

Metodiske utfordringer i undersøkelsen av ungfisk av laks og ørret i effektkontrollen i kalkede vassdrag

Bjørn Mejdell Larsen
Odd Terje Sandlund
Sven Erik Gabrielsen
Laila Saksgård
Randi Saksgård



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Metodiske utfordringer i undersøkelsen av ungfisk av laks og ørret i effektkontrollen i kalkede vassdrag

Bjørn Mejdell Larsen
Odd Terje Sandlund
Sven Erik Gabrielsen
Laila Saksgård
Randi Saksgård



Elfiske i Mandalselva. Foto: Bjørn Mejdell Larsen

Larsen, B.M., Sandlund, O.T., Gabrielsen, S.E., Saksgård, L. & Saksgård, R. 2010. Metodiske utfordringer i undersøkelser av ungfisk av laks og ørret i effektkontrollen i kalkede vassdrag - NINA Rapport 644. 37 s.

Trondheim, desember 2010

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2224-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Bjørn Mejdell Larsen

KVALITETSSIKRET AV

Gunnbjørn Bremset, NINA

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Kjetil Hindar (sign.)

OPPDRAUGSGIVER

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Hanne Hegseth

FORSIDEBILDE

Fiske med elektrisk strøm er blitt noe enklere med årene.

Fotograf ukjent.

NØKKELOORD

Norge – elektrisk fiske – laks – kalking – metodikk – tetthet

KEY WORDS

Norway – electrofishing – Atlantic salmon – liming – methods - density

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

Sammendrag

Larsen, B.M., Sandlund, O.T., Gabrielsen, S.E., Saksgård, L. & Saksgård, R. 2010. Metodiske utfordringer i undersøkelsene av ungfisk av laks og ørret i effektkontrollen i kalkede vassdrag. - NINA Rapport 644. 37 s.

Fiske med elektrisk fiskeapparat (elfiske) er det viktigste verktøyet vi har for datainnsamling i studier av elvelevende fisk. Til sammen 22 lakseførende vassdrag er i dag inkludert i effektkontrollen i kalkede vassdrag, og i overvåkingsprogrammet har ungfiskundersøkelser av laks og ørret i alle år vært en sentral del. Effektkontrollen tok langsomt form i løpet av 1990-tallet, og i flere elver var det allerede etablert stasjoner og stasjonsnett i forbindelse med annen overvåking som det var naturlig å videreføre i forbindelse med effektkontrollen av kalking.

Det etablerte stasjonsnettet er justert over tid, og vi anbefaler at dette stasjonsnettet videreføres. Vi har imidlertid lagt inn muligheten for å justere opp arealet på stasjoner med lite laksunger og supplere med stasjoner (midlertidig eller som en varig utvidelse) der dette er nødvendig (for eksempel Ogna).

Elfisket skal gjennomføres av erfarne elfiskere. Det er et absolutt krav at det alltid er to personer som jobber sammen (både av metodiske og sikkerhetsmessige årsaker): Fisker som bærer elfiske-apparatet og bøttebærer/assistent. Begge benytter håv.

Valg av innstillinger på elfiske-apparatet vil alltid være en avveining mellom å maksimere fangbarheten og å minimere skaden på fisken. Vanlig praksis er imidlertid lav spenning (350-700 V) og høy frekvens (70 Hz). I vann med lav ledningsevne kan høy spenning være nødvendig. Det er anbefalt å benytte liten anodering for fiske i kalkede vassdrag.

Arealet av stasjonene skal normalt være 100-150 m². Hver stasjon avfiskes i utgangspunktet tre ganger, og det bør gå minimum en halv time fra man begynner å fiske arealet på en stasjon til man starter en ny overfisking av det samme arealet. Fisken artsbestemmes og lengdemåles til nærmeste millimeter etter hver omgang. Fisken skal settes ut igjen etter at stasjonen er avfisket. Skjema for elfiske (utarbeidet av NINA) skal fylles ut i felt for hver stasjon som elfiskes. I beregningene av fisketetthet skal det skilles mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$), basert på lengdefordelingen, men verifisert ved aldersbestemmelse av et mindre utvalg fisk fra alle aldersgrupper. Fisketettheten skal oppgis som antall individ pr. 100 m² elveareal. Stasjoner der det fanges mindre enn 6 laksyngel eller mindre enn 7 eldre laksunger ved første overfisking skal bare fiskes en omgang. På stasjoner der fangsten etter første omgang er 6-10 laksyngel eller 7-12 eldre laksunger skal arealet økes for å øke sannsynligheten for å fange minst 20 individ av en av kategoriene i løpet av tre fiskeomganger.

Undersøkelsene skal hovedsakelig gjennomføres i august og september måned da 0+ er kommet opp i fangbar størrelse. Fisket gjennomføres ved passende vanntemperatur (eksempelvis 10-15 grader) og på lav/moderat vannføring. Det er å foretrekke at fisket ikke gjennomføres på vanntemperatur høyere enn 15 °C. Men krav til god og stabil vannføring overstyrer kravet om lav vanntemperatur. Elfiske skal under ingen omstendighet utføres på lavere temperaturer enn 5 grader. Vanntemperatur og ledningsevne skal måles på alle stasjoner i felt.

Det er svært viktig at kvaliteten på dataene som samles inn ved elfisket er best mulig, og i minst mulig grad bryter de metodiske forutsetningene. Dataene skal gi grunnlag for å gjennomføre gode beregninger av fangbarhet og tetthet på den enkelte stasjon og i vassdraget som helhet.

Bjørn Mejdell Larsen, Odd Terje Sandlund, Laila Saksgård og Randi Saksgård, NINA, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim
Sven Erik Gabrielsen, Uni Miljø, LFI, Thormøhlensgt. 49 B, 5006 Bergen
e-post: bjorn.larsen@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning.....	6
2 Effektkontroll i kalkede vassdrag	8
3 Elfiske som metode.....	12
3.1 Habitatmessig utvalg av elfiske-lokaliteter	12
3.2 Nødvendig antall lokaliteter	13
3.3 Nødvendig antall gjentatte overfiskinger og størrelsen på areal som skal overfiskes.....	15
3.4 De overfiskede arealenes beliggenhet i forhold til elvetverrsnittet.....	22
3.5 Statistisk behandling av elfiske-materialet for å belyse fisketetthet.....	22
3.6 Om og hvordan alders- og vekstdata statistisk kan anvendes for å belyse effekter av kalkingen.....	23
3.7 Beste tid på året for gjennomføring av feltarbeidet med hensyn til miljøvariasjoner som vannføring, vanntemperatur, ledningsevne, turbiditet og værforhold.....	23
3.7.1 Vannføring	24
3.7.2 Temperatur	24
3.7.3 Ledningsevne/konduktivitet	26
3.7.4 Turbiditet	26
3.7.5 Generelle værforhold	27
4 Arbeid i felt og sikring av feltdata	27
5 Operative detaljer og teknisk gjennomføring av elfiske	28
5.1 Valg av riktig spenning og frekvens ved fiske på ulike nivåer av ledningsevne og vanntemperatur.....	29
5.2 Bevegelsesmåte av anoden og varighet av strømgiving	29
5.3 Håndtering av fisk under og etter elfiske - bedøving?.....	30
5.4 Elfiske-apparatet – utvikling av ny teknologi	30
6 Oppsummering	30
7 Referanser.....	32
8 Vedlegg.....	35

Forord

NINA fikk våren 2010 i oppdrag av Direktoratet for naturforvaltning å vurdere de metodiske begrensningene ved elektrisk fiske ved registrering av ungfisk av laks og ørret, spesielt i forbindelse med effektkontrollen av kalking av laksevasdrag. Vurderingene er gjort på grunnlag av diskusjonene i løpet av NINAs internseminar om elfiske vinteren 2008-2009 (se NINA Rapport 488), og erfaringene til personale fra NINA og UniMiljø ved slikt fiske gjennom flere tiår.

Vi takker DN for oppdraget og håper denne rapporten kan bidra til standardisert praksis ved overvåking av ungfisk med elfiske-apparat på anadrome elvestrekninger.

Trondheim, 15. desember 2010

Odd Terje Sandlund
Prosjektleder

1 Innledning

Tänk på att det kan vara av stort värde att fiska om gamla elfiskelokaler. All planering börjar i arkiv eller i Elfiskeregistret där man letar efter tidigare elfisken.

Fra Degerman & Sers (1999)

Fiske med elektrisk fiskeapparat (heretter benevnt elfiske) er det viktigste verktøyet vi har i dag for datainnsamling i studier av elvelevende fisk. Det har vært benyttet i kvantitative og kvalitative undersøkelser i Norge siden slutten av 1960-tallet. Metoden har bred anvendelse; fra enkel innsamling av fisk for ulike formål (for eksempel vekst, fysiologiske og eksperimentelle studier) til tetthets- og bestandsestimater. I dag benyttes tetthetsestimater rutinemessig i bestands- overvåking av ungfisk av anadrome laksefisk. Til tross for at metoden i utgangspunktet framstår som relativt enkel, krever kvantitativt elfiske dyktige og erfarne feltarbeidere og god kunnskap om forutsetninger for å benytte metoden samt statistiske egenskaper som ligger til grunn for metoden. Personer som skal utføre elfiske bør dessuten være kjent med vanlige laboratorie- og feltrutiner. Elfiske er arbeid med høyspenning og er underlagt strenge sikkerhetsrutiner som elfiskeren og assistenten skal være kjent med før arbeidet starter.

Elfiske metodikken har skapt debatt i fagmiljøene i forhold til både praktisk gjennomføring (miljøforhold og utstyr), analyser av data (effekter av miljøforhold, grunnlag for og tolkning av fangbarhet) og resultater (ulike estimater fra ulike institusjoner i samme vassdrag) (Forseth & Forsgren 2009).

Ved riktig bruk blir elfiske som metode for innsamling av fisk sett på som harmløs for fisken. Likevel kan irreversible skader påføres fisk som blir utsatt for elektrisk strøm. Derfor skal det hele tiden tas hensyn til fiskens ve og vel og man bør unngå å påføre fisken skader ved ekstra håndtering.

Det er alltid viktig å etterstrebe bruk av en standardisert elfiske metodikk for å få mest mulig sammenlignbare og sikre resultater. Elfiske er allerede omtalt i tre ulike norske standarder som legger føringer for hvordan elfiske kan benyttes eller er tenkt utført:

- 1) NS-EN 14962:2006 – Vannundersøkelse. Veiledning for valg av innsamlingsmetoder for fisk.

Den engelskspråklige versjonen av den europeiske standarden EN 14962:2006 er fastsatt som Norsk Standard NS-EN 14962:2006. Denne standarden angir egentlig bare at elfiske er anvendelig som metode for å undersøke artssammensetning, fisketetthet og aldersfordeling i elver med maksimalt dyp mindre enn to meter.

