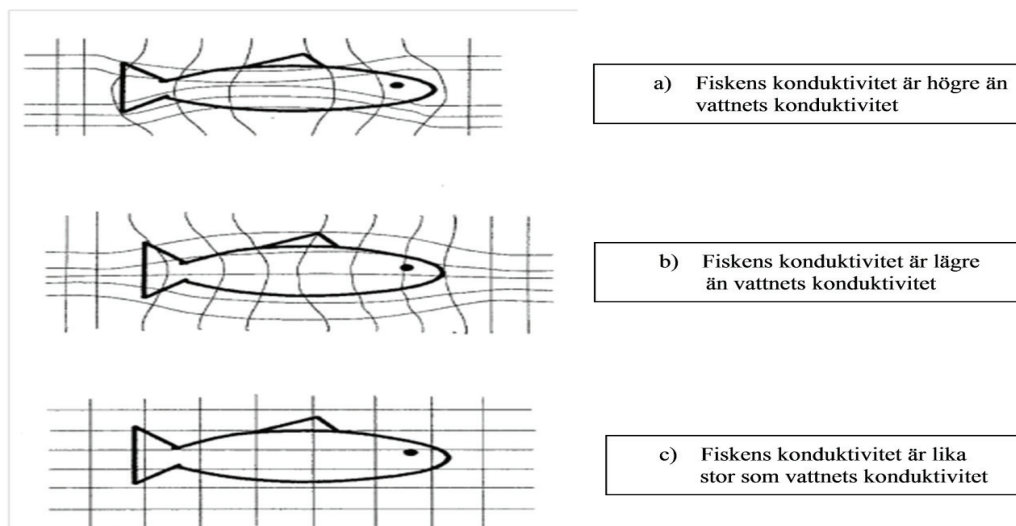
Enligt Kolz (1989) och Kolz & Reynolds (1989) är det elektriska fältets styrka och överföringen av ström från det elektriska fältet i vattnet till fisken som är avgörande för fiskens reaktion och elfiskets fångsteffektivitet. För att få en reaktion hos fisken (t.ex. bedöva fisken) måste en viss mängd av strömmen i det elektriska fältet överföras till fisken.

Det råder dock olika uppfattningar om vilken parameter, spänningsgradienten, strömtätheten eller effekttätheten, som är viktigast för det elektriska fältets påverkan på fisken. Synsättet varierar med inom vilket konduktivitetsområde som elfiskerna genomförs. Personer som elfiskar i vatten med låg konduktivitet ($< 10 \text{ mS/m}$) använder den utgående spänningen eller spänningsgradienten som ett mått på det elektriska fältets styrka medan personer som fiskar i vatten med högre konduktivitet använder den utgående strömstyrkan eller strömtätheten som ett mått på fältets styrka (Reynolds 1996). Denna skillnad i synsätt beror på att i vatten med låg konduktivitet används spänningen för att reglera det elektriska fältets styrka medan i vatten med hög konduktivitet avgörs fiskets effektivitet mera av den utgående strömstyrkan och strömtätheten i vattnet. Vid en ökad konduktivitet och en ökad strömtäthet ökar också effekttätheten i vattnet. I vatten med hög konduktivitet anses fiskens reaktion därför vara mera kopplad till strömtätheten i vattnet (Novotny och Priegel 1974, Reynolds 1996). Eftersom spänningsgradienten och strömtätheten var för sig bara representerar halva förklaringen till elfiskets fångsteffektivitet hävdar Kolz (1989) att effekttätheten i vattnet (W/cm^3), dvs. produkten av spänningsgradienten och strömtätheten, är den parameter som bäst förklarar fiskens reaktion i det elektriska fältet. Enligt Kolz (1989) måste man förutom effekttätheten även ta hänsyn till hur stor andel av den utgående effekten (energin) i vattnet som överförs till fisken. Genom att koppla fiskens reaktion till effekttätheten i vattnet och mängden energi som förs över till fisken får man också en förklaring till de variationer i elfiskets fångsteffektivitet som beror av vattnets konduktivitet

(Kolz 1989, Kolz & Reynolds 1989, Reynolds 1996).

För att energiöverföringen till fisken skall vara effektiv krävs en viss effekttäthet i vattnet (W/cm^3) i förhållande till vattnets konduktivitet. Dessutom är fångsteffektiviteten beroende av skillnaden mellan vattnets konduktivitet och fiskens konduktivitet. Enligt den av Kolz (1989) och Kolz & Reynolds (1989) föreslagna modellen för energiöverföring är överföringen mest effektiv när det inte föreligger någon skillnad i konduktivitet mellan vattnet och fisken. Analogt med effektförlusterna i en strömkrets med motstånd med en viss resistans leder skillnader i konduktivitet mellan vattnet och fisken till effektförluster.

Med utgångspunkt från vattnets konduktivitet och fiskens konduktivitet finns det tre principiellt olika situationer för den elektriska strömmens påverkan på fisken (Figur 5.4). I det första fallet (a), som är den vanligaste situationen, är fiskens konduktivitet högre än vattnets konduktivitet. När vattnet har en lägre konduktivitet än fisken går den elektriska strömmen genom fisken, vilket gör att spänningsgradienten är en bättre indikator på den elektriska effekten på fisken än strömtätheten. I det andra fallet (b) är fiskens konduktivitet lägre än vattnets konduktivitet, vilket gör att den elektriska strömmen främst går genom vattnet runt fisken. I detta fall är strömtätheten en bättre indikator på den elektriska effekten på fisken än spänningsgradienten. I det tredje fallet (c) där vattnets konduktivitet är lika stor som fiskens konduktivitet sker ingen störning av det elektriska fältet. Detta medför att spänningsgradienten och strömtätheten båda är lika goda indikatorer på den elektriska effekten och att det elektriska fältets energi förs över till fisken utan hinder (maximum power transfer). All effekt går genom fisken. Effekttätheten är högst när både strömstyrkan och spänningen är maximal. Vid skillnader i konduktivitet mellan vattnet och fisken krävs det mera energi än vad som överförs till fisken. Den del av energin som inte överförs till fisken kallas reflekterad energi. Observera att om man ökar spänningen 2 gånger så ökar effekttätheten 4 gånger.



Figur 5.4. Schematisk bild över fältlinjerna omkring fisk i vatten med olika konduktivitet.

5.4 Fångsteffektivitet

Elfiskets fångsteffektivitet kan definieras som andelen fångad fisk i relation till det totala antalet förekommande fiskar på den undersökta sträckan. Fångsteffektiviteten kan inte skattas vid bara en avfiskning av sträckan, men kan beräknas matematiskt om elfisket omfattar minst 2 avfiskningar (utfiskningsomgångar). Fångsteffektiviteten kan i dessa fall redovisas som p-värden (se avsnitt 11.3).

Elfiskets fångsteffektivitet beror av ett flertal faktorer som också är relaterade till varandra. Uppträddandet av kombinerade effekter gör att det är svårt att separera och kvantifiera de enskilda faktorernas betydelse för fångsteffektiviteten. Fångsteffektiviteten är beroende av faktorer som strömtyp, vattnets konduktivitet och temperatur, utgående spänning och strömstyrka, pulsfrekvens, anodelektrodens storlek, fiskart och fiskens storlek. Vattenhastighet, vattenfärg och grumlighet har också stor betydelse eftersom dessa faktorer påverkar möjligheterna att upptäcka fisken. Ofta delar man upp faktorerna som påverkar elfiskets fångsteffektivitet i tre huvudtyper; miljöfaktorer, tekniska faktorer och biologiska faktorer (Zalewski & Cowx 1990). Nedan redovisas några faktorer för varje huvudtyp och deras påverkan på elfiskets fångsteffektivitet. En diskussion om de enskilda faktorernas betydelse finner ni också hos Bohlin m.fl. (1989) och Reynolds (1996).

Miljöfaktorer

Vattnets konduktivitet är den enskilt viktigaste miljöfaktorn för elfiskets fångsteffektivitet och utgör, tillsammans med fiskkroppens konduktivitet, de faktorer som har störst betydelse för fångsteffektiviteten. Vattnets konduktivitet påverkar framför allt det elektriska fältets storlek, strömtäthet och den effekt som krävs för effektivt elfiske. I vatten som har en konduktivitet lägre än 50 mS/m är i allmänhet elfiskets fångsteffektivitet positivt korrelerad till vattnets konduktivitet om spänningen hålls konstant (Alabaster & Hartley 1962), men för vatten med en konduktivitet över 50 mS/m är sambandet negativt. Fångsteffektivitetens beroende av konduktiviteten kan därför beskrivas med en normalfördelningskurva med de lägsta effektivitetsvärdena vid extremt låg (<1 mS/m) eller mycket hög (1 000 mS/m) konduktivitet (Zalewski & Cowx 1990).

Elfiskets fångsteffektivitet är normalt som högst i intervallet 10 till 100 mS/m, vilket beror på att det elektriska fältets påverkan på fisken (energiöverföringen) är störst när vattnets konduktivitet är lika stor som fiskkroppens konduktivitet. Vid lägre och högre konduktivitet påverkas fisken mindre av strömmen (energiöverföringen är lägre), vilket gör det svårare att fånga fisken. För att fisken skall påverkas lika mycket av strömmen vid olika konduktivitetsvärden behöver man öka spän-

ningen när vattnets konduktivitet är låg och öka strömstyrkan när vattnets konduktivitet är hög. Redan vid en konduktivitet omkring 15 mS/m är det viktigare att öka strömstyrkan istället för spänningen för att nå en hög fångsteffektivitet (Kolz 1993, Reynolds 1996). Vid ännu högre konduktivitet krävs det också generatorer med en högre effekt eller att man använder pulserad likström istället för rak likström (Anon. 2007).

I vatten med låg konduktivitet kan fångsteffektiviteten och den effektiva fångstzonen ökas genom att öka den i vattnet utgående spänningen eller genom att öka storleken på anodringen. För elfiske i jonsvaga fjällvatten med en konduktivitet mindre än 1 mS/m behöver den utgående spänningen i regel höjas till minst 1 000 Volt, ibland upp till 1 600 Volt. Genom att strömstyrkan är låg (<0,5 Ampere) krävs dock inte så hög effekt för att uppnå denna spänning. Ofta är det tillräckligt med ett elverk på 1 000 W om den utgående spänningen är max 1 200 Volt. Vid en högre utgående spänning kan det dock krävas en högre effekt, dock max 1 500 W.

Lågkonduktiva vatten kräver:

- En hög spänning
- En stor yta på katoden (jordnätet/jordflätan)

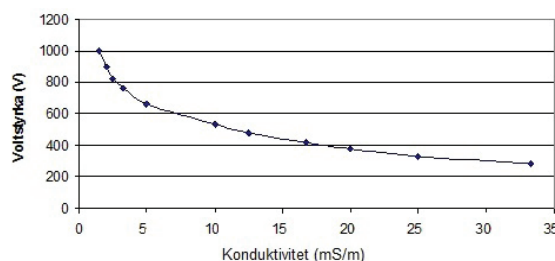
I vatten med hög konduktivitet (>15 mS/m) behöver i regel den utgående spänningen bara vara 100–300 V, men strömstyrkan behöver höjas för att nå tillräckligt hög fångsteffektivitet. För att kunna öka strömstyrkan tillräckligt krävs dock elverk (generator) med en hög effekt (>2 000 W). Kravet på en hög effekt kan dock minskas genom att använda pulserande likström. Vid båtelfiske krävs det dock, trots användning av pulserande likström, en mycket hög effekt och en hög strömstyrka för att erhålla en tillräckligt stor effektiv fångstzon framför båten. Vid båtelfiske är det exempelvis vanligt att man använder generatorer med en effekt på 7,5–9,0 kW och som i vatten med hög konduktivitet ger en utgående strömstyrka på ca 30 Ampere och ibland ännu högre. Med denna generatoreffekt är det till och med

möjligt att genomföra elfiske i brackvatten. Ofta används också s.k. step-down-transformatorer som medger användning av en hög strömstyrka vid låg spänning.

Högkonduktiva vatten kräver:

- Låg spänning men hög strömstyrka
- Elverk (generator) med hög effekt
- Pulserad likström

Oavsett vilken konduktivitet vattnet har är det alltid viktigt att ställa in rätt utgående spänning i förhållande till vattnets konduktivitet om en hög fångsteffektivitet skall uppnås. Rätt inställning av utgående spänning är också viktig för att minska risken för skador på fisken (mer om detta i nästa avsnitt). I Figur 5.5 redovisas den spänning (voltstyrka) vid olika konduktivitet som erfarenhetsmässigt har resulterat i en god fångsteffektivitet utan att orsaka skador på fisken. Med god fångsteffektivitet avses här att mer än 50 % av de stora fiskarna (>10 cm) fångades i första fisket (Cuinat 1967).



Figur 5.5. Lämplig utgående spänning (Voltstyrka) vid elfiske i vatten med olika konduktivitet (data från Cuinat 1967).

Vilken spänning som skall ställas in på elfiskeaggregatet beror förutom på konduktiviteten även på bottenförhållanden, vattenflödet och vattentemperaturen. Vid höga metallhalter i botten är det ofta nödvändigt att sänka spänningen något för att minska belastningen på aggregatet. Vid mycket låga vattenflöden och höga vattentemperaturer kan det också vara nödvändigt att sänka spänningen, men nu för att minska risken för skador på fisken. För att

Tabell 5.1. Fångstzon och fångsteffektivitet för stor öring (>15 cm) vid olika konduktivitet och spänning (data från Elfiskeregistret, SERS).

Konduktivitet (mS/m)	Utgående spänning (Volt)	Effektiv radie (m)	Fångsteffektivitet = p-värde (fisk >10 cm)
1–2,5	800–1 200	2,0	0,4
2,5–5	600–800	1,5	0,6
5–10	500–600	1,1	0,7
10–20	300–500	0,7	0,8
> 20	100–300	0,4	0,9

ställa in rätt spänning bör man därför, förutom att mäta konduktiviteten, även ta hänsyn till belastningen på elverket och fiskens reaktion på strömmen. Elverket skall arbeta med tydligt motstånd utan att överbelastas och fisken skall simma lugnt och fint mot anodringen utan att bli bedövd förrän helt nära ringen. I tabell 5.1 redovisas hur fångstzonen och fångsteffektiviteten förändras vid en ökande konduktivitet. Lägg märke till att även om fångstradien minskar när spänningen minskar så ökar fångsteffektiviteten.

Även vattnets temperatur påverkar fångsteffektiviteten, men här är det något oklart hur fångsteffektiviteten påverkas. Orsaken är att man har svårt att skilja på direkta fysiologiska effekter av vattentemperaturen och effekter orsakade av ett ändrat beteende som är beroende på vattentemperaturen. Till exempel rapporteras både om en ökad och en sänkt fångsteffektivitet hos lax vid låg vattentemperatur.

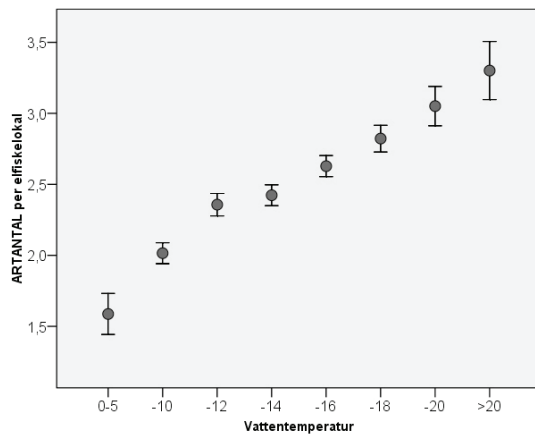
Vid låga temperaturer bedövas fisken lättare av den elektriska strömmen (Beaumont m.fl. 2002). Detta gör att elfiske egentligen skulle vara effektivare vid lägre temperaturer, men detta motverkas av att fisken vid lägre temperatur blir trögare och reagerar långsammare. Att fisken reagerar långsammare och bedövas lättare av den elektriska strömmen vid låga vattentemperaturer kan göra fisken både mera svårångad och mera lättångad beroende på hur lokalen ser ut och hur högt vattenflödet är. Kombinationen låg vattentemperatur, stort vattendrag och högt vattenflöde är dock alltid ogynnsam. Fisken kan i dessa fall transporteras nedströms med strömmen innan den har kommit fram till anodringen. Vid låga flöden i mindre vattendrag kan dock i vissa fall både öring och bäckröding bli mera lättångade vid låga vattentemperaturer. När vattentemperaturen

sjunker under 5° C lämnar många fiskarter de grunda hårbottenarna och vandrar till en hölja eller en sjö, där det oftast är varmare. Även ungar av lax och öring kan ha ändrat beteende och stå i vila i håligheter i bottensubstratet vid låga temperaturer. Beteendeförändringarna gör fisken mera svårångad.

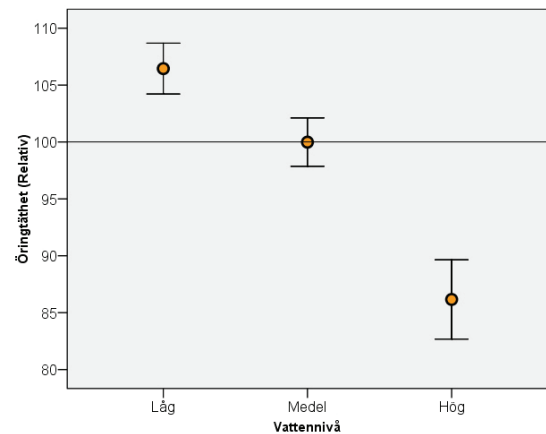
Vanligtvis är elfiske effektivast vid högre vattentemperaturer. Detta gäller särskilt vid elfiske med batteriaggregat (Näslund 1996). De fungerar ofta sämre vid låga vattentemperaturer på grund av att fisken reagerar trögare och har en mindre uttalad elektrotaxi på den pulsade likströmmen. Även vid höga temperaturer kan dock fångsteffektiviteten i en del fall vara låg. Fisken kan bli mera svårångad genom att den är mera rörlig och har en högre metabolism (Hayes & Baird 1994, Beaumont m.fl. 2002). Under sensommaren nås ofta de högsta vattentemperaturerna samtidigt som vattenföringen är låg. Dessa varma vatten med lågt vattenflöde lockar en del sjöfiskarter att tillfälligt vandra ut i vattendragen och gör att elfiskefångsten omfattar fler arter (Figur 5.6).

En ökad fångsteffektivitet innebär också en ökad risk för skador. Vid låga temperaturer är ofta fångsteffektiviteten lägre och därmed är också risken för skador lägre. Vid höga temperaturer och en hög fångsteffektivitet ökar risken för skador.

Den allmänna rekommendationen är att man bör undvika att elfiska vid vattentemperaturer över 20 °C och vid vattentemperaturer under 5 °C. För laxfiskar nås i regel den högsta fångsteffektiviteten i intervallet 10–15 °C och för



Figur 5.6. Antalet fångade fiskarter vid elfiske i lågt belägna (<100 m.ö.h.), små (<100 km²) vattendrag i södra Sverige (län 1–19) avsatt mot vattentemperaturen (°C) vid fisket. Antalet elfisketillfällen 7 014 (data SERS).



Figur 5.7. Normerad öringtätthet (100 = normal) per lokal avsatt mot vattennivån vid elfisketillfället (kustvattendrag med lång uppföljning) (från Degerman m.fl. 2010).

karpfiskar i intervallet 10–20 °C (Zalewski & Cowx 1990, Beaumont m.fl. 2002).

Generellt ska man också undvika att elfiska vid höga vattennivåer och högt vattenflöde, dels för att fisken i regel är mera svårångad och dels för att fisken kan ha tvingats lämna sina normala ståndplatser. Vid höga vattennivåer har fisken lättare att fly undan samtidigt som den är svårare att se på grund av grumligt vatten och hög vattenhastighet. För att jämföra effekten av olika vattennivåer valdes lokaler med havsöring som följts minst sex år runt hela Sveriges kust ut. Öringtättheterna normerades (öringtättheten enskilda år uttrycktes i procent av medelvärdet för lokalen) och där efter jämfördes den normerade tätheten vid olika vattennivå (Figur 5.7). Det skilde signifikant i normerad öringtätthet mellan nivåerna. Det visar att det är viktigt att fiska vid ungefär samma vattennivå varje år.

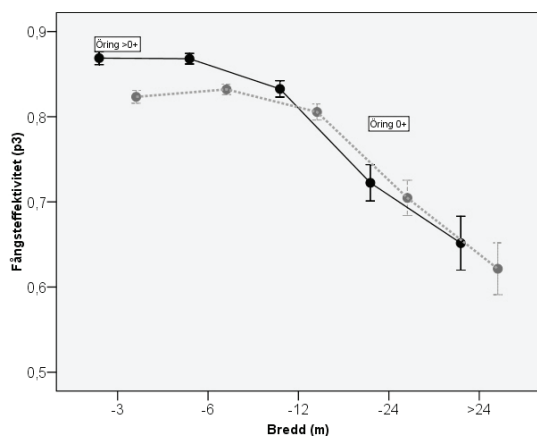
I större vattendrag spelar både vattenföringen och vattendjupet en avgörande roll för fångsteffektiviteten, ju högre vattenflöde och större djup desto lägre fångsteffektivitet (Saxgård & Heggberget 1990). Främst är detta en direkt effekt av att fisket blir svårare att utföra och fisken lättare kan fly undan. Den lägre fångsteffektiviteten kan också bero på att fisken flyttar sig inom vattendraget vid ändrad vattenföring (Jensen & Johnsen 1988). Speciellt vid snabba ändringar av vattenföringen

kan det ske stora omflyttningar bland fiskarna.

På vissa elfiskelokaler kan fångsteffektiviteten vara sämre trots en korrekt inställning av spänningen i förhållande till vattnets konduktivitet. Det kan bero på att bottensubstratet leder bort strömmen och försvagar det elektriska fältets intensitet i vattnet. Mjukbottnar med finsediment (lermineral) har ofta en högre konduktivitet än sten- och grusbottnar (Zalewski & Cowx 1990). Den högre konduktiviteten i bottenmaterialet medför att ström-tätheten i det elektriska fältet avtar snabbare, vilket ger en mindre attraktionszon och en lägre fångsteffektivitet (Scholten 2003). Enligt Scholten (2003) kan attraktionszonens yta minska med 20–30% när bottenmaterialet består av finsediment jämfört med stenbotten. I en del fall kan också kraftiga metallutfällningar på bottenarna åstadkomma liknande effekter. Den högre konduktiviteten i bottenmaterialet medför också att risken för att överbelasta elfiskeaggregatet ökar. För att undvika överbelastning av aggregatet måste den utgående spänningen minskas, ibland så mycket som en halvering av den spänning som normalt skulle ha använts. Ett annat sätt att minska problemen med en hög konduktivitet i botten-sedimentet är att använda en flytande katodelektrod (Beaumont m.fl. 2002).

Självfallet blir fisket svårare i vattendrag med stor vattendragsbredd, i och med att

fisken kan röra sig ut på djupare vatten. För revirhävande ungar av laxfisk sjunker inte fångsteffektiviteten speciellt mycket i vattendrag upp till 12 m bredd (Figur 5.8). När vattendragsbredden överstiger 12 m sjunker dock fångsteffektiviteten snabbt. I Storbritannien använder man därför ofta två eller tre anoder vid vadringselfiske i större vattendrag (Cowx & Fraser 2003), vilket ökar effektiviteten. Det kräver dock mera fältpersonal eftersom varje anod måste hanteras av en person. Fler anoder kräver också en generator med högre effekt (Kennedy & Strange 1981, Beaumont m.fl. 2002). Under fisket vadar man uppströms med 2–3 personer i bredd och har dessutom minst två extra personer som håvar fisken. Om antalet anoder fördubblas behövs en dubbelt så hög effekt hos generatoren (Cuinat 1967). Om flera anoder används behöver dessutom katodens yta öka i motsvarande omfattning (Beaumont m.fl. 2002). Det är värt att notera att, frånsett vi i de nordiska länderna, elfiskar ingen i Europa vattendrag bredare än 15 m med bara en anodelektrod.



Figur 5.8. Fångsteffektivitet för öring avsatt mot vattendragsbredd efter tre utfisken (p_3) i medeltal för inrapporterade elfisken till SERS. Fångsteffektiviteten visar hur stor andel av den totala populationen som skattas ha fångats efter tre utfisken.

För att kunna genomföra ett effektivt elfiske måste det vara möjligt att se fisken. En hög vattenfärg eller en kraftig grumlighet minskar fångsteffektiviteten beroende på att fisken blir svårare att upptäcka. I klart vatten är det relativt lätt att fånga både revirhävande fiskarter

som öring och lax och bottenlevande fiskarter (t.ex. stensimpa och bergsimpa). Redan vid en måttlig vattenfärg och grumlighet minskar möjligheten att effektivt fånga bottenlevande arter eftersom de blir svåra att se innan de blir bedövade och faller till botten. Öring och lax är något lättare att se och fångas då de i regel simmar ända fram till anodringen (förutsatt att rak likström används). För att överhuvudtaget kunna elfiska vid hög vattenfärg eller grumligt vatten måste man kunna se anodringen. Vid kvantitativt elfiske som även omfattar bottenlevande arter skall man även kunna se botten.

En allmän tumregel för kvantitativa elfisken är att man skall kunna se vattendragets bottensubstrat.

Även tät vegetation kan kraftigt reducera elfiskets effektivitet beroende på att fisken då har lättare att gömma sig när den blir påverkad av strömmen. Dewey (1992) erhöll en fångsteffektivitet på 80 % i vattendrag med klart vatten och vegetationsfria botten men den var bara 5 % när vattnet var grumligt och det förekom högre vegetation på botten.

Tekniska faktorer

Det som avgör elfiskets effektivitet är främst vilken utgående spänning och strömstyrka som används. Andra tekniska faktorer som har betydelse för fångsteffektiviteten är strömtyp, pulsfrekvens, pulskvot, pulslängd och anodringens storlek. Även katodens utseende och storlek har betydelse (se tidigare avsnitt om elektrodresistanser). Eftersom olika tillverkare har olika tekniska lösningar innebär detta också att olika elfiskeaggregat har olika fångsteffektivitet.

Strömtypen och anodringens storlek är de faktorer som har störst betydelse. En stor anodring ökar den effektiva fångstzonen genom att öka attraktionszonens storlek, medan pulserad likström ger en större effektiv fångstzon jämfört med rak likström. Pulserad likström fungerar bäst i vatten med relativt hög konduktivitet (>25 mS/m) där den i vissa fall

t.o.m. kan ha en högre fångsteffektivitet än rak likström. Pulserad likström är också den enda strömtyp som är lämplig att använda när vattnets konduktivitet är högre än 40 mS/m.

Även den pulserande likströmmens pulsfrekvens påverkar fångsteffektiviteten. I allmänhet ökar bedövningszonen på bekostnad av attraktionszonen med en ökande pulsfrekvens. I vissa fall ökar det fångsteffektiviteten medan den minskar effektiviteten i andra fall. Frågan kompliceras också av att förhållandet mellan attraktionszon och bedövningszon även är beroende av den pulserade strömmens pulskvot och pulslängd (Bird & Cowx 1993). Fångsteffektiviteten för pulserande likström beror därför i hög grad på hur pulsfrekvens, pulslängd och pulskvot kombineras för den utgående strömmen. Enligt Bird & Cowx (1993) ökar tröskelvärdet för attraktion med en ökande pulsfrekvens vid låga pulskvoter (10 %), vilket innebär en minskad attraktionszon när pulsfrekvensen ökar. För högre pulskvoter var dock sambandet inte lika tydligt.

Generellt gäller att låga pulsfrekvenser ger en relativt bra attraktion mot anoden och en svag bedövningseffekt på fisken, medan höga pulsfrekvenser ger en sämre attraktion och en kraftigare bedövningseffekt. Bedövningseffekten är kraftigast vid pulsfrekvenser mellan 50–150 Hz och en pulskvot på 50 % (Bird & Cowx 1993) Det innebär tyvärr också att risken för skador på fisken är störst i detta frekvensintervall. För att uppnå en hög fångsteffektivitet utan att skadefrekvensen blir för hög rekommenderas därför för pulserad likström en pulsfrekvens mellan 10–50 Hz och en pulskvot på 10–50%. Vid riktat elfiske efter enskilda arter kan det dock ibland finnas behov av att variera pulsfrekvensen då fångsteffektiviteten är olika för olika arter beroende

Tabell 5.2. Rekommenderade pulsfrekvenser för att nå optimal attraktion och bedövning hos olika fiskarter enligt EIFAC:s Electric Fishing Best Practice (EIFACa) baserat på data från Beaumont m.fl. (2002).

Fiskarter	Pulsfrekvens (Hz)
Laxfiskar	40 - 60
Karpfiskar och Gädda	30 - 50
Abborrfiskar och Äl	10 - 40

på hur hög pulsfrekvensen är. I tabell 5.2 redovisas EIFAC:s rekommenderade pulsfrekvenser för olika fiskgrupper.

Pulskvoten skall i allmänhet hållas så låg som möjligt för att minska risken för skador, men i vatten med högre konduktivitet kan det vara nödvändigt att öka pulskvoten för att öka fångsteffektiviteten. Enligt EIFAC bör dock pulskvoten aldrig vara större än 50 % (tabell 5.3).

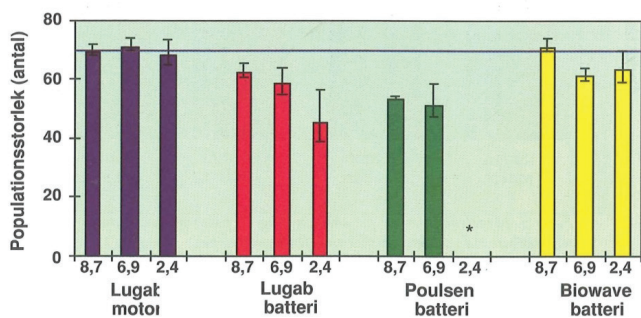
Tabell 5.3 EIFAC:s rekommendationer för pulskvoten i vatten med olika konduktivitet enligt EIFAC:s Electric Fishing Best Practice (EIFACa).

Konduktivitet (mS/m)	Pulskvot (%)
<15	10
15–50	10–20
50–80	10–30
80–100	10–40
>100	10–50

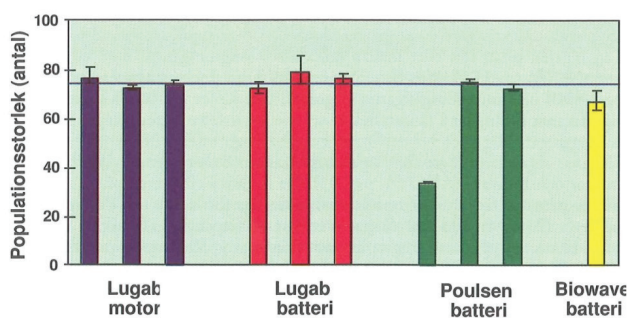
På grund av olikheter i konstruktion och utgående strömtyp är fångsteffektiviteten olika för olika aggregat, särskilt gäller detta batteriaggregat. I ett försök jämförde Näslund (1996) fyra olika aggregat; Lug ABs motordrivna (L 1000), Lug ABs batteriaggregat, Poulsens norska batteriaggregat samt Biowave's batteriaggregat. De svensktillverkade batteriaggregaten Lug AB och Biowave finns inte längre att köpa på marknaden. Paulsens aggregat heter numera Geomega FA4 och säljs av Terik Technology AS i Norge. Lug ABs motordrivna aggregat (L 1000) levererar svagt ripplad (rippel <5 %) likström, Lug ABs batteridrivna gav en pulserad (kondensatorurladdad) likström, Poulsens aggregat och Biowave producerade en rektangulär pulsvåg. Det sistnämnda aggregatet hade förinställt en frekvens på 400 Hz, medan inställningen på Poulsens aggregat kunde ställas in på 35 eller 70 Hz. Inställningen på Lug ABs batteriaggregat kunde varieras mellan 30–80 Hz.

Försöket utfördes så att 75 öringindivider utsattes i en avstängd strömsträcka vid varje utfiskningsförsök, varefter strömsträckan avfiskades i tur och ordning med de olika aggregaten. Efter ett successivt utfiske med tre

utfiskningsomgångar för varje aggregat beräknades tätheten av öringpopulationen i varje försök. Resultaten (Figur 5.9 och 5.10) visade att Poulsens aggregat och även Lug ABs batteriaggregat fungerade dåligt i kallt vatten (<10 °C). Även Biowave underskattade totalpopulationen av fisk på sträckan. Däremot prickade det elverksdrivna Lug AB aggregatet rätt och gav en bra populationsuppskattning. Vid högre vattentemperatur fungerade alla aggregaten bättre och gav en korrekt populationsuppskattning. Skattningarna av populationstätheten gjordes med Zippin-metoden (Zippin 1956)



Figur 5.9. Skattad populationsstorlek för 0+ öring av Gullspångsstam (medellängd 97 mm) med 95 % konfidensintervall vid fiske med olika typer av elfiskeaggregat vid tre olika temperaturer 8,7 och 6,9 samt 2,4 °C. Aggregaten var Lug AB motor (L 1000) och batteri (Lug-puls, 50 Hz), Poulsen batteri (Pou-puls, 70 Hz) samt Biowave batteri (Biow-puls, 400 Hz) Helderagen linje anger faktiskt antal öringindivider (från Näslund 1996).



Figur 5.10. Skattad populationsstorlek för ettårig Gullspångsöring (medellängd 153 mm) med 95 % konfidensintervall vid fiske med olika typer av elfiskeaggregat och en temperatur av 10,6 - 12,2 °C. Helderagen linje anger faktiskt antal öringindivider (från Näslund 1996).

Biologiska faktorer

Olika fiskarter har olika fångstbarhet vid elfiske. Det beror på skillnader mellan fiskarternas beteende, fysiologi, habitatval, individens kondition och storlek. Större fiskar är mera känsliga för strömpåverkan än små fiskar eftersom spänningsfallet över kroppen är större för en stor fisk. Överföringen av den elektriska energin i vattnet till fisken är också en funktion av kroppsytan. Fångsteffektiviteten ökar därför exponentiellt med fiskens storlek (Bohlin m.fl. 1989).

Fiskens förmåga att leda elektricitet (kroppskonduktivitet) varierar kraftigt mellan olika arter, vilket också påverkar deras fångstbarhet vid elfiske. Fiskens kroppskonduktivitet varierar även med temperaturen och kan för vanlig karp flerdubblas när temperaturen stiger (Whitney & Pierce 1957). Kroppskonduktiviteten varierar från 122 till 233 mS/m för öring och från 33 till 87 mS/m för karpfiskar som mört, braxen, sutare, id och vanlig karp (Halsband 1967, Sternin m.fl. 1972). Laxfiskar har således en relativt hög konduktivitet och detta är också en av förklaringarna till att dessa är relativt lätta att fånga med elfiske. Fiskarter med tjocka fjäll, t.ex. vanlig karp, påverkas mindre av strömmen än fiskarter med små tunna fjäll (öring och lax) och är därför svårare att fånga.

I praktiken har dock skillnader i allmänt beteende och levnadsmiljö (habitat) ofta en större betydelse för fångsteffektiviteten. Arter som är revirhävande, som öring och lax, är lätta att fånga med elfiske på grund av att de inte skräms undan några längre sträckor av den elektriska strömmen utan stannar kvar inom sitt revir. Mera fritt simmande arter som exempelvis äldre harr, är betydligt svårare att fånga för att de vuxna individerna står högt (nära ytan) och centralt i vattnet och simmar undan när de känner en första svag påverkan av det elektriska fältet (Ernst & Nielsen 1981). De söker inte en säker tillflyktsort vid botten utan flyr undan mot djupare vatten. Därför kan äldre harr vara svårfiskad i större vattendrag (Thorfvé 1997). Harr är dock känslig för elström och årsungar av harr som står på grunda strandnära områden går bra att fånga med elfiske. Äldre laxungar kan, precis som äldre

harr, vara svåra att fånga med elfiske i större älvar då de står mer centralt i vattenfåran där vattenhastigheten är högre.

Fångsteffektiviteten för stimlevande arter (t.ex. benlöja och elritsa) är ofta låg och varierande beroende på att man bara fångar en liten del av fiskarna innan resten av fiskarna försvinner in i vegetationen eller förs bort av vattenströmmen. Ibland lockas också stimlevande fiskar in på elfiskelokalerna mellan utfiskningsomgångarna genom att bottenmaterial och botten djur rörs upp av elfiskarna under fisket. Även bottenlevande arter som ål, stensimpa, bergsimpa och nejönögon är svårare att fånga och uppvisar en låg fångstbarhet. För nissöga gör habitatvalet (står ofta under stenar eller ligger nedgrävda i sand dagtid) att den är svår att fånga, speciellt om fiskarna hinner bedövas innan de lockats fram. För dessa bottenlevande fiskarter kan det därför krävas något förändrad fisketeknik med kortare och långsammare drag med anodringen.

Generellt är stimbildande fiskar svårare att fiska än revirhävande.

En uppfattning om de olika arternas fångstbarhet kan man få genom att jämföra den beräknade fångsteffektiviteten, vilken beräknas när elfiskeresultaten skall bearbetas för att beräkna mängden fisk per ytenhet. I tabell 11.2 i avsnittet om rapportering till SERS framgår att fångsteffektiviteten för lax- och öringungar ligger omkring 0,5. Detta innebär att 50 % av de individer som finns på elfiskelokalen fångas per elfiskeomgång. För simporna ligger fångsteffektiviteten runt 0,3, med andra ord fångas normalt bara 30 % av simporna på lokalen per elfiskeomgång. Enligt Cross (1972) skall fångsteffektiviteten vara minst 30 % vid kvantitativt fiske eftersom skattningarna annars blir för osäkra.

De artspecifika skillnaderna kan man inte påverka. I regel försöker man inte heller ändra sitt elfiskemönster speciellt mycket. Detta för att få en rättvisande bild mellan olika elfiskelokaler. Självklart kan man ändra elfisketaktik om man är ute efter en specifik art eller stor-

lek, annars rekommenderar vi att man försöker fiska så likartat (standardiserat) som möjligt. En ändrad taktik kan påverka vilka arter som fångas och därmed även fiskindexet VIX (se avsnitt 12.3).

5.5 Skador på fisk vid elfiske

Faktorer som påverkar skadefrekvensen

Även om elfiske är en skonsam provfiskemetod jämfört med de flesta andra provfiskemetoder går det inte att undvika att fisken blir stressad och att en del av fiskarna får skador i form av muskelbristningar eller ryggradsbrott. Ibland kan också fisken dö på grund av för kraftig strömexponering. Skadefrekvensen vid elfiske är främst beroende av vilken strömtyp som används, utgående spänning och strömstyrka, samt hur lång tid fisken är exponerad för strömmen. Fiskar som fångas innan de blir bedövade av strömmen är mindre påverkade än fiskar som fångas först när de är helt bedövade (orörliga). För pulserad likström har även pulsfrekvens, pulstyp, pulslängd och pulskvoten betydelse för skadefrekvensen. Dessutom påverkar vattentemperaturen skadefrekvensen genom att en hög temperatur generellt ger fler skador. Av de olika strömtyperna ger växelström mest skador, därefter kommer pulserande likström medan rak likström ger minst andel skador (Snyder 2003). I Europa är det inte tillåtet att använda växelström vid standardiserat elfiske, men i USA, Kanada och många andra länder utanför Europa används dock fortfarande växelström vid elfiske.

De vanligaste orsakerna till skador på fisken vid elfiske är att man:

- a) fiskar med för högt inställd utgående spänning,
- b) använder för lång strömexponeringstid eller
- c) att fisken kommer för nära anodringen innan den håvas upp.

Problemen med skador på fisken i samband med elfiske har underskattats under en lång tid även om det redan på 1950-talet var känt att

det fanns en risk att skada fisken vid elfiske. Det var först i slutet av 1980-talet som problemet uppmärksammades i någon större omfattning, främst genom den undersökning som Sharber & Carothers (1988) gjorde på regnbågsöring i samband med båtelfiske. Vid båtelfiske i Colorado-floden med pulserande likström (60 Hz och 260 V) kunde de med hjälp av röntgen påvisa ryggradsskador på upp till 56 % av de fångade och undersökta regnbågarna. Ofta försköts kotorna eller så splittrades de. Fångsten utgjordes främst av stor fisk (medellängd 36 cm), vilket bidrog till den höga skadefrekvensen. De publicerade resultaten fick stort genomslag i Nordamerika och under 1990-talet har det därför i USA genomförts ett stort antal studier av skadefrekvensen hos fisk vid elfiske.

Strömpåverkan vid elfiske medför att fisken utsätts för stress och muskelkramper i varierande grad. När strömpåverkan (spänningsfallet över kroppen och exponeringstiden) blir för stor kan fisken få brännskador, blödningar, muskelbristningar och olika typer av ryggradsskador (t.ex. kotförskjutning, splittrade kotor). Om strömpåverkan är långvarig kan fisken dessutom avlida, oftast genom andningsförämning. Många av skadorna läker efter en viss tid men kan försämra fiskens tillväxt. Stressen vid elfiske medför att fisken får överskott av mjölksyra i blod och muskler, samt en reducerad andningseffektivitet (stress syndrom). Återhämtningen till ett normalt tillstånd kan i vissa fall ta flera timmar. Vid mycket kraftig stress kan fisken i sällsynta fall även avlida inom några timmar på grund av andningen (gälfunktionen) upphör att fungera. Dock bör det noteras att mjölksyranivåerna i fiskblodet normalt endast är måttligt påverkade vid elfiske, till skillnad från nivåerna vid andra fångstmetoder (Cowx & Lamarque 1990). Rätt utförd är elfiske således en relativt skonsam fångstmetod.

Brännskador kan uppstå när fisken är mycket nära (<0,2 m) anodringen eller kommer i kontakt med ringen. Brännskadorna syns som vinkelformade mörka band på kroppen (Figur 5.11) och är en missfärgning orsakad av blödningar under huden. Brännmärken är ofta ett tecken på svårare skador i form av blödningar och muskelbristningar (Figur 5.12a) och ibland även ryggradsbrott (Figur 5.12b). Observera att även om fisken inte har några



Figur 5.11. "Brännskador" på lax. Brännmärket är ofta vinkelformat (Från Beaumont m.fl. 2002).



Figur 5.12. a) Blödningar i muskulaturen (övre bilden), b) Ryggradsbrott (nedre bilden).

brännmärken kan den ha fått skador invärtes. Muskelbristningar och ryggradsskador får fisken när muskelkramperna blir för kraftiga vid strömpåverkan. Störst risk för skador föreligger vid användning av pulserande likström och växelström, eftersom pulserna och växlingen av strömmens riktning ökar muskelkramperna.

Det är främst spänningsgradienten och strömtätheten, samt exponeringstiden som avgör skadefrekvensen vid elfiske. Det är emellertid inte spänningsgradienten i sig själv, utan spänningsfallet över fiskens kropp, som har störst betydelse för skaderisken. Hur stort spänningsfallet blir beror av både spänningsgradienten och fiskens orientering i det elektriska fältet. För pulserande likström har även pulsfrekvensen och pulslängden en stor betydelse för skaderisken (Lamarque 1990). Flera studier har redovisat ett tydligt samband mellan andelen skadade fiskar och pulsfrekvensen (Fredenberg 1992, McMichael 1993, Sharber

m.fl. 1994, Snyder 2003). Skadefrekvensen är i allmänhet lägst för ström med en låg pulsfrekvens (<35 Hz) och ökar sedan med ökande pulsfrekvens (Snyder 2003). Störst skadefrekvens ger i allmänhet en pulserande likström med en pulsfrekvens omkring 100 Hz. Sambandet mellan antalet skador och pulsfrekvensen är tydligast i intervallet 50–150 Hz beroende på att bedövningseffekten är störst inom detta intervall (Bird & Cowx 1993).

Andelen skador vid höga pulsfrekvenser är dock dåligt undersökt och det finns bara några få enskilda studier där skaderisken vid pulsfrekvenser över 400 Hz har studerats. Enligt Lamarque (1990) är frekvenser högre än 400 Hz mindre skadliga än pulsfrekvenser i intervallet 35–90 Hz, men det finns också undersökningar som indikerar att frekvenser över 500 Hz är särskilt skadliga (Sharber m.fl. 1994, Carline 2001). Lamarque (1990) hävdar att skaderisken minskar vid höga frekvenser genom att den pulserande likströmmen då har en effekt på fisken som liknar effekten av rak likström. Även data redovisade av Bird & Cowx (1993) tyder på att en högfrekvent pulserande likström är mindre skadlig för fisken. Även skadefrekvensens koppling till pulslängd, pulskvot och pulsform är oklar och dåligt undersökt (Snyder 2003).

Enligt Lamarque (1990) beror antalet skadade fiskar vid elfiske med pulserande likström både på pulsfrekvensen och på pulslängden. Han drog slutsatsen att störst risk för skador förelåg vid pulslängder mellan 2–5 ms och pulsfrekvenser mellan 50–200 Hz. Snyder (2003) hävdar dock att det främst är pulsfrekvensen som påverkar skadefrekvensen och först därefter i betydelse kommer pulslängd och pulskvot. Det finns dock inga heltäckande undersökningar av vilken frekvens, pulslängd och pulskvotkombination som är optimal vid elfiske, dvs. ger en låg skadefrekvens med bibehållen fångsteffektivitet. Lamarque (1990) anser att rektangulära pulser i form av fyrkantsvåg ger minst skador, men enligt Snyder (2003) saknas det studier som entydigt visar detta. De elfiskaggregat som tillverkas idag använder dock nästan enbart pulsformen fyrkantsvåg eftersom det med denna pulsform är lättast att reglera den pulserande strömmens pulsfrekvens och pulslängd.

De flesta äldre elfiskeaggregat är byggda för att producera pulserande likström med pulsfrekvens mellan 35–120 Hz. I USA och Kanada har 60 Hz använts som en standard för pulserande likström, medan man i Storbritannien hittills har använt en pulserande likström med en pulsfrekvens på 50 Hz eller 100 Hz. Under senare år har man dock börjat tillverka aggregat som kan producera en pulserad likström med lägre pulsfrekvens än 30 – 50 Hz. För att minska effektbehoven och risken för skador på fisken har under senare år också speciella pulserande strömtyper med komplexa pulsfrekvenser utvecklats, t.ex. Coffelts CPS-system (1990) och Smith-Root Inc:s POW-system (1993). Elfiskeaggregat med Coffelts CPS (Complex Puls System) levererar en pulserad likström som består av pulståg, dvs. en grupp av tre mycket snabba pulser (fyrkantsvåg) som följs av en längre period utan pulser. Pulslängden för de enskilda pulserna är 2,6 ms och pulsfrekvensen inom varje grupp är 240 Hz, men pulsfrekvensen mellan grupperna är bara 15 Hz. Det innebär en pulskvot på 12 %. CPS-pulser ger i allmänhet en lägre skadefrekvens men ofta också en lägre fångsteffektivitet. För att kompensera för den lägre fångsteffektiviteten behöver man därför höja spänningen ca 30 % över riktvärdet. Smith-Root aggregaten med POW (Programmable Output Waveforms) kan, förutom rak likström, producera ett mycket stort antal pulskombinationer. Aggregaten kan leverera upp till 256 olika pulskombinationer genom att variera frekvens, pulslängd och pulskvot. Vanligtvis används dock bara tre standardtyper som är programmerade från fabrik. Bland dessa finns

De viktigaste faktorerna som påverkar skadefrekvensen är:

- Strömstyrkan (skadefrekvensen ökar med strömstyrkan)
- Spänningen (skadefrekvensen ökar med ökad spänning)
- Exponeringstiden (skadefrekvensen ökar med exponeringstiden)
- Upprepade strömpåslag (jaga inte fisken)
- Närhet till elektroden (undvik närkontakt med fisken)

Coffelts CPS och en speciell ”sweeping PDC” där pulsfrekvensen eller pulslängden reduceras gradvis till en viss nivå. För den senare pulstypen minskar pulskvoten (duty cycle) från 50 % till 10 % under de första 10 sekunderna varje gång strömmen slås på genom att antingen minska pulslängden eller pulsfrekvensen. Den strömtyp minskar risken för skador genom att minska tiden som strömmen är påslagen från det att fisken först påverkas av strömmen till det att den är nära anoden.

Observerad skadefrekvens vid elfiske

De flesta studierna av skadefrekvensen (andel skadade fiskar) vid elfiske har genomförts i Nordamerika där båtelfiske och användning av pulserande likström är vanligt förekommande. Bara några få studier är gjorda i Europa. Undersökningarna av skadefrekvensen domineras därför av studier där pulserande likström har använts för att fånga fisken. De redovisade studierna utgör dessutom en blandning av experimentella försöksupställningar med homogena elektriska fält och fältstudier med heterogena elektriska fält. I regel är strömexponeringen större i försök där fisken har fångats i konstgjorda rännor och när fisken har fångats i fält med båtelfiske, jämfört med vanligt elfiske med vadning i vattendrag. I de olika studierna har också flera olika typer av elfiskeutrustning använts. Trots att skadefrekvensen är beroende av graden av strömexponering (fältstyrka och exponeringstid) har strömexponeringen ofta inte kvantifierats i tillräcklig omfattning. Det är därför svårt att göra en bra övergripande jämförelse av resultaten från de olika studierna.

Snyder (2003) har tagit fram en omfattande litteraturöversikt över skadefrekvensen hos fisk vid elfiske. Enligt den tillgängliga litteraturen varierar den redovisade andelen skador på fångad fisk från ingen skadad fisk upp till 90 % skadade fiskar. De högsta skadefrekvenserna har observerats vid elfiske med växelström eller vid båtelfiske med pulserad likström (Snyder 2003). Med skador avses här alla typer av skador, dvs. brännskador, blödningar, muskelbristningar och olika typer av ryggradsskador. Till en del beror den stora variationen i andelen skadade fiskar på att man i en del studier enbart har baserat bedömningen på externt

synliga skador medan man i andra undersökningar har röntgat fisken för att se ryggradsskador och även dissekerat den för att se förekomsten av blödningar och muskelbristningar.

Andelen inre skador är i regel mycket större än andelen yttre synliga skador. Det går därför inte att anta att alla fiskar är oskadade bara för att det inte finns några yttre synliga skador.

För att få en uppfattning om den genomsnittliga andelen skadade fiskar vid elfiske med olika typer av likström (växelström ej medtagen) har, utgående från publicerade studier efter 1988, en genomsnittlig skadefrekvens (oavsett typ av skada) beräknats för olika strömtyper. För rak likström var den genomsnittliga skadefrekvensen 15 %, för pulserande likström var skadefrekvensen i genomsnitt 24 %, medan den genomsnittliga skadefrekvensen för CPS-pulser var 21 % (tabell 5.4). Det bekräftar den allmänna bilden att användning av pulserande likström ger en större andel skador än elfiske med rak likström. Särskilt andelen ryggradsskador ökar vid användning av pulserande likström (Snyder 2003, Rümmler m.fl. 2004). Då de flesta studierna är gjorda med pulseran-

Tabell 5.4. Redovisad skadefrekvens vid elfiskeförsök med olika typer av likström. Medelvärden oavsett fiskart och typ av skada. En stor del av materialet avser båtelfiske.

Strömtyp	Skadefrekvens (%)	Antal studier
Rak likström	14,8	26
Pulserad likström CPS-15/240 Hz	20,8	11
Pulserad likström (30-833 Hz)	24,4	112
Totalt	22,4	149

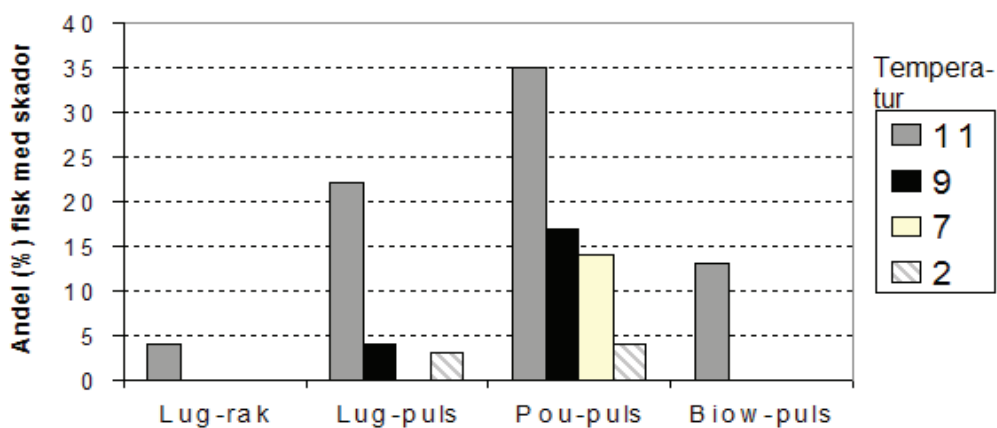
de likström i medium- eller högkonduktiva vatten är resultaten inte riktigt representativa för svenska förhållanden, dvs. för elfiske med rak likström i vatten med låg konduktivitet (<10 mS/m). Sannolikt är skadefrekvensen vid elfiske i Sverige betydligt lägre än de redovisade värdena. De publicerade uppgifterna visar dock att skaderisken kan vara betydande

vid elfiske, särskilt vid användning av pulserande likström. Därför skall man alltid sträva efter att minska skaderisken vid elfiske.

Ett exempel på hur stor betydelse strömtypen har för skadefrekvensen vid elfiske utgör McMichaels (1993) studier av skadefrekvensen på regnbågsöring i staten Washington, USA. Han jämförde rak likström med pulserad likström av olika pulsfrekvens vid elfiske på odlad fisk i rännor. I samtliga fall var utgående spänning 300 V och konduktiviteten var 8 mS/m. I varje försök genomfördes elfisket med 2 utfiskningsomgångar. Rak likström gav skador på 4 % av de fångade fiskarna (odlad regnbågsöring, ca 23 cm). Pulserad likström med en pulsfrekvens av 30 Hz gav skador på 35 % av fisken med blödningar i muskulaturen och av dessa hade hälften även ryggradsbrott. Pulserad likström på 90 Hz gav skador (blödningar) på 53 % av fiskarna, varav 29 % hade bruten ryggrad. Dessutom testades rak likström med en något högre spänning (400 V) vilket gav 17 % skador på fisken, varav 13 % var ryggradsskador. Författaren uppger att skadefrekvensen troligen blivit hög på grund av att fisken anlockades dåligt av strömmen och utsattes för en hög spänningsgradient när den trängdes in i hörn vid fångsten. Undersökningen visar dock tydligt att pulserande likström ger en större andel skador jämfört med

rak likström, särskilt vid höga pulsfrekvenser (90 Hz).

Även Näslund (1996) redovisar en högre skadefrekvens för elfiske med pulserande likström jämfört med elfiske med rak likström. Han jämförde skadefrekvens hos odlad öring vid elfiske med fyra olika elfiskeaggregat i en experimentbäck vid Kälarne fiskeriförsöksstation i Jämtland. De fångade fiskarna undersöktes enbart med avseende på yttre skador (mörka band eller fläckar på kroppen). Resultaten visade att pulserad likström med 70 Hz frekvens (Poulsens aggregat) gav signifikant flest skador (35 %), medan rak likström (Lugabs motordrivna) och pulserad likström med hög frekvens (Biowave) gav minst antal skador (ca 4 %) (Figur 5.13). Resultaten från försöket i Kälarne visade också att skadefrekvensen var lägre för små fiskar och när elfisket gjordes vid låg vattentemperatur. De skador som observerades var mörka tvärgående band mellan rygg- och analfenan, ofta på båda kroppsidorna. Detta indikerar blödningar i muskulaturen, ibland åtföljda av ryggradsbrott. Det bör noteras att Poulsens batteriaggregat gav en något högre strömstyrka ut i vattnet än Lugabs batteriaggregat. Av de undersökta elfiskeaggregaten är det bara Lugabs motordrivna aggregat som fortfarande tillverkas.



Figur 5.13. Medelvärde ($n = 3$) för andelen odlade öringar med yttre tecken på skador vid försöken med olika elfiskeaggregat i Kälarne 1995. Försöket utfördes vid fyra olika vattentemperaturer 11, 9, 7 och 2 °C. Vid 11 °C användes 1-årig öring och vid de lägre temperaturerna 0+ öring. Aggregaten var Lugab motor (Lug-rak) och batteri (Lug-puls, 70 Hz), Poulsens batteri (Pou-puls, 70 Hz) samt Biowave batteri (Biow-puls, 400 Hz) (från Näslund 1996).

Skadefrekvensen har främst studerats på laxfiskar som regnbågsöring, strupsnittsöring, öring, bäckröding och lax. Andelen skador hos andra arter som t.ex. simpör, lake och karpfiskar är tyvärr dåligt studerad, vilket är en brist då olika fiskarter reagerar olika och är olika känsliga för strömpåverkan. Störst skadefrekvens i genomförda studier uppvisar regnbågsöring (tabell 5.5) som också anses vara känslig för strömpåverkan. Även harr och öring uppvisar en hög skadefrekvens medan lax, bäckröding och gädda visar en lägre skadefrekvens.

Tabell 5.5. Genomsnittlig skadefrekvens (omfattar alla typer av skador) hos olika fiskarter vid elfiske med pulserande likström.

Fiskart	Skadefrekvens (%)	Antal studier
Regnbågsöring	39,4	37
Harr	33,5	2
Öring	26,6	17
Atlantlax	12,9	13
Bäckröding	12,3	7
Gädda	11,1	10
Bass	10,0	4

Generellt är andelen skador högre för stora fiskar (> 20 cm) än för små fiskar (Hollender & Carline 1994, McMichael m.fl. 1998, Reynolds & Holliman 2003, Clement & Cunjak 2010). Enligt Reynolds & Holliman (2003) är skaderisken också beroende av antalet ryggradskotor i fiskens ryggrad. De hävdar att skaderisken är störst för fiskar med fler än 40 ryggradskotor (t.ex. laxfiskar och ål). Dessa arter har en muskelmassa som är relativt stor i förhållande till ryggradens styvhet. Skadefrekvensen är också i allmänhet högre vid elfisken med 2–3 utfiskningar än vid elfisken med en fiskeomgång (Clement & Cunjak 2010).

Dödlighet

För äldre laxfiskar (> 1 år) är fiskdödligheten (mortaliteten) i ett kortsiktigt perspektiv (1–4 veckor) i regel mycket liten, oavsett om rak likström eller pulserande likström har använts vid elfisket. De flesta muskel- och ryggradskador läker och resulterar sällan i en ökad dödlighet de första veckorna. Istället verkar den akuta dödligheten, som ibland förekom-

mer, främst bero på att fiskens andning upphör av en för lång och kraftig strömpåverkan eller dålig hantering av fisken. Trots att andelen skadade fiskar i vissa fall kan vara hög vid elfiske är det sällsynt att mortaliteten hos laxfiskar är högre än 5 % (Purseley m.fl. 1998, Snyder 2003, Clement & Cunjak 2010). Vid Näslunds (1996) försök i Kälarne där fisken förvarades i tråg i två veckor efter strömpåverkan dog 4 % av fisken efter elfiske med Poulsen-aggregatet (pulserad likström) medan 0–1% dödlighet registrerades för övriga aggregat. Även om den akuta och kortsiktiga dödligheten är låg för laxfiskar kan den i vissa fall vara hög för andra arter. För arter som förekommer i Sverige finns det indikationer på att lake och simpör, under vissa förhållanden, kan ha en relativt hög dödlighet vid elfiske (Eloranta 1990, Snyder 2003).