- 2) NS 9455:2005 – Vannundersøkelse. Retningslinjer for ferskvannsbiologiske undersøkelser.

Denne standarden gir retningslinjer for ferskvannsbiologiske undersøkelser i stillestående og rennende vann. Standarden gir minimumskrav og omfatter utforming av undersøkelsesprogram, undersøkelsesmetoder samt lagring av data og innsamlet materiale. Som metodikk for fiskeundersøkelser i rennende vann henvises det til NS-EN 14011:2003. Det er i tillegg gitt noen tilpasninger av standarden for norske forhold med hensyn til areal, vannføring, temperatur og tid på året som er relevante for overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret i kalde vassdrag (se ramme).

Utdrag fra NS 9455:2005 med tilpasningene som er gitt til NS-EN 14011:2003

Tilpasning til NS-EN 14011 for norske forhold:

- Areal: Ved undersøkelser av tetthet anbefales det at et areal på 100 m² per lokalitet overfiskes tre ganger med en halv times mellomrom. Ved meget lave fisketettheter anbefales utvidelse av overfisket areal per lokalitet, alternativt kan antall lokaliteter økes. I meget små elver med høy fisketetthet kan arealet per lokalitet reduseres. Det skal etterstrebes å komme nærmest mulig midten av elveløpet på stasjonen, så langt dyp og vannhastighet tillater. Det bør fiskes på en lokalitet per kilometer elvestrekning, men minst tre lokaliteter i hver elv. I lange elver kan tettheten av lokaliteter reduseres;
- Vannføring: I større elver er det viktigere med vannføringsbegrensninger enn i små elver, og innen den aktuelle perioden skal det fiskes ved lavest mulig vannføring og lavere enn 50 % av årlig middelvannføring. Avfiskingen bør foregå på lav vannføring som er stabil eller avtakende. Dette er spesielt viktig i større elver for å sikre et mest mulig representativt uttrykk for tetthet av ulike arter og aldersgrupper. Om mulig skal vannføring oppgis;
- Temperatur og tid på året: For vekstanalyse skal undersøkelsen gjennomføres på høsten når veksts sesongen er avsluttet. Undersøkelse av tetthet og alderssammensetning bør foretas ved 5 °C – 10 °C og skal ikke foretas ved temperatur over 15 °C. Vanntemperaturen ved elektrisk fiske skal alltid oppgis.

3) NS-EN 14011: 2003 - Vannundersøkelse. Innsamling av fisk ved bruk av elektrisk fiskeapparat.

Den engelskspråklige versjonen av den europeiske standarden EN 14011:2003 er fastsatt som Norsk Standard NS-EN 14011:2003.

I NS-EN 14011 poengteres det at valget av fiskestasjoner (antall og størrelse) er av stor viktighet i vurderingen av de innsamlede data. Strategien er å fangste på et definert areal i elva med dertil egnet utstyr ved bruk av kvalifisert personell for å oppnå estimater på fisketetthet, beskrivelse av artssammensetning og populasjonsstruktur (alder eller lengde). Standarden beskriver valg av stasjoner (antall og størrelse), utstyr, sikkerhetsregler, metodikk, behandling av fisken etter fangst og rapportering. For ytterligere detaljer henvises det til standarden som også ligger til grunn for den beskrivelsen som gis i denne rapporten.

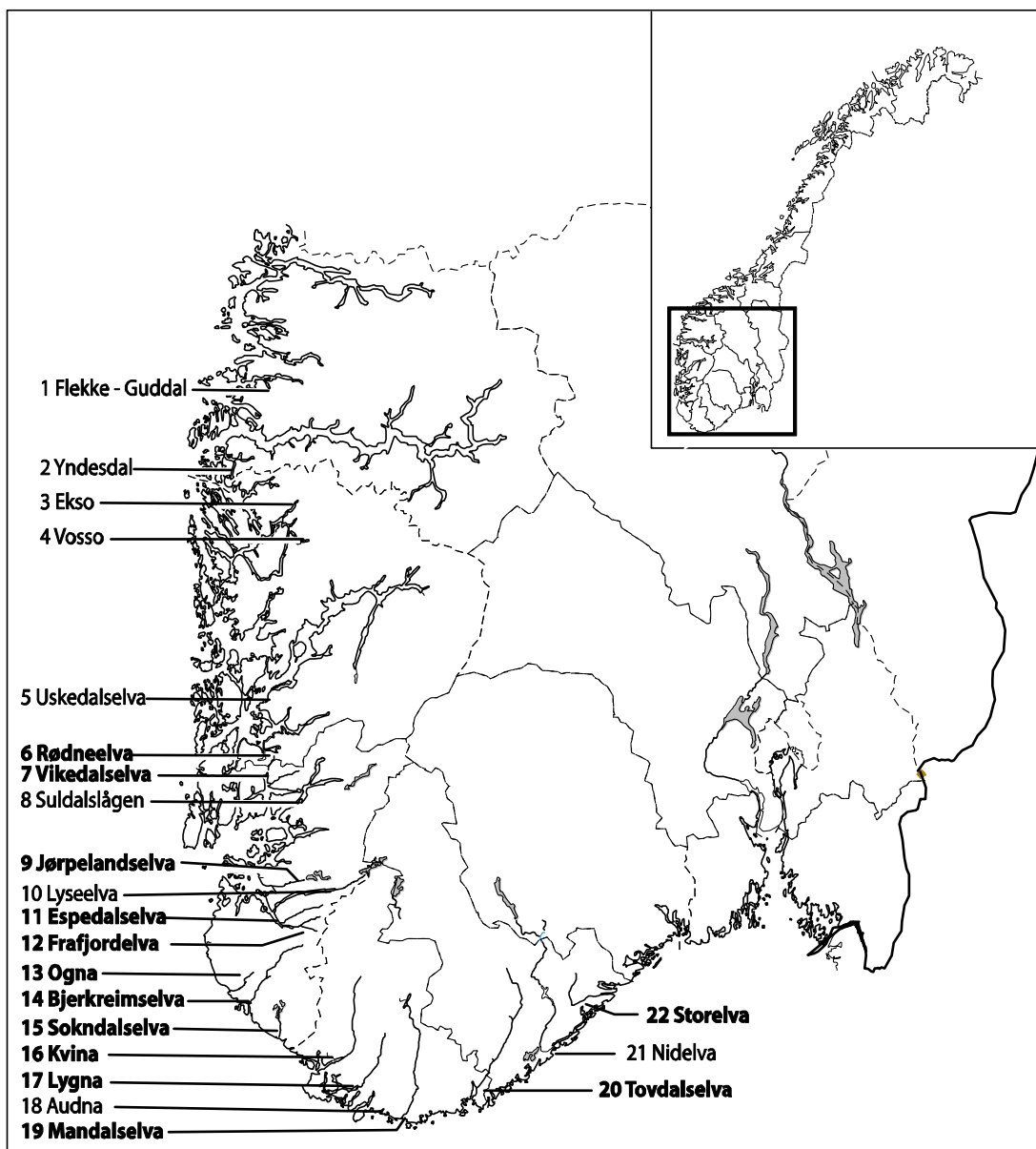
I tillegg vil vi henvise generelt til NINA Rapport 488 (Forseth & Forsgren 2009): "Elfiskemetodikk. Gamle problemer og nye utfordringer". Den sammenfatter og diskuterer problemer og muligheter ved elfiske på et bredt grunnlag. Den generelle bakgrunnsinformasjonen om elfiske som metode, miljø- og habitatforhold i vår rapport er da også hentet fra Forseth & Forsgren (2009).



Elfiske i Frafjordelva. Bruk av elektrisk fiskeapparat er det viktigste hjelpemiddelet vi har for å kunne beskrive forekomst og tetthet av laks- og ørretunger. Foto: Bjørn Mejdell Larsen.

2 Effektkontroll i kalkede vassdrag

Til sammen 22 lakseførende vassdrag har vært med under effektkontrollen i kalkede vassdrag (**figur 1**). Effektkontrollen slik vi kjenner den i dag tok langsomt form i løpet av 1990-tallet. I enkelte vassdrag var det gjennomført overvåkingsundersøkelser på vannkvalitet, bunndyr og fisk i forbindelse med langtransportert luftforurensning (Vikedalselva, Ogna og Rødneelva). I andre elver ble det gjennomført ungfiskundersøkelser i regi av Fylkesmannens miljøvernave-ling i forbindelse med overvåking av fisk og forsuring, bl.a. i Rogaland. Det betyr at det i flere elver allerede var etablert stasjoner og stasjonsnett som det var naturlig å videreføre i forbindelse med effektkontrollen av kalking.



Figur 1. Lokalisering av lakseelver som inngår eller har inngått i effektkontrollen av kalking i Norge.

Det første storskala kalkingsprosjektet av lakseelver startet i Audna (Vest-Agder) i 1985 (**tabell 1**). Vikedalselva og Sokndalselva i Rogaland ble kalket i henholdsvis 1987 og 1989, mens det

ble satt i gang kalking i ytterligere 17 elver på 1990-tallet. De to siste tilskuddene var Uskedalselva i 2002 og Nidelva i 2005. Det er bare i Vosso at vannkvalitetsmålet er vurdert som tilfredsstillende og kalkingaktiviteten er avviklet (fra 2006). Det betyr at det i 2010 fortsatt kalkes i 21 lakseførende vassdrag. Med unntak av Suldalslågen har det vært en løpende overvåking av vannkvalitet, bunndyr og fisk i alle disse elvene. Der har effekten av kalkingstiltaket blitt evaluert i forbindelse med reguleringsundersøkelsene som er foretatt i vassdraget (Saltveit 2004). Det er imidlertid i løpet av 2010 utarbeidet et forslag til framtidig overvåkingsprogram også for Suldalslågen (T.C. Jensen (NINA) pers. medd.), slik at vassdraget vil bli en del av effektkontrollen fra og med 2011.

Tabell 1. Kalkede lakseelver i Norge med angivelse av kalkingsstart i innsjø (som påvirker lakseførende strekning) og elv. Nr refererer seg til lokaliseringen av elvene på **figur 1**. Angitt elfiske periode går fram til og med 2009. År med redusert antall stasjoner eller fiskeundersøkelser som ikke er en direkte del av effektkontrollen er angitt i parentes. Antall stasjoner og variasjonen i antall stasjoner som er fisket er angitt.

Nr.	Vassdrag	Start kalking		Elfiske periode (år)	Antall elfiske-stasjoner
		Innsjø	Elv		
1	Flekk-Guddal	1997	1997	1995 -dd	7
2	Yndesdal	1991	1994	1991 -dd	7-9
3	Ekso	ingen	1997	1995 -dd	4-5
4	Vosso	1993	1994	1991 -dd	9-14
5	Uskedalselva	<1996	2002	2001 -dd	6
6	Rødneelva	1996	1997	(1985, 1987-1988), 1991 -2000, (2001), 2002-dd	7-12
7	Vikedalselva	ingen	1987	(1981-1984), 1985 -dd	9-17
8	Suldalslågen	*	1998	1977-2003**	12-16
9	Jørpelandselva	1995	Ingen	(1993-1994), 1995 -2001, 2003-2006, 2008	6-8
10	Lyseelva	1999	2000	(1993-1994), 1995 -1996, (1998), 1999-2001, (2002-2005), 2006-dd	6-9
11	Espedalselva	1995	1996	(1992-1994), 1995 -2000, (2001), 2002-dd	8-11
12	Frafjordelva	1998	1993(1995)	(1993), 1994 -2001, (2002), 2003-dd	10-12
13	Ogna	1991	1991	1983-1988, 1991 -dd	8-16
14	Bjerkreimselva	1996	1997	1996 -dd	18-20
15	Sokndalselva	1989	Ingen	(1990), 1991 -2001, 2003-dd	9-16
16	Kvina	*	1994	1995 -dd	10
17	Lygna	*	1991	1991 -dd	9-10
18	Audna	1985	1985	1991 -dd	10-12
19	Mandalselva	*	1997	1995 -dd	18
20	Tovdalselva	1996	1996	1995 -dd	14
21	Nidelva	1996	2005	1996 -1999, (2000), 2006-dd	6-9
22	Storelva	1985	1996	(1995), 1996 -dd	8-10

* Noe kalking i nedbørfeltet, men trolig med liten effekt på lakseførende strekning

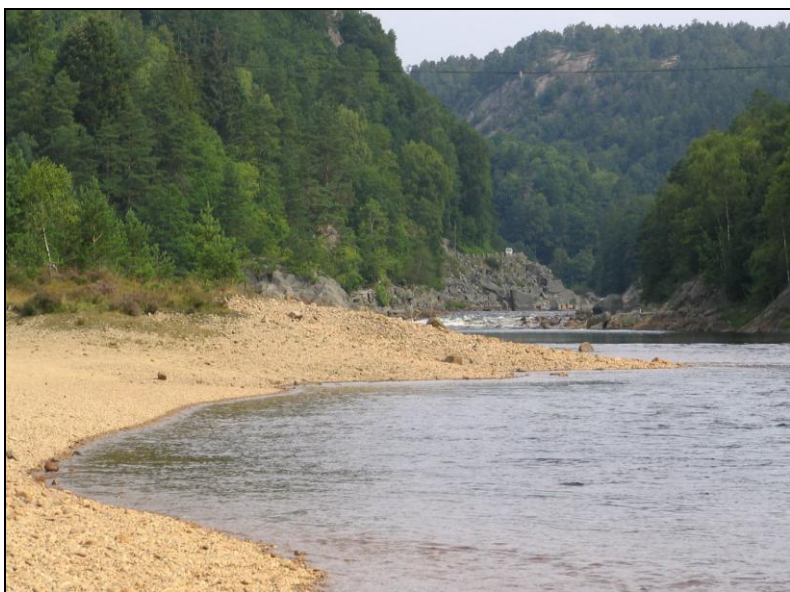
** Reguleringsundersøkelser



Espedalselva. Foto: B.M. Larsen



Kvina. Foto: B.M. Larsen



Mandalselva. Foto: B.M. Larsen

Direktoratet for naturforvaltning har lagt fram forslag til ny kalkingsplan for perioden 2011-2015. De overordnede kalkingsmål skal være å sikre det biologiske mangfoldet og de naturverdiene som er tatt vare på og reetablert gjennom kalking over mange år. Det påpekes også at målet i kalkede vassdrag skal følge vanndirektivets mål om god økologisk tilstand. Hvert enkelt lakse-vassdrag skal i tillegg ha sitt eget mål, basert på naturtilstand og biologi. Planen legger opp til en mer målrettet kalking for å sikre normal reproduksjon og overlevelse av alle livsstadier av laks, sjørørret eller andre trua og sårbare arter, og sikre livsmiljøet for andre forsuringsfølsomme organismer i vassdragene.

Avvikling av kalkingsprosjekter skal være faglig forsvarlige. Ingen av de 21 laksevasdragene som kalkes i dag antas å ha fått tilbake så god vannkvalitet at kalking kan stoppes i planperioden. Det er derfor viktig å videreføre overvåkingen av laks og ørret nøye også i årene som kommer. I tillegg er det i enkelte elver lagt opp til optimalisering av kalkingstiltak som det også er nødvendig å følge effekten av.

Vassdragene som inngår i effektkontrollen i kalkede vassdrag varierer betydelig i størrelse. Fire vassdrag har nedbørfelt mindre enn 100 km², og Uskedalselva er minst med 45 km² (**tabell 2**). Seks vassdrag har nedbørfelt mellom 100 og 250 km². Dette gjør at nær halvparten av vassdragene i kalkingsovervåkingen kan regnes som relativt små. Seks vassdrag har større nedbørfelt enn 1000 km², og størst er Arendalsvassdraget (Nidelva) med 4025 km².

Lakseførende strekning varierer også betydelig fra om lag tre kilometer i Jørpelandselva til 54 km i Bjerkreimselva. Sju vassdrag har lakseførende strekning som er mindre enn 10 km (**tabell 2**).

Tabell 2. Vassdrag som inngår eller har inngått i effektkontrollen i kalkede vassdrag med angivelse av nedbørfelt og lakseførende strekning. Nr. refererer seg til lokaliseringen av elvene på **figur 1**. Data er hentet fra årsrapportene fra effektkontrollen (bl.a. Direktoratet for naturforvaltning 2009).

Nr.	Vassdrag	Nedbørfelt, km ²	Lakseførende strekning, km
1	Flekk-Guddal	66	8
2	Yndesdal	125	6
3	Ekso	410	4
4	Vosso	1489	37
5	Uskedalselva	45	13
6	Rødneelva	61	4
7	Vikedalselva	118	10
8	Suldalslågen	1448	22
9	Jørpelandselva	80	3
10	Lyseelva	182	6
11	Espedalselva	138	13
12	Frafjordelva	171	5
13	Ogna	117	30
14	Bjerkreimselva	706	54
15	Sokndalselva	301	12
16	Kvina	1445	14
17	Lygna	664	20
18	Audna	450	30
19	Mandalselva	1809	48
20	Tovdalselva	1885	35
21	Arendalsvassdraget (Nidelva)	4025	22
22	Storelva (Vegårvassdraget)	457	15

3 Elfiske som metode

Gör alltid klart för dig vilket syfte du har med fiskena. Går syftet inte att definiera, så stanna hemma!

Fra Degerman & Sers (1999)

Ved elfiske-undersøkelser er det viktig at man under planleggingen bestemmer seg for hva som er målet med undersøkelserne og hvilken presisjon man ønsker på resultatene.

Ungfiskundersøkelser ved bruk av elektrisk fiskeapparat er sårbare for heterogen fordeling av fisken i de ungfiskbestandene som skal undersøkes. I mange undersøkelser er formålet med elektrisk fiske å få et mest mulig representativt bilde av større vassdragsavsnitt eller den totale lakseførende strekning. Ved kvantitativt elfiske på flere stasjoner kan ambisjonsnivået være å få et bilde av både relativ forekomst av arter, årsklassestyrke og tetthet og vekst hos ungfisk. Denne ambisjonen kan bare oppfylles dersom minst én av følgende forutsetninger er oppfylt:

- Ungfiskbestandene er homogent fordelt i ulike vassdragsavsnitt
- Alle områdetyper som er egnet for fiskeproduksjon blir undersøkt
- Relativ forekomst av ulike områdetyper er kartlagt

I de fleste større elver er dette vanskelig, da det vil være mange habitat i elveløpet som ikke kan nås med elfiske på grunn av vanndyp, strømhastighet osv. For disse arealene må fiske-tettheten dermed anslås ut fra resultatene i de tilgjengelige arealene. Ambisjonen om å beregne absolutt bestandsstørrelse i hver elv slik at elver kan sammenlignes direkte med hensyn til produksjon av ungfisk kan ofte være urealistisk. I overvåkingssammenheng kan det derfor være sikrere å betrakte bestandstettheten som beregnes på de avfiskede arealene som en indeks for bestandstilstand. Utviklingen av denne indeksen over tid viser dermed utviklingen i bestanden.

I effektkontrollen i kalkede vassdrag ønsker man primært å vise utviklingstrekkene i de enkelte vassdragene. Undersøkelsene er ikke prioritert med det for øye å skulle beregne absolutte bestandsstørrelser i vassdragene. Det legges derfor størst vekt på å vise relativ utvikling over tid. Da effektkontrollen i kalkede vassdrag allerede er innarbeidet med et utvalg av elver og stasjoner som allerede har lange tidsserier, vil det være uheldig å endre dette i for stor grad. Utprøvingen av stasjoner og korrigering av antall stasjoner og areal er allerede gjort over en lengre periode. For å opprettholde en kontinuitet i overvåkingen, som er både nødvendig og ønskelig, er det derfor viktig i størst mulig grad å opprettholde stasjonsnettet som finnes i dag som en basis også for overvåkingen i årene som kommer.

3.1 Habitatmessig utvalg av elfiske-lokaliteter

Det viktigste kriteriet ved valg av elfiske-stasjoner i den lakseførende delen av et vassdrag er spredning. Dette er et overordnet kriterium som sikrer at ulike deler av vassdraget er representert. Et annet selvsagt og viktig kriterium, og som i noe grad er påvirket av valg av utstyr (se kapittel 3.2), er at det må være fysisk mulig å fiske stasjonen effektivt. For et standard elfiske med små håver innebærer dette i praksis at vanndypet må være mindre enn ca 70 cm, vannhastighetene kan ikke være for høye (maksimalt om lag 1 m/s i de strieste delene) og man må kunne vade minst 4-5 m ut fra elvebredden uten at dybdekravet overskrides. Dette for å sikre at ikke stasjonene blir for smale med forholdsmessig store randsoner i forhold til arealet. I de tilfellene hvor det av ulike årsaker er vanskelig å gjennomføre elfiske på samme eller lignende vannføring hvert år, brukes stabilitet i forhold til vannføring som et tilleggskriterium. I praksis betyr dette at stasjoner velges bort dersom det ikke er mulig å fiske dem på noe varierende vannføring, eller dersom substratforholdene der man fisker endrer seg mye med vannføringen. I forhold til substrat unngår man områder som definitivt ikke er vurdert som laksehabitat (f. eks. mudderbanker og fast fjell).