För juvenila laxfiskar är dödligheten något större, men överstiger sällan 10 % för årsungar som fångas på hösten (Habera m.fl. 1996, Snyder 2003). Det är en mycket låg dödlighet i jämförelse med den naturliga dödligheten som kan uppgå till 80 % för juvenila laxfiskar (Beaumont m.fl. 2002). Man bör dock beakta att juvenil fisk är speciellt känslig, kanske inte för elfiske som sådant utan mer för hanteringsstressen.

En del forskare anser att hanteringsstress är ett betydligt allvarigare problem för fisken än själva elfisket (Barrett & Grossman 1988). Det är en uppfattning som vi delar.

Särskilt känsliga för strömpåverkan och mekanisk påverkan vid hantering är yngre juvenila fiskar som nyligen har genomgått metamorfosen från larv till fisk. För dessa är det dödligheten, snarare än skaderisken, som utgör ett problem vid elfiske (Henry m.fl. 2003, Holliman m.fl. 2003, Henry & Grizzle 2006). I jämförelse med äldre juvenila fiskar har yngre juvenila fiskar (10–30 mm) en betydligt högre akut dödlighet (Henry m.fl. 2004, Henry & Grizzle 2003 och 2006). Dödsorsaken är sannolikt att andningen upphör och att fisken därför dör av syrebrist (Henry m.fl. 2003,

Henry & Grizzle 2003 och 2006). Dödligheten ökar med ökad spänningsgradient, men tröskelvärdet för en ökad dödlighet varierar kraftigt mellan olika arter (Henry m.fl. 2004). Vid försök med pulserande likström (60 Hz) och 20 sekunders exponeringstid redovisar Henry & Grizzle (2003) en dödlighet mellan 14–60 % för unga juvenila fiskar av olika amerikanska fiskarter (inklusive regnbågsöring). Henry & Grizzle (2006) har dessutom visat att fiskdödligheten ökar med en ökad konduktivitet i vattnet om spänningen hålls konstant, vilket beror på att strömtätheten i vattnet ökar vid ökad konduktivitet. I Henry & Grizzles försök ökade fiskens dödlighet från 10–20 % vid en konduktivitet av 10 mS/m upp till 50–100 % vid 60 mS/m.

Fiskens dödlighet efter strömpåverkan i ett längre perspektiv (år) är dåligt studerad. Den är dock sannolikt högre än den kortsiktiga dödligheten även om det enligt Snyder (2003) inte finns någon direkt koppling mellan elfiskeskadorna och fiskens dödlighet. Skadorna läker ihop och i regel överlever den skadade fisken (Cowx & Lamarque 1990, Schill & Elle 2000). Den skadade fisken kan påträffas följande år men har sannolikt en förkortad livslängd. I vissa extrema fall kan den få en grotesk kroppsform på grund av ryggradsskadan (Figur 5.14).

Figur 5.14. Öringunge med ryggradsskada. Skadan uppträder på den typiska platsen för elfiskeskador, dvs. ca 2/3 av kroppslängden från huvudet räknat. Foto: Hans Schibli, Länsstyrelsen i Hallands län.



Sett ur ett populationsperspektiv är elfiskets påverkan på fisköverlevnaden liten för alla arter (Schill & Beland 1995, Kocovsky m.fl. 1997, Carline 2001). För 11 av 15 vattendrag i Idaho uppskattade Schill & Beland (1995) att regnbågsöring hade en populationsdödlighet på 0,1–0,3 % efter elfiske på flera lokaler med

3 utfiskningar. Den högsta skattade dödligheten i de 15 undersökta vattendragen var 4,5 %. Elle & Schill (2004) har redovisat liknande siffror. För vattendrag provfiskade med standardiserad metodik var den skattade populationsdödligheten för regnbåge i genomsnitt 0,4 % med en variation från 0,02 % till 2,9 %. För vattendrag där elfisket inte utfördes på standardiserat sätt var populationsdödligheten något högre, i genomsnitt 1,1 % med en variation från 0,05 till 7,7 %. För majoriteten (51 %) av de undersökta lokalerna var populationsdödligheten lägre än 0,5.

Påverkan på tillväxt och reproduktion

Ett flertal studier har visat att fiskens tillväxt och kondition kan påverkas negativt om den utsätts för strömpåverkan vid elfiske (Dalbey m.fl. 1996, Gatz m.fl. 1986, Dwyer & White 1997, Thompson m.fl. 1997, Ainslie m.fl. 1998, Dwyer m.fl. 2001, Gatz & Linder 2008). Dwyer m.fl. (2001) har visat att strupsnittsöring som exponerades för rak och pulserande likström vid en spänningsgradient på 1,4 V/cm erhöill signifikant lägre vikt jämfört med opåverkade fiskar efter 250 dagar. Enligt Dalbey m.fl. (1996) och Ainslie m.fl. (1998), som undersökte tillväxten hos regnbågsöring efter strömpåverkan, är minskningen i tillväxt direkt proportionell mot hur svåra fiskens skador är. Påverkan på tillväxten beror också på hur ofta fisken utsätts för återkommande strömpåverkan. Om samma lokal blir elfiskad flera gånger per år erhålls exempelvis en större reduktion i tillväxten än om elfiske sker bara en gång per år (Gatz & Linder 2008).

Om elfiske genomförs flera gånger per år på samma lokal erhålls en större reduktion i tillväxten än om elfiske sker bara en gång per år. Det belyser vikten av att samordna pågående elfiskeprogram

Elfiske kan också påverka fiskens reproduktion om elfisket utförs på lekbottnar under eller strax efter fiskens lekperiod. De negativa effekterna på fiskens reproduktion och rekrytering är framför allt beroende av vilket utveck-

lingsstadium som rom och yngel befinner sig i och de flesta författare är överens om att elfiske över lekbottnar under och efter leken kan skada den rom som fisken har grävt ned (Lamarque 1990, Dwyer m.fl. 1993, Muth & Ruppert 1997, Cowx & Lamarque 1990, Roach 1990, Keefe m.fl. 2000, Cho m.fl. 2002). Enligt Barnes m.fl. (1999) kan även avelsfiske efter lek-mogen fisk signifikant minska rommens överlevnad. Graden av påverkan är beroende av det elektriska fältets intensitet och exponeringstid (Dwyer m.fl. 1993). Försök har visat att rommen är mest känslig för strömpåverkan under de första 14 dagarna efter befruktning, dvs. under tiden mellan befruktning och till dess att larven når ögonpunktsstadiet (Dwyer m.fl. 1993, Dwyer & White 1995, Muth & Ruppert 1997, Bohl m.fl. 2009). För strupsnittsöring har Dwyer & Erdahl (1995) visat att en strömxponering av rommen 2–14 dagar efter befruktning kan orsaka en romdödlighet mellan 10 och 100 %. Vid spänningsgradienter omkring 1–2 Volt/cm har en mortalitet mellan 10–40 % rapporterats för rom av regnbågsöring (Dwyer m.fl. 1993). Vid samma spänningsgradient har Muth & Ruppert (1997) rapporterat liknande mortalitetsvärden för razorback suckers (*Xyrauchen texanus*).

Efter att rommen har blivit ögonpunktad (dvs. efter 14 dagar) är den mindre känslig för strömxponering. För lax och öring inträffar rommens känsligaste utvecklingsstadium vanligtvis under perioden oktober–december, vilket i praktiken innebär att elfiske inte utgör något problem (alla elfiskare sitter hemma i stugvärmen). Knappast utgör det heller problem för vårlekande harr som utvecklas på bara någon vecka. Däremot kan ju problem uppkomma för andra skyddsvärda arter med andra lekperioder (Bohl m.fl. 2009). Skador kan också uppstå genom att man trampar runt på lokalen.

5.6 Åtgärder för att minska stress och skador vid elfiske

1. Endast utbildad och erfaren personal skall genomföra elfisket.

Personal som genomför elfisket bör ha genomgått SLU:s elfiskeutbildning eller ha mångårig erfarenhet av elfiske.

2. Använd standardiserad metodik.

Elfisket skall utföras i enlighet med svensk och europeisk standard för elfiske (SS-EN 14011: 2006), samt undersökningstypen – elfiske i rinnande vatten (Naturvårdsverket 2010).

3. Välj rätt elfiskeaggregat och strömtyp.

För att minska risken för skador på fisken bör enbart rak likström användas vid elfisket. Om det inte är möjligt att använda rak likström bör i första hand pulserande likström med rektangulära pulser eller pulserande likström med komplexa vågformer i form av pulståg, t.ex. CPS dualwave eller POW användas. Undvik aggregat som levererar pulserande likström med likriktade sinusvågor (1/2 och ¼ sinusvåg) eller kondensatorurladdningar. För pulserad likström med enkla fyrkantsvågor bör puls-frekvensen hållas så låg som möjligt utan att fångsteffektiviteten blir för låg.

4. Ställ in rätt spänning.

Använd lägsta möjliga utgående spänning som ger en bra fångsteffektivitet. Spänningen får inte vara högre än att fisken kan fås att simma nästan ända fram till anodringen. Fisken skall dock fångas innan den når anodringen. Bedövas fisken på långt avstånd från ringen är spänningen för hög. För pulserad likström bör en lägre spänning användas jämfört med rak likström vid samma konduktivitet. Det skall dessutom helst vara möjligt att ställa in den utgående spänningen i 100 V steg när pulserande likström används. Observera att om man dubblar den utgående spänningen så fyrdubblas effekttätheten i vattnet.

5. Jordflätan (katoden) skall ha en yta som är minst 3 ggr större än anodringens yta.

Använd en jordfläta med största möjliga yta i förhållande till vattnets konduktivitet, elfiskeaggregat och elverkets utgående effekt. En för liten yta på jordflätan påverkar dessutom elfiskets fångsteffektivitet.

6. Undvik att elfiska under och efter fiskens lekperiod.

För att inte fiskens rom skall skadas av elfisket bör man undvika att elfiska under och efter fiskens lekperiod. Elfiske över lekbottnar

inom en period av 2 veckor efter leken får absolut inte ske.

7. Elfiske efter rödlistade arter kräver särskilda hänsyn och anpassad metodik.

Vid riktat elfiske efter rödlistade arter skall endast rak likström användas. För att maximera attraktionszonen och minimera bedövningszonen runt anoden bör elfisket utföras med en anodring med stor diameter (minst 40 cm) om vattendjupet tillåter detta. Lägsta möjliga spänning för ett effektivt fiske skall användas. Minimera tiden för strömxponering genom att använda endast korta (5 sekunder) strömpåslag. Fisken får absolut inte komma i kontakt med anodringen. Fisken skall snabbt föras över till en sump som förvaras i vattendraget en bit nedströms elfiskelokalen.

8. Minska tiden för strömpåslag.

Skadorna vid elfiske med både rak likström (motordrivet aggregat) och pulserande likström (batterielfiske) kan också minimeras genom att vara försiktig vid elfisket, dvs. inte låta spänningen vara på för länge och undvika att få fisken en längre tid nära anoden. Upprepa inte strömdraget på samma plats, dvs. jaga inte fisken. Vid elfiske med rak likström bör strävan vara att utföra elfisket på ett diskontinuerligt sätt, dvs. med tydliga avbrott och förflyttningar mellan varje fiskedrag. Detta för att man inte skall driva/fösa fisken framför sig.

9. Undvik elfiske vid höga vattentemperaturer.

För laxfiskar bör vattentemperaturen inte överstiga 15 °C vid elfisket. Motsvarande gräns för karpfiskar är 20 °C.

10. Förvara inte för många fiskar i samma hink.

Om många fiskar fångas under fisket måste hinken med fisk ibland tömmas under fiskets gång till en sump som placerats nedströms elfiskeområdet. Endast i undantagsfall skall fisken förvaras i hinkar på stranden och då skall fisken bara utgöra 20 % av vattenvolymen i hinken och vattnet skall bytas ut med täta intervall (20 min), speciellt vid varm väderlek. Det är viktigt att vattnet i hinken byts ofta för att behålla rätt syremängd och temperatur. Vid

kvantitativt fiske med mätning och vägning av fisken skall fisken alltid förvaras i sump nedströms elfiskeområdet mellan och under fiskeomgångarna.

För att minimera skadefrekvensen vid elfiske:

- Vid kvantitativt fiske skall "rak" likström (motordrivet aggregat) alltid användas.
- Använd inte pulserad likström (batteriaggregat) vid elfiske på lokaler med rödlistade arter eller skyddsvärda fiskbestånd.
- Väg alltid nyttan av elfisket mot de negativa effekterna på fisk och andra djur.

5.7 Påverkan och skador på andra akvatiska organismer

Kräfter

Om det finns flodkräfta eller signalkräfta i vattendragen riskerar dessa att tappa klorna i samband med elfiske (Figur 5.15) Vid en pilotstudie med riktat kvantitativt fiske efter flodkräfta saknade 55 % av kräftorna en klor eller båda klorna efter tre utfiskningar (Jansson m.fl. 2014). Det var dock oklart hur många som saknade klor innan elfisket började. Även för kräftbestånd som inte har påverkats av elfiske har man observerat en relativt hög andel (4–32%) med kräftor som saknar klor (Jansson m.fl. 2014). Enligt Jansson m.fl. (2014) är det särskilt de yngre kräftorna (0+ och 1+) som tappar klorna vid elfiske. Vid vanliga elfisken efter fisk påverkas kräftorna i betydligt mindre utsträckning av den elektriska strömmen och andelen kräftor som tappar klorna är då sannolikt mycket lägre. Hur stor andel som tappar klorna på grund av elfisket vid vanliga elfisken efter fisk har inte undersökts men troligtvis är andelen lägre än 15 %. Elfiskets påverkan på kräftorna är naturligtvis inte bra, även om observationer i akvarium visar att sådana kräftor kan överleva och tillväxa bra. Finns det flod-

kräftor i vattendragen bör motordrivna aggregat med rak likström användas för elfiske och med så låg spänning som möjligt. Trots detta får man dock räkna med skador, framför allt på små kräftor. Batterielfiske är olämpligt att använda på grund av att den pulserande likströmmen ger kraftigare och mer frekventa muskelkramper, vilket ökar risken för att kräftorna skall tappa klorna. Om det finns gott om flodkräfta i det aktuella vattendraget bör man överväga att helt undvika att genomföra elfiske, i varje fall på de lokaler som bedöms hysa talrikt med kräftor. Mer att läsa om detta finns i Jansson m.fl. (2014). Även risken för spridning av kräftpest bör beaktas innan beslut tas om genomförande av elfiske i kräftrika vatten.



Figur 5.15. Flodkräfta som regenererat sin högra klo. Troligen förlorade den klon vid föregående års elfiske. Foto: Tomas Jansson, Hushållningssällskapet.

Stormusslor

Farhågor har framförts om risken att skada flodpärlmusslor och andra stormusslor vid elfiske. Försök med flodpärlmussla (*Margaritifera margaritifera*) och amerikanska stormusslor (*Elliptio complanata* och *Anodonta imbecillis*) har dock visat att elfiske inte är skadligt för stormusslor (Hastie & Boon 2001, Holliman m.fl. 2007). Vid strömpåverkan stänger musslorna skalhalvorna och enstaka musslor kan även "tappa fotfästet" och lägga sig på sidan, men ingen ökad dödlighet eller förändrat beteende

har kunnat påvisas vid någon av de genomförda studierna.

Enligt Hastie & Boon (2001), som studerade hur pulserande likström (100 Hz) påverkade flodpärlmussla i Skottland, började musslorna att öppna skalerna redan 10 minuter efter strömpåverkan. Vid försöket erhöles ingen mätbar effekt av strömbehandlingen och de drog slutsatsen att elfiske inte påverkar flodpärlmusslornas överlevnad och beteende. Liknande resultat erhöles Holliman m.fl. (2007) vid deras försök med pulserande likström (60 Hz) och amerikanska stormusslor. De kunde heller inte påvisa någon skadlig effekt på vare sig överlevnad eller beteende hos de vuxna musslorna upp till 30 dagar efter strömpåverkan trots att musslorna exponerades för fältstyrkor som var 7 gånger högre än vad som normalt används vid elfiske. De studerade även hur strömmen påverkade frilevande och parasiterande glochidielarver. De frilevande glochidielarverna reagerade på strömmen genom att upprepat öppna och stänga fästhakarna (s.k. snapping), men strömpåverkan gav ingen ökad akut dödlighet. Elströmmen påverkade heller inte metamorfosen och överlevnaden hos de på fisken parasiterande glochidielarverna. Om elströmmen påverkar de av glochidielarverna infekterade fiskarna negativt kan dock också glochidielarvernas överlevnad påverkas.

Slutsatsen är att elfiske inte utgör någon större risk för överlevnaden hos vuxna och juvenila stormusslor. Det beror till stor del på att musslornas skal utgör ett isolerande skydd mot strömmen och förhindrar eller reducerar strömöverföringen till de mjuka vävnaderna innanför skalet (Holliman m.fl. 2007). Flera års elfiske med rak likström i svenska vattendrag med flodpärlmusslor inom projekt SILVA, som studerade effekterna av skogsbruk intill vattendrag, har inte heller visat på några förändringar musselbestånden. Den största påverkan på musslorna orsakades istället av att några musslor trampades sönder vid vädningen i vattendraget i samband med elfisket. Det är dock i allmänhet svårt att trampa sönder dessa tjockskaliga musslor som ofta sitter i mjuka botten. Som alltid gäller dock försiktighetsprincipen, dvs. det gäller att minimera

elfiskets påverkan på musslor i vatten med skyddsvärda stormusselbestånd. Rekommendationen är att använda rak likström istället för pulserande likström och att minimera strömxponeringen under elfisket, både för fisk och för musslor.

Genom att det trots allt finns en viss risk att musslor trampas sönder bör allt elfiske på stormussellokaler utföras med stor försiktighet. På lokaler med mycket täta stormusselbestånd bör man undvika att genomföra elfisken.

Andra bottendjur

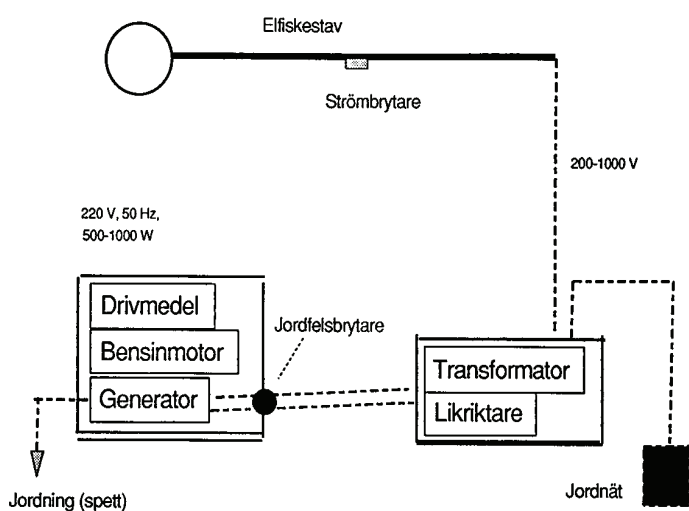
Även andra bottendjur som t.ex. larver av dagsländor, bäcksländor och nattsländor påverkas av likströmmen vid elfiske. I samband med elfiske erhålls därför en ökad drift av bottendjur på elfiskelokalen. De driver dock bara korta sträckor med vattenströmmen så det sker egentligen ingen större uttransport av bottendjur från lokalen. Det är dock inte bara den elektriska strömmen som påverkar bottendjurens drift i vattendraget. Påverkan på bottendjuren sker också när två personer flera gånger vandrar uppströms och nedströms i vattendraget i samband med elfisket.

6. Elfiskeaggregat och övrig utrustning

6.1 Elfiskeaggregat

Med elfiskeaggregatet avser man ofta enbart kontrollenheten som är en transformator- och likriktarenheten för att erhålla rätt strömtyp och spänning för elfisket. Utöver kontrollenheten behövs dessutom en strömkälla som kan vara batteri eller ett elverk (Figur 6.1). Som framgått av föregående avsnitt så är motordrivna aggregat med en utgående "rak" likström generellt effektivare och skonsammare mot fisken än batteridrivna aggregat som levererar en pulserande likström ut i vattnet. Vissa moderna batteriaggregat kan dock leverera likström, men kräver då täta batteribyten.

Det finns tre huvudtyper av elfiskeaggregat, a) strandbaserade aggregat där utrustningen (elverk och kontrollenhet) är placerad på stranden, b) ryggburna aggregat där utrustningen (batteri/elverk och kontrollenhet) bärs på ryggen vid elfiske (s.k. backpack), samt c) båtbaserade aggregat där utrustningen (elverk, kontrollenhet och elektroder) är fastmonterad i och på båten.



Figur 6.1 Principskiss av uppkopplad motordriven elfiskeutrustning. Utrustningen står på strandkanten.

De strandbaserade aggregaten är motordrivna, liksom de båtbaserade aggregaten. De ryggburna aggregaten kan vara både batteri- och motordrivna. På grund av att det inte finns någon standard (förutom elsäkerhetsstandarden) hur elfiskeaggregaten skall vara utformade, varierar också prestandan och egenskaperna hos varje aggregat med tillverkare och typ av aggregat. I regel är aggregaten främst utformade efter de behov och krav som förekommer i det egna landet. Ofta har tyvärr också olika märken olika fångsteffektiviteten och olika påverkan på fisken (skillnader i skadefrekvens), samt skillnader i skydd mot väta och stryktålighet i fält.

I Sverige är de flesta aggregat som används för elfiske tillverkade av firma Lug AB i Luleå (L 1000 och L 600). Även i Finland använde man tidigare Lug AB-aggregat, men under senare år har de i stor utsträckning börjat använda tyska aggregat av märket Hans-Grassl. Hans-Grassl aggregat används också i Sverige av länsstyrelserna i Norrbotten, Västerbotten och Västernorrland. Det aggregat som har fått störst spridning i Sverige och Finland är modellen ELT60NGI som också bedöms vara det Hans-Grassl aggregat som är bäst lämpat för svenska förhållanden. Det är byggt för en maximal utgående effekt på 0,7 kW och ger en maximal utgående spänning för rak likström på 720 Volt och upp till 920 Volt för pulserad likström. För den raka likströmmen finns sex olika inställningsmöjligheter för den utgående spänningen (140, 220, 360, 480, 590 och 720 Volt). För den pulserade likströmmen finns fyra inställningar (260, 500, 710 och 920 Volt). Pulsfrekvensen kan varieras mellan 25–100 Hz. Eftersom det ofta krävs högre spänning än 720 Volt i vatten med en konduktivitet lägre än 5 mS/m är dock aggregatet mindre lämpligt för elfiske i svenska fjällvatten. I vatten med en konduktivitet som är högre än 5 mS/m fungerar dock aggregatet Hans-Grassl

ELT60NGI utmärkt. Aggregatet kostar ca 35 000 kr (kostnaden för stavelektrod, jordfläta, kabel och elverk tillkommer).

I Norge används i stort sett bara batteriaggregatet Geomega FA 4 som tillverkas i Norge. I Danmark har man tidigare använt flera typer av inhemska aggregat, men under senare år har aggregatet SE Electrofisher (SE 300 och SE 600) fått en stor spridning. Även i övriga Europa används i stor utsträckning elfiskeaggregat som är tillverkade i det egna landet. Europeiska länder som tillverkar elfiskeaggregat är exempelvis England (Electrafish och Electracatch), Frankrike (Dream électronique), Tyskland (Hans-Grassl och EFKO) och Irland (Safari batteriaggregat). I Europa är Hans-Grassl förmodligen den största tillverkaren av elfiskeaggregat. Den särklassigt största tillverkaren av elfiskeaggregat och elfiskebåtar är dock Smith-Root i Kanada. Tidigare hade Coffelt i USA också en omfattande tillverkning av elfiskeaggregat och elfiskebåtar men de är numera uppköpta av Smith-Root. Smith-Root har ett batteriaggregat (LR 24) som kan leverera både pulserad och rak likström. Återförsäljare av Smith-Root aggregat i Norge och Sverige är Naturpartner i Norge. Kostnaden för en komplett elfiskeutrustning

(aggregat, elverk/batteri, stavelektrod, kabel, jordfläta etc.) ligger idag mellan 40–80 000 kronor beroende på typ av aggregat.

Av de ovan listade elfiskeaggregaten är det bara Lug AB och Hans Grassl som tillverkar motordrivna aggregat som är någorlunda anpassade för elfiske i Sveriges olika typer av vatten. Lug AB:s aggregat är inte lämpligt att använda i vatten med en konduktivitet högre än 30 mS/m, medan Hans Grassl-aggregaten är inte lämpliga att använda i vatten med en konduktivitet lägre än 5 mS/m. På grund av att det för närvarande saknas ett för svenska förhållanden tillräckligt väl anpassat aggregat som uppfyller EU:s säkerhetskrav kan det inte ges någon allmän rekommendation beträffande val av aggregat utan ni bör själva försäkra er om att utrustningen uppfyller både behoven och kraven. I tabell 6.1 redovisas adresser till några tillverkare av elfiskeaggregat.

Den allmänna rekommendationen för att minska risken för skador på fisken är, både i Sverige och internationellt, att använda rak likström istället för pulserad likström.

Tabell 6.1. Adresser till några tillverkare av elfiskeaggregat.

Aggregat	Företag	Hemsida/E-post
Lug AB	Hans Gustafsson, Ersnäsholmen 1, 972 92 Luleå	http://www.lugab.se
Geomega	Terik Technology AS, Sörvegen, 7600 Levanger, Norge	http://www.terik.no
SE-Electrofisher	Stampes Elektro A/S, Vesterled 14, 6950 Ringkøbing, Danmark	http://www.se-electrofishers.com
Hans-Grassl	Hans Grassl GmbH, Waldhauserstrasse 8, D-83471 Schönau am Königssee, Tyskland	http://www.hans-grassl.de
	Återförsäljare av Hans-Grassl-aggregat i Finland: Fish and Water Research Ltd, Ari Haikonen, Kala-ja Vesitutkimus Oy, Mekaanikonkatu 3, Fin 00810 Helsinki, Finland	ari.haikonen@kalajavesitutkimus.fi
Electrafish	Electrafish Ltd, 48 Warstones Drive, Penn, Wolverhampton WV4 4PR, England	http://electrafish.co.uk
Smith-Root	Smith-Root Europe Ltd. (Huvudkontor) Martin O'Farrell 4 The Nurseries, Avondale Road Killney, Co. Dublin, Ireland.	http://www.smith-root.com Europe@smith-root.com
	Naturpartner (Återförsäljare Norge & Sverige) Århusvägen 191 3721 Skien, Norge	lars@naturpartner.com

Säkerhetskrav på elfiskeaggregat

Alla företag som säljer elfiskeaggregat på den europeiska marknaden måste kunna påvisa att aggregaten uppfyller de krav som anges i tillämpliga EU direktiv. Elfiskeaggregaten omfattas av EU:s Lågspänningsdirektiv (2006/95/EG) och EMC-direktiv (2004/108/EG). EMC står för Electro Magnetic Compatibility. I regel skall en elektrisk apparat uppfylla kraven i båda direktiven för att erhålla en produktcertifiering och kunna CE-märkas. CE-märkning är ett myndighetskrav för att varor skall kunna handlas fritt mellan medlemsländerna. I korta drag innebär CE-märkningen att tillverkaren (om denna finns inom EU) eller importören (om tillverkaren finns utanför EU) intygar att produkten uppfyller de säkerhetskrav som gäller inom EU. Som stöd för detta används relevanta europeiska standarder. Det innebär att elfiskeaggregaten skall motsvara de allmänna kraven i svensk och europeisk säkerhetsstandard (SS-EN 60335-1 – Utgåva 4 (2002)) för elektriska hushållsapparater och liknande bruksföremål, och dels följa de särskilda krav som gäller för elektriska fiskeapparater (SS-EN 60335-2-86 – Utgåva 2 (2003)) med tillhörande tillägg (SS-EN 60335-2-86 A1 (2005)). I Sverige gäller dessutom att aggregaten skall följa allmänna kraven i ELSÄK-FS 2000-1. I Sverige är det Intertek (tidigare SEMKO AB) som genomför kontroller av att apparater och utrustning uppfyller givna elsäkerhetskrav.

CE-märkningen gäller tillverkare och importörer inom EU eller inom länder som har avtal med EU (t.ex. Norge och Schweiz). Det innebär att även Smith-Root aggregat som importerats till Europa har ett godkännande motsvarande CE-märkning. En Smith-Root och andra nordamerikanska elfiskeaggregat har annars ingen CE-märkning utan en ETL-märkning (ETL listed mark), vilket betyder att det är godkänt för försäljning på den nordamerikanska marknaden. ETL-märkningen är den nordamerikanska motsvarigheten till CE-märkningen och garanterar en produktsäkerhet som är minst lika bra som vad CE-märkningen intygar.

De särskilda kraven för elfiskeaggregat innebär att stavelektroden skall vara försedd med ett separat dödmansgrepp för strömpåslag. Utrustningen skall tåla överspolning med vatten och ha mätare och kopplingar av vattentät typ (minst IP-klass 44). Aggregatet skall också vara CE-märkt och vara försedd med överbelastningsskydd, dvs. en säkring som löser ut vid överbelastning. Dessutom får inte den från aggregatet utgående spänningen överstiga 750 V rak likström och 1000 V pulserad likström om elfiskeaggregatet är portabelt, dvs. bärbart. För stationära aggregat är kraven att spänningen inte får överstiga 1500 V för rak likström och 3000 V för pulserad likström. Med stationära aggregat avses här aggregat som är monterade i båt. Ovanstående krav för utgående spänning är dock märkligt utformade eftersom pulserad likström är farligare för både fisk och människor än rak likström. Det borde istället vara så att en högre spänning var tillåten för rak likström än pulserad likström. I Sverige och i övriga nordiska länder som har lågkonduktiva vatten har man sedan många år tillbaka använt elfiskeaggregat som levererar rak likström med en utgående spänning högre än 750 Volt. För batteriaggregat som är avsett för att bäras på ryggen under elfiske gäller vidare att det skall vara försedd med lutningsbrytare som bryter strömmen om aggregatet kommer ur det vertikala arbetsläget, t.ex. om personen faller. För varje typ av elfiskeaggregat skall det dessutom finnas en bruksanvisning. Säkerhetskraven är framtagna av IEC (International Electrotechnical Commission (www.iec.ch)), som är ett standardiseringsinstitut i Schweiz, och därefter antagna som svensk och europeisk standard. Lug AB:s motordrivna aggregat (L 1000 och L 600) som under lång tid har använts för elfiske i Sverige uppfyller inte EU:s säkerhetskrav, vare sig när det gäller CE-märkning eller högsta utgående spänning. I tabell 6.2 redovisas några godkända och CE-märkta elfiskeaggregat.

Det finns i dag inget centralt rekommenderat elfiskeaggregat, men däremot beprövade modeller. EU har infört särskilda säkerhetskrav och krav på CE-märkning.

Tabell 6.2. Lista över godkända (CE-märkta) elfiskeaggregat.

Typ av aggregat	Tillverkare	Land	Modell	Vikt (kg)	Strömkälla	Utg. Effekt (W)	Utg. Spänning (Volt)		Frekvens	
							Rak Likstr.	Puls Likstr.	(Hz)	Pulskvot
Batteriaggregat	Smith-Root	Kanada	LR-24 Electrofisher	17	Blybatteri, 24V	400	50 - 990	50-990	1 - 120	0 - 99%
Batteriaggregat	Hans-Grassl	Tyskland	IG200-2C	13	Gelbatteri, 12V	250	200-300	400 - 1000	10 - 100	-
Batteriaggregat	Electrafish	England	FC400BPS40-2	13	Gelbatteri, 24V	400	0 - 500	0 - 500	40/60	0 - 60%
Batteriaggregat	Terik Techn. AS	Norge	Geomega FA4	14	Blybatteri, 12V	250	-	170 - 1500	35/70	12,5%
Batteriaggregat	E-fish Ltd	England	E-fish 500W	13	Blybatteri, 24V	500	0 - 500	0 - 500	10 - 100	10-100%
Motordrivet	Stampes Elektro	Danmark	SE 300	7,5	Elverk	2000	300	-	-	-
Motordrivet	Electrafish	England	FC1000GP60	7 + 9	Elverk	1000	0-600	-	-	-
Motordrivet	Hans-Grassl	Tyskland	ELT60 N GI	16	Elverk	700	140 - 720	260 - 920	25 - 100	20%
Motordrivet	Hans-Grassl	Tyskland	ELT61 N GI	22	Elverk	1000	140 - 735	280 - 960	25 - 100	20%
Motordrivet	EFKO	Tyskland	FEG 1500	15	Elverk	1800	-	150 - 500	-	-

Motordrivna aggregat

För motordrivna aggregat är strömkällan bärbara eller fastmonterade elverk som i regel levererar 1-fas växelström. Vid elfiske i Sverige används nästan uteslutande elverk av modellen Honda EU10i med en maxeffekt på 1,0 kW. (Figur 6.2) Vid båtelfiske är det dock vanligt att man använder elverk med högre effekt (3,0–6,5 kW) ibland används också elverk med ännu högre effekt (7,0–9,0 kW) som dessutom levererar 3-fas växelström.

Elverket skall vid användning vara avstängbart på ett enkelt och snabbt sätt. Vid elfiske skall elverket jordas med hjälp av ett s.k. jordspett, annars är det inte säkert att jordfelsbrytaren fungerar. I regel finns inte jordfelsbrytare inbyggt utan portabla sådana måste användas. Vidare bör elverket ha en automatsäkring (krets brytare) mot överbelastning. Denna löser ut när belastningen överskrider generatorns angivna effekt. Observera att motorn till elverket fortfarande går när automatsäkringen har löst ut. Det är bara den utgående strömmen som bryts. Löser automatsäkringen ut så kontrollera först att allt är helt. Försök sedan minska belastningen, t.ex. genom att sänka voltstyrkan eller byta till en mindre anodring. Se också till att motorn har svalnat innan återstart sker. Starta sedan om. Skulle automatsäkringen ändå lösa ut bör återförsäljare se över elverket. Elverket skall också vara försett med oljevakt, dvs. en oljevarningslampa, som lyser när oljenivån i motorn sjunker under en viss nivå (fyrtaktsmotorer). I nya elverk stannar då motorn automatiskt. Man måste fylla på mer olja innan motorn kan startas.

Elverket/generatoren bör ha en maxeffekt på minst 1,0 kW för normalt elfiske. I vatten



Figur 6.2 Elverk Honda EU10i som kontinuerligt genererar 900 W (maxeffekt 1000 W) och väger 13 kg.

med mycket låg konduktivitet (fjällvatten) kan det vid elfiske med rak likström dock krävas en effekt upp till 1,5 kW beroende på utgående spänning. Även när vattnets konduktivitet är hög (> 30 mS/m) krävs en hög effekt. För vatten med konduktivitet högre än 30 mS/m krävs det en effekt på minst 2,0 kW för att fiska effektivt. Dessa elverk väger dock minst 18 kg. Vid båtelfiske är detta dock inte något problem.

Tänk på att elverkens fyrtaktsmotorer måste stå plant när de arbetar så att olje-smörjningen fungerar. Akta er också för varma motordelar och stäng alltid av motorn när den tankas.

Elfiskeaggregatets kontrollenhet är förutom en spänningsregulator både likriktare och transformator. Likriktaren och transformatorn sitter oftast i samma låda (Figur 6.3). Eftersom man fiskar med likström behöver man omvandla växelströmmen från elverket till likström samt transformera om spänningen till de 100–1 200 volt som behövs vid elfiske. Vilken spänning som behövs är beroende på vattnets konduktivitet. På Lug AB:s elfiskeaggregat L1000 kan den i vattnet utgående spänningen ställas in i steg om 200 Volt, och för aggregatet L600 i steg om 100 Volt. Strandbaserade elfiskeaggregat av märket Hans-Grassl och Stampes electrofisher visas i Figur 6.4 samt 6.5.



Figur 6.3. Strandbaserat elfiskeaggregat av märket Lug AB L-1000. Med vippströmbrytarna kan 200-1000 Volt ställas in (i steg om 200 V). Grön-gul sladd utgör minuspol (jordnät) och läggs ut i vattnet. Aggregatet sitter på en enkel bärmes för transport från bilen till lokalen, men inte för att bäras vid fisket! Aggregatet uppfyller inte EU:s krav på säkerhet och saknar CE-märkning.



Figur 6.4. Strandbaserat elfiskeaggregat av märket Hans-Grassl (ELT60NGI). Aggregatet uppfyller EU:s krav på säkerhet och har CE-märkning.



Figur 6.5. Strandbaserat elfiskeaggregat av märket SE 300 (Stampes electrofisher). Aggregatet uppfyller EU:s krav på säkerhet och har CE-märkning.

Batteriaggregat

Batteriaggregaten är i regel så små och lätta att man kan bära aggregatet på ryggen under fisket (Figur 6.6). Det kräver dock att aggregatet är försedd med en lutningsbrytare. Tyvärr räcker kraftkällan bara en kortare tid (dock vanligen en hel dag) och fisket är inte lika effektivt som med motordrivet aggregat. Den pulserande likströmmen ger också mer skador på fisken än elfiske med motordrivna aggregat och rak likström (se avsnitt 5.4). För inventeringar i syfte att undersöka förekomst av enskilda arter eller totala antalet förekommande arter i ett vattendrag är batteriaggregatet däremot klart tillfyller (Degerman m.fl. 1994).

Strömkällan är ett uppladdningsbart batteri (12/24 V, likström). Så kallade djupladdade batterier är att föredra eftersom de kan laddas 500 gånger utan att kapaciteten försämras. Batteriet medförs ofta på bärram, med en snabbkoppling för krissituationer. Batteriet bör vara inkapslat på ett våtsäkert sätt (läckagefritt). Förutom de vanliga syra-blybatteriererna finns också alkaliska (nickel-kadmium), NiMH-batterier (nickelmetallhydrid), blygelbatterier, samt litiumbatterier att tillgå. Litiumbatterier är dock ännu relativt dyra (5 000–10 000 kronor). Gelbatterierna kan ibland vara att föredra eftersom de är okänsligare för temperaturvariationer och har en låg nivå för laddning samt låg vikt och hög energitäthet. Även NIMH-batterier är ett bra alternativ då de är betydligt lättare (mindre än halva vikten) än syra-blybatterier. Vanligtvis används dock djupladdade syra-bly-batterier vid elfiske. Vi

kan rekommendera HITACHI HP24-12 Sealed lead-acid battery. Två sådana batterier och en bra laddare som känner av batteriets status räcker länge. Vanligen ligger kapaciteten på ett normalt batteri på 12–28 Ah, och den utgående effekten varierar mellan 50–400 Watt.

Batteriaggregatets kontrollenhet med den inbyggda transformatorn omvandlar likströmmen från batteriet till en utgående högre spänning. Vanligen är spänningen varierbar i intervallet 100 – 1 000 V, ibland upp till 1500 Volt. För att strömförbrukningen inte skall bli för stor omvandlas den raka likströmmen från batteriet till pulserad likström. Ofta används en pulserad likström med en frekvens mellan 10 och 100 Hz beroende på aggregattyp. För vissa aggregat även med en frekvens upp till 500 Hz. Möjligheterna att variera frekvensen varierar beroende på aggregatmärke. Vanligtvis görs inställningen i fasta steg, men vissa aggregat (Smith-Root, Hans Grassl) har en steglös inställning av frekvensen. För Smith-Root batteriaggregat LR 24 kan frekvensen för enkla pulser varieras från noll upp till 120 Hz och för komplexa pulser upp till 1000 Hz. För Hans-Grassl batteriaggregat IG 200 och IG 600 kan frekvensen varieras steglöst från 10–100 Hz respektive 20–200 Hz. Aggregatet IG 600 kan användas i vatten med en ledningsförmåga upp till 150 mS/m om pulsfrekvensen är rätt inställd. Aggregatet har en separat kontrollenhet, men normalt (jmf IG 200) brukar kontrollenheten sitta fäst på samma bärram som batteriet (Figur 6.7).



Figur 6.6. Batteriefiskeaggregat av märket Geomega FA 4. Aggregatet bärs på ryggen under elfiske och är därför försedd med en lutningsbrytare. Jordflätan (ej med på bilden) släpar efter elfiskaren i vattnet.



Figur 6.7. Batteriaggregat av märket Smith-Root LR 24 (till vänster) och Hans-Grassl IG200 (till höger). Båda har lutningsbrytare som bryter strömmen när aggregatet lutar mer än 45°.

Elektroder

Elektroderna (anod och katod) är ofta speciellt utformade för att ge ett lämpligt elektriskt fält. Vanligtvis är anoden (pluspolen) som används för att anlocka och fänga fisken ringformad för att ge ett cirkulärt elektriskt fält medan katoden (minuspolen) i allmänhet inte behöver ha någon särskild form eller utseende för att fisken skall kunna fångas, bara ytan är tillräckligt stor. Katodens form och utseende styrs istället av vad som är praktiskt att använda (se nedan). Det är däremot av särskilt stor betydelse hur stor yta elektroderna (polerna) har i förhållande till varandra. De båda elektrodernas storlek och yta begränsas dock ofta av vad som är praktiskt möjligt att använda vid vadningsfiske. Vid båtelfiske finns inte samma begränsning.

I regel är anoden fastsatt nederst på den s.k. **elfiskestaven** som är bestående av ickeledande material (t.ex. glasfiber). I Sverige tillverkas ofta elfiskestaven av de två grävsta sektionerna av ett glasfiberteleskopmetspö. Längden på elfiskestaven kan anpassas individuellt, men bör normalt inte vara kortare än 1,6 m eller längre än 2 m. Metallringen längst ned på elfiskestaven utgör den spänningsförande delen. Den kan tillverkas av aluminiumrör (12 mm diameter och 1 mm godstjocklek) av ca 1,2 m längd eller av stålrör med något smalare rördiameter (6–10 mm). Vanligtvis används en anodring med 25–30 cm diameter, men det förekommer också att man använder både mindre

(10–25 cm) och större ringstorlekar (40–60 cm). I Nordamerika är anodringar med 30 cm diameter standard och även i de nordiska länderna är ringar med 25–30 cm diameter mer eller mindre standard (Figur 6.8). I Tyskland används varierande ringstorlekar men ringanoder med 23 cm diameter är vanliga (Figur 6.9). I Storbritannien används företrädesvis större ringanoder med 40 cm diameter.

Elektroddiametern påverkar det elektriska fältet runt elektroden. Den påverkar både fältets storlek och spänningsgradienten. Ju större anodringen är desto mindre koncentrerat blir det elektriska fältet runt elektroden, vilket innebär att attraktionszonen ökar i storlek relativt bedövningszonen. Det elektriska fältet får också en något större total räckvidd. Vid standardiserade elfisken skall dock standarden med 25–30 cm anodring alltid följas.

Hur stor ringdiameter som kan användas vid elfiske begränsas också av vattnets konduktivitet, vattendragets storlek och hanterbarheten. Standardstorleken 25–30 cm fungerar dock i de flesta vatten. I högkonduktiva vatten begränsas ringstorleken av den tillgängliga effekten som elverket producerar eftersom en större ringdiameter här kräver en högre effekt på elverket. I mindre vattendrag med stenigt och blockigt bottensubstrat är det också svårt att hantera en anodring med stor diameter. Observera att när anodringens yta ökar måste också katodelektrodens yta (jordflätans) yta öka i proportion till ökningen av anodringens yta. När anodringens yta minskar, minskar också effektkraven, men samtidigt koncentreras det elektriska fältet i vattnet vilket gör att risken för skador på fisken ökar. Tänk också på att anoden bör hållas ren, annars minskar fångsteffektiviteten genom det skikt av aluminiumoxid och humusmaterial som bildas på ytan. Aluminium korroderar normalt långsamt, men vid elfiske snabbas processen upp. Särskilt gäller detta i vatten med hög konduktivitet. Korrosionen beror av s.k. elektrolys och drabbas också katoden som ofta är gjord av förtenad koppar eller mässing. Genom elektrolysen kan ytskiktet på flätan försvinna och det finns också risk att lödtennet i lödningen mellan jordflätan och jordkabeln försvinner.

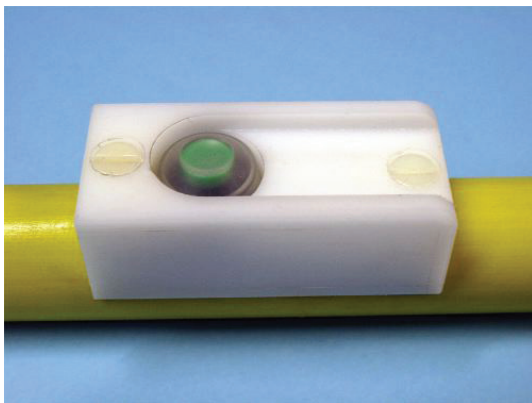


Figur 6.8. Elfiskestavens nedre del med den strömförande ringen (pluspol; anod). Konventionell elfiskestav av den typ som används till märket Lug AB. Anodringen till vänster på bilden är en standardring på 25–30 cm medan anodringen till höger är en mindre ring som i vissa fall används för att fånga årsungar av öring eller andra mindre fiskar.



Figur 6.9. Elfiskestav av märket Hans-Grassl – här ses den övre delen med handtaget och den nedre delen med den strömförande ringen. Staven fungerar bra att använda i större vattendrag men är svårare att manövrera i mindre vattendrag. För att göra det lättare att använda staven i mindre vattendrag kan man korta av skänklarna på den u-formade delen.

På elfiskestaven skall det alltid finnas en mikroströmbrytare (på/av, s.k. “dödmansgrepp”, se Figur 6.10). Denna drivs med en lägre spänning, ofta 12–30 V och med en mycket låg strömstyrka mellan 10–100 mA. Denna kontakt skall naturligtvis vara fuktsäker och tillförlitlig.



Figur 6.10. Fuktsäker mikroströmbrytare (Hans-Grassl, T1) som utgör dödmansgrepp på elfiskestaven.

Minuspolen (katoden) används som “jordning” och brukar bestå av någon form av kopparnät eller flätad kabel (typ batterifläta, Figur 6.11). En stor yta på katodelektroden är särskilt viktigt för att nå en hög fångsteffektivitet i lågkonduktiva vatten. Ju större yta katodelektroden har desto mindre blir den ekvivalenta resistansen vid elektroden (se avsnitt 4.3).

För att minska den elektriska resistansen för katodelektroden bör kopparflätan eller jordnätet ha en yta som är minst 3 gånger större än anodringens yta.

I lågkonduktiva vatten kan det vara en fördel att använda två jordflätor istället för bara en jordfläta. I högkonduktiva vatten kan dock en ökad katodyta kräva att elverk och kontrollenhet ska klara en högre effekt. För elverket innebär detta att den utgående effekten kan behöva vara 2,0 kW istället för 1,0 kW. Materialet som katoden är gjord av brukar vara mässing, koppar eller stål.

Jordflätan/jordnätet ansluts till transformator/likriktardelen och ligger fast på en och samma plats i vattnet som en s.k. passiv ka-



Figur 6.11. Jordflätan som utgör minuspol (katod).

tod vid fiske med motordrivnet aggregat. Vid batteriefiske släpas jordflätan efter aggregatet bakom fiskaren. Vid båtelfiske med aluminiumbåt och fastmonterat elfiskeaggregat är det en fördel ur både fångst- och säkerhetssynpunkt att använda båtskrovet som katodelektrod. Det förutsätter dock att alla metalltytor på båten har en anslutning till båtskrovet. Observera att om man vid elfisket från båt använder ett vanligt mobilt elfiskeaggregat som normalt används på stranden är det tvärtom viktigt att isolera katoden från alla metalltytor i båten (inklusive motor).

Om man vid elfiske från båt använder ett vanligt elfiskeaggregat får absolut inte metallbåtar användas.

Jordfelsbrytare

Ofta tror vi att säkringar och proppar skyddar oss mot elektriska fel, men säkringar är inget säkert skydd annat än vid kortslutning och överbelastning. Vid isolationsfel i sladdar kan jordfelsströmmen bli så liten att säkringen inte löser ut, men man får i sig strömmen. För att klara detta problem finns numera jordfelsbrytare för utomhusbruk (IP-klass 44), såväl för fast installation som för flyttbart bruk, med anslutning till jordat uttag (230 V, 16 A). IP-klass 44 betyder att jordfelsbrytaren är fuktskyddad och har ett sköljtätt hölje, som dock inte är helt vattentätt.

Jordfelsbrytaren fungerar i enlighet med något som kallas Kirchoffs lag, som i korthet går ut på att en inkommande ström skall vara lika med den utgående. Jordfelsbrytaren jämför strömmarna i fasledaren och neutralledaren (nollan/jord). Om skillnaden är större än det förinställda värdet på jordfelsbrytaren bryts strömmen. Detta sker redan vid ca 30 milliampere, mindre än strömmen till en liten ficklampa och precis under det farliga området för likström (se kapitel 14, tabell 14.1). Det sker på några millisekunder. Brytaren måste därefter återställas manuellt innan den kan leda ström igen. Det händer att billigare modeller bryter strömmen i ”onödan”, dvs. vid väldigt små strömskillnader. Ta det dock som en signal om att något är fel och kolla ledningar samt apparater. När jordfelsbrytaren upptäcker att en del ström försvinner bort en annan väg, t.ex. genom skadad kabel eller genom människans kropp och ned i marken löser den ut. Jordfelsbrytaren åstadkommer vid enpolig jordanslutning en snabb och säker fränkoppling och förhindrar långvarig ström genom kroppen. Trots att jordfelsbrytare känner av även små strömmar ger de dock inget fullständigt skydd.



Figur 6.12. Tre olika modeller av jordfelsbrytare för utomhusbruk (IP-klass 44) och en strömstyrka mellan 10-16 A.

En kraftig stöt kan skada innan brytaren hinna lösa ut, särskilt gäller det personer med hjärtproblem. I regel saknar elverket jordfelsbrytare så man måste införskaffa en flyttbar sådan (Figur 6.12). För att testa funktionen hos jordfelsbrytaren finns en speciell knapp som åstadkommer en felström större än 30 mA. Jordfelsbrytaren bör testas vid varje elfiske.

Elfiskekabel och kontaktdon

För att uppfylla säkerhetskraven enligt internationell standard (IEC) samt svensk och europeisk standard (SEK och CENELEC) skall kabeln mellan kontrollenheten och elfiskestaven, dvs. själva elfiskekabeln, vara gjord för utomhusbruk och av typen RDOE (en mångtrådig, extra förstärkt och isolerad kabel som är olje- och väderbeständig). Kabeln skall vara gjord av kloropregummi och ha den nya Europabeteckningen H07RN-F. Nackdelen med denna kabel är att den är tung, speciellt om man har en kabel på 50 m. Ett något lättare alternativ är att använda en så kallad släpkedjekabel som är en polyuretankabel med beteckningen H07BQ-F. Den är både lättare och mera beständig mot yttre påverkan. Genom att denna kabeltyp har en högre draghållfasthet kan man i vatten med låg konduktivitet även till elfiske använda en ”1-kvadrat” kabel med beteckningen H05BQ-F. I vatten med hög konduktivitet och krav på en högre effekt och större generator bör man dock använda den normala 1,5-kvadratkabeln. Se till att ni använder rätt kabel vid byte eller nyinköp av elfiskeutrustning. Alla kablar för elfiske skall ha två fasledare och en skyddsledare (neutralledare).

Kontaktdonen för elfiskekabeln skall vara fukt-täta kabelkontakter (Figur 6.13 och 6.14). Till Lug AB:s elfiskeutrustning används vanligen honkontakter och hankontakter av märket ITT Cannon (beteckning MS3106E18-4S samt MS3106E18-4P). De har ett ytterhölje av aluminium och gummibussningar för isolering av ledarna. Kontakterna är helt vattentäta (IP-klass 67) om de skruvas ihop ordentligt, men bör ändå inte användas så att de riskerar att falla i vattnet vid elfiske. Var också försiktig när ni skruvar ihop kontakterna. Det är många som skruvar på fel ring. Då riskerar man att fasledarna och skyddsledaren i kabeln vrids

loss i kontakten. På grund av att ledarna är fastlödda i kontakten är det ofta besvärligt att sedan laga kontaktarna. Det finns dock även andra kontakter/kontaktdon som är lämpliga för elfiske och som kan användas till såväl elfiskekabel, elfiskestav som jordflåtan. I dessa kontaktton är en lödning av ledarna inte nödvändig utan ledarna skruvas fast (Figur 6.14). Kontakttonen är gjorda av slagtålig plast och är vattentäta (IP-klass 67). De är dessutom betydligt billigare än Cannon-kontaktarna. Till Hans-Grassl elfiskeutrustning används Hirschmann kontaktton (CA 3 LD och CA 3 LS). Även Amphenol kontaktton ECOMATE C016 (20D003 och 20H003) kan användas till elfiskeutrustningen.



Figur 6.13. Hon- resp. hankontakt av IIT Cannon-typ med aluminiumhölje.



Figur 6.14. Amphenol och Hirschman kontaktton med plasthölje.

6.2 Provtagningsutrustning

Vadarstövlar, vadarbyxor och gummihandskar

Vadarstövlar och vadarbyxor skall vara tillverkade av material som ger tillräckligt skydd mot det elektriska fältet i vattnet. Vadarbyxor av neopren ger en mycket bra isolering mot den

elektriska strömmen och värmer bra vid kylig väderlek, men är för varma att användas sommartid. Det är därför vanligare att man använder vadarbyxor gjorda av Gore-tex-material eller liknande väv som andas med tillhörande kängor. Det finns kängor med filtsula som ger ett mycket bra fäste i vattnet, men filtsulor är mycket hala när man går på land, speciellt på gräs och löv. Ett annat problem med filtsulor är att sulorna torkar mycket långsamt och utgör en stor risk för spridning av kräftpest och fisksjukdomar. I Nya Zeeland har man av denna orsak helt förbjudit användningen av filtsulor på vadare.

Rekommendationen är att inte använda filtsulor vid elfiske.

Andningsvadare skall ha en väv i flera lager (minst 3 lager) för att ge tillräcklig isolering mot den pålagda elströmmen i vattnet. Vid användning av andningsvadare måste man också ha långbyxor eller underställ under andningsvadarna för att undvika att utsättas för krypströmmar och strömstötter genom vadarna. Även vanliga vadarstövlar kan användas om vattendjupet tillåter detta. Gummihandskar som används vid elfiske skall vara godkända för elektriskt arbete upp till 1000 V (klass 0).

Håvar och avstängningsnät

Elfiskehåven skall ha ett skaft av icke ledande material (t.ex. senvuxen gran eller glasfiber) och bör vara 1,6 till 1,8 m långt. Vidden på elfiskehåven kan variera men är vanligtvis 20–25 cm. I de flesta fall bör håvdiametern ej överstiga 30 cm vid standardiserat elfiske då större håvar blir svårhanterliga. Det är bara vid riktat fiske efter större fiskar (t.ex. avelsfiske) som det finns behov av större håvar. Håven ska vara försedd med **knutlöst** nät med en maskstolpe av 4 mm (Figur 6.15). I vissa fall (yngelfiske) kan det vara nödvändigt att använda ett nät med 2 mm maskstolpe. Detta finmaskiga nät ger dock stort vattenmotstånd och är svårt att fiska med i vattendrag med stark vattenström.

Djupet på en ”allfisk”-håv är i regel 10–15 cm (Figur 6.16) beroende på vilket djup som

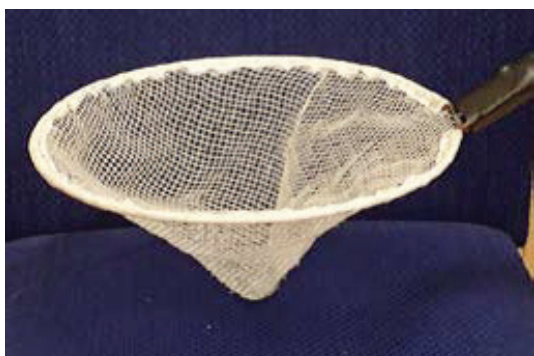
fördras. En del vill ha en djup håv medan andra vill ha en grund håv för att hantera fisken. Vet man att fångsten bara omfattar små fiskar (<10 cm) kan djupet (slacket) i håven minskas till bara några cm. Detta gör det lättare att tömma håven i medhjälparens hink, men samtidigt är det lättare för fisken att hoppa ur. Räknar man med stora fiskar, t.ex. vid avelsfiske eller utfiskning av gädda, kan håven å andra sidan behöva vara 30–40 cm djup. Det är dock ofta inte nödvändigt att öka diametern över 30 cm. En rund håv är i de flesta fall att föredra eftersom den gör det lättare att komma åt fisk mellan stenarna. En del föredrar dock triangulära håvar med rak främre kant som ger en bättre kontakt med botten och som underlättar fångst av bottenlevande fisk om botten inte är för ojämn. Det finns konsulter som säljer specialanpassade håvar. Det kan vara svårt att hitta ett bra nät, men försök hos någon av dessa:

- www.syversen-nat.se
- www.kingfisher.se
- www.lundgrensfiske.com

Vanliga akvariehåvar underlättar hanteringen av den mindre fisken i hinkarna vid mätning och vägning. De är både lätta att hantera och



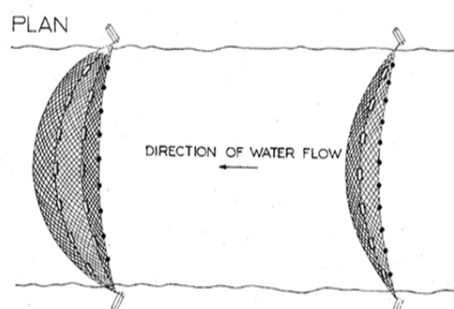
Figur 6.15. Knutlöst nät minskar risken för skador på fisken.



Figur 6.16. Håv med 25 cm diameter och skaft av glasfiber Foto: Stefan Stridsman

skonsamma för fisken, vilket minskar stressen hos fisken. Det är bra att ha en mindre håv (vitt nät) ofta för de minsta fiskarna (årsungarna) och en något större håv (grönt eller svart nät) för fiskar som är ett år eller äldre. Tyvärr är nätet i de större håvarna inte så hållbart så det kan vara bra att ha flera håvar av denna typ.

För att minska fiskens möjligheter till flykt från den elfiskade sträckan kan avstängningsnät (eng. block net) användas vid elfiskelokalens övre och nedre avgränsning (Figur 6.17). Avstängningsnät används i regel inte, men kan användas i mindre vattendrag om man befärdar flykt av större fiskar. Utförda försök har dock visat att fisk (öring och ål testades) endast i mycket ringa utsträckning flyr från elfiskelokalerna. Av öring i storleksintervallet 5–30 cm fångades ingen som flyttade ur sträckan uppströms, medan ca 1 % fångades nedströms. En stor del av dessa var bedövade av elfisket och drev sakta nedströms med vattenflödet. För ål var motsvarande värden 0 % uppströms och 1,1 % nedströms. Om avstängningsnät används, tänk då på att så lite som möjligt störa fisken inom provytan vid isättandet av näten. Ett avstängningsnät bör ha en maskstorlek av 5 mm och vara försett med ordentlig flytteln upptill och dubbla sjunktelnar undertill, samt med 2–3 dm nät mellan de båda sjunktelnarna. Den totala höjden på avstängningsnätet bör vara 1–1,5 m för att kunna förankra det riktigt i botten med hjälp av stenar. På grund av att det är svårt att använda avstängningsnät i vattendrag bredare än 4 m rekommenderar vi dock inte generellt användning av avstängningsnät.