Samlevende bestander av laks og ørret synes å ha et betydelig nisjeoverlapp, som blant annet framgår av overlappende habitatbruk (Bremset & Berg 1997, Bremset & Heggenes 2001, Heggenes mfl. 2002, Heggenes & Saltveit 2007) og stor likhet i diett (Tønset 1996, Jørgensen mfl. 2000). Komparative studier viser likevel at det er visse forskjeller i habitatbruk og habitatpreferanser. Generelt sett oppholder ungfisk av ørret seg nærmere land enn laksunger (Bremset & Berg 1997, Bremset & Heggenes 2001). Dette innebærer at ørretunger innenfor et gitt område av elva oppholder seg på grunnere vann enn laks (Bremset & Berg 1997, Bremset & Heggenes 2001, Heggenes & Saltveit 2007). Ørretens antatte preferanse for sakteflytende områder slik som kulper (Jones 1975, Baglinière & Champigneulle 1982, Gibson 1988), kan likevel innebære at ørretpar forekommer i dypere områder enn lakseparr, slik det er dokumentert i elver i sørvestlige England (Heggenes mfl. 2002).

Årsyngel av laks og ørret holder posisjon nærmere land (Bremset & Berg 1999, Riley mfl. 2006) og nærmere elvebunnen enn eldre ungfisk (Bremset & Berg 1999, Heggenes mfl. 2002). Nærheten til land kan delvis være en funksjon av at det mest egnede bunnsubstrat for årsyngel (grov grus og småstein) ofte avsettes langs elvebreddene, mens mer sentrale og strømssterke områder har grovere grus- og steinmasser som er bedre egnet for eldre ungfisk.

3.2 Nødvendig antall lokaliteter

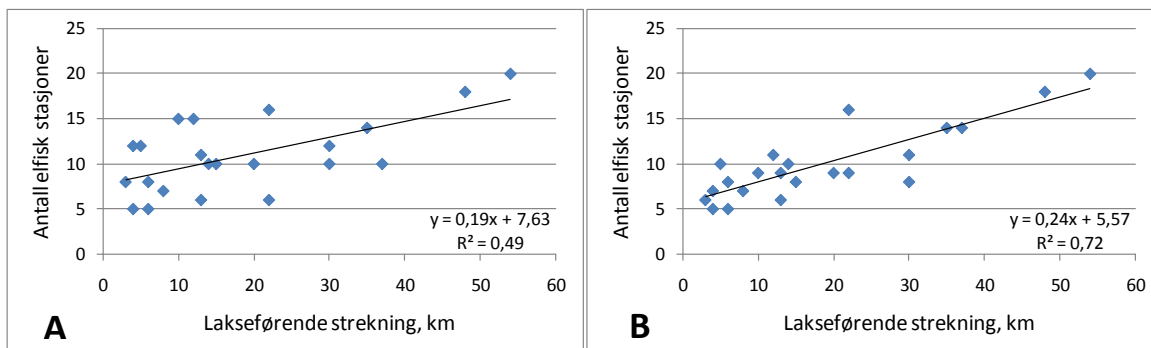
Allerede i den klassiske referanseartikkelen for elfiske i Skandinavia (Bohlin mfl. 1989), presenteres anbefalinger og statistiske beregninger for stasjonsvalg og antall stasjoner som er nødvendig for å kunne estimere bestandsstørrelse ut fra gjentatt overfiske. Når man har valgt området som bestandsestimatet skal gjelde for (f. eks. deler av eller hele den lakseførende delen i en elv) må man velge antall stasjoner og størrelse på stasjoner. Mindre stasjoner kan gi rom for å fiske flere stasjoner, men små stasjoner kan gi uheldige kanteffekter (rømming fra stasjonene). Når målet er å bestemme bestandstetthet av laks- eller ørretunger, får man et bedre resultat gjennom å fiske flere og mindre prøveflater enn gjennom bare å fiske noen få store flater.

I overvåkingsprogrammet for effektkontrollen i kalkede vassdrag ble det i 2008 elfisket på mellom 6 og 20 stasjoner i de ulike vassdragene (Direktoratet for naturforvaltning 2009). Antall stasjoner har imidlertid variert noe over tid (jf. **tabell 1** og **figur 2**). Som oftest ble elfiskeprogrammet startet opp med et relativt stort antall stasjoner før kalking og i de første årene med overvåking av kalkingstiltaket. Etter hvert som erfaringene med vassdragene og stasjonene økte, kunne man redusere og justere antall stasjoner. En nedgang i budsjettene kunne også tvinge fram en reduksjon i antall stasjoner som ikke nødvendigvis var faglig begrunnet.

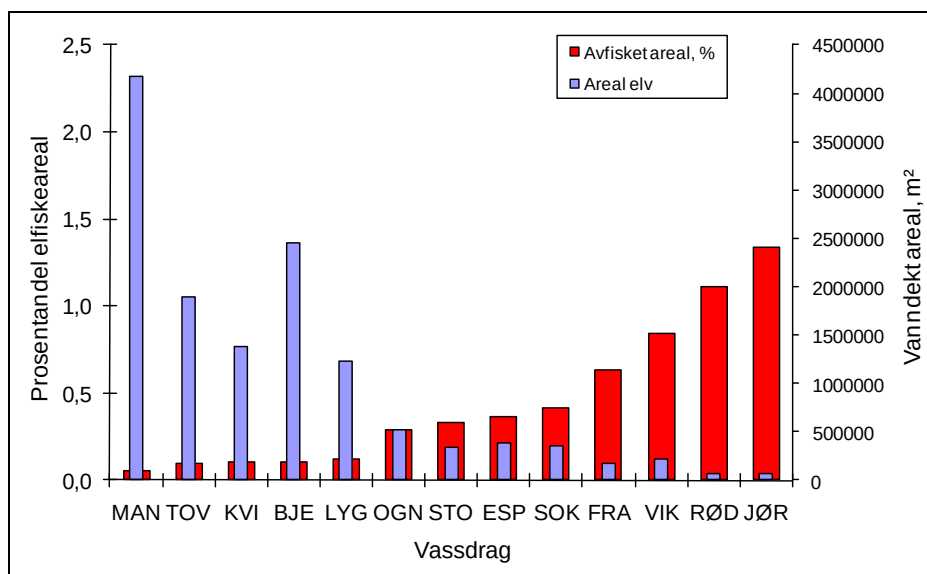
En justering av antall stasjoner førte imidlertid til en bedre tilpasning med hensyn til lengden av lakseførende strekning (jf. R^2 -verdiene på **figur 2**). Det er nå en god sammenheng mellom antall stasjoner som blir fisket (i 2008) og lengden av den lakseførende strekningen i effektkontrollen (**figur 2B**). Ser vi på antall stasjoner i forhold til nedbørfeltets størrelse er det imidlertid ingen slik sammenheng ($R^2 = 0,05$). I vassdrag med lakseførende strekning på 3-6 km er avstanden mellom stasjonene i gjennomsnitt 0,5-0,8 km. I vassdrag med lakseførende strekning mellom 6 og 15 km er avstanden mellom stasjonene 1,1-2,0 km. I øvrige vassdrag er avstanden som oftest 2,5-3,0 km mellom hver stasjon. Dette bildet var ikke like klart ved oppstarten av overvåkingsundersøkelsene da lokale forhold og ulike tradisjoner hos ulike aktører varierte. I tillegg har nok også økonomiske hensyn spilt inn da det er både tidkrevende og mer kostbart å drifte et stort stasjonsnett. Det var derfor relativt sett færre stasjoner i elver med lang lakseførende strekning (jf. **tabell 1** og **2**).

I tilpasning til NS-EN 14011 (se side 7) anbefales det å fiske en lokalitet per kilometer elvestrekning, men minst tre lokaliteter i hver elv. I lange elver kan tettheten av lokaliteter reduseres. Dette følges i noen grad i effektkontrollen for små og mellomstore elver slik den driftes i dag (jf. **figur 2B**). Likevel kan det være behov for heller å utvide stasjonsnettet i enkelte elver enn å foreta ytterligere reduksjoner. Vassdraget som avviker mest fra anbefalte normer er

Ogna. Der har reduksjonen i antall stasjoner vært for stor i forhold til størrelsen på vassdraget. Det foreslås derfor å gjeninnføre det opprinnelige stasjonsnettet på 12 stasjoner, eventuelt utvide dagens program med fire nye stasjoner i videreføringen av effektkontrollen i dette vassdraget.



Figur 2. A. Sammenhengen mellom lengde av lakseførende strekning og antall overvåkingsstasjoner ved oppstarten av overvåkingsundersøkelsene av ungfish på lakseførende strekning i kalkede vassdrag i Norge. **B.** Sammenhengen mellom lengde av lakseførende strekning og antall overvåkingsstasjoner i 2008 etter at effektkontrollen i kalkede vassdrag har pågått i mer enn 10 år i de fleste elvene.



Figur 3. En sammenligning mellom vanndekt areal på lakseførende strekning og prosentandel av arealet som inngår i elfiske stasjonene i 13 av elvene i kalkingsovervåkingen i Agder og Rogaland. Vassdragene som inngår er: MAN = Mandalselva, TOV = Tovdalselva, KVI = Kvina, BJE = Bjerkreimselva, LYG = Lygna, OGN = Ogna, STO = Storelva (Vegårvassdraget), ESP = Espedalselva, SOK = Sokndalselva, FRA = Frafjordelva, VIK = Vikedalselva, RØD = Rødneelva og JØR = Jørpelandselva.

Det blir dermed fisket relativt sett større areal i små elver sammenlignet med store vassdrag (**figur 3**). Selv om antall stasjoner varierer mellom små og store vassdrag (mellom 6 og 20 stasjoner i et utvalg på 13 elver i Agder og Rogaland), avfiskes det bare mellom 0,1 og 1,3 % av det vanndekte arealet på lakseførende strekning. Dette er selvsagt en stor metodisk utfordring

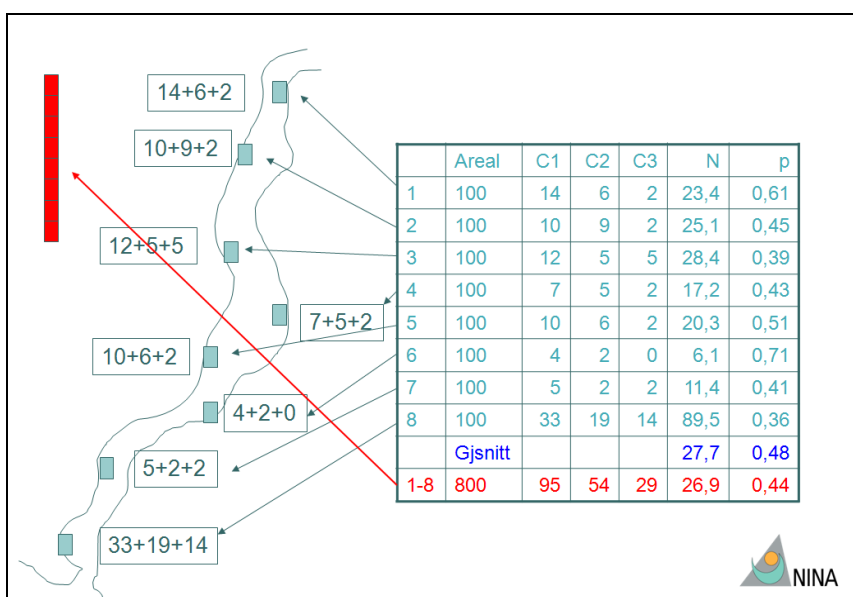
hvis resultatene skal benyttes ved oppskalering, og ved beregning av ungfisktetthet og produksjon av fiskeunger.

Lengden av lakseførende strekning var i utgangspunktet utslagsgivende for hvor mange stasjoner som ble valgt i de ulike elvene. Likevel ser vi at det kan være stor forskjell mellom vassdrag, og det er heller ikke alltid slik at en økning i antall stasjoner står i et fast forhold til lengden av lakseførende strekning. I en videreføring av overvåkingen åpnes det imidlertid for å utvide stasjonsnettet i enkelte elver, ved å variere mellom en og tre omgangers elfiske på enkelte stasjoner (se kapittel 3.3).

3.3 Nødvendig antall gjentatte overfiskinger og størrelsen på areal som skal overfiskes

Gjentatt overfiske for tetthetsberegning etter utfangstmetoden (Zippin 1958) krever at det fanges et minimum antall fisk. Dette antallet må være minst 200 individ for å få gyldige konfidensintervall når det fiskes bare to omganger (Bohlin 1984). Ved fiske i tre omganger derimot kan antallet reduseres til om lag 50 fisk "så lenge antagelsene holder". Når fangsten ved overfiske i tre omganger ble mindre enn 50 fisk ble ikke kvaliteten på estimatene akseptable lenger. Blir fangsten for lav, "lyver" konfidensintervallet og man kan lures til å tro at presisjonen er bedre enn det som er tilfellet i virkeligheten. I elver med lave tettheter er det imidlertid ikke mulig, med en rimelig innsats, å fange så mange fisk på et flertall av stasjonene.

I et tenkt eksempel (**figur 4**) der åtte stasjoner i et vassdrag fiskes ved hjelp av utfiskingsmetoden i tre omganger, fanges det mer enn 50 individ til sammen bare på en av stasjonene (stasjon 8). Hva gjør man da når bestanden er så liten og forutsetningene ikke gjelder lenger?



Figur 4. Resultatet fra et tenkt elfiske i en elv med åtte avfiskete stasjoner. Fangst i hver enkelt omgang er angitt (C1, C2 og C3). Beregnet tetthet for enkelt-stasjoner (N) og fangsteffektivitet (p) er også vist. Resultatet av beregnet tetthet når alle stasjonene (stasjon 1-8) betraktes som deler av en større flate er beregnet (rød skrift). Den røde søylen symboliserer sammenslåingen av de åtte stasjonene til en sammenhengende flate. Til sammenligning er også gjennomsnittet av tetthetene på den enkelte stasjon angitt.

Eksempelen i **figur 4** er typisk for situasjonen på mange elfiske stasjoner i norske elver. Det er fullt mulig å beregne tetthet på alle stasjonene (vi får ingen "feilmeldinger"), og fangsteffektiviteten er tilsynelatende god ($p = 0,36 - 0,71$). For lite fisk fanget på avfisket areal er imidlertid den forutsetningen som det synes mest mot i forhold til å benytte utfangstmetoden for tetthetsberegning. På enkeltstasjoner vil derfor en slik tetthetsberegning ha mindre verdi.

Hvordan kan vi likevel benytte resultatet på en god måte? Det man kan gjøre er å skape en større populasjon ved å summere den respektive fangsten i hver omgang for alle stasjonene og beregne p (fangstsannsynligheten) for denne storpopulasjonen. I vårt eksempel blir $p = 0,44$. Om man forutsetter at fangbarheten ikke varierer i altfor stor utstrekning mellom de ulike stasjonene, kan man benytte denne p -verdien for å beregne antall fisk på de ulike stasjonene i elva. Dette er den anbefalte måten å beregne bestandstettheten i områder der det er lite fisk (for eksempel mindre enn 50 individ). I effektkontrollen i kalkede vassdrag gjennomføres dette i noen grad allerede ved at det legges mindre vekt på resultatet på enkeltstasjoner. Man ser i stedet på tettheten og utviklingen i 1) områder/strekninger av elva som slår sammen flere stasjoner og 2) utviklingen i hele vassdraget der alle stasjonene er slått sammen. Når vi betrakter de åtte enkeltstasjonene i **figur 4** som deler av en større flate (stasjon 1+2+3+...+8), vil antall fisk fanget være tilstrekkelig til å kunne benytte utfangstmetoden for beregning av fisketetthet.

Som et eksempel fra effektkontrollen i kalkede vassdrag ble det plukket ut 13 elver i Agder og Rogaland der fangst av fisk på enkeltstasjoner ble undersøkt i perioden 2001-2005. Spørsmålet var hvor mange ganger ble det fanget mer enn 50 individ av laks eller ørret av de to aldersgruppene som undersøkes (årsyngel (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$)). Det ble fisket mellom 5 og 20 stasjoner i de ulike elvene hvert år; til sammen 644 stasjoner over en fem-års periode. Det ble fanget mer enn 50 laksyngel i 39 % av tilfellene, men bare i 8 % av tilfellene for eldre laksunger (**tabell 3**). For ørret ble resultatet henholdsvis 5 og 0 % for yngel og eldre ørretunger.

Tabell 3. Fangst av laks og ørret på elfiske-stasjoner i effektkontrollen i kalkede vassdrag i 13 av elvene i Agder og Rogaland i perioden 2001-2005 fordelt på fire hovedgrupper etter antall individ fanget til sammen (0-50, 51-100, 101-250 og 251-500 individ) på de ulike stasjonene. Gruppen 0-50 individ er i tillegg delt inn i tre undergrupper (0, 1-25 og 26-50 individ) som er markert med rød farge i tabellen. Det ble fisket 107-136 stasjoner hvert år (totalt 644 utfiskinger med tre fiskeomganger i femårs-perioden). N er antall stasjoner og % angir andelen av totalt antall stasjoner/utfiskinger.

Art/alder		Antall individ fanget til sammen						
		0	1-25	26-50	0-50	51-100	101-250	251-500
Laks 0+	N	36	216	143	395	161	76	12
	%	5,6	33,5	22,2	61,3	25,0	11,8	1,9
Laks $\geq 1+$	N	94	395	105	594	45	5	0
	%	14,6	61,3	16,3	92,2	7,0	0,8	0
Ørret 0+	N	71	448	90	609	32	3	0
	%	11,0	69,6	14,0	94,6	5,0	0,5	0
Ørret $\geq 1+$	N	266	368	10	644	0	0	0
	%	41,3	57,1	1,6	100,0	0	0	0

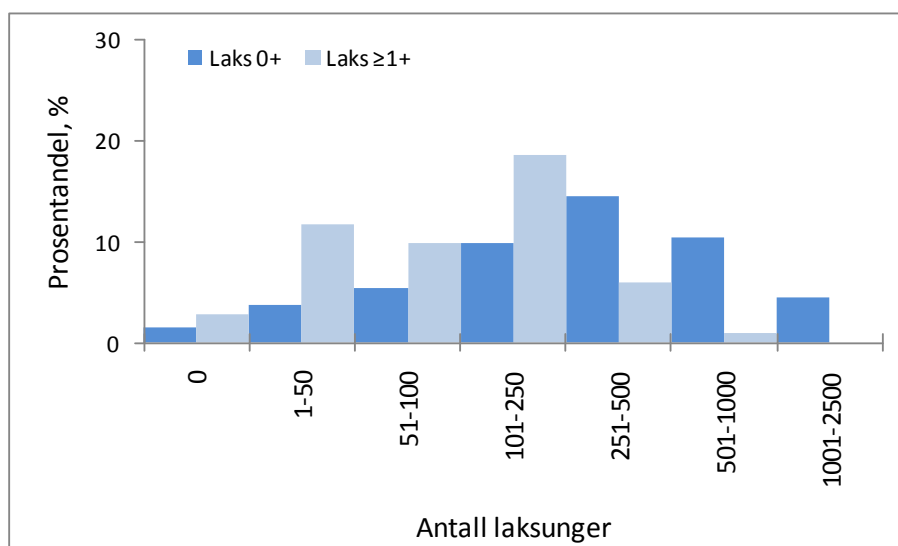
Dette betyr at forutsetningene for å benytte utfangstmetoden for beregning av fisketetthet på enkeltstasjoner ikke er oppfylt i de fleste tilfellene. Selv om feilen eller avviket i estimatet ikke blir stor, er det likevel et viktig prinsipp at vi i framtida unngår dette. Vi foreslår i stedet at man presenterer tetthet på enkeltstasjoner beregnet ut fra fangstsannsynligheten som er funnet for laks (separat for laksyngel og eldre laksunger) og ørret (separat for ørretyngel og eldre ørretunger) i vassdraget som helhet.

Ut fra beregnet fangstsannsynlighet (p) kan antall fisk (N) på hver stasjon beregnes ved ligningen:

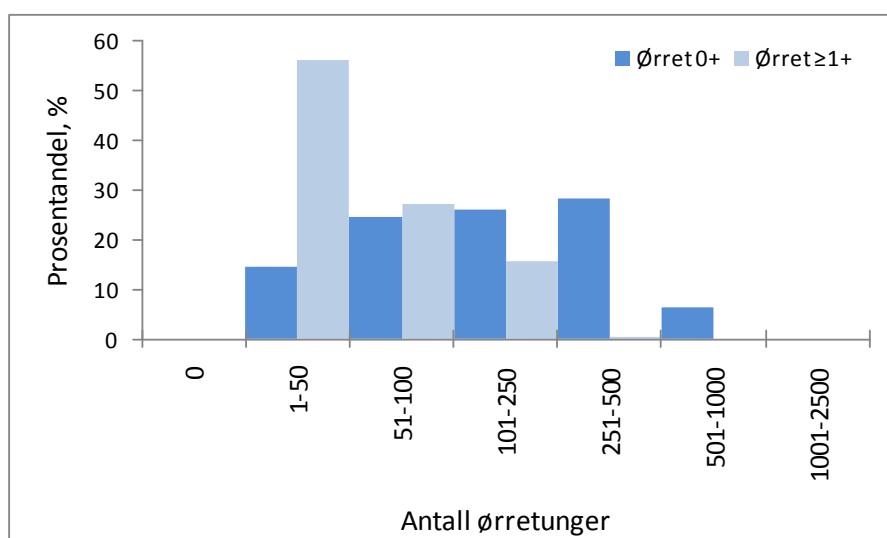
$$N = T / (1 - [1 - p]^k)$$

hvor T er totalfangsten på stasjonen og k er antall fiskerunder (Bohlin 1984). Deretter må antall fisk på hver stasjon omregnes til tetthet uttrykt som antall fisk pr 100 m².

Alternativt kan relativ tetthet også oppgis som antall individ fanget per arealenhet (100 m²).