Figur 6.17. Avstängningsnät som ibland används vid kvantitativt elfiske för att hindra fisken från att simma in och ut ur den undersökta elfiskesträckan (Från Alabaster & Hartley 1962).

Välj om möjligt elfiskelokaler som har naturliga avgränsningar (forsnackar eller avsmalnande partier) i den nedre och övre delen av sträckan.

Hinkar och sumpar

Lämpliga hinkar att förvara fisken i vid elfiske är murarhinkar. De är mycket hållbara och står stadigt på marken genom att de är breda och låga. De finns i både grön och svart färg, men det är bara de gröna hinkarna som är lämpliga att använda. I de svarta hinkarna ser man inte fisken. Andra hinkar som är populära vid elfiske är ovala hinkar som kan fästas i en sele (röjsågssele). Det frigör en arm och minskar belastningen på armar och axlar (Figur 6.18). I likhet med valet av håv är valet av hink mycket en fråga om tycke och smak. Observera att det vid elfiske i vatten med täta fiskbestånd kan det bli problem med syretillgången för fisken om den förvaras i hinkar mellan och under utfiskningsomgångarna. Är vattentemperaturen hög kan mycket stor andel av fiskarna dö i hinkarna av syrebrist.

Vid standardiserade elfisken som omfattar 3 utfiskningsomgångar bör man alltid sumpas fisken i vattendraget.

Som fisksump kan man använda keep-net eller större plasthinkar (>20 l) med lock och små hål nedtill (hålen kan borras upp eller göras med lödkolv). Man kan också använda eget tillverkade nätsumpar. Använd gärna knutlöst nät. Hålen i hinken och storleken på nätmaskorna i nätsumpen bör vara max 4 mm. Fisksumpen bör placeras på en lämplig plats nedströms elfiskelokalen. Var noga med att förankra sumpen ordentligt så att den inte sliter sig, välter eller driver nedströms med den instängda fisken.

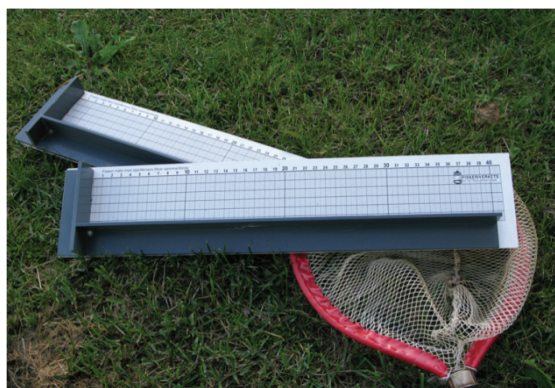
Mätbrädor, mätrör och vågar

Mätning av fiskens längd sker enklast på en mätbräda av plast med inlagd millimeterskala



Figur 6.18. Hink för förvaring av fisk fäst i en röjsågssele. Foto Stefan Stridsman.

(Figur 6.19). Fisk kan också mätas i genomskinliga plaströr med måttkala, så kallade Alenärör (Figur 6.20). Nackdelen med mätrören är att man måste ha mätrör i olika storlekar som är anpassade till fiskens storlek. Huvuddelen av fisken som fångas vid normalt elfiske är under 30 cm varför detta räcker som maxlängd för mätbrädan, vilket gör mätbrädan enklare att hantera. Längre fisk kan mätas med en tumstock av plast.



Figur 6.19. Mätbräda i plast med stödkant i nedre delen. Observera att all mätning sker till närmaste millimeter, inte centimeter. Foto: Björn Bergquist.



Figur 6.20. Mät rör i plast (Alenäsrör) för mätning av fisk utan att använda bedövningsmedel. Röret skall fuktas invändigt innan fisken förs in. Foto: Per Ingvarsson.

Om vägning skall företas i fält rekommenderas en elektronisk snabbvåg med 0,1 g noggrannhet. Blåsigt väder kan dock kräva ett vindskydd för vågen eller att man använder en mindre vindkänslig våg med 1 grams noggrannhet. Vindskydd kan skapas genom att placera vågen i en låg plastlåda. Eftersom vågarna ofta är fukt känsliga bör de tas in för torkning varje kväll. Vid fuktig väderlek kan det vara bra att ha vågarna inneslutna i en tunn genomskinlig plastpåse som fuktskydd. När vågarna tas in om kvällen bör plastpåsen tas av för att undvika kondens. Vägningen av fisken underlättas om man väger fisken i en liten skål på vågen. Vid vägningen bör man ha lite vatten i skålen. Var noga med att tarera vågen mellan varje vägning.

Måttband, mätskala och elfiskeprotokoll

För att kunna mäta upp elfiskelokalerna (längd, bredd och vattendjup) på ett korrekt sätt skall alltid ett 50 m måttband och en 2 m lång mätskala eller tumstock ingå i elfiskeutrustningen. För att registrera fångsten skall elfiskeregistrrets standardiserade elfiskeprotokoll och tillhörande instruktion användas. Skrivplån och pennskrin skall också finnas med. För att underlätta registreringen av fångsten vid fuktig väderlek är det bra om det i utrustningen även ingår inplastade elfiskeprotokoll eller protokoll kopierade på allvädersplast som det går att skriva på med blyerts.

Polaroidglasögon, bedövningsmedel och gummihandskar

För att underlätta fångandet av fisken kan det vara lämpligt att använda polaroidglasögon som tar bort ljusreflexer på vattenytan. De bör dock inte vara för kraftigt färgade utan ljus gula eller svagt blåtonade. För att underlätta hanteringen av fisken vid mätning och vägning behövs dessutom någon typ av bedövningsmedel (MS 222, bensokain eller eugenol). Vid bedövningen är det viktigt att inte använda för hög koncentration eller bedöva för många fisk åt gången (se avsnitt 9.6). För hanteringen av den bedövade fisken behövs dessutom gummihandskar.

Konduktivitetmätare och digital termometer

Bland elfiskeutrustningen skall det alltid finnas en konduktivitetmätare och en digital termometer. En billig, smidig och vattentät konduktivitetmätare är Hanna DiST®5. Den kan också användas för att mäta luft och vattentemperaturen. Det går också att använda vanliga inne-ute termometrar för att mäta temperaturen, förutsatt att man tejpar över håll och skarvar där vatten kan tränga in.

Första förband, mobiltelefon, GPS och verktyglåda

För att uppfylla säkerhetskraven vid elfiske skall alltid också första förband och mobiltelefon ingå i elfiskeutrustningen. Tänk på att välja en mobiloperatör med god täckning! Om inte telefonen har GPS-funktion bör även en separat GPS medföras. GPS:n behövs för att hitta elfiskelokalerna om man inte har fiskat lokalerna tidigare och kan också vara användbar för att ange positionen vid en olyckshändelse.

Dessutom bör man se till att ha med en verktyglåda med t.ex. skiftnyckel, polygrip, avbitare, plattång, skruvmejslar och hylsnyckel för att kunna reparera utrustningen. Glöm heller inte märkfärg, säkringar, tändstift, löd utrustning (elström finns i elverket), el- och vulktejp, multimeter. Reparationsats till vadare, dvs. TerAid eller Liquisole, och eventuellt en vadarstav är också bra att ha med.

6.3 Kontroll av utrustning och kalibrering av elfiskeaggregat

Kontroll av utrustning

Inför elfisket bör elverk, kontrollenhet, kontakter, kabel med mera kontrolleras. En noggrann genomgång av elverk och kontrollenhet bör göras av fackman före fältsäsongen. Givetvis skall detta också göras vid behov, t.ex. vid olika typer av aggregatkrångel. Elfiskepersonalen sköter utrustningen i fält, men lagning av känsliga komponenter bör göras av fackman.

Se till att hålla elfiskestavens ring ren så att den leder ström på ett optimalt sätt. Smärgel-duk kan vara lösningen om underhåll görs regelbundet. Elfiskestaven kan man i nödfall laga själv, men lagning av kontrollenheten (transformator och likriktare) kräver fackman och eventuellt kopplingsscheman varför sådana reparationer skall utföras av tillverkaren eller svagströmselektriker. Även reparation av elverk skall ske av fackman.

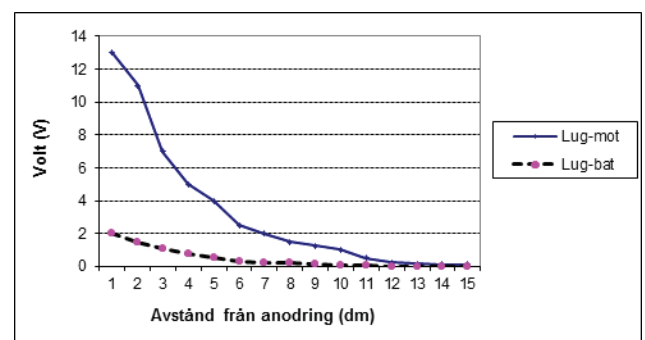
För service av elverk rekommenderas vanligen rengöring av luftfilter var 50:e drifttimma och byte av motorolja efter var 100:e drifttimma. Första oljebytet bör dock ske redan efter 20 drifttimmar. Kontroll och rengöring av bensinfilter görs en gång om året och byte av tändstift görs först efter 300 drifttimmar. Efter 300 drifttimmar bör också ventilkontroll och i sällsynta fall sotning av motorn ske. Detta måste dock göras av fackman. För skötsel och underhåll av elfiskeaggregatet bör en speciellt ansvarig utses. Åtgärder och utförda kontroller bör helst noteras i någon typ av "loggbok" för varje elfiskedon.

Kalibrera utrustningen någon gång under säsongen. Notera värdena och kolla nästa år på samma plats och vid likvärdiga förhållanden.

Kalibrering av elfiskeaggregat

Idag finns det ingen standard varemot man kan kalibrera sitt aggregat. Tills vidare kan man nöja sig med att själv försöka kalibrera sitt aggregat mellan åren. Det viktigaste vid elfiske är självfallet den spänningsgradient som bildas runt anoden. Denna gradient kan enkelt studeras genom att använda en **mätsond (kalibrerstav)** med multimeter (digitalt testinstrument) av samma typ som tidigare presenterades i avsnitt 4.2. Genom att mäta på olika fasta avstånd från anodringen kan voltstyrkan avläsas på olika avstånd från anodringen (Figur 6.21). Voltstyrkan (spänningen) kan sedan enkelt räknas om till spänningsgradientvärdet (V/cm). Denna form av kalibrering bör helst genomföras årligen för varje elfiskeaggregat och redovisas som teknisk kvalitetssäkring. Gör upp kurvor som i figur 6.21 vid samma lokal och anteckna temperatur och konduktivitet varje år. För den som vill läsa mer om testning av elfiskeutrustningar rekommenderas Kolz (1993).

Mätsonden kan också förtjänstfullt användas för att kolla funktionen hos aggregatet när man är osäker. Ibland tvekar man om elfisket verkligen fungerar (ingen fisk har synt). Vid en spänningsgradient av ca $0.1 V/cm$ attraheras en större fisk ($>10 cm$) och vid ca $1,0 V/cm$ bedövas den. Detta gör att man utgående från ovanstående mätning kan avgöra elfiskeaggregatets effektivitet och räckvidd.



Figur 6.21. Spänningsfall (V) mellan två elektroder på $5 cm$ avstånd (efterliknande en årsunge av öring) på olika avstånd från anodringen för Lugabs motor- respektive batteridrivna aggregat vid $600 V$ utgående spänning och en konduktivitet kring $5 mS/m$ när anoden (elfiskestaven) hölls $3 m$ från katoden (jordnätet). Data från Näslund 1996.

7. Standardiserat elfiske

Standardiserat elfiske innebär att data insamlas på ett enhetligt sätt, vilket möjliggör jämförelser mellan olika vattendrag och olika år. Standardiseringen innebär också att man reducerar variationen i elfiskets fångsteffektivitet och erhåller därmed stabilare och mer pålitliga data (Bonar m.fl. 2009). Standardiseringen behövs för att kunna analysera effekter av olika typer av miljöpåverkan (t.ex. försurning eller vattenreglering) och effekter av olika fiskevårdsåtgärder på fiskförekomst, individtillväxt och fiskproduktion. Särskilt viktig är standardiseringen vid analys av tidsserier och långsiktiga effekter av klimatförändringar. Elfiske är dock tyvärr svårt att standardisera fullt ut på grund av det förekommer en stor variation i utrustning och utförande. En standardisering är dock både möjlig och mycket angelägen.

Standardisering innebär:

- a) Elfiske med likvärdig elfiskeutrustning (aggregat, strömtyp och elektrodstorlek).
- b) Elfiske med enhetlig metodik och provtagningsstrategi.
- c) Användning av standardiserade protokoll.
- d) Enhetlig metodik för beskrivning av elfiskeokal.
- e) Elfiske vid samma tidpunkt varje år (samma datum/vattennivå).
- f) Samma utförare under flera år (om möjligt).
- g) Standardiserad utgående effekt
- h) Utvärdering av elfiskets fångsteffektivitet

7.1 Likvärdig elfiskeutrustning

Vid standardiserade och kvantitativa elfisken bör enbart motordrivna elfiskeaggregat som levererar ”rak” likström användas. Batteriaggregat som ger pulserande likström skall helst inte användas. Om pulserad likström trots allt används skall strömmen ha en pulsfrekvens mellan 10–40 Hz och en pulskvot (duty cycle) på 25 %. För att elfiskeutrustningen skall vara likvärdig mellan olika år är det också viktigt att genomföra en årlig kontroll och

kalibrering av utrustningen. De motordrivna aggregaten skall helst ha en likvärdig fångsteffektivitet. Det är därför önskvärt att alla elfiskeaggregat kontrolleras och kalibreras.

7.2 Enhetlig metodik – Svensk och Europeisk standard

Målet är att alla elfiskeundersökningar skall vara standardiserade. För att kunna jämföra undersökningsobjekt med varandra och förändringar i fisktätheten över tiden är det viktigt att både metoder och utförande är standardiserat. Därför finns det framtaget en svensk och europeisk standard för elfiske (SS-EN 14011: 2006). Det finns också en handledning för miljöövervakning (www.naturvardsverket.se, www.havochvatten.se) med en särskild undersökningstyp för ”Elfiske i rinnande vatten” (Naturvårdsverket 2010) som skall användas vid länsstyrelsernas kalkeffektuppföljning och regionala miljöövervakning, samt inom de nationella övervakningsprogrammen (Integrerad kalkeffektuppföljning – IKEU och delprogrammet Trendvattendrag). Den metodik som beskrivs i undersökningstypen är den standardiserade elfiskemetodik som används för kvalitativt och kvantitativt elfiske i de flesta normala situationer.

Enligt undersökningstypen ”Elfiske i rinnande vatten” (Naturvårdsverket 2010) omfattar kvalitativt elfiske bara en utfiskningsomgång medan kvantitativt elfiske skall omfatta minst tre utfiskningsomgångar. För kvantitativa elfisken med tre utfisken krävs det dock att fångsteffektiviteten (p-värdet) är minst 0,3 (Anon. 2007). När fångsteffektiviteten är lägre eller antalet fångade fiskar är litet bör istället minst fyra utfisken göras. Även när fångsten är lika stor i alla tre utfiskningsomgångarna eller när fångsten i första och andra fisket är lika stor, men fångsten i tredje är mycket liten bör elfisket omfatta minst fyra utfiskningar.

Enligt den europeiska standarden för elfiske (SS-EN 14011: 2006) skall kvantitativt elfiske enligt provyttestrategin genomföras på ett an-

Tabell 7.1. Minsta lokallängd som elfisket skall omfatta enligt SS-EN 14011: 2006.

Vattendragets storlek	Minsta lokallängd som skall avfiskas
Små vattendrag, bredd <5 m	20 m, hela vattendragsbredden skall avfiskas
Medelstora vattendrag, bredd 5–15 m	50 m, hela vattendragsbredden skall avfiskas
Större vattendrag eller kanaler, bredd >15 m	>50 m av strandzonen på en sida eller båda
Sjöar eller dammar	>50 m av littoralzonen och minst 200 m ²

tal lokaler (provytor) på en definierad sträcka i vattendraget med rätt utrustning, rätt fiske-metod och med utbildad och kunnig personal. I standarden anges dock inte hur många utfiskningar som det kvantitativa elfisket skall omfatta eftersom standarden även omfattar båtelfiske. I den europeiska standarden anges bara att elfisket skall ge information om fisk-faunans artsammansättning, fisktäthet och po-pulationsstruktur (ålder eller storlek). Infor-mationskravet innebär att det skall finnas en lista över alla fångade arter. Antalet fångade fiskar av varje art skall redovisas både totalt för lokalen och som antal fiskar per 100 m². Fiskens ålder kan bestämmas utgående från fiskens längdfördelning, samt fjäll eller andra hårda kroppsstrukturer, t.ex. otoliter.

EIFAC (European Inland Fisheries Adviso-ry Commission) anger i "Guidelines for Fish Monitoring in Fresh Water att kvantitativa el-fisken skall omfatta minst tre utfiskningar om inte den andra utfiskningsomgången ger en fångst som är mycket mindre än fångsten i det första fisket och fångstdata indikerar att en to-tal fångst som är större än 200 fiskar och san-nolikheten (p-värdet) för att fånga en fisk är större än 0,6 (EIFACb). Generellt gäller därför att standardiserat kvantitativt elfiske i vadbara vattendrag skall omfatta minst tre utfisken i enlighet med undersökningstypen för miljö-övervakning (Naturvårdsverket 2010).

Elfiskeperioden bör vara densamma varje år så långt detta är möjligt. Helst skall ock-så vattenföringen (vattennivån) vara likartad men detta är tyvärr ofta svårt att uppnå. För att årsungarna av laxfiskar skall vara fångstbara (>4 cm) och vattentemperaturen ligga mel-lan 5 och 20 °C bör kvantitativt elfiske enbart ske under perioden augusti-september. De utvalda lokalerna skall vara representativa för vattendraget, men behöver inte täcka alla bio-toptyper utan främst de typer som finns inom det utvalda målområdet för undersökningen

av vattendraget. För kvantitativa elfisken bör lokalerna väljas inom strömmande vatten-dragspartier med grus-sten-block i botten-sub-stratet. Undersökningsområdet kan definieras och avgränsas på flera sätt, t.ex. en sträcka ned-ströms eller uppströms en sjö, en sträcka ned-ströms ett vattenfall eller nedströms ett större biflöde. Även om vissa fiskarter (t.ex. havsör-ning) vandrar mycket långa sträckor för lek så har de flesta arter en begränsad "home range" som sällan överstiger 10 km (Minns 1995). Den totala lokallängd som elfisket behöver omfatta är beroende av vattendragets storlek, men oavsett vattendragets storlek skall elfisket, totalt för alla lokalerna, omfatta minst 100 m av den utvalda vattendragsträckan. Den minsta enskilda lokallängd som elfisket skall omfatta på varje lokal enligt den svenska och europe-iska elfiskestandardens anges i tabell 7.1.

Den allmänt rekommenderade storleken på en enskild lokalyta (provyta) är att minst 200–300 m² skall avfiskas, om inte tätheten av nyckelarten (målarten) är mycket hög (Na-turvårdsverket 2010). Vid förväntade popula-tionstätheter över 100 individer av nyckelar-ten/100 m² kan lokalytan halveras (100–150 m²). För att lokalytan skall vara minst 200 m² bör lokallängden i regel vara minst 50 m i vat-tendrag som har en vattendragsbredd mindre än 4 m.

7.3 Standardiserade elfiskeprotokoll

Standardiserat elfiske är också styrt med avse-ende på protokoll. Vid alla elfisken skall man alltid använda de standardiserade fältprotokoll som finns framtagna för rapportering till el-fiskeregistret SERS. Data från fältprotokollen förs sedan över till de standardiserade digitala protokollen i Excelformat innan rapportering görs till SERS. Det är också mycket viktigt att protokollen är fullständigt ifyllda för att und-vika tveksamheter rörande fångst, fiskeförhål-landen och lokalens utseende.

7.4 Enhetlig metodik för beskrivning av elfiskelokal

För att de data som beskriver elfiskelokalen och elfiskeförhållanden skall vara användbara vid utvärderingen av fångstdata är det viktigt att dessa data har samlats in på ett standardiserat och objektiva sätt. Det gäller främst att minimera antalet subjektiva bedömningar och därför bör man mäta alla lokalvariabler som är möjliga att mäta. Exempelvis bör lokalens medelbredd och medeldjup beräknas utgående från ett visst antal transektmätningar. För att ge tillräckligt bra underlag bör transektmätningarna omfatta minst 10 transekter jämnt fördelade över elfiskelokalen (Anon. 2007). I varje transekt mäts vattendragets våta bredd vinkelrätt mot vattenfåran till närmaste 0,1 m. Vattendjupet (cm) mäts i tre punkter (1/4, 1/2 och 3/4 vattendragsbredd) i varje transekt. Lokalens längd mäts längs vattenfårans mittlinje med 1 meters noggrannhet. Lokalens dominerande bottensubstrat bedöms utgående från substratbedömningar i varje transekt. Vid klassningen av substratstorlekarna utgår man från den längsta diagonalen. Även flödestyp (lugnflytande, strömmande och forsande) och vegetationsförekomst (typ och täckningsgrad) skall redovisas på elfiskeprotokollet. Dessutom redovisas mängden död ved (antal bitar med en diameter större än 10 cm och en längd större än 0,5 m) som förekommer på elfiskelokalen samt dominerande marktyp i lokalens omgivning (se även instruktion för ifyllande av elfiskeprotokoll).

7.5 Elfiske vid samma tidpunkt och med samma utförare

Elfisket bör om möjligt utföras vid samma tidpunkt och vattennivå som tidigare år. Även om elfisket genomförs samma vecka varje år kan dock vattennivån variera, särskilt om elfisket regelmässigt genomförs i september. För lax där tätheterna varierar kraftigt under säsongen beroende på vattennivån är det särskilt viktigt att elfisket genomförs vid samma tidpunkt varje år (se avsnitt 8.4).

På grund av att olika utförare ofta har olika utrustning och fisketeknik, samt att även de-

ras noggrannhet vid genomförandet av fisket varierar är rekommendationen att om möjligt anlita samma utförare under en följd av år.

7.6 Standardiserad utgående effekt vid elfiske

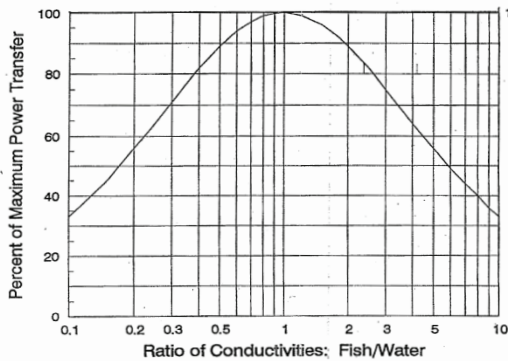
I Sverige saknas det riktlinjer för en standardisering av den utgående effekten vid elfiske, men i USA har flera stater och myndigheter tagit fram sådana riktlinjer. Normalt standardiseras effekten vid elfiske genom att använda en viss utgående spänning i relation till vattnets konduktivitet. Detta fungerar bra i lågkonduktiva vatten men sämre i högkonduktiva vatten där spänningsgradienten varierar mycket lite medan strömtätheten visar en stor variation. Elfiskets fångsteffektivitet styrs i dessa vatten mera av den utgående effekten och strömstyrkan än den utgående spänningen. För att säkerställa att effekttäthet i vattnet möjliggör en maximal överföring av energi från vattnet till fisken har man i USA föreslagit att den utgående effekten och effekttätheten i vattnet skall standardiseras (Kolz 1989, Kolz & Reynolds 1989). Burkhardt & Gutreuter (1995) har också visat att en standardisering av den utgående effekten vid båtelfiske kan reducera variationen i fångstdata med 15 %.

Standardiseringen kräver att den utgående effekten justeras så att konstant effekt/energi överförs till fisken oavsett vilken konduktivitet vattnet har (Kolz 1989, Reynolds 1996, Miranda & Dolan 2003). Med antagandet att fiskens konduktivitet är konstant så krävs det bara kännedom om vattnets konduktivitet och vattentemperaturen för att kunna standardisera den utgående effekten. Den önskvärda effektnivå som krävs för att erhålla samma energiöverföring som vid tidigare elfisketillfälle kan beräknas med hjälp av en korrektionsfaktor "power correction factor" (PCF) för utgående effekt. Korrektionsfaktorn PCF anger hur stor effekt som skall användas för att erhålla en maximal energiöverföring till fisken. Korrektionsfaktorn anger också hur mycket den utgående effekten måste höjas (genom att öka den utgående spänningen) för att erhålla en effekt som ger maximal överföring av en-

ergi till fisken. Faktorn har minimum (1,0) när fiskens konduktivitet är lika stor som vattnets konduktivitet, dvs. när maximalt med energi förs över till fisken. Korrektionsfaktorn för konstant effekt beräknas med följande ekvation;

$$PCF = P_w/P_f = (1 + q)2/4q \quad (7.1)$$

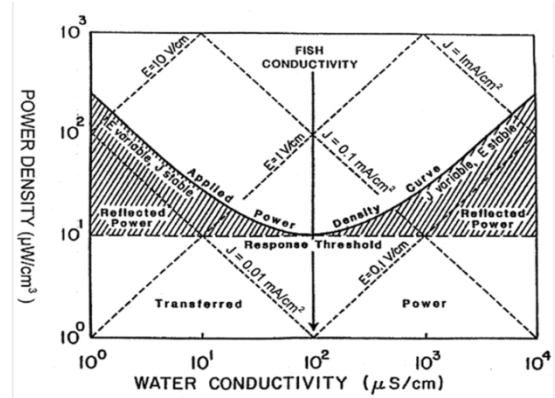
Där P_w = utgående effekt/energi i vattnet och P_f = den effekt/energi som överförs till fisken när vattnets konduktivitet är lika stor som fiskens konduktivitet. Avvikelsekvoten q = vattnets konduktivitet dividerad med fiskens konduktivitet. Figur 7.1 visar hur stor andel av den maximalt möjliga energin som överförs till fisken vid olika avvikelsekvoter, dvs. skillnader i konduktivitet mellan vatten och fisk. Figur 7.2 visar tröskelvärdet för effekttätheten som funktion av vattnets konduktivitet.



Figur 7.1. Andelen av maximal energiöverföring som funktion av resistanskvoten = kvoten mellan effektiv fiskkonduktivitet och vattnets konduktivitet (Från Reynolds m.fl. 2000).

Då det är mycket svårt att mäta fiskens konduktivitet i levande tillstånd utgår man vid beräkningen av korrektionsfaktorn istället från en s.k. ”effektiv fiskkonduktivitet” (Kolz 1989, Kolz & Reynolds 1989). Den effektiva konduktiviten utgör ett mått på fiskens respons vid elektrisk stimulering. Enligt Kolz & Reynolds (1989) är den effektiva fiskkonduktiviteten för guldfiskar 6,9–16 mS/m. Med utgångspunkt från detta värde har man vid beräkningarna ofta satt den effektiva fiskkonduktiviteten till 10 mS/m (Reynolds 1996)

eller 15 mS/m (Burkhardt & Gutreuter 1995). Uppmätta/skattade värden på fiskens egentliga konduktivitet ligger dock betydligt högre (se avsnitt 5.4).



Figur 7.2. Tillämpat tröskelvärde för effekttätheten ($10 \mu W/cm^3$) som funktion av vattnets konduktivitet vid en given fiskrespons hos en hypotetisk fisk med en effektiv konduktivitet på 10 mS/m (Från Reynolds 1996)

Enligt Burkhardt & Gutreuter (1995) kan effekten (energin) (P_t) som överförs från vattnet till fisken även beräknas med ekvationen $P_t = P_a/PCF$, där P_a = i vattnet utgående effekt och PCF är korrektionsfaktorn. Den standardiserade effekten (P_g) som är den önskvärda effekten för att erhålla maximal överföring av energi från vattnet till fisken kan då beräknas enligt formeln:

$$P_g = P_t \times PCF \quad (7.2)$$

För att erhålla underlag för en standardisering av den utgående effekten bör man upprätta en standardiserad effekttabell genom att först noggrant mäta upp utgående spänning, strömstyrka och effekt vid elfiske i vatten med olika konduktivitet. Därefter beräknas för ett urval konduktivitetvärden vilken effekt, spänning och strömstyrka man behöver använda med hjälp av den redovisade korrektionsfaktorn och redovisar dessa i en standardiserad effekttabell. Därefter kan man tillämpa de i tabellen angivna standardiserade värdena vid elfisken i andra vatten.

Trots en relativt god teoretisk bakgrund har Kolz's modell för standardisering av den utgående effekten vid elfiske dock bara tillämpats i begränsad omfattning i USA. Modellen har främst använts för att standardisera den utgående effekten och effekttätheten vid båtelfiske i högkonduktiva (>25 mS/m) vatten (se Burkhardt & Gutreuter 1995, Chick m.fl. 1999, Miranda 2005). Det har också förts fram kritik mot modellen. Enligt Snyder (2003) har inga reella data presenterats som stöder det teoretiska sambandet mellan tröskelvärden för fåltstyrkan och den föreslagna modellen för effekt och energiöverföringen till fisken. Snyder hävdar också att det inte är möjligt att överföra effekt/energi från vattnet till fisken och att mängden ström som överförs till fisken endast bestäms av spänningsgradienten och inte av effekttätheten.

För elfiske i svenska vatten föreslås därför en enklare modell för standardisering av den utgående effekten. Vid elfisken i nationella tidsserievattendrag vid olika konduktivitet är den utgående effekten i genomsnitt ca 300 Watt. Om man utgår från att detta resultat är representativt för elfisken i Sverige kan en genomsnittlig standardiserad utgående effekt för elfiske i svenska vatten sättas till 300 Watt. För

att kunna uppnå denna effekt i vatten med låg ($< 1,5$ mS/m) respektive hög (> 30 mS/m) konduktivitet behöver man dock i dessa vatten använda elverk med en utgående effekt på ca 2 000 Watt. Eftersom den utgående effekt som krävs för ett effektivt fiske är beroende av vattnets konduktivitet, behöver dock ett bättre underlag tas fram innan en standardiserad effekt kan tillämpas fullt ut.

7.7 Utvärdering av elfiskets fångsteffektivitet

Genom standardiseringen underlättas också en utvärdering av elfiskets fångsteffektivitet. Utvärderingen av fångsteffektivitet är viktig för att kunna bedöma hur bra skattningarna av artförekomsten och populationstätheten är och behövs för att kunna utveckla undersökningsmetoden. Elfiskets fångsteffektivitet för olika elfiskeaggregat vid successiv utfiskning kan exempelvis utvärderas genom elfiske på ett i förväg känt antal utsatta fiskar inom en begränsad lokal eller genom jämförelse av det erhållna fångstresultatet med resultaten från provfiske med andra metoder som t.ex. märkning och återfångst av märkta individer.

8. Planering av elfiskeundersökningar

Vid alla elfisken (liksom vid andra undersökningar) är det viktigt att man redan vid planeringen bestämmer sig för vilket syfte och mål som undersökningarna skall ha. Syftet styr vilken typ av undersökning som skall genomföras och målet avgör om undersökningen skall vara kvalitativ eller kvantitativ. Vid planeringen behöver man också bestämma målområde (geografisk omfattning) för undersökningen och vilka parametrar som undersökningen skall omfatta och vilken precision man önskar i resultaten. Metodik, provtagningsstrategi och utförande anpassas sedan till detta. Nedan redovisas några huvudsyften för elfiske.

8.1 Syfte och val av metod

Syfte

De flesta elfisken har bara ett eller några få huvudsyften. Till dessa hör bedömning av fiskesamhällets status utgående från skattningar av artförekomst, populationstäthet, storleks- och åldersstruktur, samt parametrar som beskriver populationsdynamiken (reproduktion, tillväxt och dödlighet). De elfiskedata som erhålls vid kvantitativa elfisken är i regel användbara för utvärdering av flertalet av dessa populationsparametrar, men vissa fall kan det behövas kompletterande undersökningar. På grund av att elfisket är storlekselektivt (det är lättare att fånga stora fiskar) bör man exempelvis vara försiktig med att dra långtgående slutsatser om både populationsstruktur och populationsdynamik innan kompletterande undersökningar har gjorts.

Man kan urskilja åtta huvudsyften för elfiske:

1. Inventering av fiskförekomsten i vattendrag och sjöars strandzon.
2. Bedömning av fiskesamhällets status och fastställande av ekologisk status.
3. Populationsskattning i hela vattendrag (produktionsstudier).
4. Kontrollerande övervakning (miljö- eller resursövervakning).

5. Operativ övervakning (effektuppföljning) i olika former.
6. Fiskevårdsinsatser (decimerings- och avelsfiske).
7. Insamling av provmaterial, t.ex. DNA-prover, för analys
8. Information om vattendragens och fiskens värden

När syftet har fastställts är det första steget att gå igenom tidigare arbeten. Tänk på att det i vissa fall kan vara av stort värde att fiska om gamla elfiskelokaler. All planering börjar i arkiv eller i elfiskeregistret SERS där man letar efter tidigare elfisken.

Metod

Vilken elfiskemetod som skall användas beror, förutom på syftet, även på typen av vattenobjekt och om undersökningen har kvalitativa eller kvantitativa mål. Av avgörande betydelse är vilken vattentyp (mindre eller större vattendrag, dammar eller sjöar) som elfisket skall omfatta.

Vid såväl vadningselfiske som båtelfiske kan man använda både kvalitativa metoder och kvantitativa metoder. Kvalitativa elfisken används huvudsakligen vid inventering av fiskfaunan medan kvantitativa elfisken i regel är inriktade på kontrollerande övervakning eller effektuppföljning (operativ övervakning) i många fall med syftet att studera beståndsförändringar över tiden. Med undantag för decimeringsfiske och avelsfisken så görs dock elfisket, oavsett metod, alltid på en avgränsad sträcka/yta (elfiskelokal) eller avgränsad tidsrymd (båtelfiske) för att kunna relatera fångstresultatet till en viss yta eller fångst-ansträngning.

Vid **kvalitativa elfisken**, s.k. översiktliga fisken, fiskar man i regel av lokalens yta bara en gång och fångar kanske bara hälften av fiskarna. När elfisket omfattar en fiskeomgång kan

man inte beräkna den faktiska fångsteffektiviteten utan man måste skatta den utgående från andra elfisken (se avsnitt 11.3). Vid ett översiktligt fiske kan därför fisktätheten inte beräknas säkert och elfisket betraktas endast som kvalitativt. Vid kvalitativa vadningselfisken relateras fiskfångsten i regel till storleken på den avfiskade ytan. Vid kvalitativa båtelfisken relateras fiskfångsten enbart till ansträngningen. Det innebär att antalet fångade fiskar redovisas per avfiskad sträcka i längdmått (antal/100 m) eller per tidsenhet (antal/minut) och inte per ytenhet. Ofta kör man båten nedströms en av stränderna eller båda stränderna och mäter sträckan eller elfisketiden som det enskilda elfisket (fiskeomgången) omfattar.

Elfisken med en utfiskning kan också användas i kombination med kvantitativa elfisken. Denna metodik används när man följer en population över lång tid och det inte är möjligt att genomföra kvantitativa elfisken på alla lokaler p.g.a. kostnaden eller vattendragets storlek (Bohlin m.fl. 1989). I dessa fall fiskar man en större del av lokalerna kvalitativt med en fiskeomgång och en mindre del av lokalerna kvantitativt med tre fiskeomgångar. Med hjälp av beräknade fångsteffektivitetsvärden från de kvantitativa fiskena kan sedan fisktätheten skattas relativt säkert även för lokalerna där endast en fiskeomgång har genomförts. För att upprätthålla precisionen i undersökningen måste dock antalet fångade fiskar vara relativt stort, metodiken skall vara standardiserad och utrustningen skall vara densamma.

Vid **kvantitativa elfisken** använder man vanligtvis tre fiskeomgångar för att successivt fiska bort fisken på en given yta. Metoden används när man vill ha ett säkert mått på fisktätheten. Under förutsättning att fisket utförs likartat varje gång och fångsteffektiviteten är likvärdig vid varje fiskeomgång finns det möjlighet att beräkna effektiviteten (p) och hur många fiskar som finns på lokalen (se avsnitt 11.3). Kvantitativa elfisken ger normalt en god skattning av fisktätheten på den undersökta lokalen med avseende på laxfiskar. Säkerheten i skattningen ökar med antalet utfisken. Utfiskningsmetoden fungerar dock sämre för stimlevande arter som elritsa, benlöja och mört.

För att elfisket skall betraktas som kvan-

titativt skall man i regel genomföra minst 3 likvärdiga utfisken. Bohlin (1982) anger dock att två utfisken i vissa fall kan vara tillfyllest om populationen är stor och fångsteffektiviteten hög. När fångsteffektiviteten (p -värdet) är lägre än 0,3 är dock kvantitativt fiske med bara tre utfisken inte tillrådligt. I intervallet 0,25–0,40 kan det därför vara nödvändigt genomföra 4 eller 5 utfisken för att få en god precision på skattningarna. På grund av att fångsteffektiviteten i praktiken ofta inte är lika stor vid varje fiskeomgång brukar tyvärr fisktätheten underskattas något (Bohlin m.fl. 1989, Amiro 1990). De erhållna värdena på fisktätheten bör därför betraktas som relativa och inte som absoluta. Förutom att ge en bättre skattning av tätheten brukar även antalet funna arter öka (ca 10 %) när lokalen/sträckan fiskas av tre gånger (Degerman m.fl. 1994). Därför skall man alltid genomföra minst tre utfisken på varje lokal för att få en bra bild av fiskfaunans artsammansättning, särskilt när antalet elfiskelokaler är relativt litet (Pursey m.fl. 1998).

Vid kvantitativa båtelfisken använder man ofta fångst-återfångstmetodik där man märker alla fångade fiskar av en viss art vid första fisket och sedan räknar antalet återfångade fiskar vid det andra elfisket (Carlstein m.fl. 2005, 2006). Med hjälp av antalet märkta fiskar vid första fisket och antalet återfångade märkta fiskar vid andra fisket kan populationstätheten beräknas (Chapman 1951). Båtelfiske med fångst-återfångstmetoden är vanligtvis bara inriktad på en eller två målarter. En annan kvantitativ metod vid båtelfiske är s.k. strip-fishing där man fiskar ett stort antal smala (en båtbredd) sträckor (strips) inom olika biotoper (Schmutz m.fl. 2001, Bergquist m.fl. 2007). I vissa fall har man vid båtelfiske även använt utfiskningsmetodik enligt samma modell som vid vadningselfiske (Penczak & Romero 1990, Harvey & Cowx 1996).

8.2 Val av provtagningsstrategi

Provtagningsstrategin avgör såväl val av undersökningsområde (typ av elfiskelokal) som elfiskets omfattning (antal lokaler). Strategin kan delas upp i tre huvudtyper;

- inventering av fiskförekomsten i utvalda vattendragssträckor eller hela vattendrag,
- undersökning av fiskpopulationen i ett helt vattendrag – helvattenstrategi (används främst för produktionsstudier),
- övervakning av fiskbestånd på ett fåtal fasta lokaler – provyttestrategi (övervakning eller effekttuppföljning).

Strategierna som beskrivs nedan finns även beskrivna i Naturvårdsverkets handledning för miljöövervakning (Naturvårdsverket 2010).

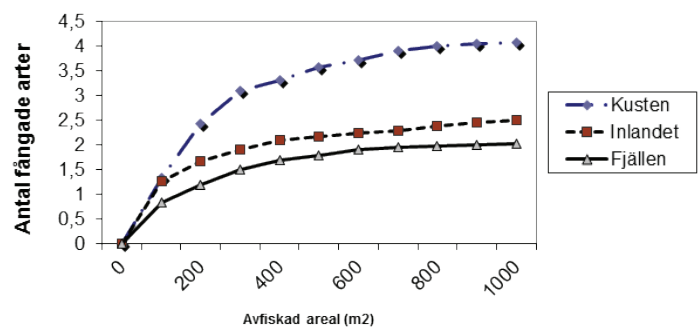
Inventering av fiskförekomsten i vattendrag (kvalitativt elfiske)

I en del fall sker inventeringar av fiskförekomsten i syfte att lokalisera öringbestånd eller förekomst av en viss art, men vanligare är att man eftersträvar en komplett bild av fiskfaunas artförekomst. För att få en så bra bild som möjligt är det nödvändigt att genomföra elfisket i olika habitattyper inom vattendraget, i såväl grunda och snabbt strömmande avsnitt som djupa och mer lugnflytande avsnitt. Det kan innebära att vadningselfiske måste kombineras med båtelfiske eller provfiske med strömöversiktsnät. Vid inventeringar genomförs ofta bara kvalitativt elfiske eftersom man behöver undersöka många habitat på en längre vattendragssträcka (>1 km). Dela gärna upp vattendraget i olika habitat utgående från strömförhållanden, avstånd till sjöar (nära sjö = fler sjöfiskarter), ovan och nedanför vandringshinder i form av dammar, samt mjuk- och hårdbottenavsnitt.

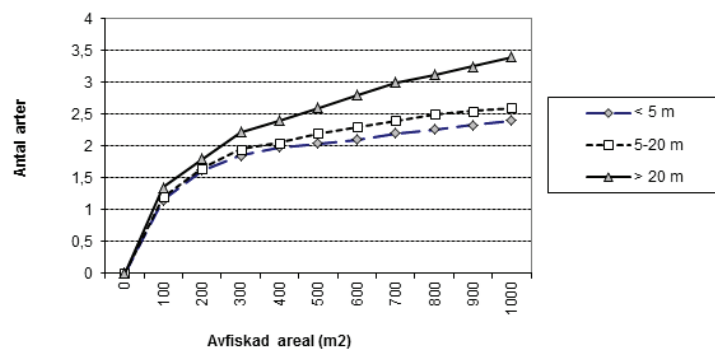
Generellt gäller att ju större vattendraget är desto längre sträcka och fler habitattyper behöver undersökas. Som ett absolut minimum för inventering av fiskfaunan bör 3–4 lokaler elfiskas i vattendrag med avrinningsområden mindre än 50 km², 4–6 lokaler bör elfiskas i vattendrag med avrinningsområden mellan 50 och 100 km², samt 6–8 lokaler i vattendrag med avrinningsområden mellan 100 och 500 km². För ännu större vattendrag krävs det minst 8 elfiskelokaler för att hitta de flesta fiskarterna. Räkna dock aldrig med att fånga alla arter i större vattensystem. I Mörrumsåns nedre delar (omfattar en sträcka på 4 mil) fö-

rekommer exempelvis 25 fiskarter, varav 18 har fångats vid årliga elfisken på 6–12 elfiskelokaler (Degerman m.fl. 1994). Mörrumsåns avrinningsområde är ca 3 300 km² stort.

Fångstresultatet kommer självfallet också att vara avhängigt av hur stor total lokalyta som undersökts. Ytan som avfiskas är beroende av faktorer som vattendragsbredd, vattendjup och biotopvariation. Antalet funna arter kan vara lågt om man endast avfiskar en mycket begränsad yta vid varje elfiskeplats. Ju större lokal och ju fler biotoptyper som undersöks, desto fler arter torde kunna fångas. Data från SERS visar att ytan för den enskilda elfiskelokalen bör överstiga 300 m² för att få ett bra mått på artrikedomen (Figur 8.1). I kustmynnande och större vattendrag bör de enskilda elfiskelokalerna ha en yta som är minst 300 m² (Figur 8.1 och 8.2). I vatten med täta laxfiskpopulationer kan det dock av praktiska skäl vara nödvändigt att fiska mindre lokaler (dock inte mindre än 100 m²).



Figur 8.1. Antalet fångade fiskarter per elfiskelokal avsett mot den avfiskade arean i olika regioner i landet (förenklad från Degerman m.fl. 1994).



Figur 8.2. Antalet fångade arter per elfiskelokal avsett mot den avfiskade arean och vattendragets bredd. Data från Norrlands inland (förenklad från Degerman m.fl. 1994).

Populationskattningar i hela vattendrag (helvattenstrategi)

Denna strategi används när syftet är att bestämma populationsstorleken av en viss art i ett utvalt vattendrag. För att få en precis skattning fordras flera objektivt valda/utslumpade lokaler, ofta i olika miljöer (biotoper). Denna typ av undersökningar är ovanliga i Sverige idag. Endast i ett fåtal vetenskapliga studier har man varit så noggrann att man först har biotopkarterat hela vattendraget i fält och därefter gjort en indelning av vattendraget i olika delområden eller biotoper, s.k. stratifiering. En stratifiering innebär att man undersöker varje delområde (strata) var för sig. Man kan därigenom öka den statistiska precisionen. Stratifieringen av vattendraget kan ske utgående från olika kriterier, t.ex. områden med eller utan skog, sträckor med stor eller liten lutning, uppströms och nedströms definitiva vandringshinder, lugnflytande eller snabbt strömmande partier etc. Elfiske genomförs sedan på flera lokaler inom varje delområde med utgångspunkten att antalet fiskade lokaler i varje delområde skall vara proportionell mot delområdets andel av vattendraget. Vi går inte närmare in på statistiken och filosofin bakom detta utan hänvisar till Bohlin (1984), Bohlin m.fl. (1989) och Bohlin m.fl. (1990).

Bohlin (1984) beräknade att för västkustvattendraget Jörlandaån, som kan indelas i 100 stycken 100 m sträckor, skulle det behövas elfiske på 60–70 sträckor för att den s.k. variationskoefficienten (C_v ; kvoten mellan standardavvikelsen och medelvärdet) ska bli mindre än 0,05 (5 %), vilket innebär att skillnader i populationstäthet med en faktor 1,2 (20 %) mellan år eller vattendrag kan detekteras. Nöjer man sig med en precision där variationskoefficienten är 0,2 (20 %) kan endast förändringar med en faktor 2 (fördubbling/halvering) detekteras. Det skulle då krävas minst 10 sträckor. Populationskattningar i hela vattendrag är således mycket tidskrävande och kostsamma.

För att vara säker på att slutsatser om tätheter och åldersstruktur för fisk i ett helt vattendrag är korrekta krävs fler undersökta lokaler ju större variationskoefficienten (C_v) är. I den gällande Europeiska standarden för el-

fiske (SS-EN 14011: 2006) anges minimikrav på antal undersökta lokaler utgående från C_v (tabell 8.1). Variationskoefficienten C_v bestäms genom en pilotstudie i samma vattendrag eller med data från motsvarande lokaler/vattendrag.

Tabell 8.1. Minimikrav på antal undersökta lokaler utgående från C_v (variations-koefficienten) för att kunna uttala sig om ett vattendrags fiskbestånd.

C_v	Antal lokaler som krävs
0,2	3
0,4	4
0,6	9
0,8	16

Generellt kan man säga att det vid populationsstudier är bättre att öka antalet undersökta lokaler och minska antalet utfisken. Det är därför lämpligt att kombinera ett stort antal lokaler med ett utfiske och ett mindre antal lokaler med tre utfisken och applicera fångst-effektiviteter från lokalerna med tre utfisken på övriga lokaler. Detta för att spara tid och pengar till att fiska fler lokaler. Observera att man bör fiska ett visst antal lokaler i bra habitat, ett visst antal i intermediära och ett visst antal i dåliga habitat för att få ett representativt mått på hur mycket fisk som förekommer i vattendraget. Variationen i elfiskeresultaten (variansen) kan också minskas genom att standardisera utförandet så långt som det är möjligt beträffande metodik, lokalstorlek, tidpunkt, utrustning och utförare.

Övervakning av fiskbestånd på ett fåtal fasta lokaler (provytstrategi)

Undersökning av fiskbestånden med ett fåtal fasta lokaler är den vanligaste provtagningsstrategin och används framför allt vid miljö- och resursövervakning, och används även vid olika typer av effektuppföljning. För effektuppföljning används dessutom underordnade strategier som elfisken före och efter åtgärd och/eller i påverkade, respektive opåverkade avsnitt. Lokalerna kan också väljas så att de bildar en påverkansgradient.

Provytestrategin bygger på att man subjektivt väljer ut ett antal lämpliga lokaler för att följa förändringarna i fisksamhället med kvantitativa elfisken. I regel används betydligt färre lokaler än vid populationsskattningar för hela vattendrag. Eftersom man ofta arbetar med trendanalys (vid längre tidsserier) är det statistiska kravet inte lika högt. När provytestrategin används vid miljöövervakning och effektuppföljning rekommenderas 3–5 provytor/lokaler för vattendrag med avrinningsområden <300 km², 5–10 lokaler i vattendrag upp till 1 000 km² och 10–30 lokaler i våra större älvar. I vattendrag med avrinningsområden upp till 500 km² avfiskas i regel hela vattendragsbredden, men i större vattendrag avfiskas vanligtvis bara en del av vattenfåran (strandområden, delade fåror eller sidofåror). Det ovanstående angivna antalet lokaler för övervakning enligt provytestrategin gäller även vid bestämning av fiskfaunans ekologiska status med vattendragsindexet VIX (Beier m.fl. 2007).

Vid resursövervakning är undersökningarna i regel huvudsakligen inriktade på öring och lax och lokalerna väljs därför i områden med lämpliga grunda lek- och uppväxtområden för dessa arter. Vad som är lämpliga lokaler för öring finns beskrivet av Näslund (1992). Vid monitoring av trender är det viktigt att alla typer av habitat undersöks då förändringarna märks först på de lite sämre habitaterna. När elfisken syftar till att bestämma populationstätheten av lax- eller öringungar så får man också ofta en bättre bild av ett vattendrag genom att fiska fler och mindre ytor än genom att bara fiska enstaka större provytor. Vid resursövervakning i våra laxälvar omfattar elfisken därför minst 5–10 lokaler i de mindre laxförande vattendragen medan elfisken i våra större laxälvar kan omfatta upp till 30 lokaler. I de flesta fall fiskar man alla lokaler kvantitativt, dvs. med tre utfisken, men det förekommer också att man elfiskar några av lokalerna med bara en utfiskning och använder erhållna fångsteffektivitetsvärden från lokaler med kvantitativa elfisken för att beräkna fisktätheten på lokalerna med bara en utfiskning.

Vid elfiske i södra Sverige har elfiskelokalerna ofta en provytestorlek på ca 200–300 m², medan den avfiskade ytan på elfiskelokalerna i norra Sverige ofta är dubbelt så stor för

att fånga tillräckligt antal individer. Vid elfiske efter öring i Norrland bör man alltid fiska en total yta av minst 300 m² innan man bedömer förekomsten av öringreproduktion (Ahlström m.fl. 1995). För större vattendrag som är bredare än 15 m bör man avfiska en yta som totalt är minst 1 000 m² (Cowx & Fraser 2003). I vattendrag med täta laxfiskpopulationer kan den avfiskade ytan för den enskilda lokalen vara mindre än 300 m², men den får dock inte understiga 100 m². I dessa vattendrag kan minst 50 laxfiskar per fiskeomgång vara ett riktvärde för en bra populationsuppskattning. Längden på elfiskelokalerna kan variera från 20 m upp till 100 m. Den allmänna rekommendationen är dock att elfiska en sträcka som är ca 50 m (Naturvårdsverket 2010, SS-EN 14011: 2006). Det viktiga är dock kanske inte enbart provytans storlek utan att lokalen har varierande djupförhållanden och hyser tillräckligt med fisk. Om man vill ha ett någorlunda bra kvantitativt mått på fisktätheten inom en provyta bör den, om möjligt, innehålla minst ca 50 individer, vilket är vanligt för vandrande bestånd, men mindre vanligt för strömlevande öringbestånd.

8.3 Val av undersökningsområde och lokaler

Oavsett provtagningsstrategi bör målområdet och lokalerna helst väljas ut genom en kombination av kartstudier, data från biotopkarteringar och tidigare provfiske i vattendraget. Med hjälp av kartorna kan man i regel bedöma förekomst av vandringshinder, vattendragets lutning och till viss del även vattendragsbredd, vilket ger vägledning var det finns lämpliga områden för fiskundersökningen. Har vattendraget biotopkarterats eller provfiskats tidigare erhålls också vägledning av dessa data var man kan finna lämpliga elfiskelokaler.

Val av undersökningsområde

Det primära är att definiera målområdet för undersökningen. Grundläggande krav är att området skall vara lämpligt för elfiske, vilket för mindre vattendrag betyder att lokalerna skall vara vadbara. För att lokalerna skall vara vadbara bör vattendjupet inte vara större än 0,7 m (knädjupet vatten) och helst domineras

av hårbotten. Det är också viktigt att de utvalda lokalerna är representativa för vattendraget och dess fiskfauna. Vid översiktliga inventeringar av fiskfaunan kan det därför vara nödvändigt att elfiska både djupa och lugnflytande vattendragsavsnitt.

Val av lokaler

Om vattendraget har elfiskats tidigare eller har biotopkarterats använder man i första hand denna information för att hitta lämpliga lokaler. Lokalvalet och lokalernas lämplighet måste dock alltid kontrolleras och bedömas i fält innan lokalernas slutliga läge bestäms. Om det finns äldre elfiskelokaler som har fiskats flera gånger tidigare kan det vara en fördel att fiska om dessa förutsatt att lokalerna bedöms vara lämpliga för fortsatt elfiske. Om det bara har gjorts enstaka fisken på lokalen är dock värdet av tidigare elfiskedata relativt begränsat och man kan lika gärna välja en ny lokal även om lokalen bedöms lämplig för elfiske. För att få lokaler som är representativa för vattendraget bör man välja elfiskelokaler som omfattar både höljor och grunda partier (SS-EN 14011: 2006). Det ger en bättre bild av förekommande arter och är särskilt viktig när man ska välja områden och lokaler för att bedöma fiskfaunans ekologiska status. Lokaler som är lek- och uppväxtområden för laxfisk, dvs. partier med snabbt strömmande vatten och grus-sten i bottensubstratet, brukar nästan alltid vara lämpliga elfiskelokaler. Lokaler bör helst också väljas så att de är väl geografiskt åtskilda och så att de representerar olika delar av vattendraget inom målområdet för undersökningen. Om det är möjligt med tanke på vattendjup och vattenhastighet bör lokalerna dessutom inte ha för stor vattendragsbredd. För effektivt fiske bör lokalen/vattendraget inte vara bredare än 15 m. Om finsediment förekommer måste också hänsyn tas till hur djupt ned i sedimentet man riskerar att sjunka. Det är överhuvudtaget svårt att genomföra elfiske på lokaler med mjukbotten, dels på grund av att man sjunker ned i det lösa bottenmaterialet och dels på grund av att vattnet grumlas upp.

Om elfisket syftar till populationsskattningar i hela vattendrag bör man alltid först genomföra en biotopkartering som sedan utgör

en grund för att dela in vattendraget i olika delområden med avseende på lokalernas värde för laxfisk. Beroende på syfte väljer man sedan slumpvis ut elfiskelokalerna inom ett eller flera delområden. Därefter genomför man en pilotstudie med elfisken på ett antal lokaler för att bestämma variationskoefficienten för de täthetsskattningar som man erhåller. Först när man har denna information bestämmer man antalet lokaler.

8.4 Frekvens och tidpunkt för genomförande

Frekvens

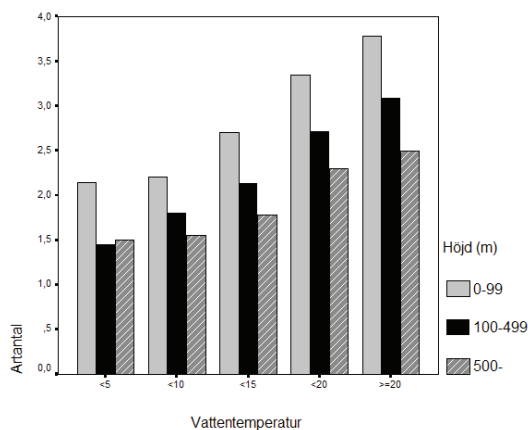
Provfiskefrekvensen är beroende av provtagningsstrategin. Inventeringar görs ofta bara vid ett tillfälle, men ibland kan det vara lämpligt att upprepa inventeringen med t.ex. 5 eller 10 års mellanrum. Även vid provfiske enligt helvattenstrategin genomförs elfisket mestadels bara vid ett enstaka tillfälle, men ibland upprepas elfisket efter ett antal år beroende på syftet med populationsstudien. Om syftet är att bygga upp tidsserier med kvantitativa elfisken på ett antal fasta lokaler genomför man vanligtvis provfisket som årliga elfisken.

För att upptäcka trender i fiskförekomsten är det nödvändigt att genomföra årliga elfisken eftersom fiskförekomsten i vattendragen ofta uppvisar stora mellanårsvariationer.

Tidpunkt

Tidpunkten när elfisket skall genomföras är beroende av syftet med undersökningen. För kvantitativa elfisken är det en fördel om laxfiskarnas årsungar har hunnit bli fångstbara (ca 4 cm) och vattentemperaturen inte är för låg (<5 °C), vilket betyder att standardiserade elfisken skall genomföras under perioden augusti-september. Senare på hösten när vattentemperaturen blivit lägre än 5 °C brukar laxfiskungarna söka upp skyddade ståndplatser i djupare vattendragsavsnitt. Om syftet är att inventera fiskfaunan med kvalitativt elfiske bör elfisket bedrivas något tidigare,

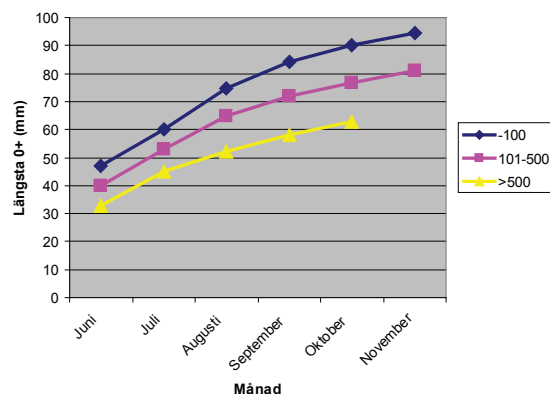
juli-augusti. Sjölevande fiskarter vandrar inte ut i vattendragen förrän vattenföringen är lägre och vattentemperaturen blivit högre och, vilket gör att temperaturen i hög grad styr vilka arter som förekommer. Senare på säsongen när vattentemperaturen sjunker vandrar de sjölevande arterna (abborre, gädda, mört, elritsa) åter till sjöarna, medan öringen genomför lekvandringar. Säsongen och vattentemperaturen har därför betydelse för elfiskeresultatet, liksom vid all annan biologisk provtagning. Man får flest arter när man elfiskar när det är varmt i vattnet (Figur 8.3). Visst är det svettigt och visst surrar mygg, flugor och broms, men man får nytta av sin fiskbestämningsbok. För inventering av förekommande arter är således den varma sommaren en bra tid.



Figur 8.3. Hur antalet fångade arter per lokal vid elfiske beror av vattentemperaturen och höjdläget (Degerman m.fl. 1994).