Figur 5. Fordeling av totalt antall laksunger som ble fanget ved elfiske på alle stasjonene til sammen i 13 elver i Agder og Rogaland fra kalkingsstart i de enkelte vassdrag og fram til 2006.



Figur 6. Fordeling av totalt antall ørretunger som ble fanget ved elfiske på alle stasjonene til sammen i 13 elver i Agder og Rogaland fra kalkingsstart i de enkelte vassdrag og fram til 2006.

Ser vi på antall laksunger som er fanget på alle stasjonene til sammen i de 13 elvene som er valgt ut i Agder og Rogaland fra kalkingen startet og fram til 2006, er det fanget færre enn 50

laksyngel (0+) eller eldre laksunger ($\geq 1+$) i henholdsvis 11 og 29 % av tilfellene ($N = 158$ for begge grupper; **figur 5**).

Naturlig nok finner vi de fleste tilfellene med liten fangst i de første årene etter kalking. Seks av elvene hadde i utgangspunktet tapte bestander av laks, og til å begynne med var det av naturlige årsaker ikke laksunger eller de forekom svært fåtallig. Men allerede etter 3-5 år med kalking ble det bare unntaksvis fanget mindre enn 50 laksyngel til sammen i de undersøkte vassdragene. Det var imidlertid først etter 8-10 år at dette antallet ble oppnådd for eldre laksunger i de fleste elvene. Det betyr imidlertid at totalfangsten av laksunger nå er så stor at utfangstmetoden for tetthetsberegning kan benyttes for beregning av gjennomsnittlig tetthet i det minste for de 13 elvene som er undersøkt her.

Ser vi på antall ørretunger som er fanget i de samme elvene i Agder og Rogaland fra kalkingen startet og fram til 2006 blir bildet litt annerledes. Det er fanget færre enn 50 ørretyngel (0+) i 15 % av tilfellene ($N = 158$) og i 56 % av tilfellene for eldre ørretunger ($\geq 1+$) ($N = 158$) (**figur 6**). For estimering av ørret-tetthet vil vi selv om vi slår sammen fangsten på alle stasjonene ikke oppnå tilstrekkelig antall eldre ørretunger i et flertall av elvene til å kunne benytte utfangstmetoden uten å bryte en viktig forutsetning for bruk av ligningene.

For estimering av fisketetthet er også den reelle fangbarheten av fisk en sentral parameter. Fangbarheten varierer mest når bestandsstørrelsen er liten (Ugedal & Forseth 2009). Kombinasjonen av liten bestandsstørrelse og lav fangbarhet gir derfor usikre bestandsestimater. Men estimerer av selve fangbarheten i små bestander betraktes også som usikker. Hvis fangsten i første fiskeomgang er lav er det metodisk sett lite å tjene på å fiske flere omganger med hensyn på å oppnå presise estimer. Men det viser seg at når bestandsstørrelsen blir større enn 20 individ (av for eksempel eldre laksunger) er det bare i liten grad forskjeller i estimert fangbarhet på den enkelte stasjon (Ugedal & Forseth 2009). Det skulle bety at i de fleste tilfellene vil en total fangst av 20 eller flere fisk av en kategori på en stasjon være tilstrekkelig for å få et brukbart estimat på fangbarhet. Legger vi dette til grunn vil alle stasjoner som har en total fangst av 20 eller flere fisk av en kategori kunne inngå om vi ønsker å beregne en felles fangbarhet for et større antall stasjoner.

Den gjennomsnittlige fangbarheten i norske lakseelver basert på undersøkelser i mange elver eller over flere år i enkelte vassdrag varierer forbausende lite. I Saltdalselva ble det funnet en gjennomsnittlig fangbarhet på 0,58 for eldre laksunger ($\geq 1+$) og 0,62 for eldre ørretunger ($\geq 1+$) (Jensen & Johnsen 1988). I Nausta estimerte Finstad mfl. (2009) en gjennomsnittlig fangbarhet på 0,47 for årsyngel av laks (0+) og 0,62 for eldre laksunger ($\geq 1+$). I 13 lakseelver som inngår i effektkontrollen i kalkede vassdrag er det funnet en gjennomsnittlig fangbarhet på 0,46 for laksyngel (0+) og 0,60 for eldre laksunger ($\geq 1+$) (B.M. Larsen upublisert materiale). For ørret var fangbarheten henholdsvis 0,54 og 0,63 for yngel (0+) og eldre individ ($\geq 1+$).

Hvordan kan så det som er sagt benyttes i elfiske-undersøkelsene i praksis? Størrelsen på arealet som avfiskes varierer vanligvis fra 100 til 150 m², men kan være opp til 300 m². Dersom vi skulle ha et absolutt krav om å fange et tilstrekkelig antall fisk eller unngå fiskerunder uten fangst kan dette arealet fort bli mange ganger så stort. I den framtidige overvåkingen foreslår vi derfor at innsatsen på stasjonen i større grad vurderes i felt, men at dette skjer etter en angitt framgangsmåte (**figur 7**).

Første spørsmål vi må stille oss er hvor mange fisk må vi fange i første omgang for at fangsten totalt skal forventes å bli minst 20 individ av en kategori? Laksyngel har en lavere fangbarhet enn eldre laksunger, og antall fisk i første omgang vil derfor variere avhengig av valgt fangbarhet. De fleste undersøkelser finner p-verdier på omkring 0,45 og 0,60 for henholdsvis laksyngel og eldre laksunger. Om vi benytter dette som et generelt utgangspunkt, må vi fange minst 11 laksyngel og 13 eldre laksunger i første fiskeomgang for at totalfangst etter tre omganger skal bli større enn 20 individ (**tabell 4**).

Dette innebærer at stasjoner som har en total fangst av færre enn 20 fisk av en kategori gir så usikre estimat både på fangbarhet og tetthet at det er av liten verdi å fullføre overfiske i tre omganger på arealet. Ett alternativ er selvsagt å utvide arealet på stasjonen (med 50 eller 100 %) slik at antall fisk fanget i første omgang øker. Skal vi vurdere en slik utvidelse av arealet på stasjonen må det minst være fanget 6-10 laksyngel eller 7-12 eldre laksunger for at dette skal ha noen mening. Når fangsten i første omgang er mindre enn 6 laksyngel eller mindre enn 7 eldre laksunger kan fisket uansett avbrytes etter en omgang. Vår anbefaling er derfor at det bare gjennomføres utfisking med tre omgangers elfiske på stasjoner der forventet fangst er større enn 20 fisk av en kategori (enten på opprinnelig areal eller ved en utvidelse av det opprinnelige arealet). På øvrige stasjoner kan det fiskes bare en gang. Den gjennomsnittlige fangbarheten for vassdraget beregnes med grunnlag i resultatet fra de stasjonene der tettheten av fisk gjør det mulig med tre ganger overfisking. Den estimerte gjennomsnittlige fangbarheten anvendes deretter for å beregne tettheten på de stasjonene som bare ble fisket en gang.

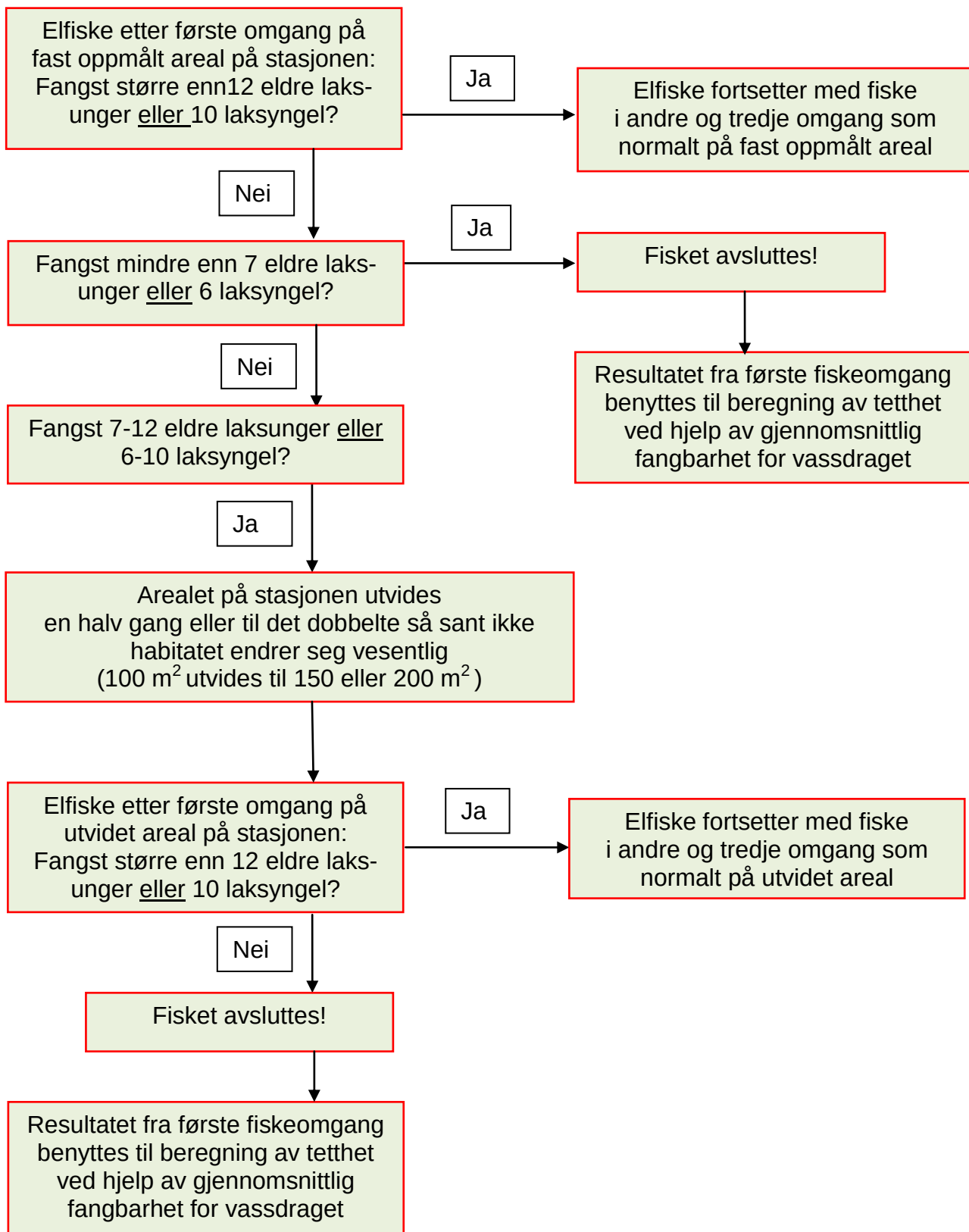
Tabell 4. Fangst som er nødvendig i første omgang for å oppnå minimum 20 individ totalt etter tre fiskeomganger ved ulik fangbarhet.