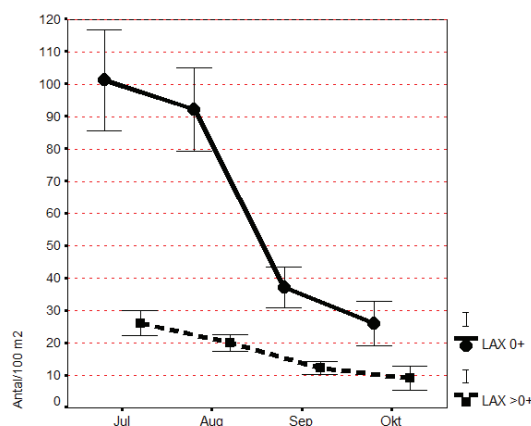
Det är viktigt att årsungarna är fångstbara innan man ger sig ut för att undersöka om reproduktion av öring eller lax förekommer. Eftersom det är svårt att fånga öringungar mindre än 40 mm så bör man alltså inte vara ute för tidigt på säsongen (Figur 8.4). Om syftet är att beräkna tätheter av laxfiskungar, bör fisket således bedrivas under augusti-september månad, gärna när vattentemperaturen sjunkit något för att minska stressen för fisken.

Tidpunkten kan ibland också bestämmas av vad man vill undersöka oavsett provtagningsstrategi. Man kanske vill veta hur mycket årsungar som finns sommartid eller hur många



Figur 8.4. Längsta årsunge (0+) av öring beroende på höjd över havet och månad på året (data från SERS, endast avrinningsområden <1000 km², n=23 033).

äldre laxfiskungar som kan tänkas vara stora nog att utvandra som smolt i nästa vårfloed. Det är stora variationer i populationstäthet under säsongen i ett vattendrag, speciellt gäller detta för lax i täta bestånd (Figur 8.5). Elfiskar man tidigt på sommaren kan man få väldigt höga tätheter, men i takt med den naturliga dödligheten och omflyttningar i vattendraget under hösten när flödet ökar så sjunker tätheterna. Detta beror på att de utvalda elfiskestationerna för lax ofta är avsnitt som är starkt strömmande även vid låg vattenföring (dvs. bra laxhabitat). Senare på hösten ökar den tillgängliga ytan av bra laxhabitat på grund av att flera avsnitt har god vattenhastighet. Då sprider laxungarna ut sig i vattendraget och tätheten sjunker.



Figur 8.5. Medeltäthet av laxårsungar (0+) respektive äldre ungar (>0+) under sommaren-hösten i laxvattendrag på svenska västkusten 1980-1997 (Degerman & Schibli 1998). Man kan få betydande skillnader i täthet beroende på säsong.

Vid kvantitativa elfisken med syftet att upprätta tidsserier bör fisket genomföras under perioden augusti-september, gärna när vattentemperaturen sjunkit något för att minska stressen för fisken.

8.5 Tidsåtgång och kostnader

Ett elfiskelag om två personer hinner uppskattningsvis 2–3 kvantitativa elfisken eller 3–4 kvalitativa elfisken på en hel dag. I vattendrag med lite fisk kan antalet lokaler öka något, men detta motverkas ofta av att körsträckan mellan lokalerna blir längre. Tidsåtgången ovan är beräknad utgående från att elfiskelokalen är belägen mindre än 1 km från bilväg (och det tycks den nästan alltid vara).

Konsulter inom elfiske brukar kräva mellan 2 500–5 000 kr per kvantitativ elfiskelokal när de lämnar anbud. Skillnaden beror till stor del på omfattningen av undersökningen. Vid elfiske inom de nationella miljöövervakningsprogrammen ingår även vägning av fisk och transektmätningar av elfiskelokalen. I summan inkluderas oftast allt från resor till en kort sammanställning av utförda elfisken (elfiskeprotokoll med kort rapport). Om ni anlitar konsulter se till att de har ordentlig vana från elfiske och självklart att de har ett f-skattebevis och en bra försäkring. Det skiljer mycket i elfiskeresultat mellan personer om inte elfisket sker standardiserat och av van personal. Det är därför inte alltid de som lämnar det billigaste anbudet som behöver vara de mest lämpade. Granska de resultat ni får. Har man fyllt i protokollen och mätt fisken, har man varit på rätt lokal och hur många lokaler har fiskats på en dag? Avviker resultatet mycket från tidigare år?

8.6 Elfiske som fiskevårdsmetod

Elfiske kan även användas för insamling av avelsmaterial till fiskodlingar. Observera dock att om elfisket utförs på fel sätt (för hög spänning eller för långt strömxponering) kan elfisket påverka rommens överlevnad negativt (Barnes m.fl. 1999). Vid avelsfisket samlas hanar och honor in för konstgjord befruktning. De lokaler som är lämpliga för fångst av avelsfisk är

ståndplatser nära reproduktionslokaler, ofta relativt lugnflytande och djupt vatten, samt under strandbrinkar eller stockar. Detta påverkar fiskemetodik och säkerhet eftersom vadningen blir svår. Stora fiskar reagerar kraftigt på elfiske genom att spänningsfallet mellan nos och stjärt blir stort. Det behövs därför särskild försiktighet så att fisken inte blir för kraftigt bedövd. Fisken kan i värsta fall få en elchock så att den avlider. Om det uppträder mörka fält på fisken bör den hållas under uppsikt en längre tid (någon timme) för att se att den inte blir dålig. Vid avelsfiske bör anodringen på elfiskestaven ha minst 40 cm diameter. Dessutom bör alltid motordrivet elfiskeaggregat och rak likström användas vid avelsfiske. Om fisken skall kramas på rom och mjölke i fält bör den hållas i sump minst en halv timme mellan fångst och kramning så att den inte stressas för hårt. Vid kramningen kan fisken bedövas med t.ex. MS 222 (för dosering, se vidare i avsnitt 9.6). Tänk på att placera den sumpade fisken på tillräckligt långt avstånd från elfiskeaggregat och elfiskare så att förnyade elchocker undviks.

Elfiske kan även användas för insamling av utsättningsmaterial (oftast öring) för utsättning på andra platser, i samma vattensystem eller i närliggande vattensystem. För att inte skatta det befintliga fiskbeståndet för hårt bör elfisket då inriktas på att samla in unga individer (årsungar eller ettårig fisk). Tänk också på att det behövs tillstånd för flyttning av fisk.

Innan avelsfiske eller insamling av utsättningsmaterial genomförs bör man helst också ha undersökt fiskpopulationernas genetiska sammansättning. Elfiske är då en utmärkt metod för insamling av DNA-prover för genetisk analys. För lax och öring tas prover i fält genom att klippa av en del av fettfenan eller analfenan. För övriga arter kan man även klippa en bit av en bukfenan eller bröstfenan. Fenan måste vara oskadd från början. Om fisken skall återutsättas får man inte klippa av en för stor bit och heller inte klippa av bröstfenan. Fenklippet skall vara minst 3x3 mm och inte större än 10x10 mm. Använd en rentvättad sax och pincett vid provtagningen. Fenbitarna stoppas sedan i små plaströr med snäpplock och fyllda med ren 95 % etanol. Var noga med att inte få med slem, fjäll eller annan främmande vävnad i röret. Numrera rören med samma nummer

som de provtagna och längdmätta fiskarna har på protokollet. Prov bör samlas in från minst 30 individer av varje art. Helst skall provtagningen omfatta individer i alla storleksklasser.

Elfiske kan dessutom användas för att fiska bort oönskade arter som gädda, lake och bäckröding i öringvatten. Vid decimeringsfiske av gädda gäller det att förlägga lokalerna till lämpliga gäddbiotoper, dvs. främst lugnflytande, soliga och vegetationsrika partier nära sjöar och sel. I regel avfiskar man inte avgränsade

lokaler utan vandrar successivt uppåt i vattendraget. I detta fall är därför batteriaggregat ett bra val. I ett antal små vattendrag har äldre utsättningar av bäckröding gjort att reproducerande bestånd har etablerats. För att få bort den främmande arten har flera fiskevårdsområdesföreningar försökt fiska ut arten med elfiske. Det verkar dock som ingen har lyckats helt, men man har i de flesta fall dock lyckats åstadkomma en kraftig reduktion av bäckrödingpopulationen.

9. Praktiskt elfiske

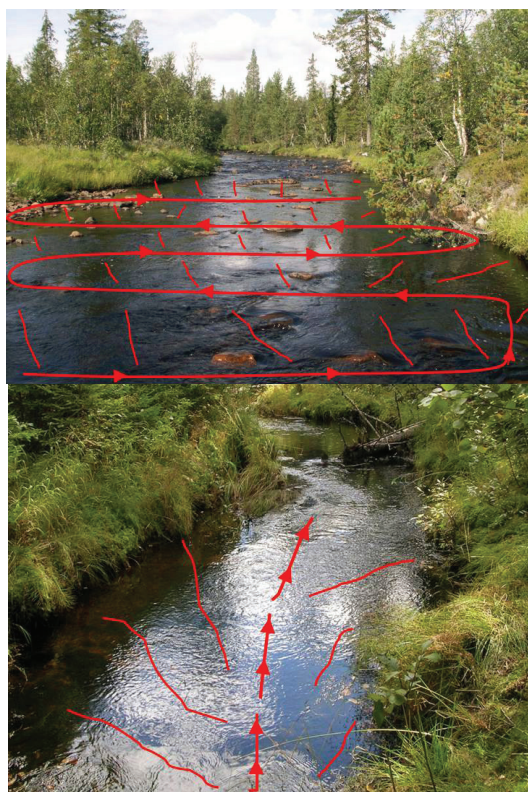
Vid fiske med elektrisk ström krävs god kännedom om de risker som metoden innebär för människor och djur. Det är därför viktigt att såväl elfiskaren som medhjälparen har genomgått en godkänd elfiskeutbildning eller har motsvarande kunskap. Strömförande delar ska givetvis aldrig beröras och alla närvarande personer vid fisket måste informeras om vilka delar som är strömförande. Den som fiskar har ett speciellt ansvar för att ingen kommer i beröring med den strömförande ringen på staven. Viktigt är också att tala om för alla inblandade var jordflätan/jordnätet ligger i vattnet och undvika att fiska för nära det. Ett säkerhetsavstånd om en meter till jordflätan är ett minimum. Om man fiskar för nära jordflätan (katoden) eller kommer i kontakt med jordflätan med stavelektroden (anoden) kan aggregatet överbelastas och gå sönder.

9.1 Elfiske i vadbara vattendrag

Innan man startar elfisket på en ny lokal genomförs alltid en rekognosering av vattendraget för att hitta en lämplig sträcka att fiska (se avsnitt 8.3) och för att fastställa elfiskelokalens övre och nedre avgränsning. Elfiskelokalen början och slut bör förläggas till naturligt avgränsningar i vattendraget, t.ex. vid forsackar eller smala partier (förträngningar) i vattenfåran. När lokalen har valts ut bör man passa på att märka ut lokalen så att elfisket görs på avsedd sträcka.

Elfiske i vadbara vattendrag går vanligen till så att man, mot vattnets strömriktning, fiskar av den utvalda sträckan och ytan. Personen som elfiskar vadar från stranden och vinkelrätt ut till stranden på andra sidan av vattendraget samtidigt som han placerar stavringen i vattnet uppströms sin egen position och trycker på elfiskestavens strömbrytare. Elfiskestaven dras sedan nedströms mot håven. Fisk som upptäcks fångas med håven och placeras i hinken som medhjälparen har hand om. Man doppar staven i vattnet med ungefär 1 meters mellanrum beroende på art och storlek av fisk samt

lokalens utseende. I breda (>3 m) vattendrag får man således kryssa fram och tillbaka mellan stränderna, eller lokalens yttre avgränsning i de fall elfisket bara omfattar en del av vattendraget, för att täcka upp hela bredden (Figur 9.1). Starta alltid vid stranden vid lokalens nedre avgränsning och gå utåt och uppströms.



Figur 9.1. Metodik för att "fiska av" elfiskelokalens yta. Överst: Vattendrag som är mindre än 3 meter breda. Nederst: Vattendrag som är större än 3 meter breda.

Anodringen på elfiskestaven doppas framför eller snett framför fiskaren och dras i vattnet med ungefär samma hastighet som vattenströmmen (med strömmen påslagen) mot håven under 4–8 sekunder. Berör aldrig fisken med elfiskestavens ring och håll inte strömmen slutet för länge när fisken väl är bedövd. Hela ringen skall doppas ned i vattnet om det är möjligt. Det kan vara svårt i en del mindre vattendrag eller i grunda strandområden. Det är viktigt att dragen med anodringen inte

överlappar för mycket för då driver man bara fisken framför sig. Särskilt på avsnitt med långsammare vattenhastighet och vid elfiske med batteriaggregat ska man gå några steg framåt eller i sidled innan nästa drag med ringen görs. Även i stora laxvattendrag kan det krävas längre avstånd mellan ”doppen” av anodringen för att inte skrämman undan laxen. Följ därför med en erfaren person det första året för att lära tekniken. Vid elfiske med batteriaggregat och pulserad likström bör man dessutom vara observant på att fisken bedövas på ett längre avstånd från anodringen. Medhjälpare följer efter elfiskaren med en hink med friskt och syrerikt vatten och tar hand om fisken som snabbt kvicknar till. Medhjälparen håller också ordning på sladd och hjälper till att se var man fiskat. Det är viktigt att medhjälparen håller sig några steg snett bakom den person som fiskar för att fiskaren snabbt ska kunna lägga fångad fisk i hinken, samt att undvika att störa fisken. Man bör dock inte gå allt för nära den som fiskar för att inte riskera att skrämman undan fisken (Figur 9.2).

Vid kvantitativt elfiske gör man en s.k. successiv utfiskning av lokalen och hanterar fångsten i varje utfiskeomgång separat. Normalt omfattar kvantitativt elfiske 3 utfiskningsomgångar men när fångsteffektiviteten är låg kan det i vissa fall finnas behov av att genomföra 4–5 fiskeomgångar. Tiden mellan utfiskena bör vara minst 30 minuter. För att uppnå detta är det lämpligt att man mäter och väger fiskarna från det första utfisket innan nästa utfiske genomförs. Detta för att fångsteffektiviteten inte skall minska vid de påföljande fiskena.



Figur 9.2. Elfiske i Värjisån. Foto: Stefan Stridsman.

De flesta fiskarter attraheras av strömmen och simmar mot anodringen. Laxfiskar, mört och sarv reagerar snabbt och har en uttalad elektrotaxis medan andra arter som abborre, gös, braxen, ål, nejonöga och simpbor reagerar mer långsamt och har en mindre uttalad elektrotaxis. Exempelvis sjunker simpbor ofta mot botten när de blir bedövade nära anodringen efter en första ansats att simma mot anodringen. När de sjunker till botten blir de mycket svårångade och de måste därför fångas omedelbart när fiskaren får syn på dem. Ofta behöver man hålla håven något djupare i vattnet för att lättare kunna fånga simporna när de sjunker mot botten. Finns det nejonögon bör man se till att inte fiska alltför fort utan hålla anodringen stilla en stund över bankar av sand och finsediment i vattendraget. Det förutsätter dock att dessa habitat omfattas av lokalen och samma teknik har tillämpats vid tidigare elfisken på lokalen. De är ofta nedgrävda och kräver ett längre strömpåslag för att hinna komma upp ur sedimentet. Ål, braxen och abborre blir ofta direkt kraftigt bedövade och får svårt att aktivt simma mot anodringen.

Fångsten i varje utfiske artbestäms och såväl antal som längd redovisas separat på elfiskeprotokollen. Fiskens vikt och biomassa bestäms oftast endast vid mer kvalificerade fisken, t.ex. inom den nationella kalkeffektuppföljningen och för miljöövervakningens trendvattendrag. Det förekommer dock att vikten bestäms även vid andra typer av elfisken och kan då bestämmas artvis per fiskeomgång. För att fiskhanteringen vid mätning och vägning ska bli så skonsam som möjligt är det nödvändigt att fisken sövs ner med bedövningsmedel (se avsnitt 9.6). Längden på varje enskild individ (alla arter) mäts från nospets till den längsta spetsen av stjärtfenans övre eller undre del.

- Observera att stjärtfenorna inte skall föras ihop.

Om vägning skall ske så bör man helst använda en våg med en noggrannhet av 0,1 g. Detta eftersom precisionen i vägningen för mindre fiskar blir låg om man använder en våg med

sämre upplösning. Viktigt att tänka på är att ställa vågen i en låda eller liknande som ger vindskydd då vågar med 0,1 grams noggrannhet ger instabila utslag när det blåser. Använder man en våg med bara 1 grams noggrannhet bör man väga de små fiskarna (fisk mindre än 6 cm) i grupp. Lämpligt antal fiskar per grupp är 5–10 fiskar. Fiskar som är längre än 6 cm kan man väga individuellt. Om våg med 0,1 grams noggrannhet används kan alla fiskar som är längre än 3 cm vägas individuellt.

När mätning av fisken efter varje utfiske genomförs kan med fördel den fångade fisken förvaras i en fisksump (keep-net eller en stor hålförsedd hink) nedströms eller uppströms elfiskelokalen mellan fiskeomgångarna. En nedströms placering av sumpen är att föredra ifall någon fisk lyckas ta sig ur fisksumpen. Glöm heller inte att förankra sumpen. Den fångade fisken kan också förvaras på land i separata hinkar förutsatt att vattentemperaturen är låg och mängden fångad fisk inte är för stor. Vid täta fiskbestånd och vattentemperaturer över 15 °C krävs dock alltid sumpning av fisken eller syresättning med akvariepump för att undvika att fisken drabbas av syrebrist. Använd också separata förvaringskärl för stora och små fiskar, samt lake, gädda och ål. Både gädda och ål avsondrar slem som kan täppa till gälarna på mindre fiskar. Lake och gädda är arter som äter i fångenskap och bör därför särbehandlas. När fisket är klart och alla fiskar är artbestämda, längdmätta (och i förekommande fall vägda) återförs fisken skonsamt till vattendraget. Se först till att alla fiskar har kvicknat till efter bedövning. Det är viktigt att fångad fisk återutsätts på hela det elfiskade området och helst återutsätts fiskarna på den plats på elfiskelokalen där de fångades.

- En sumpning av den fångade fisken rekommenderas ske vid alla elfisken.

Efter elfisket bör elfiskelokalen märkas med färg eller plastband. Plastband tenderar dock att försvinna relativt fort. Om lokalen inte har elfiskats tidigare är det en fördel att göra detta före fisket. Dels får man en bättre överblick av lokalen, dels kan man lätt se vid första fisket att man fiskat avsedd sträcka. Försök att störa fisken så lite som möjligt innan första fisket. Vid märkning med färg bör märkning ske både på träd och stenar vid såväl övre som nedre gräns på lokalen. Gör gärna pilar på större block och rita pilar som pekar inåt lokalen. Glöm inte att bättra på märkningen varje år vid regelbundet återkommande fisken så att märkningen är väl synlig även för ny personal kommande år.

9.2 Elfiske i vadbara vattendrag steg – för – steg

A. FÖRE AVFÄRD

1. Genomgång av utrustning. Gör en allmän kontroll av elfiskeaggregat, elfiskestavar, kablar och elverk. Kontrollera att inget är trasigt. Kontrollera att elverket startar och går normalt, samt kontrollera oljenivån. Glöm inte att kontrollera laddningen av batterierna om batteriaggregat används. Se även till att samtliga kontakter är intakta.
2. Packning av utrustning. En utrustningslista (se bilaga 4) skall finnas och kontrolleras så att allt kommer med. Om möjligt medför dubletter av känsliga delar, till exempel kabel, elfiskestav och elfiskeaggregat.
3. Ha en säkerhetsgenomgång. Kontrollera att minst två personer kan hjärt-lungräddning och är vana elfiskare. Se över kommunikationsmöjligheterna. Vilka har mobiltelefon med god täckning?
4. Se till att dispens för elfiske och övriga tillstånd finns med. Glöm inte provfisketillstånd från fiskerättsägarna.

B. FÖRE FISKET

1. Rekognoscera sträckan som skall avfiskas för att sedan kunna placera utrustningen på en lämplig plats. Ställ utrustningen intill vattendraget på en plats där den kan övervakas och är lättåtkomlig för start och avstängning. Försök hitta en plats nära mitten

- på lokalen, då räcker i regel elfiskekabeln till både lokalens nedre och övre avgränsning. Om vattnets konduktivitet inte är känd på förhand skall den kontrolleras med konduktivitetmätare för att kunna göra rätt inställning på utgående spänning vid elfisket. En pålitlig konduktivitetmätare är en viktig del i elfiskeutrustningen.
2. Placera elverket på ett lämpligt plant ställe vid vattendraget så att motorn står stadigt på underlaget och inte kan "vandra" eller välta, samt för att oljesmörjningen av motorn skall fungera.
 3. Jorda elverket i marken med en jordkabel eller jordspett.
 4. Placera elfiskeaggregatet (kontrollenheten) stadigt intill elverket. Lägg kontrollenheten på marken och se till att värme från elverket inte påverkar enhetens funktion.
 5. Lägg ut en jordfläta/jordnät (katod) i vattendraget och anslut den till kontrollenheten. Placera jordflätan så att den täcks helt av vattnet och är synlig vid elfisket. Undvik att fiska närmare jordflätan än 1 meter.
 6. Kontrollera stav, kabel liksom stav och kabelkontakter. Gör kontaktanslutningar extra noggrant, säkra elfiskekabeln, ofta cirka 50 m kabel som är ansluten till kontrollenheten, i en buske eller ett träd. Anslut den andra änden av elfiskekabeln till elfiskestaven och säkra kabeln vid midjan med speciell livrem (Figur 14.1). Undvik att bära slingan runt kroppen. Anslut alla kablar före start!
 7. Kontrollera även att avstängning kan ske snabbt och säkert. Ställ in lämplig spänning efter kontroll av konduktiviteten (se punkt B.1 och avsnitt 5.3). Elfiskare och medhjälpare skall vara överens om hur fisket skall utföras (på vilken sträcka, var jordnätet ligger) samt vilka handtecken som skall användas vid start och avstängning av elverket.
 8. Ge personer som endast är tillfälligt närvarande vid fisket (exempelvis fiskerättsägare) instruktioner om metodik och risker innan fisket.
 9. Starta elverket med choken utdragen vid kallstart. Skjut sedan in reglaget efter någon minut när motorn har blivit varm. Kontrollera motorfunktionen.
 10. Kontrollera ström och spänningsfunktion samt strömbrytarfunktion genom att stoppa elfiskestaven i vattnet och slut strömmen. Fungerar allt så märker man det på a) utslag på volt- och amperemätare, b) belastningen på elverket genom att motorljudet förändras när generatoren får jobba och c) reaktionen hos fiskar i vattnet som lockas fram.
 11. Läs av den utgående spänningen och strömstyrkan på kontrollenhetens volt- och amperemätare. Avlästa värden noteras på elfiskeprotokollet.
 12. Om spänningsinställning eller annat behövs ändras skall man stänga av motorn och se till att ingen spänning ligger kvar i utrustningen.
 13. Fyll på lagom med vatten i medhjälparens hink och lägg gärna i löv som skydd för att lugna den fisk som kommer att fångas.

C. UNDER FISKET

1. Följ noggrant säkerhetsföreskrifterna. Rör inga spänningsförande delar (ring, jordning). Var extra försiktig med kontakter där spänningsöverslag kan uppkomma vid fel.
2. Använd vadarstövlar eller vadarbyxor. Om det duggregnar eller elfiskestaven har blivit blöt av annan orsak bör man även använda särskilda gummihandskar för högspänningsarbete. Undvik att elfiska vid kraftigare regn.
3. Starta längst ned på sträckan och fiska uppströms. Elfiskaren går först och snett bakom går medhjälparen på ett avstånd som gör det lätt för fiskaren att tömma håven med fisk i hinken utan att vare sig fiskaren eller medhjälparen behöver förflytta sig. Doppa anodringen på staven i vattnet och slut strömmen, dra sedan med samma hastighet som vattenströmmen elfiskestaven åt dig ner mot håven. Håll inte strömmen på för länge (4–8 sekunder räcker) för då finns risk att du trycker fisk framför dig. När du upptäcker fisk/ar inom

håvbart håll ska du hålla kvar strömmen tills fisken är håvad. Nästa dopp med elfiskestaven görs när du har förflyttat dig ca 1–1,5 m ut i vattendraget eller uppströms om vattendragets bredd är mindre än 3 m. När du har nått stranden på andra sidan eller för stora breda vattendrag (>15 m) till yttersta kanten på elfiskelokalen går du uppströms 1–1,5 m och påbörjar avfiskning tillbaka mot stranden där du kom från.

4. Försvinner fisken mellan stenar eller i vegetation försök inte till varje pris fånga fisken med lång strömxponering, dvs. jaga inte en missad fisk. Eftersom fisken redan blivit störd av elfisket så ställer den sig ofta i skydd och kan då vara svår att få fram. Håller man på för länge så ökar risken att fisken skadas. Du har förmodligen en god chans att fånga fisken vid nästa elfiskeomgång.
5. Medhjälparen hanterar elfiskekabeln och ser till att den inte fastnar, samt lindar upp eller matar ut upplindad kabeln vartefter fisket fortskrider. Kabellängden till fiskaren skall dock inte förändras om inte något speciellt inträffar. Medhjälparen tar också hand om fångad fisk i hinken. I breda vatten kan medhjälparen också hjälpa till att hålla reda på vilka områden som är avfiskade.
6. När man fiskat hela sträckan går medhjälparen tillbaka med hinken och stänger av motorn. Gå helst på land. Det är ofta lättare att gå där än i vattnet. Ta också med håven så att elfiskaren får händerna fria för att vada tillbaka och linda upp kabeln till nästa fiske.

D. HANDHAVANDE AV FÅNGSTEN

1. Efter varje fiskeomgång bör man mäta och eventuellt väga fisken och därefter förvara fisken i en sump nedströms lokalen. Om endast ett fåtal fiskar har fångats och vattentemperaturen inte är för hög kan alternativt fisken från varje fiskeomgång förvaras separat i egen hink. Det är dock viktigt att byta vatten i hinken relativt ofta (minst varje halvtimme). Ställ hinken så att den står i skugga.

2. Bedöva fisken före mätning och vägning i en speciell hink eller en stor plastlåda. Man minskar på så sätt hanteringen av fisken. Börja med att späda stamlösning till brukslösning (avsnitt 9.6). Hantera några få fiskar i taget. Håva gärna upp fisk med akvariehåv för att minska stressen och risken för mekaniska hanteringskador, samt använd gummihandskar vid hanteringen av större fisk med händerna. Genom att behålla fisken i en håv under bedövningen kan man snabbt lyfta över fisken till friskt vatten om bedövningen börjar bli för kraftig.
3. Artbestäm, mät fisken och vid behov väg fisken (se avsnitt ovan). En bra arbetsfördelning är att en person hanterar fisken och den andra personen skriver protokoll.
4. Lägg tillbaka fisken i en hink med nytt, syresatt vatten och se till att de kvicknar till, byt vattnet i hinken ofta om ni har fångat många individer. Flytta över fisken till en fisksump innan nästa fiske börjar eller förvara fiskarna i hink/ar om de är få och vattnet kallt.

E. LOKALBESKRIVNING

1. Efter att fisket är klart och all fisk är storleksbestämd och återutsatt (sprid ut dem på elfiskelokalen) så är det dags att beskriva och mäta upp lokalen. Se instruktion i bilaga 2.
2. I samband med mätningen av lokalen är det lämpligt att märka ut lokalen med sprayfärg på träd och stenar om ni inte gjorde detta när ni kom.
3. Det bästa sättet att mäta lokalens medeldjup och medelbredd, samt kategorisera substratet är att arbeta i **transekter**. Detta arbetssätt tillämpas vid elfisken inom de nationella miljöövervakningsprogrammen. Var femte meter mäter man vattendragets totala bredd, mäter vattendjup och bestämmer dominerande substrat på tre punkter; $\frac{1}{4}$ bredd, $\frac{1}{2}$ bredd samt $\frac{3}{4}$ bredd. För lokalen som helhet beskriver man även substratförekomsten (saknas, <1 %, 1–50 % och >50 %), bottenpografien (jämn-intermediär-ojämn), vattenhastighet (lugnt, strömmande eller stråk-fors) och maxdjupet. Notera

också förekomst av vegetation, död ved i vattnet samt anger beskuggning och beskriver närmiljön (se bilaga 1 och 2).

F. EFTER AVSLUTAT FISKE

När allt är klart, se till att få med er all utrustning (det kan vara bra att ha saker i klara färger som syns lätt). Det har hänt att man fått återvända flera mil för att hämta viktiga delar. Gör det till en vana att alltid lägga saker på rätt plats. Ställ upp elfiskestaven mot ett träd medan ni gör annat för att undvika att den trampas sönder och dessutom rinner vattnet av den.

- Undvik att fiska vid höga vattentemperaturer
- Använd helst separata hinkar för små och stora fiskar, samt lake, ål och gädda
- Vid varm väderlek, byt vatten ofta och använd gärna en luftpump (akvariepump) för syresättning av vattnet i hinkarna
- Fisksump och keep-net är bra alternativ till förvaring i hinkar under utfiskningarna

9.3 Elfiske i större och ej vadbara vattendrag

Med större vattendrag avses här vattendrag som inte kan avfiskas över hela vattendragsbredden och som inte är vadbara annat än på mycket grunda vattendragsavsnitt. I de flesta fall är här båtelfiske en lämplig metod för att undersöka fiskbestånden i dessa större vattendrag. Särskilt gäller detta lugnflytande vattendrag i slättlandskapet.

Vadningselfiske i strandzonen

För att elfisken skall kunna ske i strandzonen i de större vattendragen krävs det att det finns tillgång till grunda strandavsnitt med hårdbotten. Vid strandelfiske bör den avfiskade sträckan på varje lokal omfatta minst 50 m strand. Bredden på den avfiskade strandzonen bestäms av vattendjupet som inte bör överstiga 0,7 m. Till vilket djup man elfiskar bestäms enskilt för varje lokal, men bör vara detsamma vid varje elfisketillfälle. Målet är att lokalens

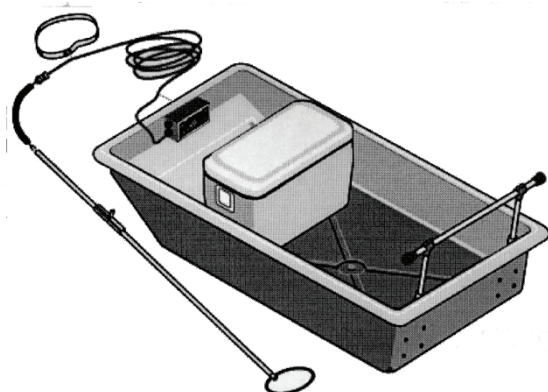
yta skall var minst 200 m². Elfiske sker bäst enligt den standardiserade metoden med tre utfiskningar.

Vadningselfiske i sidofårar och på grunda vattendragsavsnitt

Elfisket i sidofårar bör om möjligt omfatta hela vattendragsbredden, men kan även ske enbart i strandzonen. Vid elfiske på grunda och breda grunda vattendragsavsnitt kan elfiske ske över hela eller delar av vattendragsbredden beroende på hur breda vattendragen är och om det finns naturliga lokalavgränsningar. Oavsett var lokalen förläggs bör den avfiskade ytan vara minst 200 m². Elfisket bör ske med standardiserad metodik med tre utfiskningar. Eventuellt kan vissa lokaler avfiskas med en utfiskning om uppgifter om fångsteffektiviteten vid rådande förhållanden kan erhållas från elfisken med tre utfiskningar på närliggande lokaler.

Vadningselfiske med båt eller flotte

Elfisket i strandzonen kan också ske genom att elfiskeaggregatet placeras i en båt eller flotte. Firman Smith-Root tillhandahåller en båtliknande flotte som är särskilt lämplig att flytta med sig aggregatet i när man vadar. Flottens botten utgör katod vid elfisket och i flottan finns också en behållare för fångad fisk. Flotten är särskilt användbar i svagt strömmande vattendrag med grusiga bottnar och vid inventeringsfischen när man sammanhängande vill avfiska långa sträckor (Figur 9.3).



Figur 9.3. Smith-Roots flotte för att föra med sig ett elaggregat. Ingen kan åka i båten utan den är tänkt som ett rent transportmedel för elfiskeutrustningen. Båtbotten används som katod.

Båtelfiske

Den lämpligaste metoden för elfiske i större vattendrag är annars båtelfiske med speciellt utformade elfiskebåtar med flera anodelektroder fastsatta på en bom framför båten (Figur 9.4). Det är en fördel om båten är gjord av aluminium och båtskrovet används som katod. Detta är den säkraste lösningen. För att effektivt kunna styra båten och undvika propellerhaveri används i regel en utombordsmotor med jetdrift. Vid båtelfiske i större vattendrag körs båten vanligtvis i nedströms riktning med ungefär samma hastighet som vattenströmmen. Om vattenhastigheten är mycket låg i vattendragen kan man dock även genomföra båtelfisket i uppströms riktning.

Båtelfiske är en mycket kostnadseffektiv undersökningsmetod för de flesta större vattendrag (Hickley & Starkie 1985, Harvey & Cowx 1996). Metoden används framför allt i USA och Kanada, men även i många europeiska länder (t.ex. Tyskland, Österrike, Frankrike och England). Elfiske med båt kan även ske i mindre sjöar, regleringsdammar och sel. Båtelfisket där är dock begränsat till strandnära områden eller andra områden med vattendjup mindre än 3 m. Metoden kan också användas för att fiska bort oönskade fiskarter som t.ex. gädda eller karpfiskar.



Figur 9.4. Båtelfiske i Österdalälven. Foto: Björn Bergquist.

Vid båtelfiske i större vattendrag och sjöar bör dock vattendjupet i de flesta fall vara mindre än 2 meter om metoden skall fungera tillfredställande. Båtelfisket i större vattendrag

begränsas också av vattenhastigheten. När vattenhastigheten överstiger 1,5 m per sekund har båtelfisket i regel en dålig fångsteffektivitet. Normalt har det elektriska fältet framför och under båten en utsträckning på 3–6 m. En metod för att öka det elektriska fältets utsträckning omkring båten och minska effektbehovet i vatten med hög konduktivitet (>80 mS/m) är att använda sekventiell aktivering av anodelektroder (Cowx m.fl. 1990, Harvey & Cowx 1996). Elektroderna framför båten strömsätts då i en sekvens som startar i de yttre elektroderna och löper successivt in mot de centrala elektroderna. Den totala tiden från start till avslut för strömpåslagssekvensen är normalt 0,25 till 1,0 sekund. Med detta system fungerar anodelektroderna framför båten som en enda stor elektrod med en fältbredd upp till 9 m. Genom att effektbehovet samtidigt minskar är det möjligt att med denna metod genomföra båtelfisken i vatten med konduktivitet upp mot 400 mS/m och områden med vattendjup ned till 3 m (Cowx m.fl. 1990).

Både i större vattendrag och i sjöar är båtelfisket mera effektivt när det utförs på natten istället för på dagtid. I allmänhet erhålls både en högre artrikedom och en högre individtätet vid provfiske på natten jämfört med provfisket på dagen (Sanders 1992). I större vattendrag och sjöar rör sig fisken in från djupare områden till grunda strandområden för födosök på natten, samtidigt som den då är mindre benägen att fly undan vid båtelfiske (Sanders 1992).

Vid båtelfiske görs vanligtvis enbart relativa skattningar av fiskförekomsten, dvs. fiskfångsten relateras till ansträngningen (Catch Per Unit Effort). Det innebär att antalet fångade fiskar redovisas per fiskad sträcka eller tidsenhet. Ofta fiskar man enbart utmed ena stranden och mäter elfisketiden eller sträckan som det enskilda elfisket omfattar. Vid ett sådant båtelfiske elfiskas i regel sträckor som är ca 0,5–1,0 km långa (Flotemersch & Blocksom 2005). Det är dock även möjligt att genomföra kvantitativa undersökningar med båtelfiske. Det kan ske med fångst-återfångst metodik inriktad på en eller två målarter (Carlstein m.fl. 2005, 2006), med strip-fishing metodik (Schmutz m.fl. 2001, Bergquist m.fl. 2007) eller med utfiskningsmetodik (Penczak & Romero 1990, Harvey & Cowx 1996). Vid

båtelfiske med strip-fishing och fångst-återfångstmetodik har den undersökta sträckan i regel varierat mellan 0,5 och 3 km. Särskilt fångst-återfångstmetodik kan kräva långa undersökningssträckor för att kunna fånga och märka tillräckligt många fiskar. Används utfiskningsmetodik är de undersökta sträckorna betydligt kortare, ofta bara 100–500 m långa.

När fångst-återfångstmetoden används gör man två båtelfisken med samma omfattning på samma lokal (vattendragssträcka). Det första fisket används för att märka alla fångade fiskar av en utpekad målart medan det andra fisket, som genomförs en vecka senare, används för att återfånga en del av de märkta fiskarna. Med hjälp av totala antalet märkta fiskar, antalet märkta fiskar som återfångas och totala antalet fiskar som har fångats i det andra fisket kan sedan fisktätheten på den undersökta sträckan beräknas. Vid strip-fishing genomför man ett stratifierat elfiske i olika biotopyper inom en utpekad vattendragssträcka. I varje biototyp elfiskas ett antal (minst 5 st.) strips som är en båtbredd breda och 100 till 300 m långa. Med hjälp av kunskap om båtelfiskets fångsteffektivitet för de enskilda arterna görs sedan en skattning av fisktätheten inom varje biototyp och med detta som grund beräknas sedan en viktad medeltäthet för hela den undersökta vattendragssträckan. Elfiske enligt utfiskningsmetoden genomförs enligt samma principer som vid vadningselfiske, vilket innebär att man genomför ett upprepat elfiske (3 utfiskningar) på samma lokal. För att utfiskningsmetoden skall fungera skall elfisket omfatta hela vattendragsbredden och den undersökta sträckan får inte vara djupare än 2 m.

Det är också möjligt att genomföra elfiske från båt med bärbart aggregat och stavelektrod. Metoden är lämplig att använda i större lugnflytande vattendrag när vattendjupet är större än 1 m. Elfiske från båt med stavelektrod används främst för att kontrollera fiskförekomsten inom olika biotoper i större lugnflytande vattendrag med s.k. PAS-metodik (Point Abundance Sampling) (Persat & Copp 1990). PAS-metoden kan också användas för att kvantifiera förekomsten av fiskyngel i vegetationsbältet i sjöarnas strandzon (Sandström m.fl. 2014). Metoden bygger på en slumpvis

insamling av fisk i ett stort antal punkter. I vattendrag provtogs 25 punkter var 50:e meter inom en sträcka av drygt 500 m (dvs. ca 250 punkter totalt). Storleken på varje provpunkt (den provtagna ytan) bestäms av aktionsradien (attraktionszonen) för anodringen på elfiskestaven när den hålls stilla nedsänkt i vattnet. Vilken aktionsradie stavelektroden har vid den aktuella konduktiviteten bestäms genom uppmätning av spänningsgradienten med hjälp av en speciell mätsond (se avsnitt 4.2). För att fånga fiskyngel används i regel en anodring med 10 cm diameter. För att inte skrämman undan fisken med båten används i regel en elfiskestav som är ca 3 m lång. Avståndet mellan de enskilda provpunkterna bör vara minst 30 m. Vid undersökning av olika biotoper i samma vatten bör stratifierad provtagning användas. Metoden fungerar bäst för fiskyngel i vegetationsrika vatten med litet siktdjup. För större fiskar och i klart vatten är risken stor att man skrämmer fisken innan man kommer tillräckligt nära för att fånga den.

9.4 Riktat elfiske efter kräfta

Elfiske är också en effektiv metod för att fånga kräftor (flodkräfta och signalkräfta) i vattendrag och sjöars strandzon (Westman m.fl. 1979, Rabeni m.fl. 1997, Alonso 2001, Jansson m.fl. 2014). Nackdelen är att en stor andel av de fångade kräftorna tappar klorna (Alonso 2001, Jansson m.fl. 2014). Vid ett riktat kvantitativt elfiske med tre utfiskningar kan i en del fall upp till 60 % av de fångade kräftorna tappa klorna. Det gör tyvärr att den traditionella elfiskemetodiken med tre utfiskningar är mindre lämplig att använda, särskilt för flodkräfta som är rödlistad i Sverige. Med en anpassning av utrustning och metodik, t.ex. genom att använda en låg (<200 V) spänning och bara 2 utfiskningar, är det dock möjligt att minska risken för klorförluster. Elfiskeförsök på dagtid har visat att andelen kräftor med förlorade klor kan minskas till ca 20 % om man använder en låg spänning (Jansson m.fl. 2014). Elfisket bör dessutom ske på lokaler med en mindre yta (50–100 m²) än vad som används vid vanligt elfiske.

9.5 Åtgärder för att hindra spridning av kräftpest, fisksjukdomar och främmande arter

Sträva alltid efter att använda torr utrustning vid elfiske i nytt vattendrag eftersom risken för spridning av sjukdomar/parasiter och främmande arter ökar om utrustningen är fuktig. Vid byte av vattensystem bör målet därför vara att använda torra elfiskestavar, sladdar, vadare, håvar, hinkar och jordnät. Vi som arbetar med fiske och naturvård skall självfallet inte bidra till att sprida sjukdomar eller främmande arter. Så var vaksam på problemet och gör vad du kan för att motverka spridning av kräftpest, fisksjukdomar och främmande arter. Våg noga riskerna mot vad elfiskeundersökningen kan ge. I vissa fall kan det vara bättre att låta bli att utföra elfisket.

Den parasitiska kräftpestsvampen fortsätter tillsammans med signalkräftan att breda ut sig i Sverige och slå ut flodkräftbestånd. Fortfarande finns det dock bestånd av flodkräfta kvar i olika områden i Sverige. Kräftpest sprids med smittade kräftor men kan även spridas med pestsvampsporor som t.ex. finns i vatten i på båtar eller i små vattendroppar som sitter kvar på fiskeutrustning. Om ni ska fiska flera vattendrag under samma fältarbete är det viktigt att lägga upp fisket så att vattendrag med förekomst av flodkräfta fiskas först. Även fisksjukdomar och främmande arter kan överföras till andra vatten vid oförsiktig hantering av utrustning, båtar, håvgarn eller våta hinkar.

De vanligaste metoderna för att förhindra smittspridning är lufttorkning, desinfektion med hett vatten och ånga eller tvätt av utrustningen med olika typer av desinfektionsmedel. Vid användning av desinfektionsmedel är det viktigt att noga ta del av bruksanvisning, skyddsföreskrifter och till produkten hörande säkerhetsdatablad. Var också särskilt uppmärksam på att vadare med filtsula utgör en extra stor risk för spridning av kräftpest och andra sjukdomar eftersom det är särskilt svårt att torka och desinfektera sulorna ordentligt. Med hänsyn till miljön är torkning och hett vatten (ångning) att föredra framför kemiska metoder. Av de kemiska metoderna är desinfektion med 70 % spritlösning enklast att använda.

Lufttorkning

Den enklaste desinfektionsmetoden är att efter rengöring låta utrustningen lufttorka i minst 48 timmar vid minst 15 grader, allra helst med större delen av tiden i solljus. Oavsett om risk för smittspridning finns bör man alltid se till att utrustningen står så att den torkar över natten. Lämna den inte instängd i bilen. När man byter från ett vattendrag till ett annat under dagens lopp bör ni byta till torra elstavar och vadare. Utrustningen kan också torkas i bastu vid minst 70 °C. För små föremål skall torkningen i bastun vara minst 1 timme medan stora föremål kräver minst 5 timmars torktid.

Hett vatten och ånga

Desinfektion av utrustningen kan även ske med hett vatten, antingen genom att sänka ned utrustningen i hett vatten (100° C) i 5–10 minuter eller genom att tvätta utrustningen med het ånga (> 110° C) under någon minut. Observera dock att hett vatten och ånga kan delaminera Gore-Tex® material och även skada andra känsliga klädesplagg. Ångapparater för biltvätt kan vara effektiva för ångtvätt av båtar och båtrailer, men en del av dessa apparater ger inte en tillräckligt hög temperatur på ångan.

Desinfektionsmedel

Desinfektion av utrustningen kan också ske med olika typer av desinfektionsmedel. Nedbrytbara desinfektionsmedel som kan användas för desinfektion av utrustningen är T-röd, kaliumklorid, persulfatlösningar (Virkon® S), klorlösningar (Klorin), samt olika jodbaserade lösningar (t.ex. FAM 30 och Wescodyne). Gemensamt för dessa desinfektionsmedel är att utrustningen bör rengöras med vatten innan de behandlas desinfektionsmedlet. Med undantag för T-röd och kaliumklorid gäller också att utrustningen skall sköljas av med vatten efter desinfektion för att ta bort rester av desinfektionsmedlet. Rengöring både innan och efter desinfektion är särskilt viktig när jodlösningar och klorlösningar används för desinfektion då dessa lösningar inaktiveras av närvaro av organiskt material och är korrosiva om inte lösningen sköljs bort efter desinfektion. På grund av att jod- och klorlösningarna

är mindre miljövänliga och dessutom mindre lämpliga att användas på olika typer av elfiskeutrustning behandlas de inte här. De kan dock vara aktuella för desinfektion av båtar.

T-Röd är det billigaste och enklaste alternativet, men på grund av att spriten avdunstar lätt är den inte lika effektiv som desinfektionsmedel som de övriga lösningarna. För att desinfektion med T-röd skall vara effektiv bör man också göra ren utrustningen innan den behandlas med spritlösningen. En lösning med lämplig koncentration (70 %) får man om man blandar 3 delar T Röd till 1 del vatten. För desinfektion kan man spraya utrustningen med spritlösningen eller tvätta av den med svamp, samt om det är möjligt kan utrustningen läggas i en balja med T-röd. Helst ska utrustningen vara i kontakt med lösningen under minst 20 minuter. Känslig utrustning (elektronik) kan dock efter rengöring bara sprayas eller avtorkas med 70 % spritlösning (etanol eller isopropanol).

Kaliumklorid som vanligen använd som ersättning för kalciumklorid i vattenavhårdare är också ett effektivt desinfektionsmedel, särskilt för båtar och utrustning som har använts i vatten där vandrarmussla (*Dreissena polymorpha*) förekommer. Kaliumklorid orsakar dessutom inte korrosion av metaller som en del andra desinfektionsmedel. Den är därför särskilt lämplig att använda för desinfektion av kylsystem och andra korrosionskänsliga områden i motorer, samt vattenintaget för båtar med jetdrift. För desinfektion av elfiskeutrustning, motorer och båtar rekommenderas en brukslösning på 0,02 %.

Virkon® S är ett biologiskt nedbrytbart desinfektionsmedel som är effektivt mot virus, bakterier, mykoplasma och svampsporor. Observera att Virkon S inte är registrerat för att döda larver av vandrarmussla, vilket kan kräva en kombinerad behandling med ånga eller kaliumklorid. Virkon S är ett oxiderande desinfektionsmedel som innehåller sulfaminsyra, äppelsyra, kaliumperoxymonosulfat, natriumklorid, natriumpolyfosfat, anjon tensid och färgämne. Den aktiva substansen är kaliumperoxymonosulfat. Virkon S används främst för desinfektion av djurstallar och transportfordon, men också av fiskodlare för att desinficera odlingstråg. Virkon S säljs både i tablett-

form och som pulver. Desinfektionsmedlet är lösligt i vatten och bildar med vatten en ljusröd vattenlösning. När färgstyrkan bleknar avtar lösningens desinfektionseffekt och man bör blanda en ny lösning. Lösningen är dock hållbar i 5–7 dagar. Vanligtvis används en brukslösning på 1 % (50 gram till 5 liter vatten eller en tablett i 500 ml vatten). Dosering 10 liter 1 % Virkon S-lösning till behandling av en yta som är 50–100 m². Desinfektion bör endast utföras på rengjorda ytor och om möjligt skall alla ytor också vara torra innan desinfektion sker.

Tvätta av utrustningen med svamp indränkt med lösningen eller spraya på lösningen med sprayflaska och låt verka i 10 min. Virkon S-lösningen kan också appliceras med hjälp av högtryckstvätt med lågt tryck (35 bar) eller ryggspruta. Skölj sedan utrustningen noga med rent vatten. Brukslösningen bör inte vara i kontakt med plast- och gummimaterial, samt mjuka metaller som aluminium, koppar, mässing och galvaniserat material under en längre tid på grund av risk för korrosion. En 1 % -ig lösning av Virkon S har pH 2,6. Ömtåliga ytor skall sköljas av med vatten efter 30 minuter. Virkon S är också irriterande för hud och ögon vid en längre kontakttid. Använd därför skyddshandskar både vid tillredning av brukslösningen och vid desinfektionen av utrustningen. Virkon S kan köpas från företaget Pharmaxim (www.pharmaxim.com) eller från kemikaliefirman Sigma Aldrich.

9.6 Hantering och bedövning av fisk

Att behandla fisken korrekt innebär att man är varsam vid själva elfisket men det är lika viktigt att hantera fisken rätt vid mätning och vägning. För att undvika stress och skador hos fisken bör man bedöva fisken. Att utsättas för elström, hävning och sedan förvaras i en hink innebär en allvarlig stress för fisken. Fortsätter man sedan direkt med ovarsam mätning och vägning kan stressen i värsta fall bli så stor att fisken kommer in i ett ”utmattningsstadium”, som leder till höga halter av stresshormoner och slutligen till döden.

En bedövning minskar stressen för fisken och minskar därmed också risken för förhöjda halter av stresshormoner som kortisol och ka-

tekolamin, samt glukos och mjölksyra i blodet (Anderson m.fl. 1997, Iversen m.fl. 2003, Hoskonen & Pirhonen 2006, Ross & Ross 2008). Bedövningen kan dock vara farligt för fisken om man är oförsiktig och bedövar fisken för hårt så att andningen upphör. Man måste därför alltid följa de doseringar som anges och dessutom konstant övervaka fisken under bedövningen. Vid skonsam och snabb hantering utan ingrepp (endast mätning och vägning) strävar man normalt efter att uppnå ”djup sedation” eller ”svag bedövning” (tabell 9.1). Vid långvarig och smärtsam hantering (till exempel vid fiskmärkning eller operativa ingrepp) bör man dock eftersträva ”djup bedövning”. Exponeringstiden för att få hanterbar fisk för mätning och vägning bör vara mindre än 3 minuter. Om rätt bedövningsmedel och rätt koncentration används blir fisken bedövad och hanterbar inom 3 minuter och återhämtar sig inom 5 minuter.

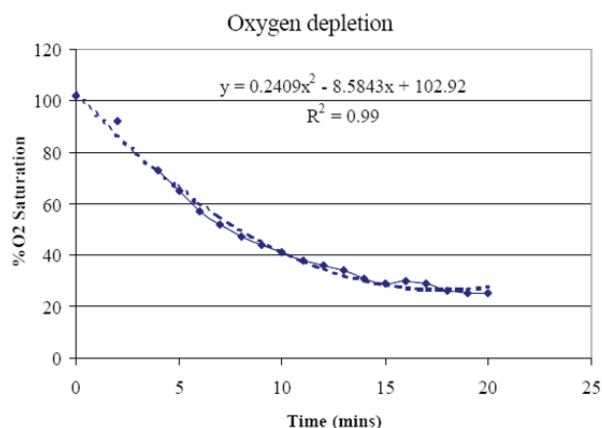
Hanterbar fisk (djup sedation): Fisken har gradvis förlorat jämvikt och balans, men behåller en del simrörelser. Vid hantering är fisken lugn även om den visar en medvetenhet om att den är upptagen ur vattnet. Fisken kan flyttas till mätbrädan utan att den sprattlar och hoppar.

Bedövad fisk (svag bedövning): Fisken har delvis förlorat jämvikt och balans. Vilar på botten av hinken och tippar på sidan när vattnet i hinken sätts i rörelse. Simrörelser kan förekomma, men ingen reaktion visas när fisken hanteras och tas upp ur vattnet. Det är hög tid att ta hand om fisken!

Bedövningen bör ske i en speciell graderad hink eller balja. Genom graderingen underlättas uppmätningen av rätt mängd vatten för att blanda brukslösningen av bedövningsmedlet. Börja med ett fåtal fiskar och observera dem noggrant under bedövningen. Verkar allt fungera väl kan man ta lite mer fisk åt gången, men aldrig fler än att man har individuell uppsikt. Fiskens vikt bör maximalt vara 20 % av brukslösningens vikt. Om mängden fisk är för stor relativt till brukslösningens volym går syrgastäringen mycket snabbt (Figur 9.5). När det är varmt i vattnet kan det vara nödvändigt med en större volym på brukslösningen för att minska risken för att syrehalten blir för låg i brukslösningen av bedövningsmedlet. Alternativt tillsätter man syre via en luftpump (akvariepump) eller blandar en ny omgång brukslösning när fiskens återhämtningstid blir längre.

Tabell 9.1. Bedövningsstadier hos fisk (modifierat efter Summerfelt & Smith 1990). Fet stil anger vilka bedövningsstadier som är lämpliga vid mätning och vägning av fisk. Angivna bedövningstider är för MS 222 vid 8-12 o C. Skulle bedövningstiden avvika för mycket bör koncentrationen kontrolleras.

Stadium	Fiskens uppträdande	Uppnås efter
Normal	Simmar aktivt, svarar på stimuli, normal andning och balans.	
Svag sedation	Simmar aktivt, viss slöhet inför stimuli, något minskad andning, normal balans och muskeltonus.	
Djup sedation	Simmar inte aktivt, ingen reaktion på svag stimuli, minskad andning, gradvis förlorad balans.	1-2 minuter
Svag bedövning	Delvis förlust av balans och muskeltonus, kan inte simma, ingen reaktion på svag stimuli, svag andning, men tillfälligt ökad frekvens.	2-3 minuter
Djup bedövning	Total förlust av balans och muskeltonus, ingen reaktion på stimuli överhuvudtaget, långsam men regelbunden andning.	3-4 minuter
Mycket djup bedövning	Ingen balans, helt utan reflexer och reaktion på stimuli, mycket långsam och oregelbunden andning (endast för kirurgiska ingrepp).	
Kollaps	Andningen borta, hjärtstillestånd	



Figur 9.5. Syrgästärning i hink med 45 liter vatten och regnbåge utgörande 50 % av vattenvolymen. Vattentemperaturen är 14° C (från Beaumont m.fl. 2002).

Efter mätning och eventuell vägning släpps fisken i ett speciellt uppvakningskärl med friskt vatten. Om inte fisken skall sumpas innan den släpps tillbaka i vattendraget kan det vid varm väderlek vara nödvändigt att syresätta vattnet med en batteridrivna luftpump. Kontrollera att fisken kvicknar till och kan hålla balansen. När fisken sätts tillbaka i vattendraget skall den vara fullt vaken och aktiv. Den bör portioneras ut på flera platser inom den fiskade sträckan. Håll försiktigt tillbaka fisken. Håll hinken i vattentanken så att fisken själv mer eller mindre simmar ur. Det är bra att välja en svagare vattenström på grunt vatten nära stranden vid utsättning så att små fiskar får ett visst skydd från början och inte snabbt förs nedströms.

Provbedöva först bara några få fiskar som kontroll.

Sätt endast tillbaka vaken och pigg fisk.

Bedövningsmedel för fisk

Det finns en rad olika bedövningsmedel att tillgå för bedövning av fisk. De vanligaste är:

MS 222 (tricaine methanesulfonate eller tricain mesilat), bensokain, nejljolja (eugenol), Aqui-S® (isoeugenol), metomidate, quinaldine sulfat, 2-fenoxietanol och klorbutanol. Även koldioxid har i vissa fall använts för be-

dövning av fisk, men på grund av svårigheter med doseringen och en toxisk risk för användaren vid hantering inomhus har koldioxid inte fått någon större användning som bedövningsmedel.

Av de nämnda bedövningsmedlen är det bara MS 222, bensokain och Aqui-S® som är godkända att användas för djur som används för livsmedelsproduktion enligt EU-kommisionens förordning nr 37/2010 av den 22 december 2009 om farmakologiskt aktiva substanser och deras klassificering med avseende på MRL-värden i animaliska livsmedel (den så kallade MRL-förordningen). Godkännandet enligt EU-förordningen innebär att substanserna har bedömts med avseende på MRL-värden (Maximum Residue Limit = maximalt tillåtna resthalter). För MS 222 och bensokain krävs inga MRL-värden då substanserna inte anses utgöra någon större hälsorisk. De är välbeprövade bedövningsmedel för fisk och har under lång tid (>40 år) använts inom både fiskodling och fiskforskning. För Aqui-S (isoeugenol) har man inom EU relativt nyligen (2012) fastställt ett MRL-värde på 6 000 µg/kg. Det är också först under senare år som Aqui-S har blivit godkänt i USA som bedövningsmedel för fisk som skall användas som livsmedel. Aqui-S har dock under mer än 10 år använts för bedövning av konsumtionsfisk i Nya Zeeland och Australien.

I USA är Aqui-S-produkterna Aqui-S®E och Aqui-S®20E godkända för bedövning av konsumtionsfisk under U.S. Fish and Wildlife Service's Aquatic Animal Drug Approval Partnership - Investigational New Animal Drug (INAD) 11-741. I Europa är det bara Scan Aqua AS i Norge som nyligen (maj 2013) har erhållit marknadsföringstillstånd för Aqui-S vet. Det betyder att det ännu inte är möjligt att köpa Aqui-S vet. i Sverige.

För alla substanser som är tillåtna som bedövningsmedel för konsumtionsfisk finns det också krav på karenstider. Karenstiderna är i de flesta fall baserade på MRL-värdena som anger vilka halter av olika substanser som kan tillåtas i livsmedel. I Sverige är det Läkemedelsverket och Livsmedelsverket som beslutar om föreskrifter för karenstider, men besluten följer i de flesta fall de internationella direktiven. För fisk som har bedövats med MS

222 gäller i Sverige och många andra länder att en karenstid på 21 dagar måste uppfyllas innan fisken får användas för konsumtion. För fisk som har bedövats med bensokain gäller i Sverige en karenstid på 500 dygnsgrader, men internationellt används samma karenstid (21 dagar) som för MS 222. Aqui-S är godkänt att användas utan karenstid i länder som Nya Zeeland, Australien, Chile, Costa Rica, Honduras, Nicaragua, Guatemala, Sydkorea, och Vietnam. I USA gäller för Aqui-S® E (50 % isoeugenol) en karenstid på 3 dygn (72 timmar) medan den svagare lösningen Aqui-S®20E (10 % isoeugenol) kan användas utan karenstid enligt USA:s Food and Drug Administration (FDA). I Norge gäller för Aqui-S vet. en karenstid på 2 dygn eller 48 dygnsgrader. I Sverige har ännu inte någon karenstid för Aqui-S fastställts då det saknas marknadsföringstillstånd. De övriga bedövningsmedlen är för närvarande inte godkända i Europa att användas på konsumtionsfisk och används heller inte i svenska fiskodlingar vid vaccination eller märkning av fisk. De får dock användas som bedövningsmedel för fisk vid forskning och för hantering av akvariefiskar.

Observera att alla bedövningsmedel för fisk är hälsofarliga i koncentrerad form och att de irriterar ögon, slemhinnor och hud. De kan orsaka hudirritationer och framkalla allergi även i utspädd form. Genomgående gäller därför att man snabbt skall skölja hud eller ögon med rikligt med vatten om man fått bedövningsmedel på sig. Självklart förvarar man bedövningsmedel i låst utrymme där barn inte kommer åt det. Alla som elfiskar skall ha tagit del av säkerhetsdatabladet för det aktuella bedövningsmedlet innan bedövning genomförs.