Fangbarhet (p)	Fangst etter første fiskeomgang	Estimert fangst etter tre omganger
0,65	14	20,6
0,60	13	20,3
0,55	13	21,5
0,50	12	21,0
0,45	11	20,4
0,40	11	21,6
0,35	10	20,7

Vurderer vi dette opplegget basert på resultatene fra elfisket i 13 elver i Agder og Rogaland i perioden 2001-2005 ser vi at om lag to tredeler av stasjonene ville blitt fisket som normalt om vi forutsatte at det skulle fanges minst 11 laksyngel i første omgang (**tabell 5**). Om vi derimot legger de eldre laksungene til grunn vil mindre enn en tredel av stasjonene kunne fiskes uten at arealet økes vesentlig eller at fisket stanses etter en fiskeomgang. Skulle begge forutsetninger tilfredsstilles samtidig ville dette bli oppfylt på bare en firedel av stasjonene. Nå er det imidlertid slik at mange stasjoner som er gode tilholdssteder for laksyngel i liten grad er egnet for eldre laksunger. Tilsvarende er det stasjoner der tettheten av eldre laksunger er høy, men der det knapt nok blir observert laksyngel. Den beste løsningen ville sannsynligvis være at stasjonene ble fisket som normalt så sant det enten ble fanget minst 11 laksyngel eller 13 eldre laksunger i første fiskeomgang. Dette ble oppfylt på 72 % av stasjonene for 13 av elvene som inngikk i effektkontrollen i kalkede vassdrag i 2001-2005 (**tabell 5**).

For de resterende stasjonene (181 stykker) tilsa fangstdataene at det ville være naturlig å forsøke å utvide arealet for å øke fangsten etter første overfisking på 71 av stasjonene (11 % av det totale antall stasjoner). På de resterende 110 stasjoner (17 % av det totale antall stasjoner) ville et videre fiske uansett bli vurdert å være av liten verdi, og bli avbrutt etter bare en overfisking.

En overgang fra tre til en omgang overfiske på enkelte stasjoner med liten fangst vil i utgangspunktet være tidsbesparende. Dette kan åpne for muligheten til å undersøke andre områder i elva eller utvide stasjonsnettet på eksisterende strekning. Dette er med stort hell benyttet ved fiskeundersøkelser bl.a. i Surna (Lund mfl. (2003); se tekstboks s.21).



Figur 7. Vurderingsskjema ved fiske på elfiske-stasjoner med liten fangst. Det er viktig at valgene som gjøres også føres inn i elfiske-protokollen.

Kan vi oppnå noe med dette i effektkontrollen i kalkede vassdrag? Tidsmessig viser det seg at det likevel blir lite å hente når vi betrakter alle elvene under ett. Besparelsen som oppnås ved bare å fiske en omgang er bare ubetydelig sammenlignet med den tiden det vil ta å fiske et utvidet areal på de andre stasjonene. Tanken om at det skulle kunne gi muligheten til å utvide antall stasjoner i enkelte elver ser derfor ikke ut til å være realistisk uten at det samtidig tilføres mer reell felttid.

Eksempel – 1-3 ganger overfiske i Surna

Etter det vi kjenner til var Lund mfl. (2003) de første i Norge som systematisk begynte å kombinere elfiske med tre og en gangers overfiske for oppskalering. I 2002 ble det opprettet 26 stasjoner i Surna (i gjennomsnitt 1,9 km mellom hver stasjon). Hvert år siden har 8-10 av stasjonene blitt avfisket tre ganger, mens resten av stasjonene er avfisket en gang. Arealet av hver stasjon var i utgangspunktet 100 m², men arealene ble justert ned eller opp avhengig av fangstene slik at arealene varierte mellom 50 og 234 m². En slik tilnærming kan bidra til å sikre gode estimater (stor nok fangst selv på stasjoner med lave tettheter) samtidig som den er tidsbesparende (slik at flere stasjoner kan dekkes).

Tabell 5. Antall og andel av elfiske-stasjoner i effektkontrollen i kalkede vassdrag i 13 av elvene i Agder og Rogaland i perioden 2001-2005 som tilfredsstilte forutsetningene om fangst av minimum 11 laksyngel (0+) og 13 eldre laksunger ($\geq 1+$) i første fiskeomgang.

År	Totalt antall stasjoner som ble fisket	Stasjoner med minst 11 laksyngel (0+) i første fiskeomgang		Stasjoner med minst 13 eldre laksunger ($\geq 1+$) i første fiskeomgang	
		Antall	Andel, %	Antall	Andel, %
2001	131	64	48,9	17	13,0
2002	112	80	71,4	32	28,6
2003	134	109	81,3	53	39,6
2004	136	93	68,4	51	37,5
2005	136	91	66,9	45	33,1
Samlet	649	437	67,3	198	30,5

År	Stasjoner der begge forutsetninger er oppfylt samtidig		Stasjoner der enten den ene eller den andre av forutsetningene er oppfylt	
	Antall	Andel, %	Antall	Andel, %
2001	14	10,7	67	51,1
2002	25	22,3	87	77,7
2003	47	35,1	115	85,8
2004	40	29,4	104	76,5
2005	41	30,1	95	69,9
Samlet	167	25,7	468	72,1

En innvending mot å endre det tradisjonelle elfisket med tre omganger overfiske på alle stasjoner, til et opplegg med større fleksibilitet og en kombinasjon av en og tre ganger overfiske, er at det lett kan bli uoversiktlig og uforutsigbart. Det kan i praksis variere fra år til år hvilke stasjoner som skal fiskes tre omganger, hvilke stasjoner som bare skal fiskes en omgang og hvilke stasjoner som skal fiskes med utvidet areal. Det er imidlertid svært viktig at kvaliteten på

dataene som samles inn ved elfisket er best mulig, og i minst mulig grad bryter de metodiske forutsetningene. Dataene skal gi grunnlag for å gjennomføre gode beregninger av fangbarhet og tetthet på den enkelte stasjon og i vassdraget som helhet.

3.4 De overfiskede arealenes beliggenhet i forhold til elvetverrsnittet

De ulike aldersklassene av laks og ørret er ikke homogent fordelt mellom elveavsnitt og elveklasser (kulper, høler, rasktflytende stryk mv, se side 12), og er heller ikke homogent fordelt innenfor et gitt elveavsnitt. Dette innebærer at mer eller mindre tilfeldig utvalgte stasjoner for elektrisk fiske etter ungfish ikke nødvendigvis vil gi representative data for ungfishbestandene som helhet i et vassdrag. Plasseringen av en stasjon i forhold til elvebredd og midtparti vil kunne ha avgjørende betydning for artssammensetningen man får i fangsten; nært land vil man trolig fange mer ørret enn laks, mens lengre fra land vil man trolig fange mer laks enn ørret. Tilsvarende vil landnært elfiske i et elveavsnitt med dypt midtparti mest trolig medføre et skjevt utvalg av årsklasser, gjennom at man utelukkende undersøker grunnere områder der årssyngel ofte er overrepresentert sammenliknet med eldre ungfish. I større vassdrag, der bare mindre deler av vanndekt areal er mulig å undersøke ved hjelp av elektrisk fiskeapparat, skal man spesielt være bevisst dette da resultatene kan gi et fortegnnet bilde både av artssammensetning og årsklassestyrke.

I effektkontrollen i kalkede vassdrag er alle elfiske stasjonene (med bare ett unntak) lagt ut fra en av elvebreddene. Dette betyr i noen grad at laks kan være underrepresentert i fangstene. Erfaringsmessig har dette størst konsekvens for fangst av eldre laks- og ørretunger. Så lenge formålet med effektkontrollen er å se på variasjon mellom år i de enkelte vassdragene og i mindre grad skal reflektere forskjeller mellom vassdrag, vil vi likevel foreslå at det etablerte stasjonsnettet opprettholdes. Det vil gi den kontinuiteten i overvåkingen som må være overordnet viktig.

3.5 Statistisk behandling av elfiske-materialet for å belyse fisketetthet

Det foreligger gode statistiske metoder for tetthetsberegning gitt at de data som samles inn i felt holder tilstrekkelig kvalitet. Elfiske og det beregnede tetthetsestimatet for fiskebestanden, benyttes i svært mange overvåkningsprosjekter selv om man må være klar over at mange av forutsetningene for metoden brytes. Hovedårsaken til at vi fortsetter å benytte elfiske er at metoden, til tross for sine mangler, er den eneste praktisk tilgjengelige metoden vi har for å si noe om ungfishetettheter og fiskeoverlevelse i våre vassdrag, med minimal innsats og skade på fisken.

Det er derfor viktig å fokusere på hvordan vi kan redusere effekten av de brutte forutsetningene så mye som mulig, slik at kvaliteten på estimatene (presisjon og forventningsskjevhet) blir best mulig (Bohlin mfl. 1989). Zippins (1958) estimerer for tetthet og fangbarhet p , basert på n -gangers utfisking, antar en lukket populasjon, lik fangbarhet for alle individer og konstant fangbarhet for alle utfiskingsomgangene. Mulige brudd på forutsetningene blir da for eksempel forflytninger inn eller ut av området mellom fiskeomganger, størrelsesavhengig fangbarhet, forventningsskjevhet avhengig av substrat og endring i fangbarhet mellom runder. Erfaringsmessig har trolig brudd på den siste antagelsen (konstant p for alle runder) størst effekt på våre estimerer for ungfish av laks og ørret.

En lav fangbarhet vil gi en stor usikkerhet i tetthetsestimatet, så vi ønsker å designe elfisket slik at fangbarheten maksimeres. Flere faktorer, som for eksempel vannføring, endring i vannføring og temperatur, påvirker fangbarheten og kan også gi en endring i fangbarhet mellom runder. Disse bør, så langt det lar seg gjøre, holdes konstante under studien. Når en studie går over mange år og utføres i et svært variabelt miljø, vil dette kunne være vanskelig.

I Norge har tetthetsestimat ved hjelp av elfiske primært vært brukt til studier av tidstrender på utvalgte stasjoner, og man har antatt at fisketettheten på stasjonene fanger opp endringer i bestandsstørrelse. I tillegg til rene bestandsovervåkinger har svært mange av undersøkelsene vært før-etter eller bare etterundersøkelser i forbindelse med inngrep (ofte vassdragsreguleringer). Dersom endringene i bestandsstørrelse er store nok kan tetthetsestimater brukes til å dokumentere endringene, slik det for eksempel er gjort for laksebestanden i øvre del av Altaelva (Ugedal mfl. 2007).

Oppskalering fra små prøveflater hvor man estimerer tetthet ved elfiske til bestandsstørrelse har også økt i omfang og blitt mer aktuelt i de senere år. Dels kan slike data brukes til å etablere bestand-rekrutteringsforhold ved at man sammenligner rogndeponering (gytebestanden) og den resulterende rekrutteringen i form av ungfiskbestand på ulike livsstadier. Dels kan også oppskalerte presmoltdata inngå i prognoseverktøy som har som mål å kunne forutsi innsiget av laks før sesongstart.