MS 222

MS 222 (tricaine methanesulfonate, TMS) är ett vitt kristallint pulver som är lösligt i vatten. Den aktiva substansen i MS 222 är ethyl 3-aminobensoate methanesulfonate ($C_9H_{11}O_2N \times CH_3SO_3$). Andra handelsnamn för substansen är Metcaine, Tricaine-S och Finquel. MS 222 är det i särklass vanligaste bedövningsmedlet för fisk både i Sverige och utomlands. Vid mätning och vägning av fisk används vanligtvis en brukslösning med en koncentration på 40-60 mg/l. MS 222 ger

en snabb bedövning av laxfiskar, men betydligt sämre bedövning av elritsa, simpor och ål. Nackdelar är att lösningen behöver buffras med natriumbikarbonat ($NaHCO_3$) och har en kort hållbarhet, samt är dyr. MS 222 kan köpas via Apoteksbolaget AB eller kemikalieföretag, t.ex. Sigma Aldrich AB. Observera dock att det kan krävas recept från veterinär för konsulter. Nedan visas recept på två alternativa stamlösningar med olika koncentration.

Alternativ 1.

- En stamlösning erhålls genom att lösa 20 g MS 222 i 1 liter vatten.

- Hållbarheten är minst 3 månader, men lösningen är ljuskänslig och skall förvaras i mörk flaska. Förvaras lösningen svalt kan den hålla upp till ett år.

- För att erhålla 5 liter brukslösning med en koncentration av 60 mg/l tar man 15 ml av stamlösning och tillsätter 5 liter vatten. En buffertlösning får man genom att lösa 20 gram $NaHCO_3$ i 1 liter vatten.

Alternativ 2.

- En stamlösning erhålls genom att lösa 4 g MS 222 i 1 liter vatten.

- För att erhålla 5 liter brukslösning med en koncentration av 60 mg/l tar man 75 ml av stamlösningen till 4,9 liter vatten. En buffertlösning får man genom att lösa 4 gram $NaHCO_3$ i 1 liter vatten.

MS 222 bildar en sur lösning i vatten. Om man blandar till brukslösningen med vatten som bara har en svag buffertförmåga kan pH sänkas 0,5–1,0 pH-enheter. Den sura lösningen är irriterande för fiskens gälar och brukslösningen bör neutraliseras genom att tillsätta 1 del buffertlösning för varje del MS 222 innan den används för bedövning av fisk. När MS 222-lösningen buffras till neutralt pH minskar irritationen av fiskens gälar och därmed stressen på fisken. Blanda inte buffertlösningen i samma flaska som stamlösningen utan gör en separat buffertlösning med samma koncentration som stamlösningen.

MS 222 klassificeras som skadlig och irriterar övre luftvägar, slemhinnor och ögon.

Ämnet skall absolut inte inandas eller drickas. Munskydd och skyddshandskar bör användas vid beredning av stamlösningen. Även brukslösningen kan vara hudirriterande och orsaka allergi vid längre tids användning. Undvik stänk i ögon vid hantering av bedövad fisk. Vid hanteringen av fisken bör skyddshandskar av gummi användas. Giftigheten är dock relativt låg. För regnbågsöring är den letala koncentrationen (LC_{50}) 40,9 mg/l vid exponering i 96 timmar. För möss har man funnit att den dödliga dosen (LD_{50}) oralt är 2,4 g/kg kroppsvikt och vid hudkontakt 1,7 g/kg kroppsvikt. Dödlig dos (LD_{50}) intravenöst är 180 mg/kg.

Bensokain

Bensokain är närbesläktad med MS 222, men har inte sulfonylgruppen. Bensokain finns både som ett kristallinskt vitt pulver (ethyl 4-aminobensoate, $C_9H_{11}NO_2$) som inte är lösligt i vatten, och som ett vattenlösligt kristallinskt salt (bensokain hydroklorid). Pulvret är lösligt i alkohol och andra organiska lösningsmedel. Bensokain kan köpas som receptbelagt preparat via apotek, antingen i pulverform (Benzocainum, Eur kval E) eller som en 20 % lösning (Benzoak vet.). Benzoak består av bensokain (200 gram/l) löst i propylenglykol. Vid mätning och vägning av fisk används vanligtvis en brukslösning med en koncentration av 30–50 mg/l, dvs. ungefär samma dos som för MS 222. Bensokain bedövar fisken något långsammare än MS 222, men är i gengäld betydligt billigare i inköp. I likhet med MS 222 kan det krävas recept från veterinär för inköp. För bedövning av fisk vid elfiske kan man antingen använda den färdigblandade bensokainlösningen Benzoak vet. eller också tillverka en egen stamlösning av bensokainpulver. Båda stamlösningarna bör förvaras mörkt och i rumstemperatur.

Stamlösning

För benzoaklösningen (20 %) behöver ingen spädning ske utan lösningen själv utgör en stamlösning. Vid beredning av en egen stamlösning utgående från pulver löses 2 g bensokainpulver i 40 ml 95 % etanol och därefter späder man etanollösningen med vatten upp till 1 liter. Hållbarheten är minst ett år.

Brukslösning

- Benzoak. För att erhålla en brukslösning med en koncentration av 40 mg/l tar man 5 liter vatten och tillsätter 1 ml av benzoaklösningen.
- Bensokainpulver. För att erhålla en brukslösning med en koncentration av 50 mg/l tar man 100 ml stamlösning till 3,9 liter vatten.

Bensokain är i låga doser relativt ofarligt för människor och används som lokalbedövningsmedel i hostmedicin, halstabletter (Bafucin), munsprayer och solkrämer. Bensokain används också av veterinärer vid lokalbedövning av djur. I koncentrerad form är dock bensokain farligt att förtära och är irriterande för ögon, luftvägar och hud. Det kan orsaka allergier vid längre tids exponering. Undvik spill på huden genom att använda handskar vid hantering av pulver och stamlösning. Vid exponering av mycket höga doser av bensokain kan också blodets syreupptag hämmas (methemoglobinemia). För regnbåge är den toxiska koncentrationen (LC_{50} -värdet) 7,2 mg/l vid 96 timmars exponering. För råttan ligger vid oralt intag den toxiska dosen (LD_{50}) på 3 042 mg/kg.

Eugenol (nejlikolja)

Eugenol (fenylpropen) utvinns ur nejlikolja. Nejlikolja är en blekt gul olja som erhålls från destillat av torkade knoppar, blad och stam av kryddnejliketrädet *Syzygium aromaticum*, (Östra hemisfären) eller *Syzygium caryophyllatum* och *Eugenia aromaticum* (Västra hemisfären)). Det finns endast små skillnader mellan dessa arter och många anser att de är en och samma art. Lukten är stark och genomträngande. Oljan består till 50–90% av eugenol (2-methoxy-4-prop-2-enyl-phenol, $C_{10}H_{12}O_2$) och i varierande omfattning (10–50 %) av caryophyllene, eugenyl acetat och 30 andra föreningar i små mängder. Oljan är inte löslig i vatten men är löslig i organiska lösningsmedel som alkohol.

Nejlikolja och eugenol har en rad olika användningsområden och har använts som bedövningsmedel sedan antikens dagar. Den används numera bland annat för tillverkning av parfymer och smaksättning av mat. Den an-

vänds också för tandbehandling, som antiseptiskt medel och som tillsats i rengöringsmedel. Dessutom har den använts som herbicid i koncentrerad form. Nejljolja och eugenol är klassificerad som GRAS (Generally Regarded As Safe) för tandvård, parfym och som smaksättare i mat av FDA (Food Drug Association) i USA. Trots att eugenol allmänt klassas som säker att användas inom tandvård och som tillsats i mat är dock inte nejljolja och eugenol godkända att användas som bedövningsmedel för konsumtionsfisk, varken i Europa eller USA.

Vid mätning och vägning av fisk används vanligtvis en brukslösning av eugenol med en koncentration om 20–40 mg/l. Eugenol ger en snabbare bedövning av fisken än MS 222 och bensokain, men ger också en något längre återhämtningstid. Det gäller särskilt för mindre fiskar och i kallt vatten. Risken för att överdosera bedövningsmedlet är därför betydligt större för eugenol än för MS 222 och bensokain. Överdoser medför nedsatt eller upphörd andning med risk för hjärtstillestånd och ökad dödlighet. Vid överdosering skall fisken omedelbart föras över till friskt vatten som säkrar genomsköljning av gälarna tills andningen har blivit normal igen. Eugenol (Eugenol APL Dentallösning) är relativt billig i inköp och kan beställas på de flesta apotek.

Stamlösning

Eftersom eugenol inte är löslig i vatten görs först en stamlösning där en 1 del eugenol blandas med 9 delar 95 % etanol. Förvara lösningen i mörk flaska i kylskåp. Använd helst glasflaska då eugenol bryter ned plast vid längre tids förvaring. Stamlösningen är hållbar i minst 3 månader.

Brukslösning

För att få en brukslösning med en koncentration av 40 mg/l tillsätter man 2 ml av stamlösningen till 5 liter vatten.

Eugenol är hälsofarligt och irriterar luftvägar och slemhinnor i koncentrerad form. Vid stänk i ögonen skölj genast rikligt med vatten. Kan orsaka irritation och allergiska reaktioner vid hudkontakt redan vid låga halter (1 %). Vid

blandning av stamlösning skall skyddshandskar användas.

Den toxiska koncentrationen för fisk varierar något med fiskart. För regnbågsöring är LC_{50} – värdet 60,8 mg/l – 96 h. Den toxiska dosen (LD_{50}) oralt för råttor är 2 680 mg/kg.

Aqui-S vet.

Aqui-S vet. är ett vattenlösligt bedövningsmedel för fisk, kräddjur och musslor. Aqui-S vet. innehåller 50 % isoeugenol (540 gram/l) och 50 % polysorbat 80. Den aktiva substansen är isoeugenol (2-methoxy-4-prop-1-enyl-phenol) som är ett derivat av eugenol. Polysorbat 80 är ett emulgeringsmedel som är tillsatt för att öka lösligheten i vatten. Isoeugenol framställs av eugenol genom behandling med amlalkohol och natrium. Bedövningsmedlet tillverkas av Aqui-S New Zealand Ltd. Vid vägning och mätning av fisk används vanligtvis en brukslösning med en koncentration av 10–40 mg/l. För att minska stressen för odlad fisk under transport används i regel en koncentration av 5–10 mg/l.

Stamlösning

För att bereda en stamlösning för fältbruk tar man 10 ml av Aqui-S vet.-lösningen och späder till 1 liter. Vattnet som används för att blanda stamlösningen skall ha en temperatur mellan 12 och 25 °C. Stamlösningen skall förvaras mörkt och svalt. Den bör helst användas samma månad som den tillreds.

Brukslösning

För att erhålla en brukslösning med en koncentration av 32 mg/l tillsätter man 30 ml av stamlösningen till 5 liter vatten.

Liksom eugenol är Aqui-S farlig att förtära och irriterar ögon och hud. Återkommande och längre tids exponering kan orsaka allergiskt eksem. Vid kontakt med ögon och hud skölj med rikligt med vatten. Den toxiska koncentrationen för fisk varierar något med fiskart. För regnbåge är LC_{50} – värdet 7,7 mg/l – 96 h. Den toxiska dosen (LD_{50}) för råttor är 1 560 mg/kg.

Kom ihåg att vid all fiskhantering:

- Respektera fisken som levande individ med förmåga att känna smärta.
- Bedöva fisken innan mätning och vägning.
- Stor fisk bör hållas avskild från mindre fisk.
- Ål och gädda bör förvaras i separat hink för att undvika att ålslem och gäddslem täpper till gälarna hos övriga fiskar.
- Exponera fisken så lite som möjligt för solljus och luft. Gälarna är mycket känsliga.
- Hantera fisken med våta händer, akvariehåv eller latexhandskar.
- Hantera fisken försiktigt.
- Fiskens inälvor har inte bra stöd från muskler och bindväv. Att vara länge ur vattnet ökar också risken för inre skador.

10. Dokumentation av elfisket – standardiserade protokoll

Det finns exempel på “duktiga” elfiskare, som är skickliga med elfiskestav och håv och bra på att vada i strömmande vatten, men som tyvärr inte dokumenterar sina resultat så fullständigt som är nödvändigt. Utan bra dokumentation av elfisket kan undersökningsresultatet bli svårt att tolka. Själva elfisket går tämligen fort, lägg därför tid på dokumentationen!

Sist i denna publikation (Bilaga 1 och 2) finner ni det elfiskeprotokoll (samt instruktion för ifyllande i fält) som i dag används av elfiskeregistret SERS vid Institutionen för akvatiska resurser vid SLU. Protokollet används vid elfisken inom nationella och regionala effektuppföljningsprogram, samt inom nationella och regionala miljöövervakningsprogram. Det digitala protokollet finns också att hämta som fil tillsammans med instruktion för ifyllande och fältinstruktion på SLU:s hemsida (<http://www.slu.se/elfiskeregistret>).

Alla variabler som ska dokumenteras i elfiskeprotokollet har en signifikant betydelse för elfiskeresultatet. Variabler med fetstil och versaler i elfiskeprotokollet är alltid obligatoriska, övriga är frivilliga, förutsatt att elfisket inte ingår i något regionalt eller nationellt undersökningsprogram. Om elfisket ingår i något av dessa program är alla variabler på protokollet obligatoriska att fylla i. Observera! Vid ifyllandet av protokollen är det särskilt viktigt att göra skillnad på faktiska nollvärden, uppgifter som inte kan redovisas och uppgifter som inte har redovisats trots att det var möjligt. Alla rutor som inte fylls i kommer att utvärderas som om uppgift saknas.

10.1 Uppgifter om lokalens läge, karaktär och kringmiljö

Lokalens läge

Elfiskelokalens geografiska läge noteras nog-

grant i fält och lokalens koordinater i RT90-systemet tas ut från kartan eller med hjälp av GPS. RT90 bör användas vid inrapportering till SERS. I retur erhåller dock utföraren koordinater även i SWEREF99TM. Om koordinaterna tas ut med hjälp av GPS bör koordinaterna alltid kontrolleras mot karta.

Observera att det är koordinaterna för elfiskelokalens nedre avgränsning som skall anges i elfiskeprotokollet.

Gör en lokalskiss i elfiskeprotokollet och ange provytans läge för att möjliggöra upprepning av fisket på samma sträcka. Redovisa riktpunkter i form av träd, hus, biflöden, stora block, vägar, broar eller liknande som visar lokalens exakta läge. Ange också de färgmarkeringar som har använts för att markera lokalens nedre och övre gräns. En bra lokalskiss är väldigt bra att ha när det gäller att avgöra om lokalen är den rätta vid återbesök på lokalen. När du beskriver läget för elfiskelokalen tänk på att vem som helst som får elfiskeprotokollet i sin hand ska kunna hitta lokalen, t o m utan koordinater (de kan ju vara fel). Lokalskissen är också ovärderlig för oss som arbetar med elfiskeregistret SERS. Det händer ju att fel lokalkoordinater anges i protokollet. Vi måste avgöra om lokalen finns sedan tidigare i SERS eller om den ska registreras som en ny elfiskelokal. Då ger lokalskissen mycket information. Ambitiösa utförare dokumenterar sin elfiskelokal med lokalskiss och foto. Om lokalen ingår i en tidsserie och elfiskas regelbundet (årligen eller vartannat år) skall också lokalens övre och nedre avgränsning alltid markeras tydligt med enhetlig färgmarkering.

Lokalens karaktär och kringmiljö

Det är viktigt att dokumentera alla lokalvari-

ablerna i fält. Väl hemma igen är det ofta svårt att återkalla i minnet exakt hur lokalen såg ut. En noggrann dokumentation i fält är också en förutsättning för att protokollet skall kunna fyllas i korrekt och fullständigt. I instruktionen för ifyllandet av elfiskeprotokollet i fält framgår hur de olika uppgifterna skall mätas och anges. Omgivande vegetation vid vattendraget, vegetation i vattnet, bottensubstrat och vattenhastighet kan vara viktiga faktorer för att förklara fiskens utbredning och täthet (se kapitel 12 och 13). Mängden död ved på elfiskelokalen inverkar på förekomst och täthet av exempelvis öring (Degerman m.fl. 2004). Även uppgifter om lokalens djupförhållanden, luft- och vattentemperatur måste beaktas. Bland andra viktiga faktorer kan nämnas närmiljö, skog och påverkan i form av skogsbruk (Markusson 1998), sjöförekomst (Degerman & Sers 1994) och vattendragets lutning (Markusson m.fl. 1997).

10.2 Uppgifter om elfisket – syfte, metodik och fiskeförhållanden

Naturligtvis är det ett måste att få reda på hur fisket bedrevs. Exempelvis vill man veta:

- vem som ansvarar för elfisket
- vem som finansierar (äger) elfisket
- vem som fiskat (så man har möjlighet att kontakta personen om frågor uppstår)
- syftet med elfisket
- hur vattendragsavsnittet såg ut, bottensubstrat, djup, närmiljö
- om man använde bensin- eller batteridrivet elfiskeaggregat, samt fabrikat
- vilken utgående spänning och strömstyrka som användes
- om hela vattendragets bredd avfiskades (hela bredden i en sidofåra är inte hela vattendraget)
- avfiskad yta, längd och bredd på lokalen
- antalet elfiskeomgångar, dvs. om successivt utfiske genomfördes

10.3 Uppgifter om fisken

Fångsten vid elfisket redovisas med avseende på art och antal för respektive fiskeomgång. Observera att alla fiskar skall artbestämmas (se avsnitt 10.4). Om möjligt anges också om lax-

fiskbeståndet är havsvandrande, sjövandrande eller strömlevande. Längdmätning av enskilda fiskar görs också för respektive fiskeomgång och antecknas. Längden mäts från nospets till yttersta spetsen av stjärtfenan **utan att stjärtfenans spetsar förs ihop. Ange alltid längden i millimeter.** Om elfisket ingår i ett nationellt övervakningsprogram skall fisken också vägas och den individuella fiskvikten anges på elfiskeprotokollet med minst 1 grams noggrannhet.

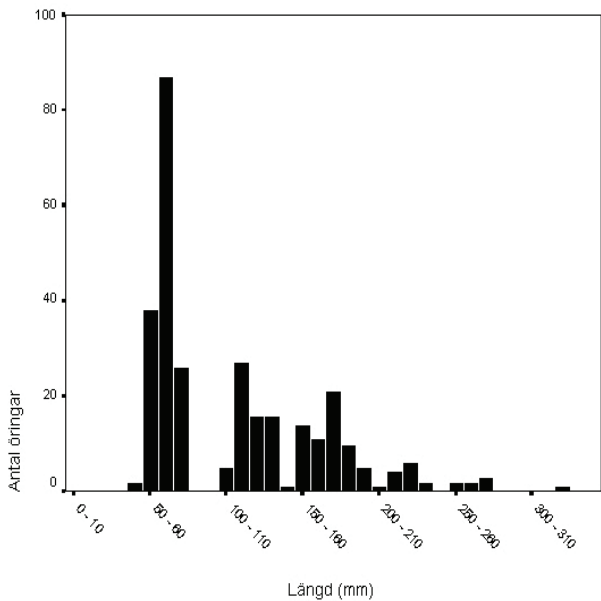
Utgående från individlängderna kan man göra en storleks- och åldersklassificering. Laxfiskarter skall alltid delas in i årsungar (0+) och äldre fiskar (>0+), men kan också delas in i åldersklasser där 0+ = ensamrig, 1+ = tvåsomrig, 2+ = tresomrig. En 1+ laxfiskunge har alltså levt ett år plus en extra sommar (+), dvs. totalt två somrar (tillväxtsånger). En 1+ öring är ofta nästan dubbelt så lång som en årsunge (0+) (Degerman m.fl. 2010), men kan vid en sämre tillväxt också vara bara några cm större.

Nedan visas två exempel på längdfördelningar hos öring fångade vid elfiske. I det första fallet (Figur 10.1) ser man tydligt hur man utgående från en ordentlig längdmätning kan gissa åldern på öringungar vid elfiske. Här var det lätt att se vad som var årsungar (0+) och äldre fisk. Att dela in fångsten i årsklasser gör man för att man ska kunna beräkna populationstätheten separat för årsungar och äldre fisk för våra laxfiskarter (öring, lax, röding, harr, samt de introducerade arterna amerikansk bäckröding och regnbågsöring) som fångas vid elfiske.

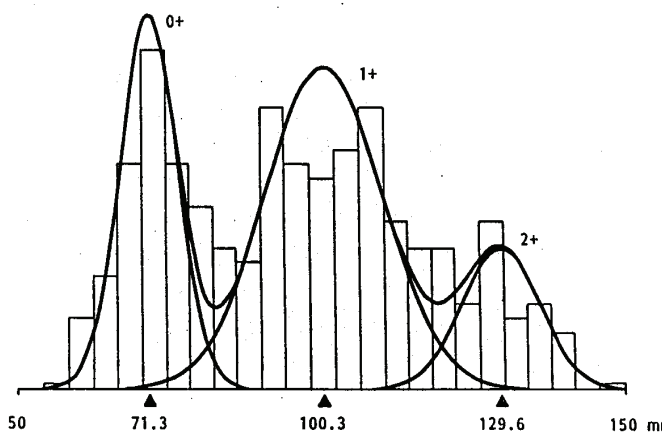
Figur 10.2 visar hur svårt det kan vara att ibland skilja ut olika årsklasser. Hade inte längden mätts på millimetern så hade det inte gått att skilja ut årsungar och äldre fisk. Bearbetningen har här skett med en teknik som kallas normalfördelningsseparation för vilket det finns speciella dataprogram. Att det verkligen blev rätt verifierades senare med åldersanalyser.

10.4 Artbestämning

Kom ihåg att artbestämma och dokumentera samtliga arter. Resultaten kan komma att användas i olika sammanhang och dokumentationen är värdefull. Förekomst av olika arter



Figur 10.1. Längdfördelning för öringungar i ett strömlövande bestånd i Västra Dalkarlsån, Västerbotten.



Figur 10.2. Längdfördelning och skattad åldersfördelning för havsöringungar från Kungsådran, Dalälven, oktober 1990 (Järvi m.fl. 1990). Skattningen gjord med normalfördelningsseparation och sedan verifierad med stickprovvis åldersanalys.

vid elfiske har exempelvis använts i rödlistningssammanhang och för att studera förekomst av olika arter över tid (Degerman m.fl. 2009). Enligt data från SERS har det påträffats 46 olika fiskarter vid elfiske i svenska vattendrag.

Ingen art heter t.ex. simpå, utan det finns både berg- och stensimpå. Att skilja småspigg från storspigg är väldigt enkelt (storspigg har

3 taggar och småspigg har 9–11 taggar på ryggen), ändå skriver många bara spigg. De olika karpfiskarterna (t.ex. mört-sarv-braxen-björkna) är dock något svårare att skilja åt. För artbestämning av karpfiskar rekommenderas Peter Grahns bestämningsnyckel som är utgiven av Sportfiskarna eller använd appen Fisknyckeln som är utvecklad av Sportfiskarna i samarbete med Svenska artprojektet och Nationalnyckeln (www.nationalnyckeln.se/sv/Aktuellt/Fisknyckeln/).

Även bäck- och flodnejonögon är svåra att skilja åt och särskilt larverna är svåra (ofta omöjliga) att bestämma i fält. Vuxna individer kan bestämmas utgående från storlek och munnens utseende, men artbestämningen kan lämnas därhän av den som känner sig osäker. Kalla dem i så fall bara "nejonögon". Generellt gäller att om osäkerhet har funnits beträffande artbestämningen ange detta i så fall. Många som elfiskar tycker att det är svårt att skilja på ungar av lax och öring. I tabell 10.1 finner ni några karaktärer som kan vara till hjälp. Jämför också med Figur 10.3 och Figur 10.4. Men det finns också hybrider mellan arterna och de är mycket svåra att särskilja.

Många har också svårt att artbestämma berg- och stensimpå, trots att karaktärerna är tydliga (tabell 10.2). Är man osäker i fält kan man ta med några exemplar hem för artbestämning.

Speciellt viktigt är det att notera förekomst av andra arter än laxfisk om man vill förstå förekomsten och utbredningen av laxfisk. Laxfiskar är konkurrenssvaga och känsliga för rovfisk. Ungarna av laxfisk växer därför upp i den någorlunda skyddade miljö som små vat-

Orkar ni inte artbestämma och mäta all fisk samt ordentligt fylla i elfiskeprotokollet är det bättre att ni är hemma än ute i vattendragen och stör fisken!

tendrag utgör. Om man noterar förekomst av gädda eller lake ökar förståelsen för tätheten av exempelvis öringungar. Årsungar av öring minskar betydligt i närvaro av lake och äldre öringar minskar när gädda finns i höljorna (Degerman & Sers 1993).



Figur 10.3. Laxunge. Foto: Stefan Stridsman.

Observera! Det är viktigt att notera förekomsten av alla arter.

Det är inte bara laxfiskar som räknas!



Figur 10.4. Nyfångad öring. Foto: Stefan Stridsman.

Tabell 10.1. Bestämningsnyckel för lax och öring.

	Laxunge	Öringunge
Kroppsform	Gracil	Knubbigare
Kroppsfaerg	Gul-grön (glänsande)	Grå-blå (mattare)
Gällock	Stora svarta fläckar	Små prickar
Stirrfläckar	Tydliga ovaler	Otydliga eller saknas
Prickmönster	Få under sidolinjen	Flertal under sidolinjen
Färg på fettfenan	Grön-grå (sällsynt röd)	Rödaktig
Röda prickar	Utan vit ring	Med vit ring
Stjärtfena	Urnupen	Trubbigare hörn
Överläpp	Kort när pupillen	Minst förbi mitten av ögat
Bröstfenor	Långa	"Normala"

Tabell 10.2. Bestämningsnyckel för berg- och stensimpa.

	Bergsimpa	Stensimpa
Bukfenor	När analöppning	När ej analöppning
Bukfenor	Gulaktiga och mörkt strimmiga	Nästan vita
Bukfenor	Inre fenstrålar mer än halva de längsta	Inre korta
Sidolinje	Ofullständig	Utefter hela kroppen
Hakporer	2 slemporer på hakan	1 slempor på hakan

11. Bearbetning av data och inrapportering till SERS

11.1 Rapportering till Svenskt ElfiskeRegiSter (SERS)

I SLU:s regi drivs sedan 1989 en databas med resultat från elfiskeundersökningar utförda i hela landet. Sedan 1996 är Elfiskeregistret (SERS) nationell datavärd för fisk i vattendrag. Datavärdskapet omfattar alla elfisken som utförs inom ramen för regional och nationell kalkeffektuppföljning, samt regional och nationell miljöövervakning. Resultaten skall inrapporteras till SERS med hjälp av det digitala excelprotokollet. SERS finansieras av SLU och Havs- och vattenmyndigheten. Årligen rapporteras ca 2 400 elfisken in till Elfiskeregistret. Totalt idag omfattar registret ca 56 000 elfisken på 17 500 lokaler. I SERS finns tids-serier som sträcker sig från 1950-talet fram till idag. Avsikten med registret är att få en samlad bild av fiskfaunan och elfiskeverksamheten i rinnande vatten. Länsstyrelser, kommuner och andra myndigheter, samt universitet och högskolor ska snabbt kunna erhålla registerutdrag. På så sätt försvinner inte enskilda undersökningar i undanlagda rapporter utan kan komma andra till godo som referensmaterial. SERS ger också information om olika fiskarters utbredning och populationsutveckling över tiden. Registret ger exempelvis underlag till Artdatabankens rödlista.

Fördelarna med ett centralt register är:

1. Internationell och nationell standardisering
 - t.ex. instruktion & protokoll
2. Kvalitetssäkring
 - successiv utbildning och gemensam syn
 - data granskas före och efter datalagging
3. Elfiskeutveckling
 - t.ex. p-värdestabeller
 - studie av lokalval, säsong, omgivningsvariabler

4. Möjliggör övergripande (nationella & internationella) analyser
 - beståndsutveckling
 - faunautbredning (rödlistade arter)
 - fiskets omfattning & utförande
 - fiskeribiologiska analyser
5. Samlad databas
 - gör resultaten tillgängliga för alla bl.a. via SLU:s hemsida
 - statistik
6. Tolkningshjälp av resultaten
 - hjälper till med "normalvärden", bedömning av ekologisk status och liknande (kontakta SERS).

Rapportera till elfiskeregistret SERS - för allas skull!

11.2 Registrering av resultat i digitala excelprotokoll

Inrapporteringen till Elfiskeregistret (SERS) bör helst göras med hjälp av det digitala excelprotokollet som finns att hämta på SLU:s hemsida (<http://www.slu.se/elfiskeregistret>). I excelprotokollet kan man registrera fångst av maximalt tolv arter och totalt 1 080 individer med längduppgifter alternativt 540 individer med både längd och viktuppgift. Fångas fler arter alternativt fler individer kan man spara filen och sedan radera fångsten i det första protokollet och fylla på resterande arter eller individer och sedan spara den nya filen under ett annat namn, gärna med anknytning till den första så man förstår att de hör ihop. Det finns en bra instruktion för hur man fyller i protokollet på SLU:s hemsida, men för att protokollet ska fungera som det ska så tänk på att:

1. Börja med att fylla i kalkylbladet ”**Protokoll**” i Excelprotokollet. I detta blad ligger de första två sidorna av fältprotokollet. Fyll i alla uppgifter i bladet ”**Protokoll**” ner till fångstsammanställningen. Fångstsammanställningen längst ner på sidan 1 av protokollet fylls i automatiskt när man har fyllt i kalkylbladet ”**Antal & Längder (vikter)**”. Hoppa alltså över fångstsammanställningen och fortsätt fylla i sida 2 i protokollet, alltså nedanför sammanställningen i kalkylbladet.

2. När man har fyllt i bladet ”**Protokoll**” fortsätter man med kalkylbladet ”**Antal & Längder (vikter)**”. I det bladet registreras individlängder och eventuella vikter på fångade arter. Omgång och art måste fyllas i innan man kan registrera längd och vikt. Har man av någon anledning inte längdmätt alla individer så sammanställer man det antalet i samma kalkylblad till höger om den ordinarie sammanställningen. För att beräkningarna ska bli rätt så är det viktigt att man delar in de icke längdmätta laxfiskarterna i årsungar och äldre, eftersom tätheterna beräknas separat för laxfiskarterna (se nedan).

3. För att få fram fördelningen av årsungar och äldre för laxfiskarterna (protokollet klarar max tre laxfiskarter, uppdelade i 0+ och äldre) fyller man i längsta 0+ i kalkylbladet ”**Artuppgifter**”. För att avgöra var gränsen går för längsta 0+ kan man använda längdfrekvensdiagrammet som finns i samma kalkylblad.

4. För elfisken utförda inom de nationella övervakningsprogrammen (IKEU-programmet och delprogrammet trendvattendrag inom nationell miljöövervakning) ska även bladet ”Lokalbeskrivning” ifyllas. Här är det viktigt att man börjar med att fylla i uppmätta vattendragsbredder och vattendjup, samt de substratbedömningar som är gjorda på detta blad eftersom dessa uppgifter sedan förs över automatiskt till protokollbladet.

Det finns således flera automatiska funktioner i protokollet som underlättar registreringen. Det är därför viktigt att man behåller kalkylbladens skydd så att inte formlerna förstörs.

I protokollet finns rullmenyer med valbara förslag samt instruktion och information i de flesta cellerna (syns som röda hörn i cellerna). Det finns vissa ”nyckeluppgifter” som krävs för att protokollet ska fungera som det ska, det är fiskedatum och antal utfisken. Är inte de ifyllda så fungerar inte protokollet. En annan viktig sak är att man aldrig använder Ctrl + X när man arbetar i protokollet eftersom man riskerar att förstöra protokollet. Använd i stället Delete och Ctrl + C (kopiera).

För närmare information, var god och se instruktionen för ifyllande av protokollet (Bilaga 3). Den återfinns tillsammans med elfiskeprotokoll och instruktion för ifyllande i fält som bilagor sist i publikationen. Läs igenom instruktionen för ifyllande av excelprotokollet innan ni börjar registrera resultaten. Det är viktigt att uppgifterna på protokollet och kalkylbladen blir ifyllt i rätt ordning annars kan de automatiska funktionerna förstöras.

11.3 Beräkning av fisktätheter

Använder man det digitala excelprotokollet och dokumenterar elfiskeresultaten ordentligt så beräknas tätheterna för respektive art (och åldersklass för laxfiskarterna) automatiskt. Men för att ni ska få lite bakgrund till hur beräkningarna görs så redogör vi för det i nedanstående text.

Vi redovisar nedan bara beräkningar för standardiserat elfiske, dvs. kvalitativt fiske med en utfiskeomgång eller kvantitativt fiske med tre successiva utfisken. Man kan dock också begagna sig av elfisken med fångst-återfångst metodik (Chapman 1951, Ricker 1958). Då märks de fångade fiskarna vid första fisket och släpps tillbaka på samma lokal där de fångades. Därefter avvaktar man och låter de märkta fiskarna blanda sig med de fiskar som inte har fångats. Normalt brukar man återvända för ett förnyat fiske först en vecka senare. Ur proportionen märkta fiskar mot antalet omärkta i fångsten kan totalpopulationen skattas (Chapman 1951, Ricker 1958, Ricker 1975, Bohlin m.fl. 1989). Metoden är mera kostsam än successiv utfiskning och innebär mer lidande för fisken när den märks. Det kan också vara svårt att märka små fiskar. Om tillräckligt

många fiskar märks och återfångas anses dock metoden i många fall ge en bättre skattning av fiskpopulationen än successiv utfiskning (Bohlin m.fl. 1989, Rosenberger & Dunham 2005). Den största nackdelen med metoden är att den bara kan användas för 1–2 målarter per undersökning.

Vid elfiske är det normalt inte möjligt att fånga alla fiskar inom det avfiskade området. För att kunna bestämma fisktätheten och utvärdera fångstresultaten vid successivt utfiske krävs det därför olika former av beräkningar. Med utgångspunkt från den faktiska fångsten inom provytan är det möjligt att göra sådana beräkningar att tätheten kan skattas med viss säkerhet. Säkerheten hos beräkningar och uppskattningar är beroende av beräkningsmetod och en rad andra faktorer. Oavsett beräkningsmetod gäller följande grundläggande förutsättningar för utfiskningsmetoden vid bestämning av fisktätheten (Bohlin 1990);

- a) Minst 30 % av sträckans population skall fångas vid varje utfiskning.
- b) Fiskpopulationen på sträckan skall inte ha något utbyte med uppströms- och nedströmsbelägna vattendragsavsnitt.
- c) Alla individer skall ha samma sannolikhet att fångas under varje enskild elfiskeomgång (utfiske)
- d) Fångstsannolikheten skall vara densamma i alla utfiskningsomgångarna.
- e) Fångstsannolikheten för en individ skall vara oberoende av fångstsannolikheten för andra fiskar.

Trots att det är sällan som dessa förutsättningar är helt uppfyllda ger utfiskningsmetoden hyfsade skattningar av fisktätheten bara fångsten är någorlunda jämnt avtagande vid de tre utfiskningarna. För vissa arter som stensimpa, bergsimpas, elritsa och benlöja kan detta vara svårt att uppnå. När fångsten är jämnt avtagande beror dock huvuddelen av osäkerheten i skattningarna av fisktätheten i ett vattendrag mera på den rumsliga och temporala variationen i fiskförekomsten. Osäkerheten i beräkningarna kan man därför i regel bortse från när ovan angivna förutsättningarna är någorlunda uppfyllda (Bohlin 1990). Det är därför viktigt

att ta hänsyn till den rumsliga och tidsmässiga variationen redan vid planeringen av elfisket.

Vid beräkning av fisktätheten hos laxfiskarter görs en indelning i två åldersgrupper, årsungar (0+) och äldre fiskar (>0+) i varje fiskeomgång. Fisktätheten beräknas sedan separat för varje åldersgrupp. För övriga fiskarter görs dock ingen indelning i åldersgrupper utan tätheten beräknas utgående från det totala antalet fångade individer i varje fiskeomgång. I de flesta fall går det att göra indelningen i åldersgrupper utgående från längdfördelningen, men i andra fall kan det vara svårare (se avsnitt 10.3).

Beräkningar när endast en fiskeomgång genomförts – kvalitativa elfisken

När elfisket bara har omfattat en elfiskeomgång (kvalitativt fiske) på en lokal eller när elfisket med fler utfisken av någon anledning inte har fungerat går det egentligen inte att matematiskt beräkna tätheten för de olika fiskarterna. I dessa fall används istället skattade p_1 -värden för att beräkna (skatta) fiskpopulationen på lokalen. I SERS används detta för kvalitativa elfisken med bara en utfiskning eller när det beräknade p -värdet efter två eller tre utfisken är lägre än 0,25. Fisktätheten beräknas utgående från en p -värdestabell som grundar sig på medelvärden för den fångade arten för hela landet hämtat från SERS (tabell 11.2).

Exempel: Anta att lokalen är 350 m² och att ni vid första fisket fångade 22 stensimpor. På grund av regn fick fisket därefter avbrytas. En möjlighet att beräkna populationen av stensimpa är då att ur tabell 11.2 utläsa medelfångsteffektiviteten för stensimpa efter 1 fiske ($p_1 = 0,3$). Det fångade antalet stensimpor divideras med 0,3 för att skatta totalantalet stensimpor på lokalen (totalt 73 st.). För att ta reda på tätheten av individer/100 m² (som är det mått som används vid elfiske i Sverige) så divideras totalantalet med 3,5 (arean var 350 m²), vilket blir ca 21 individer/100 m². Hela formeln blir alltså:

$$\begin{aligned} & (\text{Antal fångade}/p\text{-värdet})/(\text{Areal}/100) \\ & = \text{Antal individer}/100 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad (11.1)$$

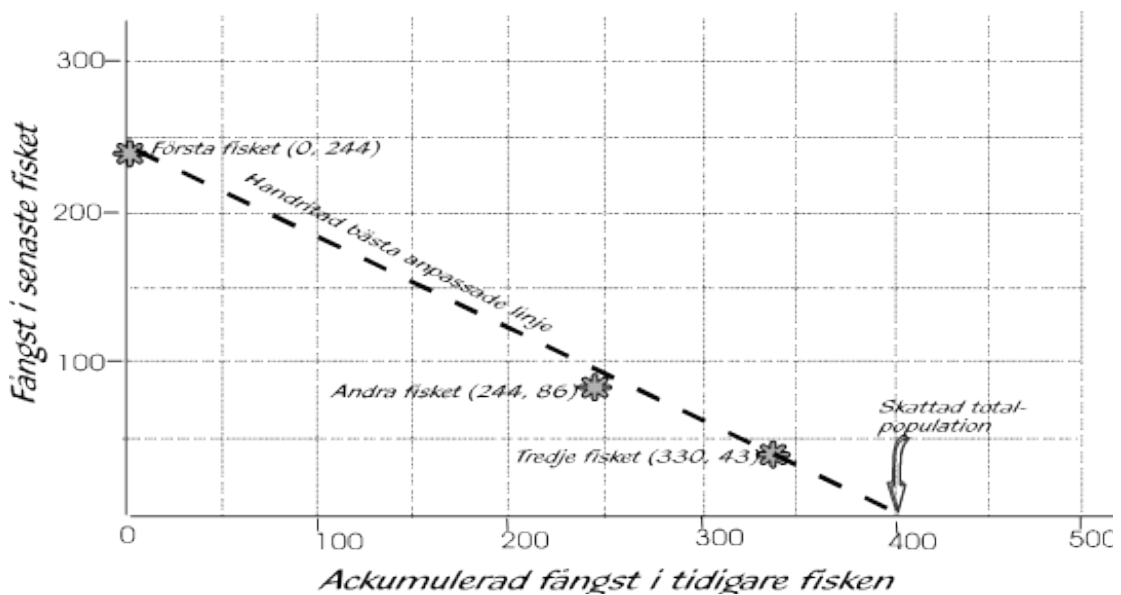
En annan möjlighet att beräkna fisktätheten vid kvalitativa fisken är att fiska några lokaler kvantitativt med upprepat fiske (2-3 gånger) och använda "p-värdet" för respektive art från dessa lokaler för de lokaler som endast fiskas en gång (Seber & LeCren 1967).

Beräkningar när flera fiskeomgångar har genomförts - kvantitativa elfisken

Beräkningar som används vid elfisken med successiv utfiskning, dvs. där sträckan fiskas av upprepade gånger och fisken successivt plockas undan, bygger på en omfattande litteratur om successiv utfångst. Det mesta av procedurerna har citerats från Bohlin (1984) och Bohlin m.fl. (1989). Den enklaste metoden för att beräkna fisktätheten vid kvantitativa elfisken med flera utfiskningsomgångar är den s.k. regressionsmetoden. Det innebär att man plottar (avsätter) fångsten vid varje utfiskning mot den ackumulerade fångsten i ett diagram (Figur 11.1). Den totala mängden fisk inom den avfiskade lokalen (dvs. även de fiskar som inte fångades) kan därvid erhållas genom att anpassa en linje för hand genom punkterna och avläsa skärningen med x-axeln (Leslie & Davis 1939) eller också genom att anpassa en linje genom punkterna med minsta kvadratmetoden (DeLury 1947).

Båda regressionsmetoderna kan dock ge osäkra resultat vid endast tre utfisken och bör helst bara användas vid elfisken som omfattar fyra eller flera utfiskningar. Vid tre utfisken används normalt istället en iterationsmetod med approximationsberäkningar, den s.k. maximum likelihood-metoden (Moran 1951, Zippin 1956, 1958, Schnute 1983, Higgins 1985). Metoden som också kallas Zippin-metoden har en komplex matematik och därför har både grafiska lösningar (Leslie & Davis 1939) och specifika lösningar för två (Seber & LeCren 1967), respektive tre utfisken utvecklats (Junge & Libosvasky 1965). Metoden med en specifik lösning för tre utfiskningar har presenterats utförligt av Bohlin (1981, 1982, 1984) och är den metod som används mest idag. Formlerna för beräkning av tätheter av fisk vid två eller tre utfisken finns inlagda i det digitala excelprotokollet så tätheten beräknas automatiskt när man fyllt i fångade arter och längder i protokollet. Formlerna finns också i ett separat excelblad baserat på Bohlin (1984). Den som önskar kan erhålla det från elfiskeregistret SERS.

De p-värden som erhålls vid beräkningarna av fisktätheten utgör den beräknade fångst-effektiviteten (p) och anger hur stor andel av populationen som fångas vid respektive utfiske vid kvantitativt fiske (>1 utfiske). Om $p_1 =$



Figur 11.1. Enkelt diagram för skattning av totalpopulationen vid utfiske. Efter att man plottat resultaten från de tre utfiskena anpassas en rät linje för hand. Där denna korsar x-axeln är det skattade värdet för totalpopulationen.

0,40 så fångas 40 % av populationen vid första utfisket. Förutsatt att den totala populationen är 100 st fiskar så tas då 40 st av dessa i fiske 1. Av återstående 60 fiskar tas ytterligare 40 % (24 st) vid fiske 2 ($p_2 = 0,64$). Upprepas fisket en tredje gång återstår i vattnet 36 fiskar av vilka sedan 14 fångas (40 % av resterande 36). Totalt fångas då $40+24+14=78$ fiskar av 100 ($p_3 = 0,78$). Med andra ord har vi nästan fyra femtedelar av fiskarna i vår hand för mätning och eventuell vägning. Om vi fångar 40 st och sedan 24 st fiskar av de 100 vid två utfisken blir den beräknade populationstätheten 100 (dvs. helt rätt). Upprepar vi fisket ytterligare en gång till (och får 14 fiskar) blir populationsuppskattningen fortfarande 100. Så varför då fiska en tredje gång? Jo, populationskattningarna blir aldrig helt säkra utan anges med osäkerhetsintervall (konfidensintervall). Ett 95 % konfidensintervall anger det område inom vilket den verkliga populationsstorleken ligger med 95 % sannolikhet. Detta konfidensintervall halveras i stort sett med tre upprepade fisken jämfört med två (tabell 11.1).

Beräkningarna med Zippin-metoden (maximum likelihood) förutsätter att fångsteffektiviteten är samma i alla utfiskningsomgångar (något som egentligen aldrig är fallet). Vid elfisket är det därför viktigt att fiska precis li-

kadant vid respektive fiskeomgång. Fisketiden för respektive fiskeomgång ska vara ungefär densamma, men blir oftast något kortare vid andra respektive tredje fisket på grund av att antalet kvarvarande fiskar på lokalen minskar successivt vid utfiskningarna.

I större vattendrag sjunker fångsteffektiviteten betydligt eftersom fisken simmar undan och är också svårare att fånga i de högre vattenhastigheterna (Kennedy & Strange 1981). Detta framgår om man ser på medelfångstefektiviteten av öring och lax när tre utfisken genomförts och populationsstorleken beräknats enligt Zippins maximum likelihood-metod (Higgins 1985). För lax är fångsteffektiviteten något lägre än för öring (tabell 11.3).

Förutom Zippin-metoden finns det flera andra metoder för att beräkna fisktätheten vid successiv utfångst. En ofta använd metod i Nordamerika och Storbritannien är Carle & Strub:s maximum weighted likelihood metod (Carle & Strub 1978). När utfisket har gått bra och fångsten är jämnt avtagande mellan utfiskeomgångarna är skillnaden i beräknad population och p-värde mellan metoderna, Zippin (1956, maximum likelihood), Carle & Strub (1978, ekvation 4, maximum likelihood), Carle & Strub (1978, ekvation 7, weighted maximum likelihood), inte så stor. Fångsten är dock inte alltid jämnt avtagande även om man kämpar på väl så bra. Observera att när fångsten i andra och tredje utfisket är mer eller mindre lika stor som fångsten i första utfisket, fungerar inte Zippin-metoden (maximum likelihood) och då måste andra metoder användas (Cowx 1990).

Ett bättre alternativ är då att använda den metod (weighted maximum likelihood) som Carle & Strub (1978) har tagit fram. Denna metod är mera robust och fungerar även när fångsteffektiviteten inte är likvärdig mellan utfiskeomgångarna och antalet fångade fiskar är litet (Cowx 1990, Anon. 2007). Den ger dessutom ett något mindre skattningsfel och ett snävare säkerhetsintervall, dvs. skattningen av populationstätheten anses vara säkrare (Ger-

Tabell 11.1. Hur skattningen av konfidensintervallet runt populationsstorleken påverkas av upprepade utfisken. (Simulerat exempel där varje utfiskning gav exakt förväntat antal individer, dvs konstant fångsteffektivitet). Beräkningar enligt Higgins 1985.

	Population	95 %-konfidensintervall
2	100	40-160
3	100	73-126
4	100	85-115
5	100	90-110
6	100	94-106

Tabell 11.2. Medelvärden för fångsteffektivitet (p) från kvantitativt (3 utfisken) utförda elfisken över hela landet. Beräkningar utförda enligt Higgins (1985).

Art	Antal utfisken			Antal värden
	P ₁	P ₂	P ₃	
Öring 0+	0,48	0,7	0,9	10 310
Öring >0+	0,55	0,8	0,9	11 800
Lax 0+	0,45	0,7	0,8	1 473
Lax >0+	0,55	0,8	0,9	1 661
Laxör 0+ (hybrid lax×öring)	0,47	0,7	0,9	51
Laxör >0+ (hybrid lax×öring)	0,59	0,8	0,9	47
Amerikansk bäckröding, 0+	0,46	0,7	0,8	116
Amerikansk bäckröding, >0+	0,48	0,7	0,9	217
Harr 0+	0,44	0,7	0,8	213
Harr >0+	0,48	0,7	0,9	106
Röding 0+	0,45	0,7	0,8	7
Röding >0+	0,55	0,8	0,9	18
Abborre	0,45	0,7	0,8	476
Benlöja	0,55	0,8	0,9	90
Bergsimpa	0,3	0,5	0,7	800
Björkna	0,48	0,7	0,9	14
Braxen	0,72	0,9	1	6
Bäcknejonöga	0,4	0,6	0,8	365
Elritsa	0,39	0,6	0,8	3 033
Flodkräfta	0,38	0,6	0,8	102
Flodnejonöga	0,38	0,6	0,8	12
Färna	0,5	0,8	0,9	45
Gers	0,48	0,7	0,9	26
Grönling	0,28	0,5	0,6	297
Gädda	0,5	0,8	0,9	521
Id	0,6	0,8	0,9	18
Lake	0,46	0,7	0,8	953
Mal	0,5	0,8	0,9	4
Mört	0,45	0,7	0,8	510
Ruda	0,59	0,9	0,9	3
Sandkrypare	0,52	0,8	0,9	61
Sarv	0,43	0,7	0,8	4
Signalkräfta	0,43	0,7	0,8	316
Skrubba	0,55	0,8	0,9	35
Småspigg	0,34	0,6	0,7	70
Stensimpa	0,3	0,5	0,7	2 772
Storspigg	0,36	0,6	0,7	65
Stäm	0,6	0,8	0,9	5
Sutare	0,54	0,8	0,9	12

Tabell 11.3. Medelfångsteffektivitet (p_1) och standardavvikelse (SD) för öring och lax i olika breda vattendrag. Populationsstorleken har beräknats enligt Zippins maximum likelihood-metod (Higgins 1985). Data från SERS.

	Bredd	0-2 m	2-4 m	4-8 m	8-16 m	>16 m
Öring 0+	Medel- p_1	0,54	0,50	0,50	0,49	0,49
	S.D.	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
	N	1446	3869	3669	1545	752
	Bredd	0-2 m	2-4 m	4-8 m	8-16 m	>16 m
Öring >0+	Medel- p_1	0,60	0,59	0,55	0,54	0,52
	S.D.	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11
	N	1492	4297	4131	1719	599
	Bredd	0-2 m	2-4 m	4-8 m	8-16 m	>16 m
Lax 0+	Medel- p_1	0,55	0,49	0,49	0,46	0,47
	S.D.	0,11	0,12	0,12	0,12	0,10
	n	27	208	351	254	741
	Bredd	0-2 m	2-4 m	4-8 m	8-16 m	>16 m
Lax >0+	Medel- p_1	0,56	0,55	0,55	0,50	0,52
	S.D.	0,08	0,09	0,09	0,12	0,09
	N	25	230	359	301	788

deaux 1987, Cowx 1990). Denna metod är särskilt lämplig att använda när man inte har lyckats fånga minst 50 % av fiskpopulationen i första utfisket, dvs. metoden är mycket lämplig för arter med låg fångstbarhet.

Man måste dock vara medveten om att det inte finns någon absolut sanning i beräkningarna av den faktiska tätheten. Oavsett beräkningsmodell ger utfiskningsmetoden vanligtvis bara relativa skattningar av tätheten (Bohlin 1990). Den beräknade populationsstorleken är i regel alltid en underskattning av den verkliga populationsstorleken. Underskattningen beror på att fisken blir svårare att fånga vid andra och tredje utfisket på grund av att fisken är stressad och reagerar långsammare på ny strömpåverkan. Underskattningens storlek varierar med fiskart och vattendragets storlek. För öring i mindre vattendrag har man beräknat att underskattningen kan uppgå till 11-25 % (Bohlin & Sundström 1977, Bohlin & Cowx 1990, Riley & Fausch 1992). För andra arter, t.ex. stensimpa, eller för öring och lax i större vattendrag (bredd >10 m) är underskattningen sannolikt större.

På grund av problemen med olika fångsteffektivitet (p -värden) och underskattning av den faktiska populationsstorleken vid succes-

sivt utfiske har man under senare år därför utvecklat helt andra metoder för skattning av populationsstorleken. De nya metoderna använder komplexa sannolikhetsmodeller som t.ex. Bayesian analys och Markovs Monte Carlo simulering (Wyatt 2002, Mäntyniemi m.fl. 2005, Laplanche 2010).

Wyatt (2002) föreslår en hierarkisk metod för skattning av populationsstorleken som är baserad på att man elfiskar ett stort antal lokaler med bara ett utfiske och ett mindre antal lokaler med tre utfisken. Metoden utgör en skattning av fiskpopulationens medelstorlek för ett utpekad målområde och tillåter därför att elfisket har olika omfattning på de olika lokalerna. Genom att metoden använder data från alla lokaler för att skatta populationstätheten (och fångsteffektiviteten) på varje enskild elfiskelokal blir skattningarna mer precisa än vad fallet är för Zippins maximum likelihood metod, både för lokaler med tre utfisken och för lokaler med bara ett utfiske. Metoden är särskilt lämplig för resursövervakning som syftar till att skatta smoltproduktion inom ett helt vattensystem. Metoden kan också kombineras med GIS-data för att förbättra skattningarna och detaljupplösningen för enskilda vattendragssträckor (Wyatt 2003).

Mäntyniemi m.fl. (2005) har presenterat en Bayesian modell för utfiskningsdata som är anpassad till att fångstbarheten varierar mellan fiskeomgångarna vid en successiv utfiskning. Modellen kan användas för alla typer av utfiskningsdata, dvs. det finns ingen begränsning beträffande totalfångst, antal utfiskningar och minskad fångstbarhet mellan utfiskningarna. I

Frankrike har dessutom Laplanche (2010) utvecklat en expanderad hierarkisk modell som tar hänsyn till; a) täthetsvariation mellan lokaler, b) variation i fångstbarhet mellan lokaler, och residual variation i fångstbarhet mellan enskilda fiskar.

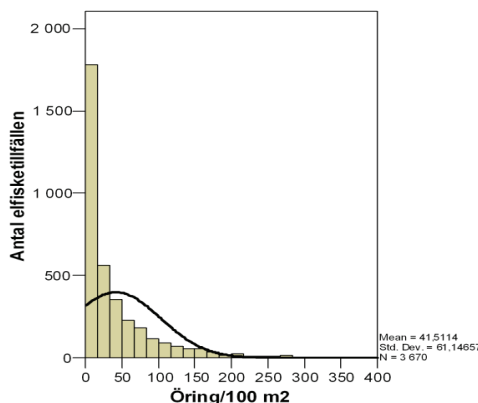
12. Analys och utvärdering av elfiskedata

De statistiska metoder som används för analys av insamlade data är generellt av tre typer; beskrivning av data, analys av data, samt screening av data för att se mönster och trender (explorativ analys). De flesta elfiskedata som skall utvärderas är av övervakningstyp, dvs. elfisket är inte utformat utgående från en strikt vetenskaplig uppställning med hypotes, försök och statistisk test. Det innebär att analys och utvärdering av elfiskedata främst kommer att vara inriktad på att bedöma om resultaten är normala eller om det har skett förändringar över tiden (läs mer i Degerman m.fl. 2012).

12.1 Innan elfiskedata bearbetas statistiskt

Ibland är man nöjd med att redovisa fångstresultatet från en enskild eller flera lokaler, men eftersom många elfisken sker på gamla lokaler är det intressant att jämföra med tidigare undersökningar. Det går enkelt att göra i diagram över tätheten av fisk eller antal fångade arter för att upptäcka eventuella skillnader. Av större intresse är dock om det finns signifikanta skillnader. Kanske man då stoppar in ett antal värden i ett statistikprogram och bara räknar. Risken är att det blir rejält fel eftersom elfiskedata ofta inte är normalfördelade. Mycket av den statistik vi arbetar med kräver nämligen att data är normalfördelade och att varianserna är ungefär lika stora.

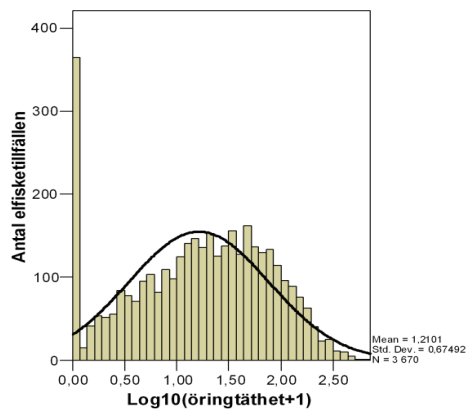
När det gäller tätheter av fisk får man ibland enstaka extremt höga värden som avviker från det stora flertalet värden. Vid sådana tillfällen är materialet inte normalfördelat utan det är ofta starkt skevt åt höger (enstaka höga värden). För samtliga inrapporterade elfisken till SERS på insjööringbestånd var medeltätheten 61,1 öringar/100 m². Som framgår av figur 12.1 var det lägre tätheter på de flesta lokaler. Faktiskt hade 78 % av alla elfisketillfällen lägre tätheter än medelvärdet. Att medelvärdet blir så högt beror på att enstaka höga värden drar upp medelvärdet. I materialet fanns enstaka värden upp till 700 öringar per 100 m².



Figur 12.1. Beräknad täthet av insjööring (hela Sverige). Enstaka värden upp till 700 är inte redovisade. Normalfördelningskurva är inlagd.

Om man beräknar medelvärdet och sedan försöker ange något statistiskt konfidensintervall eller annat spridningsmått (t.ex. standard error) så bygger detta på att materialet är normalfördelat. Det är helt klart inte fallet här. Medelvärdet blir ganska ointressant. Man kan få materialet mer anpassat till en normalfördelning genom transformering. I detta fall logaritmerar vi tätheten, men eftersom man inte kan logaritmera värdet 0 så lägger vi till värdet ett (1) till alla tätheter; (**transformerad täthet = $\log_{10}(\text{täthet}+1)$**). Resultatet ansluter väl till en normalfördelning, om man undantar de elfisketillfällen då ingen fisk fångades längst till vänster i diagrammet (Figur 12.2).

Tar vi således bort tillfällen utan fångad fisk så kan vi ange medelvärde med ett osäkerhetsintervall, men då för transformerade data (transformeringen blir nu bara att vi logaritmerar tätheten). Detta kan dock vara opedagogiskt att förmedla till beställare och allmänhet. Dessutom varierar osäkerhetsintervallet med stickprovsstorleken. En sådan här transformering är dock ofta ett krav för att bearbeta elfiskedata med vanliga statistiska metoder. Alternativet är att bearbeta data med så kallade icke-parametriska metoder. Istället för t-test använder man Mann-Whitney U-test, istället för Anova använder man Kruskal-Wallis



Figur 12.2. Samma data som i figur 11.1, men transformerade med \log_{10} (öringtäthet+1).

test, och istället för korrelationskoefficienten beräknas Spearman Rank korrelation, istället för medelvärdet redovisas medianen osv. Detta behandlas närmare i enklare statistikböcker och tas inte upp här. En fördjupning i elfiske-data och statistik finns också i Degerman m.fl. (2012).

12.2 Vad är normalt?

Vi får ofta frågor från olika aktörer om vad som är "normalt". Hur mycket öringar bör det finnas på vår lokal, eller hur ofta påträffas elritsa vid elfiskeundersökningar i vårt län? Det är vanskligt att svara på hur det borde vara, men däremot kan vi redovisa hur det ser ut i andra fiskade vattendrag av samma typ. Vi kan kalla det jämförelsevärden från SERS (Sers m.fl. 2008). På vår hemsida (www.slu.se/elfiskeregistret/) finns det rapporter som visar jämförelsevärden för alla typer av vattendrag i landet. Siffrorna beskriver alltså inte möjlig potential eller produktion i de olika områdena, utan hur det vanligen ser ut. Vattendragen är indelade efter vilken typ av laxfiskpopulation som finns (ex. lax, havsöring, strömlevande öring) samt avrinningsområdets storlek. Den senare faktorn inbegriper ju inte bara ökad biologisk diversitet med ökad storlek utan även en direkt ökad vattenföring. Avrinningsområdets storlek (uppströms elfiskelokal i det här fallet) talar också om ungefär hur brett vattendraget är; ju större avrinningsområde, desto bredare vattendrag. Men det

är ju inte alltid så lätt att veta hur stort avrinningsområdet uppströms elfiskelokal är. Därför har vi försökt förenkla bedömningen genom att beräkna en medelbredd för vattendragen för respektive avrinningsområdesklass (tabell 12.1). Detta kan ge en fingervisning om hur stort ert vattendrag är utgående från bredden.

Tabell 12.1. Relationen mellan avrinningsområdesstorlek och vattendragsbredd.

Avrinningsområdesklass	Vattendragsbredd
<10 km ²	= 2 m breda vattendrag
<100 km ²	= 5 m breda vattendrag
<1 000 km ²	= 15 m breda vattendrag
<10 000 km ²	= 80 m breda vattendrag
>10 000 km ²	= 250 m breda vattendrag

När vi talar om tätheter är det alltid den beräknade tätheten av fiskar per 100 m². Artförekomst redovisas som andel (%) elfisketillfällen arten fångats vid. Eftersom simpor inte alltid artbestäms behandlas sten- och bergsimpor tillsammans under beteckningen "simpor". Likaledes används beteckningen "nejonögon" om bäck- och flodnejonöga och "spiggar" om stor- och småspigg.

Vi föreslår att man använder sig av percentiler och medianvärden istället för att använda medelvärden, som kan ge en felaktig bild av skeva data (Figur 12.1). Om man radar upp alla elfisketillfällen efter stigande storlek på den beräknade tätheten så är det mittersta elfiske-tillfället medianvärdet. Säg att man fiskar fem gånger och får fångsten 1, 2, 3, 4 och 100 fiskar per 100 m². Då blir medelvärdet 22, ett värde som är helt ointressant i detta skeva material. Om vi istället anger det mittersta värdet (=3) så säger det mer om vad som är normala tätheter i detta material. Detta mittersta värde är medianvärdet. Det kallas också 50 % - percentilen eftersom 50 % av värdena är lika med eller lägre än detta värde. Observera att bara elfisketillfällen med fångst av arten är inkluderade.

Den lägsta tätheten var 1, det är lika med 20 % - percentilen i vårt material. 20 % av värdena var lika med eller lägre än detta värde. I

stora material kan man ange andra percentiler, t.ex. 95 % - percentilen. Hela 95 % av tätheterna var då lika med eller lägre och endast 5 % högre. Detta är verkligt höga värden. På samma sätt kan värden under 5 % - percentilen verkligen sägas vara låga. Mellan 25 % och 75 % - percentilen finns de mittersta värdena. Detta kan sägas vara "normala" tätheter i vårt material.

Om vi återgår till Figur 12.1 så var medelvärde (=50 % - percentilen) 21,9. Vidare var 25 % - 75 % -percentilerna 7,2–59,3. Ett ganska stort spann på grund av att hela landet slagits ihop i ett diagram, men detta var således "normala" värden i vårt material. Observera att dessa "normala" värden var lägre än medelvärdet! Medelvärdet är således ingen vidare beskrivning av sådana här material. Istället för att luras av medelvärden med något konfidensintervall beräknat på felaktiga grunder (normalfördelning föreligger inte), och istället för att krångla med transformerade data, föreslår vi att ni jämför med framtagna percentiler. För Figur 12.1 innebär detta att mediantätheten blir 21,9 individer per 100 m² (tabell 12.2).

Enklast är att helt enkelt jämföra elfiskeresultatet från ett vattendrag med likartade vatten. Anta att ni fiskat i en av de stora norrländska laxälvarna. Om ni vid ert elfiske fick en beräknad laxtäthet på 26,1 per 100 m² i Öre älv så bör det jämföras med jämförelsevärden från SERS (Sers m.fl. 2008). I den rapportens avsnitt 5.1 (Lax, norrländska laxälvar) ges normalvärden (tabell 12.3). Leta fram den tabell som heter LAX under rubriken Täthet (antal individer per 100 m²) av de sju vanligaste arterna. I mindre laxälvar (<10 000 km²) kan ni se att 75 % -percentilen är just 26,1. Detta betyder att ert elfiskeresultat tillhör bland de 25 % högsta noterade och kan betecknas som höga värden.

Låt oss ta ett annat hypotetiskt exempel. En undersökning bedrivs i Norra Sverige nedanför fjällområdet i typiska vattendrag med strömlevande öring. Vattendragen är geografiskt spridda så det finns skäl att anta att det inte är ett skevt urval. I detta exempel fiskades 20 lokaler som hade avrinningsområden <1 000 km² men ingen harr fångades. Hur sannolikt är det att dessa 20 lokaler är lika de lokaler som vi använt oss av för att ge jämförelsevärden i denna rapport? Tittar man i tabellen

Tabell 12.2. Beräknad täthet av insjööring (hela Sverige). Data från elfiskeregistret SERS.

Percentil	Täthet (Antal/100 m ²)
1 %	0,4
5 %	1,2
10 %	2,4
25 %	7,2
median 50 %	21,9
75 %	59,3
90 %	118,8
95 %	166,5
99 %	304,4

Vi använder följande språkbruk för percentilvärdena:

Värden under 1 % -percentilen	Extremt låga
Värden under 5 % -percentilen	Mycket låga
Värden mellan 5 % - och 25 % -percentilen	Låga
Värden inom 25 % - till 75 % -percentilen	Normala
Värden mellan 75 % - och 95 % -percentilen	Höga
Värden över 95 % -percentilen	Mycket höga
Värden över 99 % -percentilen	Extremt höga

på sidan 41 i rapporten om Jämförelsevärden framgår att harr förekom i 21,5 % av de inrapporterade elfiskena från liknande vattendrag (<1 000 km² och med strömlevande öring). Låt oss ange värdet 21,5 % som 0,215 istället. Detta är sannolikheten att hitta harr i ett typiskt vattendrag i detta urval. Sannolikheten att inte hitta harr blir då 1-0,215=0,785. Fiskar man två lokaler blir sannolikheten att inte hitta harr 0,785×0,785. Detta kan också skrivas 0,785². Om vi beräknar 0,785² får vi 0,6163. Har man fiskat 20 gånger blir sannolikheten att inte hitta harr 0,785²⁰. Den sannolikheten kan ni beräkna i Microsoft excel, eller motsvarande program, genom att skriva 0,785^20. Svaret blir 0,007896. Således är sannolikheten ytterst liten att inte hitta harr efter 20 lokaler (förutsatt att lokalerna är representativa). Sannolikheten (probability = p) kan i detta fall skrivas p<0,01.

Resonemanget ovan kan generellt appliceras på arter som förekommer i över 20 % av referensmaterialet och uppträder spritt i området. Förekommer arten i lägre frekvens eller väldigt lokalt, t.ex. mal i Emån, spelar slumpen alltför stor roll. Den som är intresserad kan på

Tabell 12.3 Jämförelsevärden (täthet av laxungar per 100 m²) i norrländska laxälvar av olika storlek (Sers m.fl. 2008).

Percentiler	Lax 0+		Lax >0+		Lax totalt	
	<10 000 km ²	>10 000 km ²	<10 000 km ²	>10 000 km ²	<10 000 km ²	>10 000 km ²
1 %	0	0	0	0	0,4	0,4
5 %	0	0	0	0	0,7	0,7
10 %	0	0	0,5	0	1,4	1,4
25 %	0,7	0,7	1,6	0,7	4,2	3,4
50 %	4,4	3,6	5,2	3,2	12,1	9,7
75 %	14,9	11,4	11,8	9,2	26,1	24,1
90 %	31,9	22,6	20,4	19,2	48,5	44,8
95 %	48,8	40,4	26,5	31,7	68,6	59,1
99 %	96,4	81,7	46,2	75,7	130,8	96,4
Medelvärde	11,8	9,4	8,5	7,9	20,4	17,3
Antal värden	910	229	910	229	910	229

egen hand fortsätta att räkna sannolikhetslära för att se t.ex. hur sannolikt det är att hitta harr endast på en lokal av 20. När det gäller antalet arter eller tätheten av enskilda arter är det ännu enklare att använda jämförelsematerialet. Om vi återvänder till exemplet ovan kan vi anta att öring fångades på 16 av de 20 lokalerna (precis som förväntat eftersom öring fångades på 79,8 % av lokalerna i jämförelsematerialet). Den totala beräknade tätheten av öring var i tio fall 0,15 öringar/100 m² och i sex fall 0,5 öringar/100 m². Ser man i tabellen på sidan 42 i *Sers m.fl. (2008)* (öring totalt, <1 000 km²) framgår att tätheter under 0,3 öringar bara uppträder i mindre än 1 % av inrapporterade elfisken (=1 % -percentilen). Sådana tätheter är **extremt låga** (se ovan). De sex lokalerna med en täthet på 0,5 öringar/100 m² hamnade mellan 10 % - och 25 % -percentilen, dvs. det var **låga tätheter**.

12.3 Ekologisk status

Elfiskeresultaten används ofta för att bedöma fiskfaunans ekologiska status i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten. För svenska vattendrag har VattendragsIndexet VIX utvecklats (Beier m.fl. 2007). VIX beräknas utgående från det aktuella fångstresultatet som en avvikelse från en förväntad normal fiskfauna på den undersökta lokalen. För att kunna förut säga vilken fiskfauna som borde förekomma

på en ostörd lokal måste lokalen klassificeras utgående från ett antal omgivningsvariabler. I indexet ingår följande omgivningsvariabler; avrinningsområdets storlek (fem klasser), andel sjö uppströms elfiskelokalerna, minsta avstånd till upp- eller nedströms sjö, höjd över havet, lokalens lutning (bedömd från karta), årsmedeltemperatur (luft), medeltemperatur i juli (luft), vattendragets bredd, avfiskad yta och typ av öringpopulation (strömlevande, sjövandrande och havsvandrande).

Med hjälp av omgivningsvariablerna beräknas förväntade värden för sex stycken indikatorer: täthet av lax och öring, andel laxfiskarter med reproduktion (beräknas enbart om laxfiskarter har fångats), andel toleranta arter, andel intoleranta arter (känsliga arter), andel lithofila arter (hårdbotten-lekande) och andel toleranta individer. Andel laxfiskar med reproduktion (förekomst av 0+) omfattar bara öring, harr, lax och röding. Till toleranta arter räknas abborre, benlöja, björkna, braxen, gräskarp, karp, mört, ruda, småspigg, storspigg, sutare och ål (Beier m.fl. 2007). Till intoleranta arter räknas bergsimpa, stensimpa, bäcknejonöga, flodnejonöga, havsnejonöga, öring, harr, lax, röding, bäckröding, kanadaröding och siklöja. Till lithofila arter räknas alla arter som karakteriseras som hårdbottenlekande, det vill säga att de leker på sand, grus eller stenbotten. Alla arter som inte är klassade som toleranta arter bedöms också vara lithofila. Det innebär

att mer ovanliga karpfiskar som asp, vimma, faren och färna tillkommer, liksom grönling, elritsa och lake. Dessutom är alla intoleranta (känsliga) arter också lithofila arter. Gädda är dock inte klassad i någon av de tre kategorierna.

Den fiskfauna som fångades på lokalen jämförs sedan med de förväntade indikatorvärdena. Man jämför inte direkt de enskilda arterna utan bara beräknade värden för de sex indikatorerna. För varje indikator beräknas sedan sannolikheten (p) att lokalen har en hög eller god status. Denna varierar mellan 0-1, med högre sannolikhet för hög och god status vid högre värden. Sammantaget för alla indikatorerna bedöms slutligen fiskfaunans ekologiska status i en femgradig skala (1-5). För statistiska bearbetningar kan man använda sannolikheten (indexvärdet 0-1) eller den femgradiga skalan efter önskemål.

	klassgräns
Klass 1 = Hög status	0,739
Klass 2 = God status	0,467
Klass 3 = Måttlig status	0,274
Klass 4 = Otillfredsställande status	0,081
Klass 5 = Dålig status	< 0,081

Kom ihåg att den femgradiga skalan består av diskreta klasser (fem olika heltal) och inte lämpar sig för jämförelser med vanliga parametriska metoder.

När elfisket registrerats i SERS beräknas VIX automatiskt. Resultatet presenteras på flera sätt, dels själva VIX-värdet i form av en sannolikhet (p som antar värden mellan 0 och 1) och dels VIX-klassningen i en skala 1 till 5 (Hög status till Dålig status). Vidare redovisas ett antal sidoindeks mer anpassade till försurning/eutrofiering, hydrologisk och morfologisk påverkan.

Hittills genomförda studier visar att VIX fungerar väl på större material, men att separationen mellan påverkade och opåverkade

lokaler ibland är svag på regional nivå (Åslund & Degerman 2007). Detta gör att VIX, liksom andra bedömningssystem, inte alltid fungerar för enskilda lokaler. När det gäller bedömningen av ekologisk status är det viktigt att komma ihåg att precisionen är ca 75 % vid särskiljande av lokaler med hög/god status från dem med sämre. Fiskar man fyra lokaler är sannolikt minst en felbedömd. Därför ska man aldrig bedöma ekologisk status utgående från bara ett enskilt elfiske. Minst tre lokaler eller tre olika elfisketillfällen bör ingå i bedömningen. Bedömning bör vidare helst ske utgående från den senaste 6-årsperioden. Om risken för felklassning är $1-0,8 = 0,2$ (20 %) så är risken att klassas fel två gånger i rad $0,2 \times 0,2 = 0,04$. Risken att klassas fel tre gånger i rad är således $0,2 \times 0,2 \times 0,2 = 0,2^3 = 0,008$ dvs. försumbar. Fiskar ni ett vatten av god status på tre lokaler bör ni rimligen få minst två svar med hög/god status och kanske ett med dålig status. Vi rekommenderar att man använder elfisken från minst tre lokaler och helst också tre års data från samma vattendrag, samt att man använder medelvärdet av indexvärdet, vilket kan anta värden från 0 till 1, för att bedöma status (se mer i Degerman m.fl. 2012). För att indexet skall fungera optimalt bör det också baseras på kvantitativa elfisken med minst tre successiva utfiskningar.

VIX är främst utvecklat för fiskfaunan i mindre vattendrag med en medianbredd av 5 m och bedömningen av ekologisk status förutsätter att elfiskelokalen är belägen lägre än 800 m över havet och att avrinningsområdet är större än 3 km². Den undersökta lokalen skall också vara lämplig för laxfisk, dvs. ha en lutning mindre än 5 % och domineras av hårdbotten (grus, sten och block). Eftersom VIX är framtaget för vattendrag som domineras av hårdbotten och med förekomst eller förutsättningar för laxartad fisk fungerar indexet också bäst för vatten med goda förutsättningar för förekomst av laxartad fisk. I mera lugnflytande och större vattendrag med dominans av sjölevande arter och avsaknad av hårdbottenlokaler fungerar statusbedömningen betydligt sämre. VIX är heller inte anpassat för bedömning av fiskfaunan i fjällvattendrag där elfiskelokalerna är belägna högre än 800 m över havet bero-

ende på att det vid utvecklingen av indexet förelåg brist på elfiskedata från denna typ av vattendrag.

Ett problem med VIX är att fångst av enstaka individer av toleranta arter som t.ex. ål, abborre, benlöja, braxen och mört får för stort genomslag i klassningen av ekologisk status. Förekomst av enstaka individer sänker statusen trots en god förekomst av öring. Även fångst av gädda påverkar utfallet trots att gädda inte är klassificerad i någon kategori (tolerant, intolerant och lithofil). Indexet kräver också att artbestämning är gjord till artnivå för nejonögon och simpor. Om inte artbestämning är gjord påverkas utfallet negativt genom att dessa taxa då inte klassas som lithofila. Den största svagheten med vattendragsindexet VIX är dock att utfallet påverkas för mycket av lokalvalet. Indexet är känsligt för hur elfiskelokalerna ser ut och fungerar dåligt i slättlandsvattendrag och större vattendrag som saknar typiska elfiskelokaler med hårbotten och lite vegetation. För att bedömningen av ekologisk status skall fungera optimalt skall elfisket ha genomförts på hårbottenlokaler som är lämpliga för laxfisk. Inom ett europeiskt forskningsprojekt har fiskindexen EFI och EFI+ utvecklats (FAME Consortium 2004, Bady m.fl. 2009, EFI+ Consortium 2009). De är tänkta att kunna användas för bedömning av fiskfaunans ekologiska status i alla typer av europeiska vattendrag och är därför anpassade för elfiskeresultat från större vattendrag med liten lutning och en större andel djupare avsnitt med mjukbotten. Klassningen av fiskfaunans ekologiska status med vattendragsindexet VIX är dock generellt striktare i statusklassningen än EFI+ och övriga europeiska bedömningsgrunder för fisk (Pont m.fl. 2009).

Ett annat problem med indexet är också att det inte får tillräckligt genomslag i hydromorfologiskt påverkade vattendrag, vilket till stor del beror på att endast ett begränsat material med bedömd kraftig regleringspåverkan ingick vid utvecklingen av VIX (Beier m.fl. 2007). Det senare medförde att indexet i stor utsträckning saknar indikatorer som specifikt påvisar effekter av en minskad konnektivitet, dvs. förekomst av dammar som förhindrar fiskvandringar, samt effekter av kraftiga flödesvariationer i vattendragen. Under arbetet med

att ta fram fiskindexet VIX utvecklades dock ett sidoindeindex VIXh som svarar något bättre på hydrologisk störning än huvudindexet VIX. Få verkar dock ha använt detta sidoindeindex i arbetet med statusbedömningen i hydrologiskt påverkade vatten. Degerman m.fl. (2013) har dock testat det befintliga vattendragsindexet VIX och sidoindeindexet VIXh i kraftigt regleringspåverkade vattendrag i fyra län; Värmlands, Örebro, Västmanlands och Gävleborgs län. De jämförde också utfallet för VIXh med ett alternativt index RIX (Regleringsindex) som de hade utvecklat. I de undersökta vattendragen förändrades fiskfaunan signifikant vid kraftig regleringspåverkan. Generellt ersattes de strömlevande fiskarterna av sjölevande arter. Enligt de erhållna bedömningsresultaten gav VIXh rätt klassning i 73 % av fallen medan det nya indexet RIX hade en något bättre precision med rätt klassning i 83 % av fallen. Måttligt påverkade lokaler var dock svåra signifikant skilja från opåverkade eller kraftigt påverkade lokaler. Då det nya indexet bara är framtaget för det undersökta området och VIXh är nationellt framtaget bedöms dock det senare utgöra det bästa alternativet för en statusklassning av regleringspåverkade vatten. På längre sikt bör dock ett nytt index baserat på RIX kunna utvecklas till ett nationellt bedömningssystem för reglerade vattendrag. Slutligen bör poängteras att vattendragsindexet VIX och sidoindeindexet VIXh bara utgör en del av flera index och hjälpmedel för att kunna bedöma vattenförekomsternas ekologiska och hydromorfologiska status.

12.4 Biologisk mångfald

Biologisk mångfald är ett komplext begrepp som är svårt att mäta. Ofta använder man artlistor och artrikedom (artantal) som mått på biologisk mångfald, men artrikedomen utgör bara en liten del av den biologiska mångfalden som omfattar flera organisationsnivåer. Förutom populationsnivån omfattar biologisk mångfald också en lägre nivå (genetisk nivå) och en högre nivå (samhälls- och ekosystemnivå). Ibland används också en fjärde organisationsnivå (landskapsnivån) för att bedöma den biologiska mångfalden. Biologisk mångfald har i Sverige definierats som; "Variationen bland

levande organismer i alla miljöer, samt de ekologiska relationer och processer som organismerna ingår i” (Naturvårdsverket 1993).

Indikatorer på biologisk mångfald på art- och populationsnivå är individtäthet, årsklassstyrka, samt ålders- och storleksstruktur hos indikatorarter och skyddsvärda populationer. Artrikedom går mycket bra att skatta med elfiskeundersökningar. Frågan är bara om det är rätt arter som förekommer och om deras miljö är opåverkad, dvs. är den biologiska integriteten bevarad. Man bör därför inte sätta likhetstecken mellan biologisk mångfald och biologisk integritet. Biologisk integritet kan definieras som: *Rätt arter på rätt plats i normala tätheter och bevarad genetisk variation i en opåverkad miljö med intakta strukturer och processer.* Arter, strukturer och processer är nyckelbegreppen och de skall alla vara mer eller mindre opåverkade.

Det är därför viktigare att avgöra om det är rätt arter som förekommer, i normal numerär och i en intakt miljö än att bara mäta artrikedomen. Detta är komplext, men om vi gör det enkelt kan vi säga att rätt arter är inhemska arter och om de har normal numerär kan vi kontrollera genom att använda Elfiskeregistrets jämförelsevärden (se avsnitt 12.2). Man kan också kontrollera **förekomsten av främmande eller rödlistade arter**. Framför allt bör frekvensen av sådana arter inte öka, respektive minska, i ekosystemet. Rödlistade arter är de arter som rödlistades år 2010 av Artdatabanken (Gärdenfors m.fl. 2010). För sötvattnen är storöding, mal, storskallesik, vimma, havsnejonöga, lake, och ål rödlistade arter. Som främmande arter räknas gräskarp, kanadaröding, amerikansk bäckröding, regnbågsöring och signalkräfta. De tre senare påträffas relativt frekvent vid elfiske.

Ofta brukar man också använda olika **diversitetsindex** som ett mått på biologisk mångfald. De två huvudfaktorerna som man

brukar ta hänsyn till vid beräkningen av artdiversitet är **artrikedom och artbalans**. Artrikedomen är antalet arter som förekommer på en lokal eller i ett område. Ju fler arter desto rikare område. Artbalansen utgör ett mått den relativa abundansen av de olika arterna som förekommer på lokalen eller i området. Det innebär att ett fisksamhälle som domineras av en eller två arter har en lägre artbalans än ett samhälle med flera arter som alla har ungefär lika stor individtäthet. När både antalet arter och artbalansen är hög är också diversiteten hög.

Simpsons Diversitetsindex är ett index som tar hänsyn till både artrikedom och artbalans. Eftersom beteckningen Simpsons diversitetsindex ofta används lite slarvigt och generellt för tre närstående index; Simpsons Index, Simpsons Diversitetsindex och Simpsons Inverterade Index är det viktigt att försäkra sig om vilket index som har använts eller skall användas vid diversitetsberäkningarna.

Simpsons Index (D) beräknar sannolikheten att få samma art om man tar två slumpvis individer ur provet. D kan anta värden mellan 0 och 1, där höga värden indikerar lägsta diversitet. Det finns två versioner av formeln för att beräkna D. Båda är acceptabla att använda men användningen måste vara konsekvent.

Simpsons Diversitetsindex (1-D) beräknar sannolikheten att två slumpmässigt valda individer tillhör två olika arter. Värdet på detta index antar också värden mellan 0 och 1, men här indikerar höga värden en högre diversitet, vilket är mera logiskt.

Simpsons Inverterade Index (1/D). Detta index startar med 1 som lägsta värde, vilket representerar ett samhälle som bara består av en art. Ju högre värde indexet har desto högre är diversiteten. Det maximala värde som indexet kan ha är lika med antalet arter som förekommer på lokalen.

$$\text{Simpsons Index } D = \sum (n/N)^2 \quad (12.1)$$

$$\text{Simpsons Index } D = \sum n(n-1)/N(N-1) \quad (12.2)$$

$$\text{Simpsons Diversitetsindex } 1 - D = 1 - \sum n(n-1)/N(N-1) \quad (12.3)$$

$$\text{Simpsons Inverterade Index } 1/D = 1 / \sum n(n-1)/N(N-1) \quad (12.4)$$

där n = antal individer av en viss art och N = antal individer av alla arter

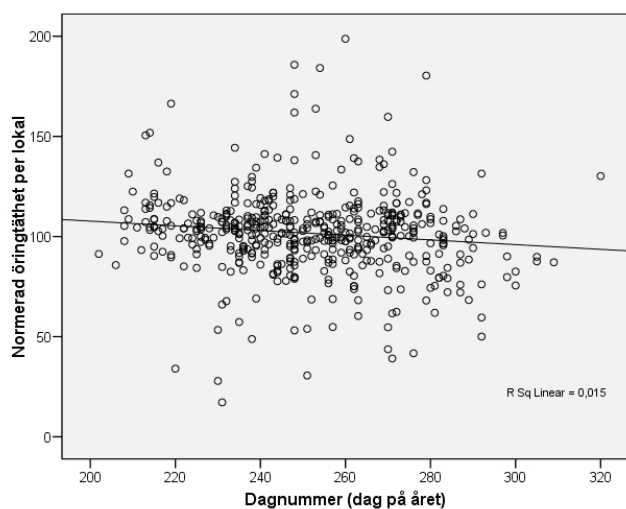
För att det skall vara fruktsamt använda diversitetsindex måste dock artdiversiteten vara kopplad till en opåverkad miljö. Nackdelen är att diversitetsindexen inte tar hänsyn till vilka arter som förekommer – en art är en art. För att kunna använda diversitetsindex för att beskriva opåverkad biologisk mångfald behöver vi veta den förväntade diversiteten på lokalen vid opåverkade förhållanden, och vilka arter som är naturligt förekommande. Vid framtagandet av vattendragsindexet VIX för bedöm-

ning av fiskfaunans ekologiska status med hjälp av elfiskeresultaten (Beier m.fl. 2007) användes Simpsons Diversitetsindex. Indexet räknas också ut rutinmässigt av Elfiskeregistret i samband med beräkningen av fiskindexet VIX. Utgående från förhållandena på opåverkade lokaler predikteras ett förväntat värde för opåverkade förhållanden för varje undersökt lokal. Det uppmätta värdet kan sedan jämföras med det förväntade värdet och avvikelserna beräknas.

13. Hur påverkas resultaten av tidpunkt, lokalens karaktär och vattenkvalitet?

13.1 Tidpunkt (provfiskedatum)

Tidigare studier har visat att tätheten av årsungar av lax på västkusten påverkades mycket mellan juli och augusti, men var relativt stabil mellan september och oktober (Degerman m.fl. 1999). För att studera om en sådan effekt av provtagningsdatum även fanns i vattendrag med vandrande öring från lokaler med lång uppföljning i Jönköpings och Stockholms län så gjordes en normering av öringtätheten (öringtätheten enskilda år uttrycktes i procent av medelvärdet för lokalen). Normal täthet för lokalen fick värdet 100 %. Det förelåg en signifikant minskning av öringtätheten över tid från dagnummer 200 (=19 juli) till dagnummer 320 (16 november) (linjär regression, $r^2 = 0,015$; $F_{1,489} = 7,48$; $p = 0,006$). Även om denna regression var signifikant var den förklarade variationen mycket låg och får tillmätas ringa betydelse (Figur 13.1). Exemplet visar att det fanns en tendens till sjunkande täthet över säsongen, men att det inte tycks ha haft en nämnbar effekt på skattningen av öringtätheten.



Figur 13.1. Normerad öringtäthet per lokal avsatt mot dag på året som elfisket skedde för lokaler med vandrande öring i Stockholms och Jönköpings län. (från Degerman m.fl. 2010).

13.2 Lokalens karaktär

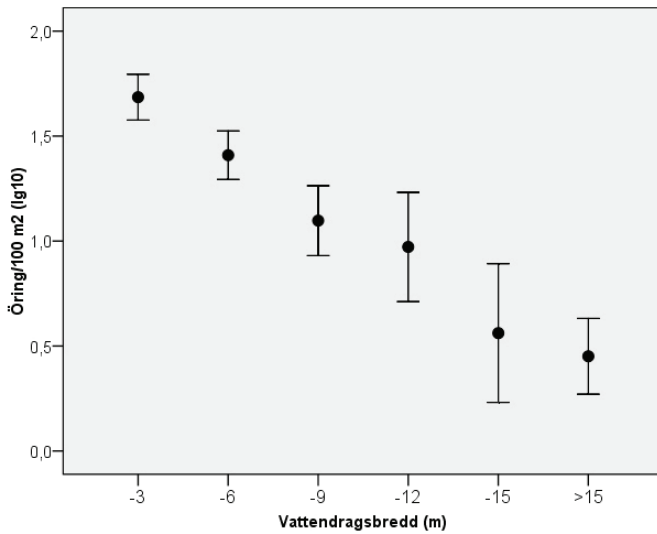
Elfiskeprotokollet innehåller en mängd beskrivningar av miljöförhållanden vid elfisket, inte bara djup, vattenhastighet och bredd utan även faktorer som temperatur, vattennivå, substrat, mängden död ved, samt vegetation (typ och mängd). Utöver detta tillförs centralt uppgifter som årsmedeltemperatur, avrinning, avstånd till sjöar, andel sjö i avrinningsområdet med flera uppgifter. Många undrar om denna omfattande miljöbeskrivning verkligen behövs. Svaret är att så fort man vill tolka sitt resultat måste dessa uppgifter till. Man kan inte avgöra om fångsten var normal utan att kunna jämföra med likartade vatten. Och i de fall fångsten var onormal eller kanske uteblev helt behöver man kunna hitta möjliga förklaringar. Nedan visar vi några kortfattade exempel på hur lokalens karaktär och vattenkvalitet påverkar elfiskeresultatet.

Vattendragets bredd

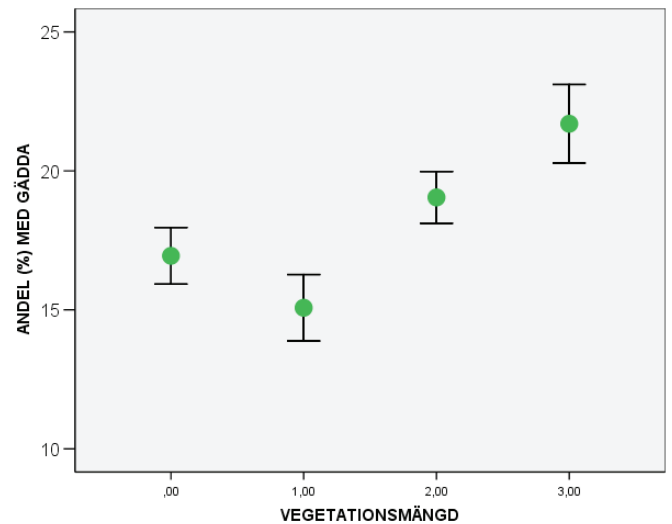
Med ökad bredd på vattendraget förändras dess karaktär betydligt. Vattenhastigheten och djupet brukar öka, beskuggningen minskar och samtidigt blir det fler fiskarter. Dessa förändringar gör att mängden årsungar av öring blir lägre (Figur 13.2). För att jämföra tätheter av öringungar måste man alltså veta vattendragets bredd.

Bottensubstrat

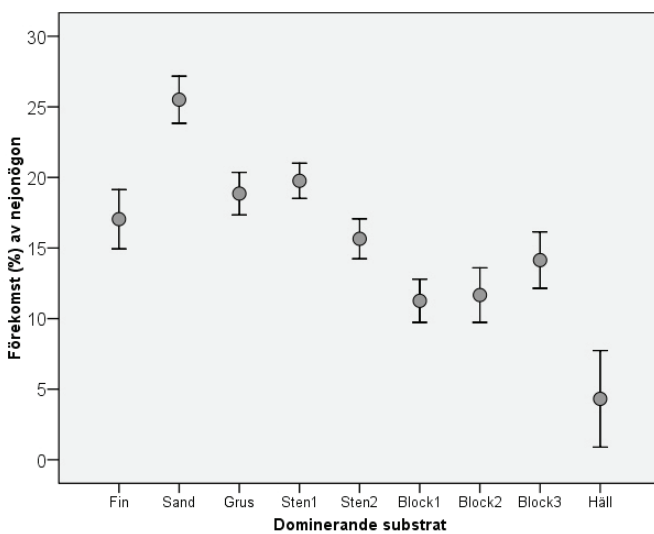
Även bottensubstratet har en stor betydelse för lokalens karaktär och fiskförekomst. Många arter är mer eller mindre direkt beroende av bottensubstratet, t.ex. öringungar och simpor som söker strömlä. Öringungarna föredrar steniga botten medan stensimpa och bergsimporna vill ha både stenigt och grusigt underlag. Äldre öring föredrar mera grovblockigt bottensubstrat. Än mer beroende av bottensubstratet är förstas nejonögon (bäck- och



Figur 13.2. Medelvärde (och 95 % -konfidensintervall) för havsöringtäthet (log10, täthet per 100 m²) för kustlokaler med olika vattendragsbredd. (n = 355, vattendrag <1 000 km²) (från Degerman m.fl. 2010).



Figur 13.4. Andel (%) elfiskelokaler med förekomst av gädda i relation till vegetationsmängden (klassad 0-1-2-3) på lokalen.

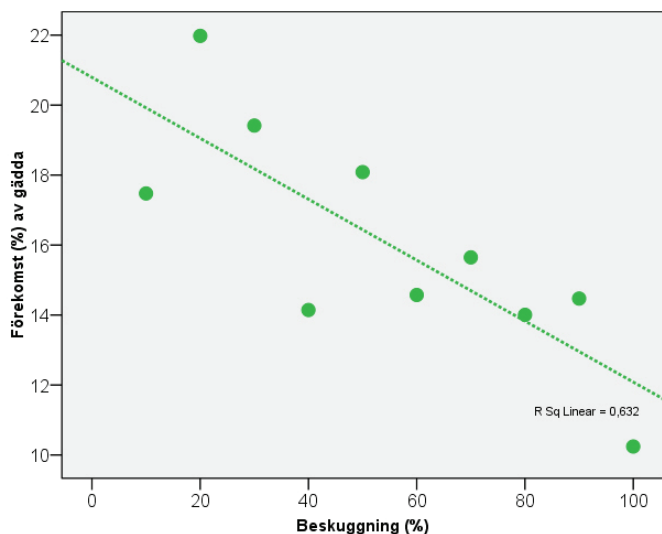


Figur 13.3. Medelvärde och 95 % -konfidensintervall för andelen elfisketillfällen (%) då nejonögon påträffats vid undersökningar i mindre vattendrag (<100 km²) belägna lägre än 200 m.ö.h. (n=19 216).

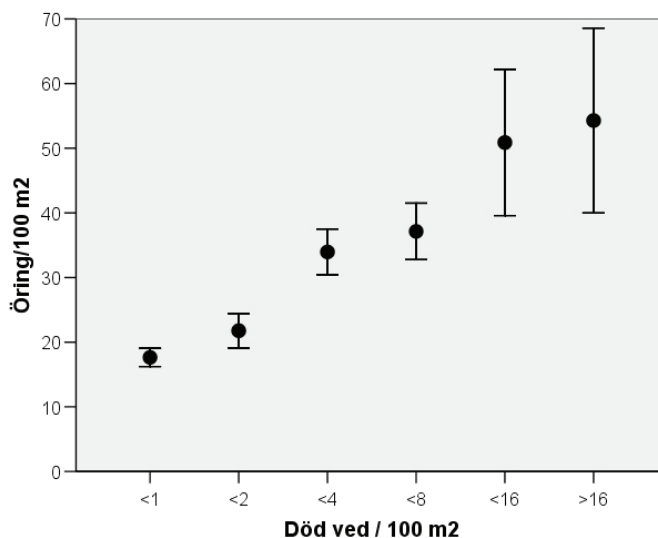
flodnejonöga) som ligger nedgrävda i mjuka finsediment bottenar flera år. Därför är det inte förvånande att nejonögon i regel påträffas på bottenar med sandiga substrat (Figur 13.3). När vegetationsförekomsten ökar på elfiskelokalerna ökar också förekomsten av gädda (Figur 13.4). Detta beror både på en minskad vattenhastighet och på en ökad förekomst av ståndplatser för gäddan.

Beskuggning

Förutom att skuggande träd, buskar och strandbrink skapar skyddade ståndplatser hjälper beskuggningen till att minska mängden vattenväxter, samtidigt som vattentemperaturen blir lägre. I de beskuggade mindre vattendragen är den dagliga temperaturvariationen ofta relativt liten medan den årliga temperaturvariationen kan vara stor. Om strandvegetationen avverkas ökar solinstrålningen och den dagliga temperaturvariationen. De vattendrag som är påverkade av avverkningar har under sommaren ofta temperaturer som under dagen i medeltal är 3-10 grader högre än under natten (Beschta m.fl. 1987). Detta påverkar naturligtvis många arter. Särskilt laxfiskar som öring, harr och lax har en låg tolerans mot förhöjda vattentemperaturer eftersom dessa har trivseloptimum vid relativt låga och stabila vattentemperaturer. Vanligtvis föredrar de en temperatur mellan 10-18 °C. Öringens övre toleransgräns ligger omkring 23 °C (Bjornn & Reiser 1991). Det känsligaste stadiet för ökade temperaturvariationer är dock romstadiet (Hicks 2002). Enligt Hicks (2002) bör veckogenomsnittet för vattentemperaturen under romutvecklingen inte överstiga 12 grader. Andra fiskarter kan dock gynnas om vattentemperaturen ökar. Gädda tycker exempelvis om att stå ganska soligt och varmt. Ljuset underlättar säkert även att se by-



Figur 13.5. Andelen elfisketillfällen (%) då gädda påträffats avsett mot lokalens beskuggning vid undersökningar i mindre vattendrag (<10 m) belägna lägre än 300 m.ö.h. (n=9 591).



Figur 13.6. Tätheten av öring (samt 95 % konfidensintervall) avsett mot mängden död ved på lokalen vid undersökningar i mindre vattendrag med strömlevande öring i skogsbäckar i södra Sverige (<10 m) belägna lägre än 300 m.ö.h. (Degerman m.fl. 2004).

ten. I små vattendrag minskar därför förekomsten av gädda när de blir alltmer beskuggade (Figur 13.5).

Död ved

Död ved har en mycket stor betydelse för ekosystemens funktion i rinnande vatten (Bergquist 1999). Nedfallet av död ved bildar strukturer som skapar höljor och fördämningar och ökar därmed retentionen av partikulärt material. Runt den döda veden skapas också en förändrad strömbild för vattenströmmarna och därmed en större variation i vattendragens erosions- och sedimentationsmönster. Förutom en ökad retention av organiskt material erhålls också en ökad habitatdiversitet och en ökad stabilitet av vattenfåran och i strandkanterna.

Den stora betydelsen av död ved för fiskförekomsten är visad i ett stort antal undersökningar (Bergquist 1999). Förekomsten av höljor och dammar i anslutning till det nedfallna trädmaterialet har en särskilt stor betydelse för laxfiskarnas tillväxt och överlevnad (Bisson m.fl. 1987, Shirvell 1990, Markusson 1998, Degerman m.fl. 2004). Nedfallet av död ved gynnar laxfiskarna i alla livsstadier. Det skapar ståndplatser för födosök och ger skydd vid

höga flöden under höst, vinter och vår genom att trädmaterialet skapar platser med strömlä. Träd som faller i vattnet bildar ofta också en s.k. skyddad ståndplats för fisk (ståndplats med överliggande skydd), vilket har en stor betydelse för fiskens vinteröverlevnad. Särskilt i flacka vattendrag med stora skillnader mellan högvattensflöden och lågvattensflöden och med dominans av sand- och grusbottnar har förekomsten av död ved en stor betydelse för fiskförekomsten. I vattendrag med brant lutning har nedfallet av död ved en mindre betydelse eftersom bottenmaterialet där redan är heterogent. I sydsvenska skogsbäckar kan mängden öring vara 300 % högre i bäckar med minst åtta bitar död ved per 100 m² jämfört med bäckar utan någon död ved i vattenfåran (Figur 13.6).

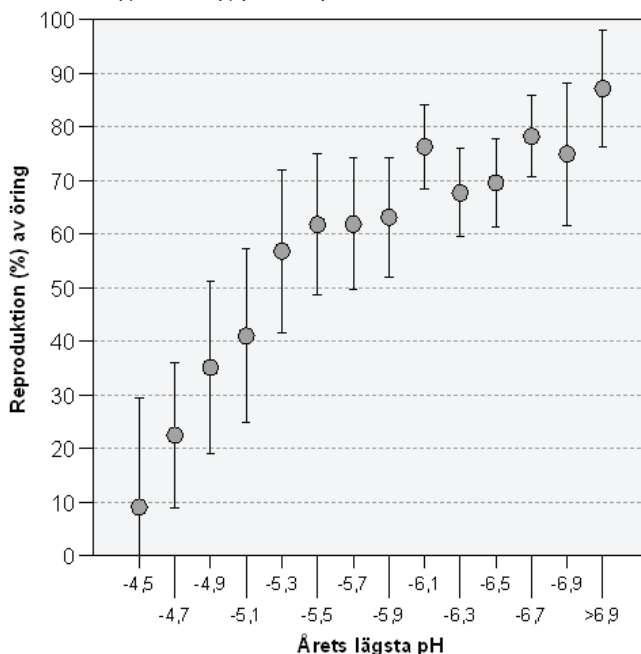
13.3 Vattenkvalitet

Slutligen måste vattenkvalitetens avgörande betydelse betonas. Är inte vattenkvaliteten bra så uppnås heller inga normala fisktätheter. Det är därför alltid viktigt att kunna koppla elfiskeresultatet till vattenkvalitet.

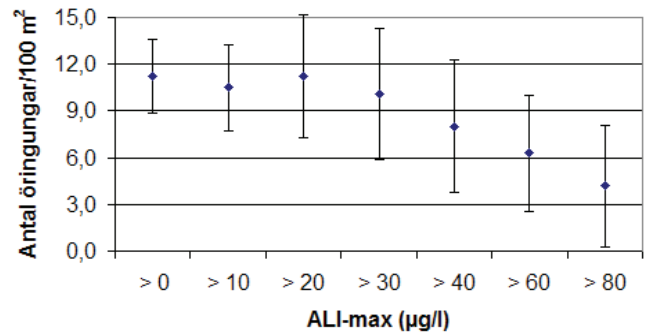
Surhet, humus- och aluminiumhalt

För närvarande är ännu många av Sveriges små rinnande vatten utsatta för surstötter (sänkt pH) vid vårfloren på grund av våra utsläpp av försurande ämnen till atmosfären. När det lägsta pH-värdet understiger 6 börjar reproduktionsskador uppträda hos öring, vilket syns som minskad frekvens av lokaler med årsungar vid elfiske (Figur 13.7). Förutom förhöjda koncentrationer av vätejoner medför försurningen också förhöjda metallhalter i vattnet. Exempelvis ökar halten av oorganiskt labilt aluminium som är starkt toxiskt för fisk. Halten av oorganiskt aluminium visar också en negativ korrelation till förekomsten av årsungar av öring när halten är högre än 30 µg/l (Figur 13.8).

En hög andel myrmark i avrinningsområdet innebär också förekomst av låga pH-värden och dessutom ett starkt brunfärgat vatten med hög humushalt. Även om förekomsten av humusämnen i vattnet kan minska giftigheten hos oorganiskt aluminium så är ofta fisktätheten och fiskproduktionen låg i brunfärgade vatten på grund av att det dåliga ljusklimatet ger en låg primärproduktion.



Figur 13.7. Andel (%) av alla undersökta lokaler i Jämtland 1977-2006 med vattenkemisk uppföljning som hade reproduktion av öring (dvs. förekomst av öring 0+) beroende på lägsta uppmätta pH (Åslund & Degerman 2007).



Figur 13.8. Genomsnittlig täthet (antal/100 m²) av öringar i relation till högsta uppmätta halt av oorganiskt aluminium (ALI_max) i IKEU-vattendragen 1998-2006. Felstaplarna visar +/- 2 SE (standard error) (Bergquist & Dahlberg 2009).

Alkalinitet, vattnets hårdhet och kalciumhalt

Alkalinitet är ett mått på vattnets buffertförmåga, dvs. dess kapacitet att neutralisera sura ämnen. Alkaliniteten speglar egentligen vattnets totala halt av baser, men i de flesta vatten domineras den av bikarbonatjoner (HCO⁻) och karbonatjoner (CO₃²⁻). Det är dessa joner som buffrar vattnet mot plötsliga förändringar i pH genom att de tar upp vätejoner (H⁺) när vattnet försuras.

Vattnets hårdhet utgör främst ett mått på vattnets innehåll av kalcium- och magnesiumjoner. Vatten med hög alkalinitet har i regel också en hög hårdhet, men i vissa vatten kan alkaliniteten vara hög trots en låg hårdhet, samt vice versa. När alkaliniteten är hög och hårdheten låg kan pH stiga till mycket höga nivåer under perioder med hög fotosyntes. Om vattnets hårdhet främst utgörs av natriumkarbonat har vattnet istället en låg hårdhet och en hög alkalinitet. I vatten med en måttlig till hög alkalinitet och motsvarande nivåer på vattnets hårdhet är i regel vattnets pH-värde relativt neutralt (7,0–8,0) och varierar mycket litet.

Kalcium och magnesium är essentiella metaller för många biologiska processer hos fisk, t.ex. bildande av ben och fjäll). Särskilt kalcium har stor betydelse för fisken genom att kalciumjonerna minskar förlusten av natrium och kalium från fiskkroppen till vattnet. Måttligt till höga halter av kalcium och magnesium motverkar också de toxiska effekterna av metaller som koppar, zink och oorganiskt alumi-

nium i surt vatten. Flera studier har också visat på ett positivt samband mellan fiskproduktion och vattnets hårdhet. Ofta har vatten med en hög alkalinitet och hög hårdhet också en högre fisktäthet och högre fiskproduktion än vatten med låg alkalinitet och hårdhet. Särskilt i områden med kalkberggrund kan vattendragen ha en hög fisktäthet och fiskproduktion.

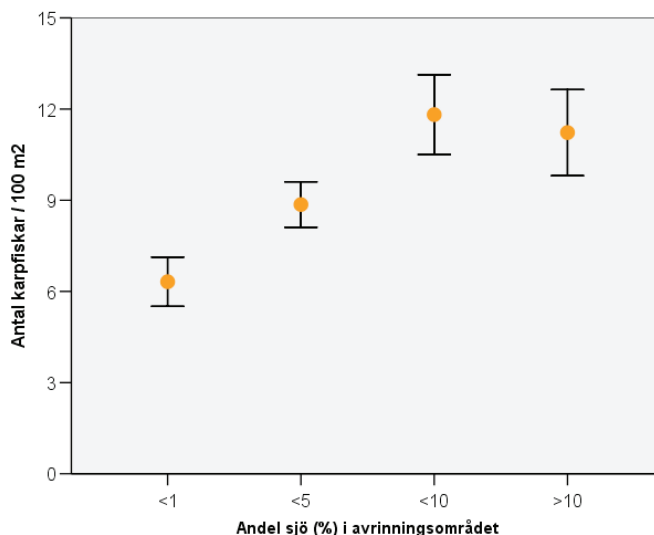
Näringsnivå

Även vattendragens näringsnivå har betydelse för fiskförekomsten. Effekten är dock inte lika påtaglig som för förekomsten av låga pH-värden och är inte direkt kopplad till kväve- och fosforhalten utan mera till en ökad primärproduktion. En måttlig ökning av näringsnivån är i regel gynnsam för fiskförekomsten (både vad gäller arter och fisktäthet), men när eutrofieringen innebär ett förändrat bottensubstrat, en ökad vegetationsförekomst och reducerade syrgashalter påverkas fiskförekomsten negativt. En måttligt ökad primärproduktion och en därpå följande sekundära produktion av bottenfauna är ofta mera gynnsam för öringungar än för äldre fiskar. Undersökningar i Skåne har visat att övergödning som resulterat i låga syrehalter har haft en stor negativ påverkan för fiskfaunan i jordbruksområden (Eklöv 1998). En omfattande förbättring har skett i takt med att vattenreningen byggdes ut.

Är inte vattenkvaliteten bra så försvinner fisken. Skaffa information om vattenkvaliteten via andras provtagning eller ta ett eget vattenprov!

13.4 Närhet till sjöar och förekomst av dammar

Förekomst av sjöar i avrinningsområdet ökar i regel antalet fångade arter vid elfiske. Detta beror främst på att det finns fler sjölevande arter i vattendraget. Särskilt om elfiskelokalen ligger nära (mindre än 500 m) en uppströms liggande sjö ökar antalet sjölevande arter i



Figur 13.9. Antal karpfiskar (individer/100 m²) i relation till andelen (%) sjöar i avrinningsområdet uppströms elfiskelokalen.

fångsten (Degerman & Sers 1994). Genom att karpfiskar ofta dominerar fiskförekomsten i sjöar ökar därmed också individtätheten av karpfiskar med andelen sjöar i avrinningsområdet uppströms elfiskelokalen (Figur 13.9).

Förekomst av definitiva vandringshinder i form av dammar i vattendraget medför i regel en uppdelning av sjö- eller havsvandrande öringbestånd i strömlevande stationära populationer och vandrande öringpopulationer. Detta beror på att den vandrande öringens lek- och uppväxtområden ofta finns i vattendragens övre delar (Eklöv m.fl. 1998). Fragmenteringen av vattendraget medför också att öringens tillgång till bra lek- och uppväxtmiljöer generellt minskar. Förekomst av dammar medför i vissa fall dessutom en förändrad temperaturregim med högre vattentemperaturer. Slutresultatet blir i regel en minskad öringtäthet och ökad förekomst av sjölevande arter. Även om fiskvägar byggs för att underlätta fiskvandringen kan förekomst av dammar innebära en förhöjd smoltmortalitet genom att en del av smolten dör vid passagen av dammutloppet. Dessutom kan smoltmortaliteten öka på grund av uppdämningen skapar lugnvatten som gynnar förekomsten av gädda.

14. Olycksrisker, säkerhet och ergonomi

Detta kapitel kommer sist. Inte för att det är minst viktigt, utan tvärtom för att det är så viktigt att det bör vara det ni läser sist och därmed kommer ihåg det bättre!

14.1 Risken för elolyckor vid elfiske

Elfiske är en farlig verksamhet som är förenad med risk för elolyckor. Med elolycka avses en oönskad händelse som medfört att elektrisk ström har orsakat skada på en person. Risken för att drabbas av elchock är hög i och med att verksamheten sker i och omkring vatten, samt att vanliga jordningsmetoder och fullständig isolering inte kan användas. Dessutom används vid elfisket volt- och strömstyrkor som **kan medföra livsfara**. En elchock kan exempelvis orsaka hjärtflimmer eller hjärtstillestånd, andningsförlamning, brännskador och förhöjda halter av mjölksyra i blod och muskler. I vissa fall kan även förhöjda halter av mjölksyra på grund av stress och elchock vara livshotande. De förhöjda halterna av mjölksyra kan medföra en mjölksyrachock som ofta är fördröjd.

Det är dock mycket ovanligt att elchocker som förekommer vid elfiske får allvarliga konsekvenser. Det är däremot relativt vanligt att elfiskare någon gång råkar ut för tillbud i form av svagare elstötar i samband med elfisket eller vid oförsiktig hantering av utrustningen. Med tillbud menas en oönskad händelse där elektrisk ström hade kunnat leda till skada. Från en enkätundersökning i USA 1982 redovisar Lazauski & Malvestuto (1990) att elfiskepersonal vid 91 % av de tillfrågade myndigheterna någon gång hade råkat ut för någon form av elchock. Endast i 10 fall av 470 rapporterade tillbud/olyckor hade elchocken varit så kraftig att sjukhusbesök hade blivit nödvändigt. I två av dessa fall hade dödsfall inträffat. Ett av dessa inträffade i South Dakota 1954 där en bio-

log omkom på grund av en elchock från en experimentell elfiskeutrustning. Observera att enkäten omfattade alla typer av elfisken, dvs. förutom traditionellt elfiske även båtelfiske med pulserande likström och elfiske med växelström. Hela 13 % av de tillfrågade myndigheterna uppgav att de använde växelström vid elfiske. Båtelfiske och elfiske med växelström innebär mycket större risk för att få livsfarliga elchocker (se nedan).

Även från Kina och Ryssland finns rapporter om dödsfall i samband med elfisken. I Kina dödades år 1997 13 personer vid elfiske från båt. Här var det dock ofta fråga om illegalt elfiske i form av tjuvfiske med växelström. Även lagliga elfisken är farligare i Kina eftersom den elfiskeutrustning som tillverkas i Kina normalt levererar bara växelström. Den senaste rapporten om dödsfall i samband med elfiske är från den ryska enklaven Kaliningrad i Litauen där en rysk medborgare i maj 2011 dog av en elchock vid illegalt elfiske i floden Schuchya. Förmodligen användes även här växelström vid det illegala fisket. I Sverige har dock vad vi vet inga allvarliga elolyckor inträffat i anslutning till elfiske. Det saknas dock en tillförlitlig statistik på tillbud och elolyckor i samband med elfiske.

På grund av risken för elolyckor bör det vid planeringen av elfisket göras en elsäkerhetsplanering enligt Elsäkerhetsverkets föreskrift ELSÄK FS 2006:1. Enligt föreskriften skall det vidtas säkerhetsåtgärder enligt god elsäkerhetsteknisk praxis, vilket innebär att elfiskeutrustningen skall uppfylla säkerhetskraven enligt såväl ELSÄK-FS 2000:1 som EU:s lågspänningsdirektiv och internationell säkerhetsstandard (se avsnitt 6.1).

Potentiella risker för att utsättas för en allvarlig elchock vid elfiske är främst:

1. Direkt beröring med strömförande delar med motsatt polaritet, såsom anodringen på elfiskestaven och katoden (jordflätan/jordnätet).
2. Kroppskontakt med vattnet nära elektroderna (anod och katod) när ett elektriskt fält är pålagt i vattnet.
3. Strömpåverkan från skadad eller otillräckligt isolerad utrustning.

Hur kraftigt en person påverkas beror av följande:

- a) Strömstyrkan, ju högre strömstyrka desto större risk.
- b) Vilken väg strömmen passerar genom kroppen. En strömbana från hand till bröstorg är den mest kritiska vägen, men huvudet är också ett känsligt område eftersom det medför risk för medvetslöshet och andningsförlamning.
- c) Hur lång tid som strömmen flyter genom kroppen, ju längre tid desto större påverkan.
- d) Personens ålder, storlek och hälsa har också en stor betydelse. Största risken löper personer med någon form av hjärtproblem.
- e) En avgörande betydelse har dessutom strömtypen. Det är tre gånger större risk att bli allvarligt skadad av växelström än av likström.

f) När det gäller likström är pulserad likström farligare än rak likström. Man har funnit att korta strömpulser (<1 sekund) är farligare än pulser med längre varaktighet.

Människans känselgräns för elström är ca 1 milliamper (0,001 A). För växelström som är den farligaste strömtypen kan strömstyrkor mellan 0,001 och 0,010 A upplevas som obehagliga men är ofarliga. Vid strömstyrkor över 0,010 A förekommer muskelkramper och när den så kallade "lossgränsen" (0,010–0,030 A) överskrids kan man ofta inte själv lossa greppet om den elektriska ledaren. Vid strömstyrkor på ca 0,03 A uppträder också risk för andningsförlamning eller kramp och vid 0,1 A finns risk för hjärtflimmer (förmaksflimmer eller kammarflimmer), samt hjärtstillestånd.

För den likström som används vid elfiske gäller att en strömstyrka på 0,06–0,09 A kan ge muskelkramper och att 0,25 A kan medföra livsfara eftersom det då finns risk för andningsförlamning och hjärtflimmer (tabell 14.1). Som synes är växelström allvarligare, speciellt vid lägre strömstyrkor. Både andningsförlamning och kammarflimmer, leder, om det inte hävs inom kort tid, till dödsfall eller grava skador. En människas hjärna kan inte vara utan syresatt blod i mer än 2–5 minuter, beroende på temperatur. Ju högre temperatur desto kortare tid. Vid både hjärtflimmer och andningsförlamning skall hjärt-lungräddning sättas in så snabbt som möjligt.

Förmaksflimmer är inte direkt livshotande men ger en hög (100–160 slag/minut) och ojämn puls. Om elchocken resulterar i kam-

Tabell 14.1. Generella gränsvärden för olika typer av strömpåverkan för både växelström och likström.

Typ av strömpåverkan	Strömstyrka (A)	Strömtyp
Känselgräns	0,001	Växelström
Obehagskänsla	0,001–0,010	Växelström
Muskelkramper uppträder	> 0,010	Växelström
Gräns för att lossa greppet	0,010–0,030	Växelström
Risk för andningsförlamning	> 0,030	Växelström
<i>Muskelkramper</i>	<i>0,060–0,090</i>	<i>Likström</i>
Risk för hjärtflimmer	> 0,1 A	Växelström
<i>Risk för andningsförlamning</i>	<i>> 0,25</i>	<i>Likström</i>
<i>Risk för hjärtflimmer</i>	<i>> 0,25</i>	<i>Likström</i>
Brännskador	> 2,0	Växelström

marflimmer föreligger däremot akut livsfara eftersom hjärtats pumpande förmåga förörras helt. Kammarflimmer är därför en form av hjärtstillestånd. Vid hjärtstillestånd måste detta hävas så snabbt som möjligt med Hjärt-lungräddning eftersom tiden från hjärtstopp till insats i form av Hjärt-lungräddning eller defibrillering (kontrollerad elchock) är avgörande för överlevnad. Risken för hjärtflimmer och hjärtstillestånd är beroende av hur lång tid som strömmen passerar genom kroppen. Ofta krävs det att strömpassagen varar längre än en hjärtslagscykel (>1 sekund) för att det skall börja flimra. Vid strömstyrkor högre än 2,0 A finns dessutom risk för brännskador.

Den värsta situationen vid elfiske, med största risken för allvarlig hjärtpåverkan, uppstår när man tar i anodelektrodens ring med ena handen och den andra handen vidrör vid katoden (jordflätan/jordnätet) så att strömmen leds genom kroppen. Någon sådan olycka har dock så vitt vi vet aldrig hänt. Elektrisk ström genom bröstkorgen kan orsaka hjärtflimmer och hjärtstillestånd, samt även andningsförlamning om bröstmuskulaturen dras ihop i kramp. Andningsförlamning kan också uppstå om man får en elchock genom huvudet på grund av att andningscentrum då drabbas av elchocken. Att falla i vattnet nära elektroderna medan strömmen är påslagen kan också ge en kraftig elchock och förorsaka paralysering med påföljande risk för personskador och risk för drunkning. En stor risk för elolyckor finns även när funktionsstörningar undersöks samtidigt som elfiskeaggregatet är igång eller omedelbart efter avstängning. Observera att krypström kan förekomma vid drift och att ström dessutom kan finnas kvar i utrustningen en kort tid efter användandet. Det sistnämnda gäller särskilt batteriaggregat som ofta är försedda med kondensatorer för att reglera strömpulsernas styrka och frekvens. Även för Lug AB:s aggregat kan det finnas ström kvar i kontrollenheten en kort tid efter utförd elfiske. Det finns också en risk för elchock om man av misstag doppar en hand i vattnet nära elektroderna för att flytta elkabeln. Det elektriska fältet avtar snabbt med ökat avstånd från elektroderna (anodringen och jordflätan), vilket minskar risken för att bli utsatt för en allvarlig

elchock. Redan på 5 m avstånd från elektroderna är strömtätheten och spänningsgradienten mycket låg och nära noll mitt emellan elektroderna. Vanliga tillbud är annars att man känner av elströmmen genom otillräckligt isolerande vadarbyxor eller från tryckknappen på staven. Strömmen man känner av från tryckknappen är dock i regel bara manöverspänningen för kontakten (max 30 V).

Risken för elolyckor ökar betydligt om personerna som utför elfisket blir våta. Fuktiga eller våta händer ger lägre kroppsmotstånd och därmed högre ström och större risk för hjärtflimmer. Isolerande kläder minskar dock strömmen. Vid regn eller om utrustningen på annat sätt blir utsatt för våta ökar också risken för överslag från olika strömförande delar i utrustningen. Om utrustningen (generator och själva elfiskeaggregatet) skyddas mot våta kan dock elfiske genomföras i lättare regn. Lätt duggregn utgör därför inget ovillkorligt hinder för elfiske, men man bör vara medveten om att vätan gör att risken för elolyckor ökar.

Vid kraftigt regn och vid åskväder som kan påverka elfiskeutrustningen skall elfisket alltid avbrytas. Hanteringen av en spänningsförande stavelektrod innebär också att risken för att drabbas av blixtnedslag är relativt stor om elfisket sker i öppen terräng.

Strömmens styrka när den går genom kroppen bestäms av spänningen (V) och motståndet (R). Kroppsmotståndet är beroende av om huden är torr eller fuktig, samt hudens tjocklek. Fuktiga eller våta händer minskar motståndet och ökar därmed skaderisken. Vid 100 V spänning kan torr och tjock hud ge ett kroppsmotstånd upp till 10 000 Ohm. Vid 200–500 V spänning kan tunn fuktig hud bara ge ett kroppsmotstånd av ca 1 000 Ohm. tabell 14.1 visar att vid växelström går gränsen för att kunna släppa greppet vid 0,010–0,030 A. Antag att kroppsmotståndet är 5 000 ohm. Det skulle innebära att en spänning på 100 V

skulle vara farlig. Enligt Ohms lag:

$$0,02 \text{ A} \times 5000 \text{ Ohm} = 100 \text{ V}$$

Vid 220 V skulle strömmen genom kroppen bli 0,044 A, dvs. det finns risk för kramp och medvetslöshet:

$$220 \text{ V} / 5000 \text{ Ohm} = 0,044 \text{ A}$$

För likström finns risk för muskelkramper från 0,06–0,09 A. Med samma kroppsmotstånd (5 000 Ohm) innebär detta att den farliga spänningen är 300–450 V. Vid elfiske använder man isolerande benklädsel, vadarstövlar eller liknande, vilket betydligt minskar skaderisken om man skulle råka beröra spänningsförande delar med en hand. Berör man dock med två händer så att strömmen leds genom kroppen hjälper inte isolerande vadarbyxor. Använd därför alltid gummihandskar vid elfiske under tveksamma förhållanden.

Elektriska apparater och vatten är alltid en farlig kombination.

14.2 Allmänna risker vid elfiske

Förutom risk för elolyckor finns det även risk för halk- och snubbelolyckor vid elfiske. Elfiske innebär förflyttning av relativt tung utrustning till och från vattendragen, ibland under längre sträckor och i svår terräng såsom branta raviner. Risken finns att man halkar eller snubblar och faller med tung utrustning över sig. Under själva elfisket finns det alltid en risk för att halka eller snava i vattendraget. Särskilt i vattendrag med en ojämn bottenpografi och en stark vattenström är risken stor för halkolyckor. Halkolyckor kan medföra ben-, led- eller huvudskador. Dessutom finns det risk för drunkning om personen som faller i vattnet blir utsatt för elchock eller slår i huvudet och blir medvetslös. Det kan vara omöjligt att röra sig om strömmen är på, så det kan snabbt bli farligt. Risken är betydligt större vid båtelfiske än vid vadningselfiske att drabbas av elchock eller drunkningstillbud då strömstyrkan är högre och vattendjupet är större. De vanligaste

olyckorna vid elfiske handlar dock i regel om mindre allvarliga olyckor som stukningar, fall i vattnet eller på land och blåmärken. Elolyckorna vid elfiske är trots allt relativt ovanliga. Vid elfiske med bensindriven generator finns det också en viss brandrisk, t.ex. på grund av het motor, överhettning i generator eller i själva elfiskeaggregatet. Fyll aldrig på bensen medan motorn går eller fortfarande är het. Belastning i form av tunga lyft kan medföra akut överbelastning. Det är viktigt att man utnyttjar tekniska hjälpmedel som bärmesar och att ha rätt lyftteknik.

Elfiska aldrig ensam eftersom det då inte finns någon som kan påkalla hjälp om man skadar sig så allvarligt att man inte kan röra sig eller blir medvetslös

14.3 Elsäkerhet och skyddsinstruktion för fältarbete

Enligt Arbetsmiljölagen (SFS 1977: 1160) skall arbetsgivaren vidta alla åtgärder för att förebygga att arbetstagare utsätts för ohälsa eller olycksfall. Arbetsgivaren skall också se till att arbetstagarna känner till gällande skyddsinstruktioner. Även tillfälliga frivilliga medhjälpare skall informeras om skyddsinstruktionen i tillämpliga delar. Utsedd arbetsledare övertar i princip arbetsgivarens ansvar vid fältarbete. Personal som utför elfisken måste ha en god kännedom om gällande säkerhetsbestämmelser. Eftersom en så komplex verksamhet som elfiske inte låter sig regleras i detalj krävs dessutom en god portion sunt förnuft hos de personer som medverkar. Nedan finns utdrag ur en intern skyddsinstruktion för fältarbete vid dåvarande Fiskeriverket (FIVI 2009:8).

- 1) Personal som använder elfiskeutrustning skall ha genomgått Fiskeriverkets elfiskeutbildning eller på annat sätt fått motsvarande kompetens. Erfarenhet från medverkan vid elfiske är viktig.
- 2) Ensamarbete vid elfiske är inte tillåtet. Det betyder att elfiske alltid skall utföras av minst två personer och i många vattendrag är det

dessutom lämpligt att tre personer deltar vid undersökningen.

3) Personalen skall veta hur man agerar vid olyckstillbud.

4) Direkt beröring med strömförande delar, såsom ringen på elfiskestaven och jordflätan, kan medföra livsfara och vid kontakt med vattnet nära elektroderna kan också innebära en skaderisk.

5) Personal som utför elfiske skall före användandet av utrustning alltid kontrollera utrustningen, sladdar och kopplingar m.m.

6) Motordriven generator skall vara försedd med jordfelsbrytare och skyddsjordning skall ske.

7) Stationär elektrod (jordfläta/jordnät) skall vara väl synlig.

8) Vadarstövlar och vadarbyxor som används vid fisket skall vara isolerade mot elström.

9) Elfiskestaven skall vara försedd med en strömbrytare med dödmansgrepp.

10) Den strömförande ringen i elfiskestaven får inte förses med nät och nyttjas som håv.

11) Elfiske skall normalt inte ske i samband regn. Om det börjar regna i samband med elfiske skall elfisket avbrytas på ett lämpligt sätt samt aggregatet täckas över.

12) I fält är det angeläget att beakta och minimera riskerna för halkolyckor, exempelvis när man vadar i vattendrag eller förflyttar sig med tung utrustning. Transport av tunga delar till elfisket skall ske på ett säkert sätt i bil.

13) Vid båtelfiske med fastmonterat aggregat skall båtdäcket ha en fri, halksäker arbetsyta. Håv och annan fångstutrustning skall vara isolerade mot spänning och ström. Både skeppare och person som arbetar på däck skall kunna bryta strömmen.

14) Vid all planering av elfiske skall det göras en elsäkerhetsplanering i enlighet med Elsäkerhetsverkets föreskrift ELSÄK FS 2006: 1.

15) Vid fältarbeten med elektrisk ström skall personalen känna till var närmaste vårdcentral/läkare/sjukhus finns. Om någon medverkande får en elektrisk stöt så att hjärtverksamheten påverkas, även temporärt, skall läkare uppsökas för medicinsk bedömning.

Fältarbetande personal skall vidare ha tillgång till kommunikationsutrustning, som är anpassad till arbetsområdet. Vid fältarbeten skall regelbunden kontakt med arbetsledningen upprätthållas. Båda parter ansvarar för att detta sker. En effektiv kommunikation mellan elfiskepersonalen är också viktig. Se till att alla är medvetna om arbetsplanen innan strömmen slås på. Vid elfiske och arbete under bullriga förhållanden bör man dessutom använda standardiserade tecken för "ström på" och "ström av". Ström på: Klappa med handen ovanpå huvudet och gör utrop; Ström av: Dra handen över strupen och gör utrop. För båtelfiske används också tecknen "tummen upp" för att öka farten och "tummen ned" för att sänka farten. Observera att alla utrop och tecken skall bekräftas av alla.

Utöver dessa regler kan vi ge några rekommendationer:

- Kontrollera alltid att utrustningen är funktionsduglig innan avfärd till undersökningsplatserna.
- Motordrivet aggregat får inte användas buret på ryggen under vadningselfiske utan placeras på stranden intill fiskeplatsen på lämpligt ställe. Batteriaggregat får dock användas buret på ryggen under förutsättning det är försett med lutningsbrytare som bryter strömmen om aggregatet kommer i fel läge, till exempel om man ramlar i vattnet. Det förutsätter att aggregatet är tillräckligt isolerat och att fisket i övrigt kan ske på ett säkert sätt. Bårselen bör vara försedd med snabbkoppling så att aggregatet snabbt kan tas av.

- Strandbaserat elfiskeaggregat och elverk skall placeras så att de inte riskerar att falla i vattnet eller dras ned i vattnet av elfiskekabeln. Det är därför viktigt att säkra elfiskekabeln genom att fästa den i buske eller träd.
- Ur säkerhetsaspekt är det väldigt bra att alltid fiska på ett standardiserat sätt. Då slipper medhjälparen råka ut för oväntade manövrar. Rusa inte runt och jaga fisk, ta det lugnt och arbeta metodiskt. Om någon skulle bli trött så avbryt fisket.
- Värt att notera är att när man berättar för utlänningar hur vi svenskar brukar lägga en slinga av kabeln snett över bröstet när vi vadar och elfiskar så skakar de chockat på huvudet. Utomlands bär man inte potentiellt farliga elkontakter nära hjärtat. Istället fäster man en livrem med speciellt kabelfäste (Figur 14.1).



Figur 14.1. Elfiskekabel med livrem och karbinhake.

- Elfiska inte om ni har hjärtfel, använder pacemaker eller är gravid.
- Slutligen vill vi åter betona vikten av att se till utrustningen. Fackmän bör användas för elektriska komponenter.
- För den som vill läsa mer rekommenderar vi ”Arbetarskydd vid elfiske” (Miljöministeriet 2006), som tagits fram av Miljöministeriet i Finland.

14.4 Särskilda skyddsanvisningar för båtelfiske

De råd och föreskrifter som nämns ovan gäller främst konventionellt vadringselfiske, dvs. när man vadar uppströms i vattendraget. Vid elfiske från båt tillkommer ytterligare ett antal riskmoment och säkerhetskrav, t.ex. en ökad halkrisk i kombination med att den utgående strömmen har högre strömstyrka.

Vid båtelfiske med fastmonterat aggregat bör båten vara tillräckligt rymlig och stabil för elfiske (minst 5 m lång). Båten skall vara gjord av aluminium och klara en belastning på minst 600 kg och ha ett båtdäck med ett halksäkert ytskikt. Anodelektroden måste vara fixerade vid en bom i fören. Båtdäcket skall ha en fri arbetsyta som rymmer två personer som håvar fisken. Varje person som håvar upp fisk i fören på båten skall vara försedd med en elkontakt som automatiskt bryter strömmen om personen halkar eller faller överbord. Dessutom skall båtföraren kunna bryta strömmen från förarplatsen.

Alla metallytor på en metallbåt (aluminiumbåt) skall ha en anslutning till varandra och båtskrovet (Goodchild 1991). Generatoren skall vara jordad till båtskrovet. Ur säkerhetssynpunkt är det bäst om båtskrovet används som jordelektrod (katod). Alla elektriska kopplingar skall vara vattentäta eller finnas i vattentäta lådor. Båten skall vara försedd med säkerhetsräcken runt arbetsytan för personerna som håvar fisken. Räckena bör vara minst 105 cm höga och gjorda av stålrör med tjockt gods och en diameter på minst 1,8 cm eller gjorda av aluminiumrör med tjockt gods och en diameter på 3,8 cm. Räckena skall vara konstruerade så att de tål ett sidtryck på minst 90 kg. Om båtelfiske genomförs på natten skall båten vara försedd med lämplig belysning av arbetsytorna på båtdäcket. Ombord på båten skall det alltid finnas en brandsläckare lättillgängligt placerad. All personal ombord på båten skall använda flytvästar och personerna som rör sig på däck skall dessutom ha skyddshandskar som är godkända för spänningsarbete (Klass 0). Observera att om elfisket sker manuellt från båt med stavelektrod och mobilt elfiskeaggregat får inte båt av strömledande metallmaterial (t.ex. aluminium) användas. Det är också vik-

tigt att utombordsmotorn har en huv av icke ledande material.

14.5 Sjukvårds- och räddningsutrustning

Sjukvårdsutrustning i form av första hjälpen skall alltid medföras. I vissa fall bör även räddningsutrustning som visselpipa, kompass, kniv, tändstickor, räddningsfilt och vattentät ficklampa medföras. Flytväst, livlina och särskilda skodon skall bäras om förhållanden bedöms vara sådana att denna utrustning ökar säkerheten. Anti-allergimedicin skall alltid finnas med i sjukvårdsutrustningen. Medicinen kan användas för att häva en allergisk reaktion som kan uppkomma av till exempel huggormsbett eller getingstick. På varje berörd arbetsplats skall det finnas en rutin för regelbunden översyn av all sjukvårdsutrustning så att den kan användas på ett effektivt och ändamålsenligt sätt när så behövs.

14.6 Första hjälpen, samt Hjärt- och lungräddning

Alla som deltar vid elfiske skall ha genomgått kurs i "Hjärt och lungräddning". Sådan utbildning erbjuds t.ex. genom Previa, Röda korset eller den lokala brandkåren. Det svenska standardiserade utbildningsprogrammet för hjärt-lungräddning (HLR) är baserat på internationella riktlinjer från American Heart Association och European Resuscitation Council 2005. Det nya utbildningsprogrammet innehåller HLR-instruktioner för hjärtstartare (defibrillator). Observera att all utbildning i hjärt-lungräddning måste ske i form av en särskild kurs med praktisk träning. Det går inte att läsa sig till dessa kunskaper utan det krävs praktiska övningar. Den allmänna rekommendationen är att man återkommande genomgår träning i hjärt-lungräddning (HLR). Texten nedan är endast tänkt som en kortfattad snabb repetition. Mer detaljerade beskrivningar går att hitta på www.vardhandboken.se/Texter/Hjart-lungraddning/.

Om olyckan skulle vara framme

1. Bryt strömmen på stavelektroden omedelbart och ta upp den ur vattnet!

2. Stäng av elverket!

3. Rädda dem som är i vattnet!

4. Ge första hjälpen!

- Om den olycksdrabbade är medvetslös kontrollera puls och andning. Skapa fria luftvägar genom att böja personens huvud försiktigt bakåt med en hand på pannan och lyft underkäken uppåt med två fingrar under hakan. Titta, känn och lyssna i max 10 sekunder. Om personen andas - lägg personen i stabilt framtupa sidoläge och larma 112.

- Om puls eller andning saknas - larma 112 och börja genast hjärt-lungräddning. Varje sekund är dyrbar.

- Om skadan är kraftig blödning - stoppa blodflödet med tryckförband - larma 112.

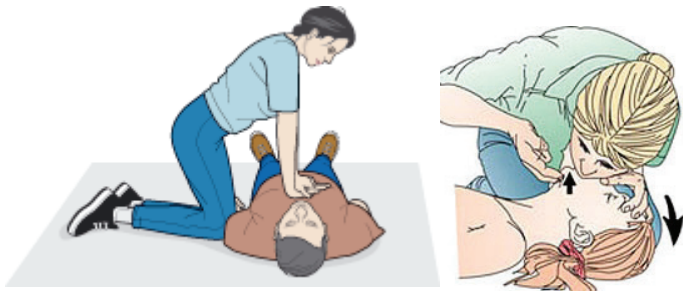
- Vid mindre skador (stukningar, skärsår, brännskador osv) ge första hjälpen.

Hjärt-lungräddning (HLR)

1. Se till att personen ligger plant på rygg. Lossa kläder på personens överkropp. Placera båda händerna, den ena ovanpå den andra, mitt på bröstkorgen mellan bröstvårtorna (Figur 14.2). Bara basen på handflatan ska trycka mot bröstet.

2. Tryck ned bröstbenet med raka armar till cirka 5-6 cm djup, ta den egna kroppstyngden till hjälp. Håll ett högt och jämnt tempo med närmare två tryck per sekund (100-120 tryck per minut). Släpp upp bröstkorgen mellan varje tryck. Varva 30 bröstkompressioner med två inblåsningar. Kan du inte blåsa så fortsätt med hjärtkompressioner.

3. Före första inblåsningen, skapa fria luftvägar. Lyft hakan på personen med två fingrar för att få fri luftväg. Håll för näsan på den skadade. Se till att din mun täcker den skadades och att det inte läcker ut luft. Gör två inblåsningar genom munnen (Figur 14.2). Blås in luften långsamt under ca 1 sekund. Se till att bröstkorgen höjer sig. När du inte blåser längre så passerar luften



Figur 14.2. Träning i Hjärt-lungräddning.

ur bröstkorgen och den sänker sig. Blås sen på nytt långsamt in luften. Vrid huvudet efter varje inblåsning så att du kan se om bröstkorgen höjer och sänker sig.

Fortsätt att varva 30 kompressioner och två inblåsningar tills personen visar tydliga livstecken i form av återkommen puls och andning eller tills annan hjälp kommer fram. Fortsätt så länge du orkar. Bäst sköter man HLR om man är två personer som hjälps åt och turas om.

När personen visar livstecken och börjar andas lägg den olycksdrabbade i stabilt sidoläge. Den skadade skall snabbt under läkarvård. Larma 112 med hjälp av mobiltelefonen, om det inte redan är gjort. Tala lugnt och gör det varmt och bekvämt för den olycksdrabbade i väntan på sjuktransport.

14.7 Olycks- och tillbudsrapportering

En olycka är en oönskad händelse som har orsakat skada på person eller egendom. Med tillbud menas en oönskad händelse som hade kunnat leda till skada. Olyckor och olyckstillbud skall rapporteras till arbetsmiljöansvarig chef så att det som gick fel/var fel kan rättas till. Vid hemkomsten rapporteras olyckan/tillbudet till arbetsmiljöansvarig chef snarast möjligt. Denne har ansvaret för att olyckor

och allvarliga tillbud senare rapporteras vidare till arbetarskyddsmyndigheten och elsäkerhetsverket om det är en elolycka, samt till administrativa avdelningen. Vid rapporteringen skall en särskild blankett för anmälan av arbetsskada användas.

Via ett webbformulär, som finns tillgängligt på Elsäkerhetsverkets webbplats kan alla anmäla en elolycka eller ett tillbud. Arbetsgivaren är skyldig att utan dröjsmål underrätta Arbetsmiljöverket om en arbetstagare har råkat ut för olycksfall, vilket framgår av 2§ arbetsmiljöförordningen (SFS 1977:1166).

14.8 Praktisk ergonomi

Lika viktigt som all annan säkerhet är att arbeta på ett sådant sätt att man undviker belastnings- och förslitningsskador. Att på ett praktiskt och välbalanserat sätt göra i ordning sina bärmesar är viktigt, och inte minst att ha höftbälte (avlastningsbälte). Den totala elfiskeutrustningen kan väga 30–50 kg så den personliga bördan kan bli över 15–25 kg om man bara går en vända med utrustningen. Därför måste man också ha bra på fötterna så att man inte halkar i de ofta branta ravinerna ned till vattnet. Vadar skor har ofta filtsulor vilka är mycket hala på gräs och löv så vi rekommenderar att andra vadarskor används. Idealt har man rekognoserat en säker och lättsam väg ned till vattendraget, speciellt gäller detta nedför branta raviner. Även vid själva fisket är det viktigt att ha halkfria vadarstövlar. Hinken som medhjälparen bär vid elfisket kan avlastas genom att hänga hinken i en sele (röjsågssele) runt axlarna. Då kan händerna vara fria för att hålla sladden. Om hinken bärs i armvecket ska handtaget bekläs med skumgummi eller annat mjukt material för en ökad komfort.

Tänk också på hur ni lyfter tunga föremål – nära kroppen och med böjda knän.

Den bästa ergonomin är gott om tid!

15. Litteratur

- Ahlström, J., Degerman E., Lindgren G. & P-E. Lingdell. 1995. Försurning av små vattendrag i Norrland. Naturvårdsverket Rapport 4343. 129 s.
- Ainslie, B.J., Post, J.R. & A.L. Paul. 1998. Effects of pulsed and continuous DC electrofishing on juvenile rainbow trout. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 18: 905-918.
- Alabaster, J. S. & W. G. Hartley. 1962. The efficiency of a direct current electric fishing method in trout streams. *Journal of Animal Ecology* 31: 385-388.
- Alonso, F. 2001. Efficiency of electrofishing as a sampling method for freshwater crayfish populations in small creeks. *Limnetica* 20: 59-72.
- Amiro, P. G. 1990. Accuracy of removal population estimates of juvenile Atlantic salmon electric fished in wadeable streams. pp.186-190. In: Cowx I.G. (editor). *Developments in Electric Fishing*. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford, UK. 358 p.
- Anderson, W. G., McKinley, R. S. & M. Colavecthia. 1997. The use of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 17: 301-307.
- Andersson, P. 1998. *Elfiskets grunder och syfte*. Utbildningskompendium i Elfiske. NordNatur AB. 50 sidor.
- Anonymous. 2007a. *Introductory electrofishing training manual*. Fisheries management SVQ Level 2: Catch fish using electrofishing techniques. Scottish Fisheries Co-ordination Center (SFCC). Inverness/ Barony college. 34 p. + Appendix.
- Anonymous. 2007b. *Electrofishing team leader training manual*. Fisheries management SVQ Level 3: Manage electrofishing operations. Scottish Fisheries Co-ordination Center (SFCC). Inverness College. 58 p. + Appendix.
- Appelberg, M. & B. Bergquist. 1994. *Undersökningstyper för provfiske i sötvatten*. Fiskmonitoringgruppen, PM nr 5, Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 28 p.
- Bady, P., Pont, D., Logez, M., J. Veslot. 2009. Improvement and spatial extension of the European Fish Index (EFI+). Sixth Framework Programme Priority FP6-2005-SSP-5-A. Integrating and Strengthening the European Research Area – Scientific Support to Policies.
- Barnes, M.E., Lott, J.P., Sayler, W.A. & R.J. Cordes. 1999. Practical observations on the use of eggs from electroshocked females during spawning of inland fall Chinook salmon. *North American Journal of Aquaculture* 1999: 162-166.
- Barret, J.-C. & G.D. Grossman. 1988. Effects of direct current electrofishing on the mottled sculpin. *North. Amer. J. Fish. Mgmt.* 8: 112-116.
- Beaumont, W.R.C., Taylor, A.A.L., Lee, M.J. & J.S. Welton. 2002. *Guidelines for Electric Fishing Best Practice*. R&D Technical Report W2-054/TR. Environment Agency, Bristol, England. 188 p.
- Beaumont, W.R.C., Lee, M.J. & G. Peirson. 2005. The equivalent resistance and power requirements of electric fishing electrodes. *Fisheries Management and Ecology* 12: 37-43.
- Beaumont, W.R.C. 2011. *Electric fishing: a complete guide to theory and practice*. Game and Wildlife Conservation Trust, England. 98 p.
- Beier, U., Degerman, E., Sers, B., Bergquist, B. & M. Dahlberg 2007. *Bedömningsgrunder för fiskfaunans status i rinnande vatten - utveckling och tillämpning av VIX*. Fiskeriverket Informerar, FINFO 2007:5. 59 s.
- Bergquist, B. 1999. Påverkan och skyddszoner vid vattendrag i skogs- och jordbrukslandskapet – En litteraturoversikt. Fiskeriverket Rapport 1999:3. 118 s.
- Bergquist, B., Axenrot, T., Carlstein, M. & E. Degerman. 2007. *Fiskundersökningar i större vattendrag – utveckling av kvantitativ metodik med båtelfiske och hydroakustiska metoder – ett pilotprojekt*. Fiskeriverket Informerar. FINFO 2007:10. 50 s.
- Bergquist, B. & M. Dahlberg. 2009. *Fisksamhällen i kalkade IKEU-vattendrag och okalkade referensvattendrag*. s 474-499. Ur: Naturvårdsverket 2009. *Utvärdering av IKEU 1990-2006*. Naturvårdsverket Rapport 6302. 558 s.
- Beschta, R.L., Bilby, R.E., Brown, G.E., Holtby L.B. & T.D. Hofstra. 1987. Stream temperature and aquatic habitat: pp. 191-232. In: E. Salo & T.W. Cundy (eds). *Fishery and forestry interactions*. Streamside management: forestry and fishery interactions. University of Washington, Institute of Forest Resources. Contr. 57, Seattle.

- Beukema, J. J., 1970a. Angling experiments with carp (*Cyprinus carpio* L.). Part II. Decreased catchability through one trial learning. *Neth. J. Zool.* 19: 81–92.
- Beukema, J. J., 1970b. Acquired hook avoidance in the pike *Esox lucius* L. fished with artificial and natural baits. *J. Fish Biol.* 2: 155–160.
- Bird, D. J. & I. G. Cowx. 1993. The selection of suitable pulsed currents for electric fishing in fresh waters. *Fishery. Research* 18: 363–376.
- Bisson, P.A., Bilby, R. E., Bryant, M.D., Dolloff, C. A., Grette, G.B., House, R.A., Murphy, M.L., Koski K.V. & J. R. Sedell. 1987. Large woody debris in forested streams in the Pacific northwest: past, present and future. pp.143–190. In: E. Salo & T.W. Cundy (eds). *Streamside management: forestry and fishery interactions*. University of Washington, Institute of Forest Resources. Contr. 57, Seattle.
- Bjornn T.C. & D.W. Reiser. 1991. Habitat requirements of salmonids in streams. p. 83–138. In: W.R. Meehan (Ed.). *Influences of forest and rangeland management on salmonid fishes and their habitats*. American Fishery Society, Special publications 19. Bethesda, Maryland.
- Bohl, R.J., Henry, T.B., Strange, R.J. & P.L. Rakes. 2009. Effects of electroshock on cyprinid embryos: Implications for threatened and endangered fishes. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 138: 768–776.
- Bohlin, T. 1981. Methods of estimating total stock, smolt output and survival of salmonids using electrofishing. *Rep. Inst. Freshw. Res.* 59: 5–14.
- Bohlin, T. 1982. The validity of the removal method for small populations – consequences for electrofishing practice. *Rep. Inst. Freshw. Res.* 60: 15–24.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske efter lax och öring synpunkter och rekommendationer. *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (4). 33 p.
- Bohlin, T. & B. Sundström. 1977. Influence of unequal catchability on population estimates using the Lincoln Index and the removal method applied to electro-fishing. *Oikos* 28: 123–129.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & S. J. Saltveit. 1989. Electrofishing – theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9–43.
- Bohlin, T. 1990. Estimation of population parameters using electric fishing: aspects of the sampling design with emphasis on salmonids in streams. pp. 156–173. In: Cowx, I. (ed), *Developments in Electric Fishing*. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd, Oxford, UK. 358 p.
- Bohlin, T. & I. G. Cowx. 1990. Implications of unequal probability of capture by electric fishing on the estimation of population size. pp. 145–155. In: Cowx I.G. (editor). *Developments in Electric Fishing*. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd, Oxford, UK. 358 p.
- Bohlin, T., Heggberget, T.G. & C. Strange 1990. Electric fishing for sampling and stock assessment. In: Cowx, I. & P. Lamarque (eds). *Fishing with electricity, Applications in Freshwater Fisheries Management*. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd, Oxford, UK. 248 p.
- Bonar, S.A., Hubert, W.A. & D.W. Willis. 2009. *Standard Methods for Sampling North American Freshwater Fishes*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 335 p.
- Burkhardt, R. W. & S. Gutreuter. 1995. Improving electrofishing catch consistency by standardizing power. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 15: 375–381.
- Carle, F.L. & M. R. Strub, 1978. A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics* 34: 621–630.
- Carline, R.F. 2001. Effects of high-frequency pulsed-DC electrofishing on a wild brown trout population. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 21: 571–579.
- Carlstein, M., Bruks, A. & J. Boberg. 2005. Beståndsuppskattning och inventering av laxungar i Vindelälven 2005. PM, Fiskeresursgruppen, Älvdalens Utbildningscentrum. 13 s.
- Carlstein, M., Bruks, A. & J. Boberg. 2006. Beståndsuppskattningar och inventering av laxfisk i Klarälven 2006. PM, Fiskeresursgruppen, Älvdalens Utbildningscentrum. 13 s.
- Chapman, D. G. 1951. Some properties of the hypergeometric distribution with applications to zoological sample censuses. *University of California, Publications in statistics* 1(7): 131–160.
- Chick, J.H., Coyne, S. & J.C. Trexler. 1999. Effectiveness of airboat electrofishing for sampling fishes in shallow, vegetated habitats. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 19: 957–967.
- Cho, G.K., Heath, J.W. & D.D. Heath. 2002. Electroshocking influences Chinook salmon egg survival and juvenile physiology and immunology. *Transactions of the American Fisheries Society* 131: 224–233.
- Clement, M. R. & A. Cunjak. 2010. Physical injuries in atlantic salmon, slimy sculpin and blacknose dace attributable to electrofishing. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 30: 840–850.
- Copp, G. H., 1989. Electrofishing for fish larvae and 0+ juveniles: equipment modifications for increased efficiency with short fishes. *Aquaculture and Fisheries management* 20: 453–462.

- Cowx, I. G. (editor). 1990. Developments in Electric fishing. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd. Oxford. 358 p.
- Cowx, I.G. & D. Fraser. 2003. Monitoring the Atlantic Salmon. Conserving Natura 2000 Rivers. Monitoring Series No 7, English Nature, Peterborough. <http://English-nature.co.uk/LIFEinUKRivers/publications>.
- Cowx, I. G. & P. Lamarque, 1990. Fishing with electricity. Applications in Freshwater Fisheries Management. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford. 248 p.
- Cowx, I.G., Wheatley, G.A., Hickley P. & A.S. Starkie. 1990. P. 34-40. In: Cowx, I. G. (Editor). 1990. Developments in Electric fishing. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd. Oxford. 358 p.
- Cowx, I.G. & D. Fraser. 2003. Monitoring the Atlantic Salmon. Conserving Natura 2000 Rivers. Monitoring Series No 7. English Nature, Peterborough.
- Cross, D.G. 1972. The estimation of the size of freshwater fish populations – The multiple census mark-recapture and depletion methods. *Fishery Management* 3: 12-16.
- Cuinat, R. 1967. Contribution to the study of physical parameters in electric fishing in rivers with direct current. pp. 131-173. In: Vibert, R. (Editor). *Fishing with Electricity – Its application to Biology and Management*. FAO – EIFAC, Fishing News Books Ltd., London. 276 p.
- Dalbey, S.R., McMahon, T.E. & W. Fredenberg. 1996. Effect of electrofishing pulse shape and electrofishing-induced spinal injury on long term growth and survival of wild rainbow trout. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 16: 560-569.
- Degerman, E. Andersson, M., Petersson, E. & B. Sers. 2013. Bedömning av vattenregeringspåverkan med hjälp av elfiske. Rapport Länsstyrelsen i Värmlands län, 2013:23. 20 s.
- Degerman, E. & B. Sers, 1993. A study of interactions between fish species in streams using survey data and the PCA-hyperspace technique. *Nordic J. Freshw. Res.* 68: 5-13.
- Degerman, E. & B. Sers, 1994. The effect of lakes on the stream fish fauna. *Ecology of Freshwater Fish* 3: 116-122.
- Degerman, E., Johlander, A., Sers, B. & P. Sjöstrand. 1994. Biologisk mångfald i vattendrag – övervakning med elfiske. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 1994, Nr 2: 67-83.
- Degerman, E., Johlander, A., Järvi, T. & B. Sers. 1995. Elfiske. Kompendium för Fiskeriverkets Elfiskekurs. PM Fiskeriverket. 38 p + bilagor.
- Degerman, E., Jonasson, D., Nyberg, P. & I. Näslund, 1998. Ekologisk fiskevård. *Sportfiskarna*, 335 s.
- Degerman, E. & H. Schibli, 1998. Restaurering av laxbestånden på västkusten genom kalkning och biologisk återställning. *Atlantlaxsymposium II*, Göteborg 15 maj 1998: 91-113.
- Degerman, E. & B. Sers. 1999. Elfiske – Standardiserat elfiske och praktiska tips med betoning på säkerhet såväl för fisk som fiskare. *Fiskeriverket Informerar*, 1999:3. 69 s.
- Degerman, E., Sers, B., Törnblom, J. & P. Angelstam, 2004. Large woody debris and brown trout in small forest streams – towards targets for assessment and management of riparian landscapes. *Ecol. Bull.* 51: 233-239.
- Degerman, E., Sers, B. & K. Magnusson. 2009. Artförekomst perioden 1988-2007 i Svenskt ElfiskeRegiSter – förändras arternas förekomst över tid? Information från Svenskt ElfiskeRegiSter. Nr 1, 2009. 28 s.
- Degerman, E., Nilsson, N., Andersson, H.C. & A. Halldén, 2010. Utvärdering av befintliga program. Ur: *Fisk i Vattendrag och stora sjöar*. Ed. H.C. Andersson. sid:9-66. Rapport 2010:07, Länsstyrelsen i Stockholms län, 164 s.
- Degerman, E., Petersson, E. & B. Sers. 2012. Analys av elfiskedata. Länsstyrelsen i Jönköpings län, Meddelande 2012:12. 79 s.
- DeLury, D. B. 1947. On the estimation of biological populations. *Biometrics* 3: 145-167.
- Dewey, M.R. 1992. Effectiveness of a dropp net, a pop net and an electrofishing frame for quantitative samples of juvenile fishes in vegetation. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 12: 808-813.
- Dolan, C.R. & L.E. Miranda. 2003. Immobilization thresholds of electrofishing relative to fish size. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 132: 969-976.
- Dwyer, W.P., Fredenberg, W.A. & D.A. Erdahl. 1993. Influence of electroshock and mechanical shock on survival of trout eggs. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 13: 839-843.
- Dwyer, W.P. & D.A. Erdahl. 1995. Effect of electroshock voltage, wave form and pulse rate on survival of cutthroat trout eggs. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 15: 647-650.
- Dwyer, W.P. & R.G. White. 1995. Influence of electroshock on short-term growth of adult rainbow trout and juvenile arctic grayling and cutthroat trout. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 15: 148-151.
- Dwyer, W.P. & R.G. White. 1997. Effect of electroshock on juvenile arctic grayling and yellowstone cutthroat trout growth, 100 days after treatment. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 17: 174-177.

- Dwyer, W.P., Shepard, B.B. & R.G. White. 2001. Effect of backpack electroshock on westslope cutthroat trout injury and growth 110 and 250 days posttreatment. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 21: 646-650.
- EFI+ CONSORTIUM 2009. Manual for the application of the new European Fish Index – EFI+. A fish-based method to assess the ecological status of European running waters in support of the Water Framework Directive. June 2009.
- EIFAC a. European Inland Fisheries Advisory Commission. Working Party on Fish Monitoring in Fresh Waters. Draft: Information Note: Electric Fishing Best Practice. 9 p. <http://fao.org/fi/body/eifac/eifac.asp>
- EIFAC b. European Inland Fisheries Advisory Commission. Working Party on Fish Monitoring in Fresh Waters. Draft: Guidelines for Fish Monitoring in Fresh Waters. 37 p. <http://fao.org/fi/body/eifac/eifac.asp>
- Eklöv, A. 1998. The distribution of brown trout (*Salmo trutta* L.) in streams in southern Sweden. Dissertation, Dept. of Ecology, Lund Univ.
- Eklöv, A., Greenberg, L.A., Brönmark, C., Larsson, P. & O. Berglund. 1998. Influence of water quality, habitat and species richness on brown trout populations. *J. Fish. Biol.* 54: 33-43.
- Elle, F.S. & D.J. Schill. 2004. Impacts of electrofishing injury on Idaho stream salmonids at the population scale. Wild trout VIII Symposium, USA (September 2004). 4 p.
- Eloranta, A. 1990. Electric fishing in the stony littoral zone of lakes. pp. 91-95. In: Cowx I.G. (editor). *Developments in Electric Fishing*. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford, UK. 358 p.
- ELSÄK FS 2000: 1. Elsäkerhetsverkets föreskrifter om viss elektrisk materiel, samt allmänna råd om dessa föreskrifters tillämpning. Elsäkerhetsverkets författningssamling. 6 s.
- ELSÄK FS 2006: 1. Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om elsäkerhet vid arbete i yrkesmässig verksamhet. Elsäkerhetsverkets författningssamling. 8 s.
- EMC-direktivet 2004. Europaparlamentets och rådets direktiv 2004/108/EG av den 15 december 2004 om tillnärmning av medlemsstaternas lagstiftning om elektromagnetisk kompatibilitet och om upphävande av direktiv 89/336/EEG. <http://eur-lex.europa.eu/>
- Ernst, M. E. & J. Nielsen. 1981. Populationsdynamiska undersökningar över stalling (*Thymallus thymallus*) i övre Gudenå. PM, Danmarks Fiskeri- og Havundersökelse, Ferskvandsfiskerilaboratoriet, Silkeborg.
- EU:s Lågspänningsdirektiv 2006. Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/95/EG av den 12 december 2006 om harmonisering av medlemsstaternas lagstiftning om elektrisk utrustning avsedd för användning inom vissa spänningsgränser. <http://eur-lex.europa.eu/>
- FAME Consortium, 2004. Manual for the application of the European Fish Index –EFI. <http://fame/boku.ac.at>, 81 p.
- Fiskeriverket, FIVI 2009:8. Interna skyddsföreskrifter för fältarbete inom Fiskeriverket. 10 s.
- Flotemersch, J. E. & K.A. Blocksom. 2005. Electro-fishing in boatable rivers: Does sampling design affect bioassessment metrics? *Environ. Monit. Assess.* 102: 263-283.
- Fredenberg, W. 1992. Evaluation of electrofishing-induced spinal injuries resulting from field electrofishing surveys in Montana. Montana Department of Fish, Wildlife and Parks, Helena. Abstract reprinted in American Fisheries Society, Fisheries Management Section Newsletter 12: 7-8.
- Gatz, A.J., Loar, J.M. & G.F. Cada. 1986. Effects of repeated electroshocking on instantaneous growth of trout. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 6: 176-182.
- Gatz, A. J. & R. S. Linder. 2008. Effects of repeated electroshocking on condition, growth and movement of selected warmwater stream fishes. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 28: 792-798.
- Gerdeaux, D. 1987. Revue des méthodes d'estimation de l'effectif d'une population par pêches successives avec retrait programme d'estimation d'effectif par la méthode de Carle et Strub. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 304: 13-21.
- Goodchild, G.A. 1991. Code of practice and guidelines for safety with electric fishing. EIFAC Occasional paper no 24, 16 p.
- Gärdenfors, U. m.fl. 2010. Rödlistade arter i Sverige 2010. Artdatabanken, SLU, Uppsala. 590 s.
- Habera, J.W., Strange, R.J., Carter, B.D. & S.E. Moore. 1996. Short-term mortality and injury of rainbow trout caused by three-pass AC electrofishing in a southern Appalachian stream. *North Amer. J. Fish Mgmt.* 16: 192-200.
- Halsband, E. 1967. Basic principles of electric fishing. pp 57-64 In: Vibert, R. (Ed.). *Fishing with electricity, its application to biology and management*. Fishing News Books Ltd, London.
- Hartley, W. G. 1990. The history of electric fishing. pp. 1-3. In: Cowx, I. G. & P. Lamarque (Eds.). *Fishing with electricity. Applications in Freshwater Fisheries Management*. Fishing News Books Ltd, Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford. 248 p.

- Harvey, J. & I. G. Cowx. 1996. Electric fishing for the assessment of fish stocks in large rivers. p. 11-26. In: Cowx, I.G. (editor). Stock assessment in inland fisheries. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd. Oxford, UK. 513 p.
- Haskel, D.C. 1940. An electrical method of collecting fish. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 69:1, 210-215.
- Hastie, L.C. & P.J. Boon, 2001. Does electrofishing harm freshwater pearl mussels? *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems* 11: 149-152.
- Hayes, J. W. & D. B. Baird. 1994. Estimating relative abundance of juvenile brown trout in rivers by underwater census and electrofishing. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 28: 243-253.
- Henry, T.B. & J.M. Grizzle. 2003. Electroshocking-induced injuries in newly transformed juvenile fish. *J. Aquatic Animal Health* 15: 147-157.
- Henry, T.B., Grizzle, J.M. & M.J. Maceina. 2003. Electroshocking-induced mortality of four fish species during posthatching development. *Trans. Amer. Soc.* 132: 299-306.
- Henry, T.B., Grizzle, J.M., Johnston, C.E. & J.A. Osborne. 2004. Susceptibility of ten fish species to electroshock-induced mortality. *Trans. Amer. Soc.* 133: 649-654.
- Henry, T.B. & J.M. Grizzle. 2006. Electric-induced mortality of newly transformed juvenile fishes in waters of different conductivity. *J. Fish Biology* 68: 747-758.
- Hicks, M. 2002. Evaluating standards for protecting aquatic life in Washington's surface water quality standards. Temperature Criteria. Draft discussion paper and literature summary. Washington State Department of Ecology, Olympia, WA, 197 p.
- Higgins, P.J. 1985. An interactive computer program for population estimation using the Zip-pin method. *Aquaculture and Fisheries Management* 1: 287-297.
- Hickley, P. & A. S. Starkie. 1985. Cost effective sampling of fish populations in large water bodies. *J. Fish. Biol.* 27 (Suppl. A): 151-161.
- Hickley, P. 1991. Electric fishing. Theory and practice. Environment Agency Booklet. 24 pp.
- Hollender, B. A. & R. F. Carline. 1994. Injury to wild brook trout by backpack electrofishing. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 14: 643-649.
- Holliman, F.M., Kwak, T.J, Cope, W.G. & J. F Levine. 2007. Exposure of Unionid mussels to electric current: assessing risks associated with electrofishing. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 136: 1593-1606.
- Holliman, F. M., Reynolds, J. B. & T. J. Kwak. 2003. Electroshock-induced injury and mortality in the spotfin chub, a threatened minnow. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 23: 962-966.
- Holzer, W. 1932. Über eine absolute Reizspannung bei fischen. *Pflugers Archive Für des gesamte Physiologie* 229 : 153-172.
- Hoskonen, P. & J. Pirhonen 2006. Effects of repeated handling, with or without anaesthesia, on feed intake and growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research* 37 : 409-415.
- Iversen, M., Finstad, B., McKinley, R. S. & R. A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomidate, clove oil, Aqui-S and Benzoak as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts and their stress-reducing capacity. *Aquaculture* 221: 549-566.
- Jansson, T., Degerman, E., Edsman, L. & B. Bergquist, 2014. Utveckling av metodik för kvantifiering av flodkräfta med elfiske i vattendrag. PM Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 2014-01-15, 23 s.
- Jensen, A. J. & B. O. Johnsen. 1988. The effect of river flow on the results of electrofishing in a large Norwegian salmon river. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 1724-1729.
- Johlander, A. 1990. Utbildning i elfiske. Kurskompendium till Fiskeriverkets elfiskekurs i Lerum 12-13/6 1990. Fiskeriverket, PM. 18 s.
- Junge, C.O. & J. Libosvarsky, 1965. Effects of size selectivity on population estimates based on successive removals with electric fishing gear. *Zool. Listy* 14: 171-178.
- Järvi, T., Degerman, E., Niejahr, B., Sers, B., Ångström-Klevbom, C., Löf, A-C. & P. Jaurnell. 1990. Provfiske i Kungsådran, Dalälven. En populationsuppskattning under två tappningsregimer. PM Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 9 s.
- Karlström, Ö. 1976. Quantitative methods in electric fishings in Swedish salmon rivers. *Zoon* 4: 53-63.
- Karlström, Ö. 1977. Biotopval och besättningstät-het hos lax- och öringungar i svenska vattendrag. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr 6, 1977. 72 s.
- Keefe, M.L., Whitesel, T.A., & P. Angelone. 2000. Induced mortality and sublethal injuries in embryonic brook trout from pulsed DC electroshocking. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 20: 320-327.
- Kennedy, G. J. A. & C. D. Strange. 1981. Efficiency of electric fishing for salmonids in relation to river width. *Fisheries Management* 12: 55-60.

- Kocovsky, P.M., Gowan, C., Fausch, K.D. & S.C. Riley. 1997. Spinal injury rates in three wild trout populations in Colorado after eight years of backpack electrofishing. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 17: 308-313.
- Kolz, A.L. 1989. A power transfer theory for electrofishing. U.S. Fish and Wildlife Service Technical Report 22: 1-11.
- Kolz, A.L. & J.B. Reynolds. 1989. Determination of power threshold response curves. U.S. Fish and Wildlife Service Technical Report 22: 15-23.
- Kolz, A.L. 1993. In-water electrical measurements for evaluating electrofishing systems. Biological report 11, Fish and Wildlife service, U.S. Dept, of the Interior. 25 p.
- Lamarque, P. 1963. Electrofishings: fish reactions with neurophysiological explanations. Les réactions du poisson dans la peche électrique et leur explication neurophysiologique. *Science Progres La Natur.* Paris. No 3336, pp. 137-148. (English translation 1989). Canadian Translations in Fisheries and Aquatic Sciences, No 5442.
- Lamarque, P. 1967. Electrophysiology of fish subjected to the action of an electric field. pp. 65-92 In: Vibert, R. (Ed.) *Fishing with electricity, its application to biology and management.* London, Fishing News Books Ltd.
- Lamarque, P. 1990. Electrophysiology of fish in electric fields. pp. 4-33. In: I.G. Cowx, and P. Lamarque (Eds.). *Fishing with electricity, applications in freshwater fisheries management.* Fishing News Books, Oxford, UK.
- Laplanche, C. 2010. A hierarchical model to estimate fish abundance in alpine streams by using removal sampling data from multiple locations. *Biometrical Journal* 52: 209-221.
- Lazauski, H. G & S. P. Malvestuto. 1990. Electric fishing: results of a survey on use, boat construction, configuration and safety in the USA. p. 327-339. In: Cowx I.G. (Ed.). *Developments in Electric Fishing.* Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford, UK. 358 p.
- Leslie, P. H. & D. H. Davis. 1939. An attempt to determine the number of rats in a given area. *J. Anim. Ecol.* 8: 94-113.
- Markusson, K., Niskakoski, K., Degerman, E., Nyberg, P. & B. Sers, 1997. Vattendragets lutning som indikator på förekommande fiskarter. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 1997, Nr 1: 55-73.
- Markusson, K., 1998. Omgivande skog och skogsbruks betydelse för fiskfaunan i små skogsbackar. Skogsstyrelsen, Rapport 8. 30 s.
- McMichael, G. A. 1993. Examination of electrofishing injury and short-term mortality in hatchery rainbow trout. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 13: 229-233.
- McMichael, G. A., Fritts, A.L. & T.N. Pearsons. 1998. Electrofishing injury to stream salmonids; injury assessment at the sample, reach and stream scales. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 18: 894-904.
- Miljöministeriet. 2006. Arbetarskydd vid elfiske. Miljöförvaltningens anvisningar (8 sv/2006). Miljöministeriet, Helsingfors 2006. 45 s.
- Minns, C.K. 1995. Allometry of home range size in lake and river fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 1499-1508.
- Miranda, L.E. 2005. Refining boat electrofishing equipment to improve consistency and reduce harm to fish. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 25: 609-618.
- Miranda, L.E. & C.R. Dolan. 2003. Test of a power transfer model for standardized electrofishing. *Trans. Amer. Fish Soc.* 132: 1179-1185.
- Miranda, L.E. & C.R. Dolan. 2004. Electrofishing power requirements in relation to duty cycle. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 24: 55-62.
- Moran, P.A. P. 1951. A mathematical theory of animal trapping. *Biometrika* 38: 307-311.
- Muth, R.T. & J.B. Ruppert. 1997. Effects of electrofishing fields on captive embryos and larvae of razorback sucker. *North Amer. J. Fish. Mgmt.* 17: 160-166.
- Mäntyniemi, S., Romakkaniemi, A. & E. Arjas. 2005. Bayesian removal estimation of a population size under unequal catchability. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62: 291-300.
- Naturvårdsverket 1993. Biologisk mångfald. Miljön i Sverige – tillstånd och trender (MIST). Naturvårdsverket Rapport 4138.
- Naturvårdsverket 2002. Undersökningstyp - Elfiske i rinnande vatten. Handbok för miljöövervakning. Naturvårdsverket 2002. www.naturvardsverket.se.
- Naturvårdsverket 2010. Undersökningstyp - Elfiske i rinnande vatten. Handledning för miljöövervakning. Naturvårdsverket 2010-05-05. www.naturvardsverket.se.
- Novotny, D.W. & G.R. Priegel. 1974. Electrofishing boats, improved designs and operational guidelines to increase the effectiveness of boom shockers. Departement of Natural Resources, Madison, Wisconsin, Technical Bulletin 73. 48 p.
- Novotny, D.W. 1990. Electric fishing apparatus and electric fields. pp. 34-88. In: I.G. Cowx and P. Lamarque (Eds.). *Fishing with electricity, applications in freshwater fisheries management.* Fishing News Books, Oxford, UK.

- Näslund, I. 1992. Öring i rinnande vatten – en litteraturöversikt av habitatkrav, täthetsbegränsande faktorer och utsättningar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 1992, Nr 3: 43–82.
- Näslund, I. 1996. Elfiskeutrustningar – en jämförelse av fångsteffektivitet och skadeeffekter på fångad fisk. Länsstyrelsen i Jämtlands län. Rapport nr 1997:7. Miljöövervakning-kalkning. 10 s.
- Penczak T. & T. E. Romero. 1990. Accuracy of a modified catch-effort method for estimating fish density in large rivers (Warta river, Poland). pp. 191–196. In: Cowx I.G. (Ed.). Developments in Electric Fishing. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford, UK. 358 p.
- Persat, H. & G. H. Copp. 1990. Electric fishing and point abundance sampling for the ichthyology of large rivers. pp. 197–209. In: Cowx I.G. (editor). Developments in Electric Fishing. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford, UK. 358 p.
- Petersson, E. & Winberg, S. 2010. Fiskars morfologi, anatomi, fysiologi och förmåga att känna smärta. Kursdokumentation – SLU & Fiskhälsans FH AB kurs i märkningsteknik för fisk. 23 p.
- Pont, D., Beers, M., Buijse, T., Delaigue, O., Ferrera, T., Jepsen, N., Kovac, V., Schabuss, M., Segurado, P., Schuetz, C. & T. Vehanen. 2009. River Fish Intercalibration Group. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 1 Report. 49 p.
- Pursey, B.J., Kennard, M.J., Arthur, J.M. & A.H. Arthington, 1998. Quantitative sampling of stream fish assemblages – single- versus multiple-pass electrofishing. Australian J. Ecol. 23: 365–374.
- Rabeni, C. F., Collier, K. J., Parkyn, S. M. & B. J. Hicks. 1997. Evaluating techniques for sampling stream crayfish (*Paranephrops planifrons*). New Zealand J. Marine & Freshwater Res. 31: 693–700.
- Reynolds, J. B. 1995. Development and status of electric fishing as a scientific sampling technique. pp. 49–61 In: G.T.Sagawa (Ed.). Assessment methodologies and management. Proceedings of the world fisheries congress, theme 5. Oxford and IBH Publishing Company, New Delhi.
- Reynolds, J. B. 1996. Electrofishing. pp 221–253. In: Murphy, B.R. & D.W.Willis (Eds.). Fisheries Techniques (second edition). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA.
- Reynolds, J. B. & F.M. Holliman. 2000. Guidelines for assessment and reduction of electrofishing-induced injuries in trout and salmon. pp. 235–240 In: D. Schill m.fl. (Eds.). Management in the new millennium: Are we ready? Wild trout VII, Beyond Words, Fort Collins, Colorado.
- Reynolds, J. B. & F. M. Holliman. 2003. A proposed paradigm for electroshock-induced injury in fishes. Homepage: <http://www.sfosuaf.edu/shockingnews/effects/nationwide/nationwide.html>. 4 p.
- Ricker, W. E. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Can. Fish. Res. Board, Bull 119. 300 p.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Can. Fish. Res. Board Bull. 191. 382 p.
- Riley, S. C. & K. D. Fausch. 1992. Underestimation of Trout Population Size by Maximum-Likelihood Removal Estimates in Small Streams. North Amer. J. Fish. Mgmt. 12: 768–776.
- Roach, S.M. 1999. Influence of electrofishing on the mortality of Arctic grayling eggs. North Amer. J. Fish. Mgmt. 19: 923–929.
- Rose, J. D. 2002. The neurobehavioral nature of fishes and the question of awareness and pain. Reviews in Fisheries Science 10: 1–38
- Rose, J.D. 2003. A Critique of the paper: “Do fish have nociceptors: Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system” published in Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences. 270:1115–1121, 2003 by Sneddon, Braithwaite and Gentle. In: Information Resources on Fish Welfare 1970–2003, Animal Welfare Information Resources No. 20. H. E. Erickson. (Ed.), U. S. Department of Agriculture, Beltsville, MD. Pp. 49–51.
- Rosenberger, A. E. & J. B. Dunham. 2005. Validation of abundance estimates from mark-recapture and removal techniques for rainbow trout captured by electrofishing in small streams. North Amer. J. Fish. Mgmt. 25: 1395–1410.
- Ross, L. G. & B. Ross. 2008. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals (3rd ed.). Blackwell Publishing Ltd. 218 p.
- Rümmler, F., Schreckenbach, K., Göthling U. & S. Schiewe. 2004. Untersuchungen zu den Auswirkungen des elektrofischfangs auf fische. Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow. Band 14 (2004). 89 p.

- Saksgård, L. M. & T. G. Heggberget. 1990. Estimates of density of presmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a large north Norwegian river. pp.102-108. In: Cowx I.G. (Ed.). Developments in Electric Fishing. Fishing News Books, Oxford, UK. 358 p.
- Sanders, R.E. 1992. Day versus night electrofishing catches from near-shore waters of the Ohio and Muskingum rivers. The Ohio Journal of Science 92: 51-59.
- Sandström, A., Bergquist, B., Ragnarsson, H. & M. Andersson. 2014. A test of sampling methods in the littoral of Lake Vänern, Sweden. Journal of Aquatic Ecosystem Health and Management 17(4), 2014.
- Scheminsky, F. 1924. Versuche über Elektrotaxis und Elektronarkose. Pflügers Archive für die Gesamte Physiologie 202: 371-379.
- Scheminsky, F. 1936. Zur Physiologie der Galvanonarkose bei Wassertieren. Pflügers Archive für die Gesamte Physiologie 237: 273-283.
- Schibli, H. & J. Ottosson, 1995. Elfisken i kalkade vatten inom Hallands län. Redovisning av elfisken 1951-1994. Länsstyrelsen i Hallands län, Meddelande 1995, Nr 2. 216 p.
- Schill, D.J. & K. F. Beland. 1995. Electrofishing injury studies. A call for population perspective. Fisheries 20: 28-29.
- Schill, D.J. & F.S. Elle. 2000. Healing of electroshock-induced hemorrhages in hatchery rainbow trout. North Amer. J. Fish. Mgmt. 20: 730-736.
- Schmutz, S., Zauner, G., Eberstaller, J. & M. Jungwirth. 2001. Die "Streifenbefischungs-methode": Eine methode zur Quantifizierung von Fischbeständen mittelgrosser Fliesgewässer. Österreichs Fischerei 54: 14-27.
- Schnute, J. 1983. A new approach to estimating populations by the removal method. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 2153-2169.
- Scholten, M. 2003. Efficiency of point abundance sampling by electro-fishing modified for short fishes. J. Appl. Ichtyol. 19: 265-277.
- Seber, G. A. F. & E. D. LeCren, 1967. Estimating population parameters from catches large relative to the population. J. Anim. Ecol. 36: 631-643.
- Sers, B., Magnusson, K. & E. Degerman, 2008. Referensvärden från Svenskt Elfiskeregister. Information från Svenskt ElfiskeRegiSter, Nr 1. 49 s.
- Sharber, N. G. & S.W. Carothers, 1988. Influence of electrofishing pulse shape on spinal injuries in adult rainbow trout. North Amer. J. Fish. Mgmt 8: 117-122.
- Sharber, N.G., Carothers, S.W., Sharber, J.P., de Vos J.C. & D.A. House. 1994. Reducing electrofishing induced injury of rainbow trout. North Amer. J. Fish. Mgmt. 14: 340-346.
- Sharber, N.G. & J.S. Black. 1999. Epilepsy as a unifying principle in electrofishing theory: a proposal. Trans. Amer. Fish. Soc. 128: 666-671.
- Shirvell, C.S. 1990. Role of instream rootwads as juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) cover habitat under varying streamflows. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 852-861.
- Sjölander, E. & B. Öhman, 1992. Elfiske. Kurskompendium hösten 1992. PM från Fisk- och Vattenvård i Norrland AB. 23 s + bilagor.
- Sneddon, L. U. 2003a. The evidence for pain in fish: The use of morphine as an analgesic. Applied Animal Behaviour Science. 83: 153-162.
- Sneddon, L. U. 2003b. Trigeminal somatosensory innervation of the head of a teleost fish with particular reference to nociception. Brain Research 972: 44-52.
- Sneddon, L. U. 2004. Pain perception in fish. Fish Farmer 27: 8-10.
- Sneddon, L. U. 2006. Ethics and welfare: Pain perception in fish. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 26: 6-10.
- Sneddon, L. U., Braithwaite, V., & M. J. Gentle. 2003. Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences 270: 1115-1121.
- Sneddon, L. U. 2007a. Assessing pain perception in fish from physiology to behaviour. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A: Molecular & Integrative Physiology 146 (Suppl. 41),
- Sneddon, L. U. 2007b. Fish behaviour and welfare. Applied Animal Behaviour Science 104: 173-175.
- Sneddon, L. U. 2009. Pain perception in fish: Indicators and endpoints. National Research Council, Institute of Laboratory Animal Resources, ILAR Journal 50: 338-342.
- Snyder, D. E. 2003. Electrofishing and its harmful effects on fish. Information and Technology Report USGS/BRD/ITR, 2003-0002. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. 149 p.
- SS-EN 60335-1: 2002. Elektriska hushållsapparater och liknande bruksföremål – Säkerhet – Del 1: Allmänna fordringar. Utgåva 4 (2002). Engelsk text. 59 s.

- SS-EN 60335-2: 2003. Elektriska hushållsapparater och liknande bruksföremål – Säkerhet – Del 2-86. Utgåva 2 (2003). Särskilda fordringar på elektriska fiskeapparater. Med tillägget SS-EN 60335-2-86 A 1 (2005). Engelsk text. 41 s.
- SS-EN 14011: 2006. Vattenundersökningar – Provtagning av fisk med elektricitet. Svensk standard. Europeisk standard fastställd 2003-10-03.1 (2006). Engelsk text. 16 s.
- Sternin, V. G., Nikonorov, I.V. & Y. K. Bumeister. 1972. Electrical fishing. Theory and practice. Pishhevaya Promyshlennost, Moskva, 1972. (English translation 1976). Israel program for Scientific Translations. Keter Publishing House Ltd, Jerusalem. 316 p.
- Summerfelt R. C. & L. S. Smith. 1990. Anaesthesia, surgery and related techniques. pp. 213-272. In: Schreck C.B & P.B. Moyle (Eds). Methods for Fish Biology. Bethesda MD. American Fisheries Society.
- Thompson, K.G., Bergersen, E.P., Nehrig, R.B. & D.C. Bowden. 1997. Injuries to brown trout and rainbow trout induced by capture with pulsed direct current. North Amer. J. Fish. Mgmt. 17: 141-153.
- Thorfvé, S., 1997. En jämförelse av fångsteffektivitet mellan olika elfiskemetoder vid fångst av harr, *Thymallus thymallus* (L.) och öring, *Salmo trutta* (L.) i svenskt vattendrag. Fiskeribiologisk rapport Härnösand 1: 1-14.
- Vibert, R. 1963. Neurophysiology of electric fishing. Trans. Amer. Fish. Soc. 92: 265-275.
- Vibert, R. 1967. pp. 3-51. In: Vibert, R. (Ed.). Fishing with Electricity – Its application to Biology and Management. FAO – EIFAC, Fishing News Books Ltd., London. 276 p.
- Water Quality Assessments. 1996. Water Quality Assessments: A guide to use of biota, sediments and water in environmental modelling. Editor D. Chapman. UNESCO, United Nations Environmental Programme. Chapman & Hall, London.
- Westman, K., Sumari, R. & M. Pursianen. 1979. Electric fishing in sampling crayfish. pp. 252-255. In: Lauren P.J. (Ed.). Freshwater Crayfish IV. Papers from the 4th International Symposium of Astacology, Thonon-Les-Bains, France.
- Whitney, L.V. & R. L. Pierce. 1957. Factors controlling the input of electrical energy into a fish (*Cyprinus carpio* L.) in an electrical field. Limnology and Oceanography 2: 55-61.
- Wolf, P. 1947. Lax i Sverige och England. Gleeerups. 121 s.
- Wolf, P. 1950. Fiskeribiologiska undersökningar i Kävlingeån. Gleeerups. 72 s.
- Wyatt, R. J. 2002. Estimating riverine fish population size from single- and multiple-pass removal sampling using a hierarchical model. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 59: 695-706
- Wyatt, R. J. 2003. Mapping the abundance of riverine fish populations: integrating hierarchical Bayesian models with a geographic information system (GIS). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 60: 997-1006.
- Wyatt, R.J. & R.F. Lacey. 1994. Guidance notes on the design and analysis of river fishery surveys. R&D Note 292. National Rivers Authority. Bristol.
- Zalewski, M. & I. G. Cowx. 1990. Factors affecting the efficiency of electric fishing. p. 89-111. In: Cowx, I. G. & P. Lamarque (Eds). Fishing with electricity. Applications in Freshwater Fisheries Management. Fishing News Books, Blackwell Sci. Publ. Ltd., Oxford. 248 p.
- Zippin, C. 1956. An evaluation of the removal method of estimating animal populations. Biometrics 12: 163-189.
- Zippin, C. 1958. The removal method population estimation. J. Wildl. Mgmt. 22: 82-90.
- Åslund, J.-E- & E. Degerman. 2007. Kalk och fisk. Kalkning av försurade vatten i Jämtlands län 1983-2006 – effekter på fiskfaunan i rinnande vatten. Länsstyrelsen i Jämtlands län, Fiske/Miljöövervakning, Rapport 2007, Nr 2. 88 s.

Bilaga 1. Elfiskeprotokoll

Elfiskeprotokoll för _____

TOPOGRAFISK KARTA: _____

VATTENDRAGSNAMN: _____		LÄNSNUMMER: _____	
Kommun: _____	Kommunnr: _____	VERKSAMHET/SYFTE: _____	
Vattendragskoordinater: X: _____	Y: _____	Huvudflodomr: _____	
LOKALKOORDINATER: X: _____	Y: _____	Biflödesnr: _____	
LOKALNAMN: _____	Nr: _____	Höjd över hav (m): _____	

ORGANISATION/AVD: _____

DATUM: _____

PROVTAGARE/FISKET UTFÖRT AV: _____

FINANSIÄR: _____

ADRESS/TELE/E-POST: _____

ANTAL UTFISKNINGAR: _____

METOD: _____

Kvantitativt

Kvalitativt

AVFISKADES HELA VATTENDRAGS(VÅT)BREDDEN (JA/NEJ): _____

Avstängt fiske (Ja/Nej): _____

AGGREGAT (MÄRKE): _____	TYP AV AGGREGAT SOM ANVÄNTS (sätt kryss): BENSIN <input type="checkbox"/>		BATTERI <input type="checkbox"/>
VOLTSTYRKA (V): _____	Strömstyrka (A): _____	Pulsfrekvens (Hz): _____	
VATTENDR.VÅTA BREDD(m): _____	AVFISKAD BREDD (m): _____		AVFISKAD YTA (m ²): _____
LOKALENS LÄNGD (m): _____	Lokalens andel torra partier (%) _____		LOKAL. MEDELYTA (m ²): _____
MAXDJUP (m): _____	LOKAL. MEDELBREDD (m): _____		LOKAL. MEDELYTA (m ²): _____
MEDELDJUP (m): _____	Klart <input type="checkbox"/> Grumligt <input type="checkbox"/> Mycket grumligt <input type="checkbox"/>		
LUFTTEMP (°C): _____	GRUMLIGHET (sätt X): _____		
VATTENTEMP (°C): _____	Klart <input type="checkbox"/> Färgat <input type="checkbox"/> Kraftigt färgat <input type="checkbox"/>		
VATTENTEMP (°C): _____	VATTENFÄRG (sätt X): _____		

VATTENHASTIGHET:(sätt x) LUGNT <input type="checkbox"/>	STRÖMT <input type="checkbox"/>	STRÅK-FORS <input type="checkbox"/>	Vattenhastighet: _____ m/s
VATTENNIVÅ:(sätt x) LÅG <input type="checkbox"/>	MEDEL <input type="checkbox"/>	HÖG <input type="checkbox"/>	Vattenföring: _____ m ³ /s
Bottentopografi: (sätt x) Jämn <input type="checkbox"/>	Intermediär <input type="checkbox"/>	Ojämn <input type="checkbox"/>	

SUBSTRAT OCH VEGETATION BEDÖMS ENLIGT (Domin.=D1, näst domin.=D2 etc.) Förekomsten klassas även 0-3 (se instruktion).

SUBSTRAT (D1, D2, D3):	FINSED (<0,2mm)	SAND (0,2-2mm)	GRUS (0,2-2cm)	STEN1 (2-10 cm)	STEN2 (10-20 cm)	BLOCK1 (20-30cm)	BLOCK2 (30-40cm)	BLOCK3 (40-200cm)	HÄLL (>200cm)
FÖREKOMST (0-3):	FINSED	SAND	GRUS	STEN1	STEN2	BLOCK1	BLOCK2	BLOCK3	HÄLL
VEGETATION (D1, D2, D3):	ÖV.VÄXT.	FLYTBL	SLINGE	ROSETT	MOSSA	PÄV.ALG			
FÖREKOMST (0-3):	ÖV.VÄXT.	FLYTBL	SLINGE	ROSETT	MOSSA	PÄV.ALG			
NÄRMILJÖ (Ange dom. typ, D1, D2, D3):	LÖVSKOG	BARRSKOG	BLANDSKOG	KALHYGGE					
ÅKER	ÅNG	HED	MYR	KALFJÄLL	BERG/BLOCKM.				
ARTIFICIELL	DOMIN.TRÄDSLAG: _____		NÄST DOM.TRÄDSL: _____						
BESKUGGNING: _____	VED I VATTNET (antal): _____		Ved i vatten (Antal/100m ²): _____						

ART	ANTAL PER FISKEOMGÅNG			ART	ANTAL PER FISKEOMGÅNG		
	1	2	3		1	2	3

Elfiskelokalens avstånd till uppströms liggande sjö (km). Saknas sjö uppstr. anges detta med ett kryss (X):		Elfiskelokalens avstånd till nedströms liggande sjö (km):		
Avrinningsområdets storlek (km ²): (sätt x)	<10	<100	<1000	>1000
Andel sjö i avrinn.omr. (%): (sätt x)	<1%	<5%	<10%	>10%
VANDRINGSHINDER: (Sätt x) Inga		Nedströms	Uppströms	
STRÖMLEVANDE/VANDRANDE LAXFISK? (Sätt x) Strömlevande		Vandrande		
Lokalens värde som uppväxtbiotop för laxfiskungar (0, 1, 2):				

KALKPÅVERKAN: (Sätt x) JA		NEJ		Senaste kalkdatum:			
Typ av kalkning:(sätt x) Sjöalkning		Doserar-kalkning	Våtmarks-kalkning	Bäckzons-kalkning			
PÅVERKAN (1 = måttligt, 2 = kraftigt, 3 = mycket kraftigt)			Ingen eller obetydlig påverkan (sätt ett kryss (X) i till höger --->):				
Klimat/torka	Skogsbruk/hygge	Skogsbruk/flottledsrens.	Industri/utsläpp	Organisk förorening	Vattenkraft/reglering	Arb. i v-drag/grävning	Fiskevård/flottledsrest.
Klimat/bottenfrys.	Skogsbruk/dikn.markber.	Torvtäkt	Industri/gruva	Avloppsrecipient	Vattenkraft/torrfåra	Arb. i v-drag/grumling	Fiskevård/rotenon
Klimat/högflöde erosion	Skogsbruk/röjning/gallring	Jordbruk/allmänt	Industri/giftutsläpp	Sedimentation	Vägar/bebyggelse	Arb. i v-drag/veg.rensad	Fiskevård/ red. Bäckrödning
Skogsbruk/allmänt	Skogsbruk/träd-&veg.rester	Jordbruk/vattenuttag	Oljeutsläpp	Metallutfällning	Arb. i v-drag/kanalisering	Fiskevård/utplantering	Fauna/ bäver
Skogsbruk/avverkning	Skogsbruk/skogsgödning	Jordbruk/igenväxning	Fiskdöd	Försurning	Arb. i v-drag/rensning	Fiskevård/biotopvård	Fauna/ mink

VATTENKEMI:		Provdatum	
pH	Alkalinitet (mekv/l)	Konduktivitet (mS/m)	
Färgtal (mg Pt/l)	Tot-Al (µg/l)	Grumlighet (FNU/FTU)	

Anmärkning:

SKISS ÖVER ELFISKELOKALEN (Ange lokalmärkning, norrpil, flödesriktning), samt ev. foto-id, m m:

Efter avslutat fiske mottages tacksamt kopia på elfiskeprotokollet till:
SLU, Sötvattenslaboratoriet, Elfiskeregistret
 Pappersbruksallén 22, 702 15 ÖREBRO
 tele: 010-478 42 42
 e-post berit.sers@slu.se

Kopia ska också skickas till den Länsstyrelse som beviljat tillståndet.



Bilaga 2. Instruktion för ifyllande av elfiskeprotokoll i fält



INSTRUKTION FÖR IFYLLANDE AV ELFISKEPROTOKOLL I FÄLT

(vers 20150212)

Datavärd för fisk i rinnande vatten: SLU, Sötvattenslaboratoriet, Att: Berit Sers, Pappersbruksallén 22, 702 15 ÖREBRO, tele 010-4784242, e-post: berit.sers@slu.se.

Bifogade elfiskeprotokoll utgör en mall enligt vilken elfiskeresultat bör redovisas. De ingående variablerna är att se som en miniminivå som krävs för att kunna datalagra och tolka elfiskeresultatet. Dock har de absolut nödvändigaste variablerna som alltid måste fyllas i av utövaren markerats med fetstil och VERSALER. Detta elfiskeprotokoll och denna instruktion skall användas vid alla typer av elfisken, även de som ingår i den nationella och regionala miljö- och resursövervakningen. För de senare finns dock särskilda anvisningar och lokalbeskrivningsprotokoll, se kursiv text nedan.

All kursiv text i denna instruktion är kompletterande instruktioner och gäller för elfisken ingående i nationell och regional miljö- och resursövervakning där en mer detaljerad redovisning krävs. Vid elfiske i nationella tidsserievattendrag (IKEU-vattendragen samt miljöövervakningens referensvattendrag) skall även exempelvis lokalens medelbredd och medelyta, samt fiskens vikt redovisas. För elfisken i dessa vattendrag finns särskilda anvisningar och lokalbeskrivningsprotokoll (transektprotokoll) framtagna.

Elfiskeprotokollet omfattar 4 sidor:

Sidan 1 - Sammanställning av fångst samt fältdata

Sidan 2 - Kompletterande uppgifter om avrinningsområdet, kalkningar och annan påverkan, vattenkemi, samt kartsnitt över lokalen.

Sidan 3 - Längdmätning i mm samt ev. vikt i gram (g)

SIDAN 1

• ÖVERST PÅ SIDAN

Län = Ange vilket län elfiskelokalen är belägen i. Anges med klartext.

TOPOGRAFISK KARTA = Ange vilket topografiskt kartblad som elfiskelokalen ligger på, ex 10F SO.

• RUTA 1

VATTENDRAGSNAMN = I första hand används namn i SMHI:s vattendragsregister (SVENSKT VATTENARKIV - Vattendragsregistret, SMHI, Norrköping). Är vattendraget litet och inte står med skall i andra hand namn från topografiska kartan användas. Eljest lokalt namn.

LÄNSNUMMER = Ange vilket län elfiskelokalen är belägen i. Anges med länsbeteckning enligt Bilaga 1.

Kommun = Ange vilken kommun elfiskelokalen är belägen i. Anges i klartext.

Kommunnr = Ange vilken kommun elfiskelokalen är belägen i. Anges med kommunbeteckning enligt Bilaga 2.

VERKSAMHET/SYFTE = Här anges syftet med elfiskeundersökningen. Klassificera syftet i kategorierna Nationell miljöövervakning (NMÖ), Regional miljöövervakning (RMÖ), Nationell kalkeffektuppföljning (IKEU, ange gärna om lokalen är en referenslokal), Regional kalkeffektuppföljning, Annan effektuppföljning (uppföljning av åtgärd som biotopvård eller liknande), Vattenmål (undersökning ingående i vattenmål), Inventering (enstaka insats för att studera fiskfaunan), Recipientkontroll, Flyttning av fisk, Avelsfiske (där syftet varit att få tag på avelsfisk) m fl.

Vattendragskoordinater = 12-siffriga koordinater (XXXXXX-YYYYYY) i rikets system (RAK) för vattendragets mynning enligt SMHI:s vattendragsregister. Finns inte vattendragets koordinater i SMHI:s vattendragsregister ska vattendragskoordinaterna för första koordinatsatta vattendragsgren nedströms vattendraget anges. Ange således inte egna koordinater.

Huvudflodområde = Huvudflodområdesnummer (avrinningsområdesnummer) enligt SMHI, exempelvis 35 för Idbyån.

LOKALKOORDINATER = Egen lägesbestämning av elfiskelokalens nedre avgränsning. 14-siffriga koordinater i RT90 2,5 gon väst. Används GPS skall koordinaterna alltid kollas mot topografiska kartan.

Biflödesnummer = Biflödesnummer enligt SMHI's vattendragsregister. Biflödesnumret som anges är det nummer på vattendraget som vattendragskoordinater angivits för ovan.

LOKALNAMN = Lokalnamn ges av den som fiskade lokalen. Helst ges namn efter namn på topografiska kartan, möjligen följt av lägesangivelse. Ex: Kroatorpet, Söder om. Ex: Omedelb. ned. länsväg 245.

Nr = Lokalens nummer enligt den som först fiskat lokalen, eller enligt eget önskemål. Frivillig uppgift för att underlätta rapportering och rapportuttag.

Höjd över havet = Avser elfiskelokalens altitud i m över havsytan. Bedöms så noggrant möjligt från topografiska kartan. Noggrannheten bör minst vara lika med kartans ekvidistans.

• MELLAN RUTA 1 OCH 2

ORGANISATION/AVD. = Ange institution/organisation som ansvarar för elfiskets genomförande.

PROVTAGARE/FISKET UTFÖRT AV = Ange namn på ansvarig person för elfisket. Datalagras ej, används för kvalitetssäkring.

ADRESS/TELE/E-POST = Ange e-postadress, eller telefonnummer som kan behövas vid förfrågningar.

DATUM = Provtagningsdatum skrivet ÅÅÅMMDD, t.ex. 20141002.

FINANSIÄR = Vem/vilken organisation/myndighet har bekostat elfisket. Ex Lst.

ANTAL UTFISKEN = Ange hur många utfiskningar som utfördes.

METOD = Ange om elfisket utförts kvantitativt (enligt Handbok för Miljöövervakning 2-3 utfisken) alternativt kvalitativt (ett utfiske).

AVFISKADES HELA VATTENDRAGS (VÅT-) BREDDEN = Ibland avfiskas bara en del av större vattendrags bredd, svara i så fall NEJ. Icke ifyllt fält tolkas som JA.

Avstängt fiske = Notera om fisket bedrevs avstängt, dvs om avstängningsnät använts eller om naturlig avstängning finns (ex. damm). Även om enbart övre eller nedre del stängts av så räknas detta som JA.

• RUTA 2

AGGREGAT/MÄRKE = Fri text för att ange fabrikatet på aggregatet. Med aggregat menas inte elverket utan själva 'elfiskelådan'. Ex Lugab, Biowave.

BENSIN/BATTERI = Ange typ av kraftkälla för aggregatet. Antingen bensin eller batteri.

VOLTSTYRKA = Den utgående spänningen (Volt) som använts vid fisket enligt voltmätaren på aggregatet. För att ställa in voltstyrkan rätt bör man veta vilken konduktivitet (ledningsförmåga) vattnet har. Denna enhet anges som mS/m och kan bara mätas med speciell konduktivitetmätare. Ligger konduktiviteten på 5 mS/m så bör voltstyrkan vara 700-900 V, är konduktiviteten 10 mS/m så bör voltstyrkan vara 500-700 V och är den 20 mS/m så bör voltstyrkan vara 200-500 V. I näringsrika vatten med hög salthalt och hög ledningsförmåga ska voltstyrkan vara låg medan näringsfattiga vatten kräver högre voltstyrka.

Strömstyrka = Den utgående strömstyrkan (Ampere) som använts vid fisket enligt amperemätaren på aggregatet.

Pulsfrekvens = Vid användning av batteriaggregat anges den pulsfrekvens (Hz) som har använts vid fisket. Saknas frekvensmätare anges frekvensen utgående från förinställningen på aggregatet.

VATTENDRAGETS VÅTA BREDD = Tidigare benämnd VATTENDRAGSBREDD. Avser vattendragets våta medelbredd vid elfisketillfället. Mätes med måttband i ett antal transekter tvärsöver vattendraget med början vid lokalens nedre avgränsning och avslutas vid lokalens övre avgränsning. *För tidsserievattendrag (IKEU- och REFERENSVATTENDRAG) ingående i den nationella kalkeffektuppföljningen och miljöövervakningen skall transektmätningarna göras med 5 m-intervall.* Anges som medelbredd i m med en decimal.

AVFISKAD BREDD = Tidigare benämnd LOKALBREDD. Den bredd av vattendraget som elfisket har omfattat. Om endast en del, ex halva vattendraget, avfiskats pga av högt vattenstånd eller liknande, anges denna bredd här. Avfiskas hela vattendragsbredden så är den avfiskade bredden identisk med VATTENDRAGETS VÅTA BREDD (se ovan). Mätes vid varje elfisketillfälle med måttband i ett antal transekter med början vid lokalens nedre avgränsning och avslutas vid lokalens övre avgränsning. *För tidsserievattendrag (IKEU- och REFERENSVATTENDRAG) ingående i den nationella kalkeffektuppföljningen och miljöövervakningen skall transektmätningarna göras med 5 m-intervall.* Anges som medelbredden i m med en decimal.

LOKALENS LÄNGD = Elfiskelokalens längd. Mätes vid varje elfisketillfälle med 25 eller 50 m måttband och anges i heltals meter. Vid fiske över hela vattendragsbredden skall lokalens längd mätas utgående från strömfårans mittlinje. Det innebär att mätningen bör delas upp i flera delmätningar när vattendraget kröker sig. Vid avfiskning av bara en del av vattendragsbredden (ex vid mycket breda/djupa vattendrag) mätes lokalens längd utgående från längden på närmaste strandlinje. Fiskas olika längd på vardera stranden anges medellängden.

Lokalens andel torra partier = Ange i procent hur stor del av lokalen som bestod av torra partier, dvs uppstickande stora block o dyl.

AVFISKAD YTA = Den yta av vattendraget som elfiskats. Omfattar normalt vattendragets hela vattentäckta bredd, men kan också omfatta endast en del av vattendragsbredden (se ovan AVFISKAD BREDD). Avser vattentäckt yta, dvs ej inräknat uppstickande stora block och andra 'torra' partier. Är mängden block och liknande som sticker upp mer än 5% av ytan, skall detta räknas av från totalarean. Anges i hela m².

MAXDJUP = Lokalens maxdjup (största djup). Vattendjupet mätes med centimetergraderad måttstock och anges i m med två decimaler.

MEDELDJUP = Lokalens medeldjup. Medeldjupet erhålles genom att mäta vattendjupet med centimetergraderad måttstock i ett antal transekter på den avfiskade ytan med början vid lokalens nedre avgränsning och avslutas vid lokalens övre avgränsning. Anges i m med två decimaler. *För tidsserievattendrag (IKEU- och REFERENS-VATTENDRAG) ingående i den nationella kalkeffektuppföljningen och miljöövervakningen skall transektmätningarna göras med 5 m-intervall. I varje transekt mätes djupet i tre punkter (1/4 bredd, 1/2 bredd och 3/4 bredd, se särskilt transektprotokoll).*

LOKALENS MEDELBREDD = Elfiskelokalens medelbredd vid normal lågvattenföring. Vid normal lågvattenssituation och fiske över hela vattendragsbredden är lokalens medelbredd i regel lika med vattenfårans (vattendragets) våta medelbredd. För att erhålla rätt medelbredd krävs det upprepade inmätningar av lokalen. Vid bestämningen av lokalens medelbredd mätes vattenfårans våta bredd med måttband i ett antal transekter tvärsöver vattendraget enligt ovan angiven metodik för tidsserievattendrag. Medelbredden anges i meter med en decimal. När lokalen ej omfattar hela vattendragsbredden anges enbart medelbredden för den avfiskade bredden. Lokalens medelbredd skall fastställas utgående från medelvärde av flera års inmätningar av lokalens (vattenfårans) våta bredd.

LOKALENS MEDELYTA = Elfiskelokalens genomsnittliga yta angiven i hela m². Omfattar normalt vattendragets hela vattentäckta bredd, men kan också omfatta endast en del av vattendragsbredden. Har hela vattendragsbredden avfiskats är den avfiskade ytan lika med den vattentäckta ytan vid elfisketillfället. Lokalens medelyta skall fastställas utgående från lokalens längd och medelvärde av flera års inmätningar av lokalens (vattenfårans) våta bredd

LUFTTEMPERATUR = Temperaturen i °C i luften vid fisketillfället. Anges med en decimal.

VATTENTEMPERATUR = Temperaturen i °C i ytvattnet (0.2-0.3 m) vid fisketillfället. Anges med en decimal.

GRUMLIGHET = Sätt X i rutorna om vattnet är klart (< 1 FNU/FTU), grumligt (1-2,5 FNU/FTU), eller mycket grumligt (> 2,5 FNU/FTU). Enligt nu giltig svensk standard och internationell ISO-standard skall mätvärden anges i FNU (formazine nephelometric units). En FNU är approximativt lika med en FTU som är den gamla enheten för vattnets grumlingsgrad. Saknas mätinstrument görs bedömningen genom okulärbesiktning av vattenprov i glasburk eller genomskinligt plastkärl. Klart vatten = genomskinligt utan någon större mängd partiklar, Grumligt = mer eller mindre svårt att urskilja föremål genom kärlet, mycket grumligt = mycket svårt eller omöjligt att urskilja föremål genom kärlet. Kraftigt färgat vatten kan försvåra bedömningen.

VATTENFÄRG = Vattnets färg. Sätt X i rutorna om vattnet är klart (färgtal < 25 mg Pt/l), färgat (färgtal 25-100 mg Pt/l) eller kraftigt färgat (färgtal > 100 mg Pt/l). Saknas mätinstrument görs en bedömning av vattnets färg i ett kärl med vit botten. Klart vatten = ingen eller endast svag färg kan urskiljas, färgat vatten = vattnet har en tydlig gul till gulbrun färg, kraftigt färgat vatten = vattnet har en kraftig brun till brunröd färg (färgen är mera brun än gul).

• RUTA 3

VATTENHASTIGHET = Den dominerande vattenhastigheten i ytan bedöms i tre klasser. LUGNT (< 0.2 m/s), STRÖMT (0.2-0.7 m/s) samt STRÅKANDE-FORS vid medelvattenhastigheter över 0.7 m/s. Görs exakt mätning anges medelvärdet för ytvattnet. Alternativt anges på protokollet andelen (%) av elfiskelokalerna som hade lugn, strömmande resp. stråkande-forsande vattenhastighet. Summan av andelarna skall bli 100%.

Vid lugn vattenhastighet rör sig vattnet med slät obruten vattenyta och mycket liten turbulens. Vid strömmande vattenhastighet rör sig vattnet med små krusningar, vågbildningar och gurglande ljud, men vattenytan är ej bruten. Vid stråkande-forsande vattenhastighet bryts vattenytan sönder i ett vitt skum på flera ställen och vattnet rör sig snabbt och turbulent. Ett tydligt brusande ljud hörs. Ett annat karaktärsdrag för stråkande-forsande vattenhastighet är att vågorna som en utslängd sten bildar ej kan gå mot strömmen längre än någon decimeter innan de löses upp.

Vattenhastighet m/s = Ange uppmätt hastighet i m/s.

VATTENNIVÅ = Vattendragets nivå vid elfisketillfället. Anges som låg, medel, hög i förhållande till vattendragets medelnivå.

Vattenföring = Uppmätt eller skattad vattenföring i m³/s (OBS! 1000 l/s = 1 m³).

Bottentopografi = Ange om botten är jämn, intermediär eller ojämn. Detta är en subjektiv bedömning och kan därför lämnas därhän av den som är osäker. Självklart ökar bottenens ojämnhet med grövre substrat. Bedömningen avser dock inte denna skillnad utan är till för att jämföra lokaler med samma substrat. Med andra ord skall en blockig botten jämföras med andra blockiga bottenar.

SUBSTRAT = Bottensubstratet på elfiskelokalerna klassas enligt nedanstående indelning. Ange D1 för dominerande substrat, D2 för näst dominerande samt D3 för tredje dominerande substrat. Alla bottensubstrat skall även klassas enligt förekomstklasserna 0-3, där 0= saknas, 1 = mindre än 5% av yttäckningen sett uppifrån (ringa förekomst), 2 = 5-50% av yttäckningen (måttlig förekomst) samt 3 = mer än 50% av yttäckningen (riklig förekomst). Det är viktigt att man får fram en representativ bedömning av lokalens dominerande bottensubstrat. Detta erhålles enklast genom att arbeta i transekter (se anvisningarna för tidsserievattendragen nedan).

I tidsserievattendragen görs bedömningen av elfiskelokalens substrattyper utgående från en transektiv substratbedömning i samband med djup och breddmätningen. Transekterna läggs ut med 5 m intervall (se instruktionen för djup- och breddmätning). I varje transekt bestäms den dominerande substrattypen i

tre rutor (0.5 x 0.5 m) belägna vid $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ och $\frac{3}{4}$ av vattendragsbredden. Den dominerande substrattypen i varje ruta bestäms enligt nedanstående storleksindelning och redovisas på särskilt transektprotokoll. Den substrattyp som har angivits som dominerande i flest rutor utgör den dominerande substrattypen på elfiskelokalerna. Den substrattyp som därefter är vanligast är den näst mest dominerande substrattypen på lokalerna och eventuellt anges också den tredje dominerande substrattypen.

KOD	Förklaring	Partikeldiameter (cm)
FIN	Finsediment	<0.02
SAND	Sand	0.02-0.2
GRUS	Grus	0.2-2.0
STEN1	Mindre sten	2.0-10
STEN2	Större sten	10-20
BLOCK1	Mindre block	20-30
BLOCK2	Medelstor block	30-40
BLOCK3	Större block	40-200
HÄLL		>200

VEGETATION = Vattenvegetationen delas upp i *överbattensväxter* (t ex vass, säv, starr), *flytbladsväxter* (t ex näckrosor och vissa nateväxter), *slingväxter* (undervattensvegetation som t ex hårslinga, löktåg och vattenpest), *rosettväxter* (t ex strandpryl och braxengräs), *mossa* (t ex näckmossa, klomossa och bäckmossa) och *påväxtalger* (t ex grönalger och andra trädalger). Vegetationsförekomsten anges på samma sätt som bottenstratet (se ovan) i dominerande (D1), näst dominerande (D2), samt eventuellt också tredje dominerande (D3) vegetationstyp. Vegetationen skall också anges i förekomstklasser (0-3) där 0 = saknas, 1 = <5% yttäckning (ringa), 2 = 5-50% yttäckning (måttlig) samt 3 = >50% yttäckning (riklig). Dominerande art kan om möjligt anges i anmärkningen.

NÄRMILJÖ = Avser lokalens närmaste omgivning inom en 30 m bred zon på båda sidor om vattendraget. Oavsett längden på den provfiskade sträckan skall alltid närmiljön bedömas för en strandzon om minst 30 m längd. Ange dominerande markanvändning/skogstyp (D1) för närmiljön runt om elfiskelokalerna klassat som; Lövskog, Barrskog, Blandskog, Kalhygge, Åker, Äng, Hed, Myr, Kalfjäll, Berg i dagen/blockmark eller Artificiell (anlagda ytor). Om flera marktyper förekommer anges även näst dominerande (D2) samt tredje dominerande (D3) marktyp. **OBS! Ange endast en skogstyp.** Med blandskog avses skog där löv- och barrträd är blandat så att ingen kategori utgör mindre än 25% av områdets areal. För marktypen kalhygge gäller att minst 25% av området utgörs av kalhygge. Ange också det **mest dominerande** samt det **näst mest dominerande trädslaget** inom en 30 m zon på båda sidor om elfiskelokalerna.

BESKUGGNING = Ange elfiskelokalens (vattenytans) beskuggning i avrundade %-klasser; där 0 = beskuggning saknas eller är ytterst ringa (d v s 0-4%), 10 = 10% (5-14%) av elfiskelokalerna är beskuggad, 20 = 20% (15-24%) osv. Högsta beskuggning är således 100, d v s när minst 95% av lokalerna är beskuggad. Beskuggningen bedöms utgående från trädens och buskarnas skuggning av vattenytan vid solsken mitt på dagen (kl. 10 till 14). Bedömningen skall utgå från vegetationens skuggning i solbanan och således ej förväxlas med begreppet kronäckning som är trädkronornas eller buskarnas yttäckning rakt ovanifrån oberoende av varifrån solinstrålningen sker.

VED I VATTNET = Ange förekomsten av död ved (minst 10 cm i diameter samt minst 50 cm långa) i vattnet på elfiskelokalerna. Totalantalet vedbitar/stockar inom elfiskelokalerna räknas och anges i detta fält. Beräkna även antal stockar/100 m² (antal/ytan*100) och skriv i det också.

• RUTA 4

I rutan nederst på sidan sammanställs resultaten från sidan 3 (**INDIVIDUPPGIFTER**), d v s antal fångade fiskar av resp. art per elfiskeomgång. Det finns bara 50 arter av sötvattensfisk. Detta innebär att undantaget yngel och unga individer av karp/mörtfiskar så går det att artbestämma alla individer! Exempelvis är berg- och stensimpa två olika arter, liksom stor- och småspigg.

SIDAN 2

- **RUTA 1**

Elfiskelokalens avstånd till upp- resp. nedströms sjö = Avstånd till uppströms resp. nedströms liggande sjö eller sel (lugnvattenytor) i km med en decimal, mätt på karta utmed vattendraget. Som sjö eller större sel räknas alla lugnvattenytor om minst 1 ha (2 x 2 mm på topografiska kartan, skala 1:50 000).

Avrinningsområdets storlek = Avrinningsområdets storlek, inklusive sjöar, uppströms elfiskelokal (km²). Bedöms från topografisk karta. Klassning sker i fyra klasser enligt <10, 10-99, 100-999 resp. >=1000 km².

Andel sjö i avrinningsområdet = Andel sjöar i % av avrinningsområdet uppströms elfiskelokal. Bedöms från topografisk karta. Klassning sker i fyra klasser enligt <1%, 1-<5%, 5-<10%, =>10%.

VANDRINGSHINDER = Ange om definitivt vandringshinder för fisk (ej ål) föreligger så att närmaste sjö/hav/stor älv ej kan nås. Kryssa i om vandringshinder finns uppströms (UPP) lokalen, nedströms (NED), både upp- och nedströms (kryssa i både UPP och NED) eller saknas (INGA). Vid tveksamhet, skriv gärna något i anmärkningen. Uppgiften är en bedömningsfråga och gäller bara den elfiskade fåran. Vandringshindret skall vara definitivt, d v s opasserbart hela året.

STRÖMLEVANDE/VANDRANDE LAXFISK = Ange om laxfiskpopulationen är strömlevande eller vandrande (till insjö/hav). Ibland kan populationer vara delvis vandrande, dvs en andel av fisken vandrar och en del förblir strömlevande. Bedömningen vandrande gäller om någon del av populationen bedöms vandrande årligen.

Lokalens värde som uppväxtbiotop för laxfiskungar = Lokalens värde som uppväxtbiotop för laxfiskungar (0+ - 2+) sommartid bedömes subjektivt med klassningen: 0 = olämplig lokal (avsaknad av grus/sten i lämplig storlek, ståndplatser samt låg/hög vattenhastighet), 1 = intermediär lokal, 2 = lämplig lokal (lämpligt bottensubstrat, flera ståndplatser samt vattenhastighet 0.2-1.0 m/s).

- **RUTA 2**

KALKPÅVERKAN = Kalkpåverkan i syfte att motverka försurningen som påverkar fisk på lokalen vid elfisketillfället. Har kalkning skett inom två år på ett sådant sätt att lokalen påverkats svaras JA, eljest NEJ. Är det osäkert vilket som gäller så lämnas fältet tomt.

Senaste kalkdatum = Anger senaste datum (alternativt år) kalkning skedde som påverkade lokalen. Således även kalkningar äldre än 2 år.

Typ av kalkning = Typ av kalkning anges som sjökalkning, våtmarkskalkning, kalkdoserare, eller flera kalkningstyper blandat. Specificera i sistnämnda fall. (Använd gärna koder = SJÖ, VÅT, DOS, BLAND).

PÅVERKAN = Ange annan vattenkemisk eller fysisk påverkan på lokalen av betydelse för fiskbestånden. Ange påverkan med egna ord eller enligt nedanstående koder. Ange även påverkans styrka i klasserna 1-3 (se nedan). Påverkan kan också anges med markering i rutor på protokoll om protokollen har rutor med påverkanstypen angiven. Styrkan hos påverkan anges enligt skalan 1-3 där 1 = måttlig påverkan, 2 = kraftig påverkan samt 3 = mycket kraftig påverkan. Om möjligt rangordnas även betydelsen av de olika typerna av påverkan genom att ange prioriteringsordningen för de påverkanstyper som antas ha störst effekt på fisksamhället.

Ingen påverkan alls (NEJ).

Klimat:

vattendraget tidigare torrlagt (TORKA) (nytt fr o m 9410)
vattendraget tidigare bottenfruset (BTNFR)
höglödeserosion (HÖGFL)

Skogsbruk:

skogsbruk allmänt (SKOGB)
pågående avverkning vid elfisketillfället (AVVER)
hygge (HYGGE)

dikning eller markberedning i avr. omr. uppströms (DIKN)
 röjning/gallring (RÖJN) (nytt fr o m 9601)
 träd- och veg.rester i vattendraget (TRÄDR)
 skogsgödning (SGÖDN)
 flottledsrensning (FLOTT)

Torvtäkt torvtäkt (TORVT)

Jordbruk: jordbruk allmänt (JORDB)
 vattenuttag (VATUT)
 igenväxning (IGNVX)

Industri & Samhälle: industri utsläpp (INDUS)
 gruva (GRUVA)
 giftutsläpp (GIFTU)
 oljeutsläpp (OLJA) (nytt fr o m 9512)
 fiskdöd (FISKD)
 organisk förorening (ORGFÖ)
 avloppsrecipient (RECIP)
 sedimentation (SEDIM) (nytt fr o m 0001)
 metallutfällning (METUT)
 försurning (FÖRSU) (nytt fr o m 9807)

Vattenkraft: vattenreglering (REGL)
 torrfåra (TORRF)

Arbeten i v-draget: kanalisering (KANAL)
 rensning (RENSN)
 grävningsarbeten (GRÄVN)
 grumling (GRUML)
 vegetationsrensad (VEGRE)

Fiskevård: utplantering av fisk (UTPL)
 biotopvårdsåtgärder (BIOTO)
 flottledsrestaurering (FLEDR)
 rotenonbehandling (ROTEN)
 reducering av bäckrödingbestånd (REDBR) (nytt fr o m 0001)

Fauna Mink (MINK) (nytt fr o m 0201)
 Bäver (BÄVER) (nytt fr o m 0201)

• RUTA 3

Provdatum och vattenkemiuppgifter anges om vattenprov tagits i anslutning till elfisket, eller under period som motsvarar elfiskeperioden. Det förutsätts att parametrarna analyserats enligt gängse metoder. Finns andra analyser ange gärna även detta, t ex kalcium, fosfor och aluminium.

Anmärkning = Utrymme för egna anteckningar.

SKISS ÖVER ELFISKELOKALEN = Här skall en skiss över elfiskelokalen ritas. Lokalmärkning, norrpil och flödesriktning skall alltid anges. Markera också lokalens början och slut t ex med terrängföremål vid

övre resp nedre gräns). Ange gärna också större 'föremål' i terrängen såsom närliggande hus, vägar/riktningar till orter m m.

SIDAN 3

I tabellen anges fisklängden till närmaste millimeter och vikten i gram **för resp. fiskart och fiskeomgång.**

Observera att det går lika snabbt att mäta fisken till närmaste mm som att enbart klassa dem i 5 mm-klasser. Informationsvinsten är också större med noggrannare mätning.

När elfiskeundersökningen även omfattar redovisning av den fångade fiskens biomassa skall fisken vägas individuellt (större fisk) eller i grupp (årsungar och fisk med längd mindre än 8 cm). För att det skall vara möjligt att väga fisken måste fisken bedövas med en lösning innehållande bensokain, MS 222 eller annat lämpligt bedövningsmedel. I samband med att den bedövade fisken längdmätes, väges fisken på en digitalvåg med 1 grams noggrannhet. De individuella vikterna och gruppvikterna redovisas per fångstomgång.



Elfiskeregistret

Bilaga 1.

Län	Västra Götalands (14)
Stockholms (1)	Värmlands (17)
Uppsala (3)	Örebro (18)
Södermanlands (4)	Västmanlands (19)
Östergötlands (5)	Dalarnas (20)
Jönköpings (6)	Gävleborgs (21)
Kronobergs (7)	Västernorrlands (22)
Kalmar (8)	Jämtlands (23)
Gotlands (9)	Västerbottens (24)
Blekinge (10)	Norrbottens (25)
Skåne (12)	
Hallands (13)	

Bilaga 2.

Kommuner i kodordning. Obs! Fr o m 2007 tillhör Heby k:n Uppsala län med nr 0331 och Knivsta kommun har tillkommit i Uppsala län med nr 0330. Fr o m 2008 heter Malungs kommun Malung-Sälen.

01 Stockholms län	03 Uppsala län	06 Jönköpings län
01 14 Upplands-Väsby	03 05 Häbo	06 04 Aneby
01 15 Vallentuna	03 19 Älvkarleby	06 17 Gnosjö
01 17 Österåker	03 30 Knivsta	06 42 Mullsjö
01 20 Värmdö	03 31 Heby	06 43 Habo
01 23 Järfälla	03 60 Tierp	06 62 Gislaved
01 25 Ekerö	03 80 Uppsala	06 65 Vaggeryd
01 26 Huddinge	03 81 Enköping	06 80 Jönköping
01 27 Botkyrka	03 82 Östhammar	06 82 Nässjö
01 28 Salem		06 83 Värnamo
01 36 Haninge	04 Södermanlands län	06 84 Sävsjö
01 38 Tyresö	04 28 Vingåker	06 85 Vetlanda
01 39 Upplands-Bro	04 61 Gnesta	06 86 Eksjö
01 40 Nykvarn	04 80 Nyköping	06 87 Tranås
01 60 Täby	04 81 Oxelösund	
01 62 Danderyd	04 82 Flen	07 Kronobergs län
01 63 Sollentuna	04 83 Katrineholm	07 60 Uppvidinge
01 80 Stockholm	04 84 Eskilstuna	07 61 Lessebo
01 81 Södertälje	04 86 Strängnäs	07 63 Tingsryd
01 82 Nacka	04 88 Trosa	07 64 Alvesta
01 83 Sundbyberg		07 65 Älmhult
01 84 Solna	05 Östergötlands län	07 67 Markaryd
01 86 Lidingö	05 09 Ödeshög	07 80 Växjö
01 87 Vaxholm	05 12 Ydre	07 81 Ljungby
01 88 Norrtälje	05 13 Kinda	
01 91 Sigtuna	05 60 Boxholm	08 Kalmar län
01 92 Nynäshamn	05 61 Åtvidaberg	08 21 Högsby
	05 62 Finspång	08 34 Torsås
	05 63 Valdemarsvik	08 40 Mörbylånga
	05 80 Linköping	08 60 Hultsfred
	05 81 Norrköping	08 61 Mönsterås
	05 82 Söderköping	08 62 Emmaboda
	05 83 Motala	08 80 Kalmar
	05 84 Vadstena	08 81 Nybro
	05 86 Mjölby	08 82 Oskarshamn
		08 83 Västervik
		08 84 Vimmerby
		08 85 Borgholm
		09 Gotlands län
		09 80 Gotland

10 Blekinge län	14 Västra Götalands län	18 Örebro län	22 Västernorrlands län
10 60 Olofström	forts.	18 14 Lekeberg	22 60 Ånge
10 80 Karlskrona	14 41 Lerum	18 60 Laxå	22 62 Timrå
10 81 Ronneby	14 42 Vårgårda	18 61 Hallsberg	22 80 Härnösand
10 82 Karlshamn	14 43 Bollebygd	18 62 Degerfors	22 81 Sundsvall
10 83 Sölvesborg	14 44 Grästorp	18 63 Hällefors	22 82 Kramfors
12 Skåne län	14 45 Essunga	18 64 Ljusnarsberg	22 83 Sollefteå
12 14 Svalöv	14 46 Karlsborg	18 80 Örebro	22 84 Örnköldsvik
12 30 Staffanstorps	14 47 Gullspång	18 81 Kumla	23 Jämtlands län
12 31 Burlöv	14 52 Tranemo	18 82 Askersund	23 03 Ragunda
12 33 Vellinge	14 60 Bengtsfors	18 83 Karlskoga	23 05 Bräcke
12 56 Östra Göinge	14 61 Mellerud	18 84 Nora	23 09 Krokoms
12 57 Örkeljunga	14 62 Lilla Edet	18 85 Lindesberg	23 13 Strömsund
12 60 Bjuv	14 63 Mark	19 Västmanlands län	23 21 Åre
12 61 Kävlinge	14 65 Svenljunga	19 04 Skinnskatteberg	23 26 Berg
12 62 Lomma	14 66 Herrljunga	19 07 Surahammar	23 61 Härjedalen
12 63 Svedala	14 70 Vara	19 60 Kungsör	23 80 Östersund
12 64 Skurup	14 71 Götene	19 61 Hallstahammar	24 Västerbottens län
12 65 Sjöbo	14 72 Tibro	19 62 Norberg	24 01 Nordmaling
12 66 Hörby	14 73 Töreboda	19 80 Västerås	24 03 Bjurholm
12 67 Höör	14 80 Göteborg	19 81 Sala	24 04 Vindeln
12 70 Tomelilla	14 81 Mölndal	19 82 Fagersta	24 09 Robertsfors
12 72 Bromölla	14 82 Kungälv	19 83 Köping	24 17 Norsjö
12 73 Osby	14 84 Lysekil	19 84 Arboga	24 18 Malå
12 75 Perstorp	14 85 Uddevalla	20 Dalarnas län	24 21 Storuman
12 76 Klippan	14 86 Strömstad	20 21 Vansbro	24 22 Sorsele
12 77 Åstorp	14 87 Vänersborg	20 23 Malung-Sälen	24 25 Dorotea
12 78 Båstad	14 88 Trollhättan	20 26 Gagnef	24 05 Vännäs
12 80 Malmö	14 89 Alingsås	20 29 Leksand	24 62 Vilhelmina
12 81 Lund	14 90 Borås	20 31 Rättvik	24 63 Åsele
12 82 Landskrona	14 91 Ulricehamn	20 34 Orsa	24 80 Umeå
12 83 Helsingborg	14 92 Åmål	20 39 Älvdalen	24 81 Lycksele
12 84 Höganäs	14 93 Mariestad	20 61 Smedjebacken	24 82 Skellefteå
12 85 Eslöv	14 94 Lidköping	20 62 Mora	25 Norrbottens län
12 86 Ystad	14 95 Skara	20 80 Falun	25 05 Arvidsjaur
12 87 Trelleborg	14 96 Skövde	20 81 Borlänge	25 06 Arjeplog
12 90 Kristianstad	14 97 Hjo	20 82 Säter	25 10 Jokkmokk
12 91 Simrishamn	14 98 Tidaholm	20 83 Hedemora	25 13 Överkalix
12 92 Ängelholm	14 99 Falköping	20 84 Avesta	25 14 Kalix
12 93 Hässleholm	17 Värmlands län	20 85 Ludvika	25 18 Övertorneå
13 Hallands län	17 15 Kil	21 Gävleborgs län	25 21 Pajala
13 15 Hylte	17 30 Eda	21 01 Ockelbo	25 23 Gällivare
13 80 Halmstad	17 37 Torsby	21 04 Hofors	25 60 Älvsbyn
13 81 Laholm	17 60 Storfors	21 21 Ovanåker	25 80 Luleå
13 82 Falkenberg	17 61 Hammarö	21 32 Nordanstig	25 81 Piteå
13 83 Varberg	17 62 Munkfors	21 61 Ljusdal	25 82 Boden
13 84 Kungsbacka	17 63 Forshaga	21 80 Gävle	25 83 Haparanda
14 Västra Götalands län	17 64 Grums	21 81 Sandviken	25 84 Kiruna
14 01 Härryda	17 65 Årjäng	21 82 Söderhamn	
14 02 Partille	17 66 Sunne	21 83 Bollnäs	
14 07 Öckerö	17 80 Karlstad	21 84 Hudiksvall	
14 15 Stenungsund	17 81 Kristinehamn		
14 19 Tjörn	17 82 Filipstad		
14 21 Orust	17 83 Hagfors		
14 27 Sotenäs	17 84 Arvika		
14 30 Munkedal	17 85 Säffle		
14 35 Tanum			
14 38 Dals-Ed			
14 39 Färgelanda			
14 40 Ale			

Bilaga 3. Instruktion för ifyllande av excelprotokoll (12 arter)

Version 20150212

(I övrigt, se instruktion för ifyllande av elfiskeprotokoll, fil Protinst+datum_fältinstr.doc, alternativt de infogade kommentarerna som indikeras med ”röda hörn” i Excelprotokollet.)

Excelprotokollet fylls i och skickas till Elfiskeregistret för kvalitetssäkring. När man fyllt i protokollet färdigt, ligger resultaten datalagda i kalkylbladen 'Data till SLU' samt 'Data till SLU, LANGDER', på det sätt som SLU:s Elfiskeregister vill ha resultaten inrapporterade.

Elfiskeprotokollet är, för att bli hanterbart utrymmesmässigt, begränsat till tolv arter. Fångas fler arter kan man använda fler protokoll (se nedan). Antalet fält för registrering av längd och vikt av fångade individer är begränsat till 1080. I dessa fält kan totalt 540 individer registreras med längd- och viktuppgifter, alternativt kan maximalt 1080 individer registreras med endast längduppgifter. Protokollet tillåter för ett och samma fisketillfälle att vissa individer registreras med längd- och viktuppgifter, och andra med bara längduppgifter. Enbart viktuppgifter kan dock inte registreras. Protokollet kan hantera uppdelning av årsungar (0+) och äldre (>0+) för högst tre arter.

Elfiskeprotokollet i Excel har utvecklats av David Lundvall, Miljöenheten, Länsstyrelsen i Dalarna.

Generellt

OBS! Även kopia av fältprotokollen ska alltid insändas till Elfiskeregistret.

Vid ev rättningar/ändringar i bladet 'Individuppgifter' får man inte använda funktionen 'KLIPP UT' (Ctrl X). Använd kopieringsfunktionen (Ctrl C) eller Delete för ändringar.

Det mesta i elfiskeprotokollet säger sig självt och det finns ett antal kontrollvillkor inlagda som hindrar att man kan ange felaktiga värden. Det går dock inte att gardera sig mot allt, så vi är tacksamma om ni meddelar oss om ni får problem, hittar fel eller annat.

Bladen 'Protokoll', 'Antal & Längder (vikter)', 'Frekvenstabell', 'Lokalbeskrivning' och 'Artuppgifter', är anpassade så att de skall gå bra att skriva ut. De fyra förstnämnda kalkylbladen är även tänkta att användas som fältprotokoll. Trots att sidbrytningar och utskriftsformat är definierat så har det visat sig att det kan variera lite mellan olika datorer (/skrivare?). Skulle det uppstå problem med sidbrytningar kan man prova med att gå in under Redigera\Visa\Förhandsgranska sidbrytningar och med markören ”dra” de blå linjer som markerar sidbrytningar, till önskat läge.

För att ”komma ur” vissa inmatningsfält när man skrivit in ett värde, krävs att man trycker 'Enter' (eller 'Tab'). Det går i dessa fält inte att peka på ett annat fält för att markören ska flytta sig. Ett tips att förflytta sig mellan inmatningsfälten är att använda Tab-tangenten (= framåt, Shift-Tab = bakåt). Den gör att man kommer vidare till närmaste inmatningsfält.

Hur man fyller i protokollet

Börja med att fylla i bladet '**Protokoll**'. I detta blad ligger de första två sidorna av fältprotokollet. Elfiskelokalens bredd, medeldjup, vattennivå och dominerande bottenstrukturer fylls automatiskt i på första sidan när man fyllt i bladet 'Lokalbeskrivning' (ang Lokalbeskrivning, se vidare för elfisken utförda inom de nationella programmen nedan). Man kan även fylla i längd, bredd och djupuppgifter manuellt på första sidan. Fyll i alla uppgifter i bladet '**Protokoll**' ner till fångstsammanställningen. I cellerna för fångst ligger formler som förstörs om man skriver in siffror direkt i cellerna, men det går inte så länge bladet är skyddat. Fångstsammanställningen längst ner på sidan 1 av protokollet fylls i automatiskt när man har fyllt i kalkylbladet '**Antal & Längder (vikter)**'. För att få fram fördelningen av årsungar och äldre för laxfiskarterna fyller man i längsta 0+ i kalkylbladet '**Artuppgifter**'. Hoppa alltså över fångstsammanställningen och fortsatt fylla i

sida 2 i protokollet, alltså nedanför sammanställningen.

För att man inte ska glömma att fylla i viktig obligatorisk information kan det i bland krävas att vissa uppgifter fylls i först, innan andra uppgifter kan anges. Två sådana ”nyckeluppgifter” är t ex ’Fiskedatum’ och ’Antal utfiskningar’ (fält X9 och H13 i blad ’Protokoll’).

Fortsätt med att fylla i bladet **’Antal & Längder (vikter)’**. Detta blad fylls i på samma sätt som fältprotokollet. ’Omgång’ och ’Art’ måste anges innan längd- och viktangivelser kan fyllas i. Under varje ”artrubrik” finns två kolumner där värden kan anges. Den vänstra är reserverad för längdangivelser. Den högra saknar rubrik. Genom att själv ange rubrik (cell N4) kan man välja om man vill använda kolumnen för bara längder eller längd-/viktregistrering.

I händelse av att inte samtliga individer längdmätts, anges antalet av dessa icke längdmätta individer i tabellen till höger om fältprotokollet (kolumnerna P-T, rad 11-27). Observera att för arter (laxfiskar) som normalt indelas i årsungar (0+) och äldre (>0+), så måste denna indelning göras i denna tabell för de icke längdmätta individerna. Detta görs under rubriken ’Ålder’ (kolumn Q).

När bladet **’Antal & Längder (vikter)’** är fullständigt ifyllt sammanställs fångsten automatiskt och fylls i sammanställningen längst ner på första sidan. Den sammanräknade fångsten visas även i blad **’Artuppgifter’**, tillsammans med täthetskattningar och individernas längdfördelning i diagram. För att se längderna i diagrammet måste arten fyllas i (cell B1 i bladet **’Artuppgifter’**). För att ändra i diagrammet kan man använda olika startlängder (i mm, cell B2) och intervall (cell B3). Är det svårt att särskilja årsungar av laxfisk från äldre så är diagrammet användbart eftersom man kan variera siffran i fältet ”Diagramintervall” för att lättare skilja åldersgrupperna åt. För att särskilja årsungar (0+) och äldre (>0+) av laxfiskarterna i fångstsammanställningen längst ner på förstasidan i bladet **’Protokoll’** ska man också ange gräns/villkor för längsta 0+ i bladet **’Artuppgifter’** (i cellerna K11-K13, om fler laxfiskarter fångats och angetts som de tre första arterna). Se vidare instruktion i blad **’Artuppgifter’**.

För elfisken utförda inom de nationella programmen (IKEU samt referensvattendrag i IKEU samt referensvattendragen inom den nationella miljöövervakningen) ska även bladet **’Lokalbeskrivning’** ifyllas. Uppgifter som elfiskelokalens bredd, medeldjup, vattennivå och dominerande bottensubstrat förs då automatiskt fram till första bladet/sidan **’Protokoll’**. Om man fyller i maxdjup i cell EF36 i blad Lokalbeskrivning och anger förekomst av all förekommande bottensubstrat längst ner i samma blad så förs även de värdena automatiskt till förstasidan av protokollet (blad Protokoll). Lokalens längd ska dock fyllas i på förstasidan. Vattendragsnamn, lokalnamn och –koordinater samt utförare och telefonnummer fylls i automatiskt i **’Lokalbeskrivning’** från första sidan om dessa uppgifter är ifyllda på första sidan (blad: **’Protokoll’**).

Inrapportering

När elfiskeprotokollet är fullständigt ifyllt sparas det under ett nytt namn (’spara som...’) och man fortsätter sen med att fylla i nästa elfiske i en ny fil. Endast ett elfiske i en och samma fil. Har man fångat fler arter än 12 så får man däremot fortsätta i en ny fil/protokoll. Ett tips om fler än 12 arter fångats, är att fylla i protokollet och mata in uppgifter för art 1 – 12. Efter att man sparat filen töms kalkylbladet **’Antal & Längder (vikter)’** och fylls med uppgifter för art 13, 14, etc. Därefter sparas filen igen under nytt namn. Gärna ett namn som anger att det är en fortsättning på det första. På så sätt slipper man mata in uppgifterna i kalkylbladet **’Protokoll’** två gånger.

Excelfilens storlek gör att den bör/måste komprimeras (t ex: WinZip) om hela filen/filer skall skickas med e-post. Är det många elfisken som ska rapporteras så kan man använda olika tjänster som hanterar stora datamängder på Internet, ex. Sprend.

Skicka Excelprotokollfilerna till Elfiskeregistret, e-postadress berit.sers@slu.se alternativt via någon tjänst på Internet eller på CD tillsammans med kopior på fältprotokollen (per post).

Uppstår frågor är ni välkomna att maila eller på annat sätt kontakta:

Berit Sers
SLU, Sötvattenslaboratoriet,
Pappersbruksallén 22, 702 15 ÖREBRO
tele 010-478 4242, e-post berit.sers@slu.se

Bilaga 4. Checklista för elfiskeutrustning

Innan ni reser iväg

- Första förbandslåda (glöm ej anti-allergimedicin)
- Mobiltelefon
- Kurs i hjärt-lungräddning
- Elfiskedispens från länsstyrelsen,
- Tillstånd att handha försöksdjur
- Tillstånd för provfiske från fiskerättsägare

Bensinaggregat, 2- el. 4-taktare

- Elverk (Generator + motor + olja)
- Jordspett + jordkabel + jordfelsbrytare
- Kontrollenhet (transformator/likriktare, "elfiskelådan") på bärmes
- Jordfläta/jordnät (2 st)
- Elfiskekabel 50 m (gärna en i reserv)
- Bensindunk
- Tändstift i reserv + hylsnyckel för tändstift
- Bärmes till motor vid behov (lämpligen s.k. brandkårsbärmes)

Baterielfiske

- Bärram med aggregat
- Batterier (12 V, läckagefria)
- Batteriladdare
- Jordfläta/jordnät (2 st)

Till båda aggregaten

- Två elfiskestavar
- Liten presenning (ev. plastsäck) för skydd vid väta
- Håvar (2 st)
- Verktygslåda som även innehåller säkringar, multimeter, el- och vulktejp, lödkolv, kabelskor, kabeltång, buntband, tändstift och -nyckel, reparationsats till vadare, skruvmejslar, tänger, sil-vertejp m.m.

Handhavande av fångst

- Fiskbestämningslitteratur
- Elfiskeprotokoll + instruktion
- Inplastade elfiskeprotokoll
- Skrivplån, pennskrin
- Mätbräda eller mätrör
- Akvariehåvar (2-3 storlekar)
- Hålförsedd hink som fisksump, vid behov keep-net eller syrepump
- Bedövningsmedel, graderad hink, akvariehåv
- Latexhandskar
- 3-4 plasthinkar (rem för hink vid behov)
- Digitalvåg + batterier, reserv: fjädervåg
- (Genomskinlig plastpåse till vågen som fuktskydd)

Beskrivning av elfiskelokalen

- Termometer
- Tidtagarur (om ni tänker mäta vattenhastigheten noga)
- Konduktivitetsmätare
- Måttband (50 m)
- Plasttumstock (för djupmätning)
- Märkfärg i sprayflaska (ex orange och blått)
- Eventuellt en flora
- Eventuellt kamera/videokamera

Övrigt

- Gamla elfiskeprotokoll
- Topografisk karta, bilatlas
- Polaroidglasögon (helst ljusa gula som fungerar bäst genom vatten)
- Vadarstövlar eller - byxor 2 par/person
- Flytväst och livlina vid behov
- Gummihandskar för elfiskaren
- Regnställ
- Kniv
- Kalibreringsstav
- Kompass, GPS
- Miniräknare
- Myggmedel!