Sammenligninger av fisketettheter mellom elver og oppskalering fra prøveflater (stasjoner) til hele vassdrag stiller andre krav både til stasjonsvalg og antall stasjoner, og nye måter for å analysere data enn det overvåkingsundersøkelsene i forbindelse med effektkontrollen legger opp til.

3.6 Om og hvordan alders- og vekstdata statistisk kan anvendes for å belyse effekter av kalkingen

Studier av sammenhengen mellom tetthet av ungfisk og vekst kan fortelle noe om effekten av konkurranse, og om bæreevnen er nådd for vassdragene. Basert på data fra effektkontrollen i Mandalselva og Tovdalselva er det funnet klare forskjeller mellom de to vassdragene (Fiske & Larsen 2010). Hos laksunger i Mandalselva så veksten ut til å være tetthetsavhengig, men det var variasjoner innen elva. I Tovdalselva derimot ble det ikke funnet en slik sammenheng. Dette skyldes trolig at fisketetthetene fremdeles er så vidt lave at konkurranse i liten grad har påvirket veksten negativt.

Før kalkingstiltaket startet i Vikedalselva ble det gjort beregninger av bæreevnen i vassdraget (Fjellheim mfl. 1987), men dette arbeidet er ikke blitt fulgt opp etter kalking. Slike beregninger og sammenligninger mellom vassdrag kan imidlertid gi informasjon om hvor langt reetableringen har kommet, og være en god dokumentasjon i diskusjonen om redusert kalking og avvikling av kalkingsprosjekt.

3.7 Beste tid på året for gjennomføring av feltarbeidet med hensyn til miljøvariasjoner som vannføring, vanntemperatur, ledningsevne, turbiditet og værforhold

Ved bruk av elektrisk fiskeapparat er fangbarheten til fiskeungene sterkt avhengig av miljøforholdene under innsamlingen (Jensen & Johnsen 1988, Bohlin mfl. 1989). De viktigste miljøparametrene som påvirker fangsten er vannføring, vannføringsendring i dagene før innsamling, temperatur, lysforhold, turbiditet og ledningsevne. I tillegg kan været ha betydning for resultatet, noe som påvirkes av årstidsvariasjoner. Når det gjelder laks og ørret bør innsamlingen i de fleste tilfeller foretas mot slutten av vekstsesongen når årsyngelen er stor nok til å bli fanget ved elfiske. Samtidig er det viktig at elfisket ikke gjennomføres ved for lave temperaturer da både fiskens aktivitet og effekten ved elfisket reduseres. Ved lave vanntemperaturer kan en ved suksessiv utfisking av et areal oppleve å få flere fisk ved andre gangs overfisking enn i første omgang. Dette gjør bestandsberegning etter utfangstmetoden verdiløs.

Ved overvåkingen er det viktig at innsamlingene hvert år utføres på de samme stasjonene (selve arealet kan variere noe) på samme tid av året og under så lik vannføring som mulig.

3.7.1 Vannføring

Vannføringen kan ha stor betydning for resultatet av et kvantitativt elfiske. Når vannføringen øker, øker vanndekt areal. Dette fører til at fisken har et større område å fordele seg på, dvs. at det blir færre fisk pr arealenhet. Økt vannføring fører også til høyere vannhastighet, sterkere strøm, mer turbulent vann og dårligere sikt. Alle disse faktorene gjør at det blir vanskeligere å se fisken, og estimert tetthet avtar (Jensen & Johnsen 1988, Bohlin mfl. 1989, Saksgård & Heggberget 1990, Ugedal mfl. 2007). Vannføringen har oftest større påvirkning på tetthetsestimaterne av laks enn på ørret. Dette skyldes at laksungene i elver med begge arter står lenger ut i elva, og delvis i sterkere strøm enn ørreten og derfor blir vanskeligere å fange når vannhastighet og dyp øker og sikten reduseres.

Når vannføringen øker og vannet flommer inn over tidligere tørt land, tar det en viss tid, opptil flere dager, før fisken følger etter. Tiden det tar før nye områder tas i bruk kan også være temperaturavhengig, ved at det kan ta lengre tid ved lave vanntemperaturer. Dette gjør at det finnes lite fisk nær land når elva stiger, og et elfiske langs land på et slikt tidspunkt kan gi et uriktig bilde av fisketettheten, spesielt i store elver.

3.7.2 Temperatur

Fisk er vekselvarm og vanntemperaturen har stor betydning for fiskens atferd, reaksjonsevne og svømmehastighet. Derfor reagerer fisk forskjellig på elektrisk strøm avhengig av temperaturen i vannet, men litteraturen på dette området er motstridende (Cowx & Lamarque 1990). Under 4 °C synes fisken å bli mindre påvirket av elektriske strømfelt i og med at de raskere går inn i en tilstand av immobilitet, og dette reduserer fangbarheten (Cowx & Lamarque 1990). På den annen side, på grunn av at temperaturen påvirker fiskens metabolisme, er de mer aktive og derfor vanskeligere å fange ved høye temperaturer.

Generelt synes det derfor å være et optimalt temperaturområde som gir best effekt ved elfiske, og utenom dette området avtar fangbarheten (Cowx & Lamarque 1990). Dette området varierer fra art til art avhengig av artens temperaturpreferanse. For karpefisk er det optimale temperaturområdet 10 - 20 °C (Reynolds 1978). For laksefisk har vi ikke funnet noen undersøkelser som på en overbevisende måte viser hva optimalt temperaturområde for elfiske er. Den eneste referansen vi har funnet på dette temaet er Vincent (1971), som sier at laksefisk fanges lettest når vanntemperaturen er lav. Han antydte 0 - 10 °C som optimalt område, men uten å gi noen begrunnelse for påstanden. Cowx & Lamarque (1990) refererte Vincent (1971), men har sitert feil og endret området til 5 - 10 °C.

I henhold til Norsk Standard (NS-EN 14011) skal det ikke fiskes når vanntemperaturen er lavere enn 5 °C. Noen øvre temperaturgrense er ikke angitt i denne standarden. I NS 9455 derimot som gir tilpasninger til NS-EN 14011 er det tilføyd at undersøkelser av tetthet og alderssammensetning bør foretas ved 5-10 °C, og skal ikke foretas ved temperatur over 15 °C. Det er imidlertid ikke gitt noen faglig begrunnelse for dette. I de fleste tilfeller vil det å finne optimale fiskeforhold med hensyn til vanntemperatur også være en avveining mot det å fiske på gunstig vannføring. Lav vannføring vil ofte henge sammen med høy vanntemperatur. Når vanntemperaturen synker om høsten skjer dette som oftest samtidig med nedbør og stigende vannstand.

I et utvalg av lakseelvene i Agder og Rogaland ble vanntemperaturen målt med et enkelt håndholdt termometer ved fiske på elfiske stasjonene i perioden 1994-2005. Det ble fisket i august i alle år, og det midlere årsgjennomsnittet i de ulike vassdragene varierte fra 14 til 20 °C avhengig av vassdrag (**tabell 6**). Det var gjennomgående høyere vanntemperatur i vassdragene i Agder sammenlignet med vassdragene i Rogaland. Det ble fisket på relativt stabile temperaturforhold fra år til år. Kravet til stabil og god vannføring overstyrte i dette tilfellet betydningen

av å fiske på lavere vanntemperatur. Fra Sverige er det dessuten vist at man får flest arter ved elfiske når det er varmt i vannet (Degerman mfl. 1994).

I elvene på Vestlandet ble det normalt fisket på vanntemperaturer lavere enn 14 °C. Hovedvekten av fisket ble gjennomført i september-oktober, men også november og desember er benyttet i enkelte år. I Agder og Rogaland har fisket blitt forskjøvet i tid fra august (september) til fiske i september-oktober-november. Slike endringer kan være uheldig da det endrer forutsetningen om at forholdene skal være så like som mulig fra år til år.

For komparative studier av fisketetthet mellom eller innen elver kan det være viktig å gjennomføre avfisking på omtrent samme tid av året og ved tilnærmet lik vanntemperatur. Dette kan være spesielt viktig i elver med både laks og ørret. Når temperaturen synker om høsten blir laksungene mindre aktive og oppholder seg dypere nede i substratet. Allen (1940; 1941) observerte at laksungene i River Eden i England flyttet fra stryk til kulper og reduserte matopptaket om høsten ved temperaturer under 7 °C. Liknende observasjoner gjorde Gardiner & Geddes (1980) i Shelligan Burn i Scotland ved temperaturer lavere enn 5 °C. Også temperaturer så høye som 9 – 10 °C er nevnt som terskelverdier for når laksungene gjemmer seg om høsten (Gibson 1978, Rimmer mfl. 1983). Fra laboratorie- og feltstudier er det påvist at laksefisk endrer atferd fra å være dagaktive til å bli nattaktive ved lave temperaturer (Heggenes mfl. 1993, Fraser mfl. 1993; 1995, Bremset 2000). Selv om fisk blir mindre aktive ved lave temperaturer om høsten, er det ikke dokumentert at dette påvirker tetthetsestimatene.

Det kan være viktig å fiske på samme tid av året når tettheter skal sammenlignes mellom år også på grunn av høy dødelighet spesielt hos årsunger. Det er store variasjoner i populasjonstetthet gjennom sesongen spesielt i tette ungfiskbestander av laks. Undersøker man tidlig på sommeren kan man få veldig høye tettheter, men tettheten synker i takt med den naturlige dødeligheten og forflytninger innad i vassdragene om høsten når vannføringen øker.

Tabell 6. Vanntemperatur målt ved elfiske i et utvalg av vassdrag i Agder og Rogaland fylker. Data fra effektkontrollen i kalkede vassdrag i perioden 1994-2005.

Vassdrag	Antall år	Vanntemperatur ved elfiske		
		Midlere årgjennomsnitt ± SD	Laveste årgj.snitt	Høyeste årgj.snitt
Storelva	6	20,0 ± 1,4	19,0	20,8
Tovdalselva	8	19,9 ± 2,0	18,9	21,2
Mandalselva	8	17,4 ± 1,9	15,5	19,5
Lygna	9	16,7 ± 3,7	15,4	17,9
Kvina	8	18,2 ± 2,7	17,2	19,4
Sokndalselva	9	17,4 ± 3,1	16,2	18,4
Bjerkreimselva	8	17,5 ± 2,9	15,1	19,0
Ogna	9	17,6 ± 1,9	14,7	19,9
Frafjordelva	9	14,6 ± 2,0	13,5	15,6
Espedalselva	8	14,1 ± 3,4	11,1	16,0
Jørpelandselva	7	15,1 ± 1,6	14,1	15,7
Vikedalselva	9	16,3 ± 2,7	14,9	17,3
Rødneelva	8	15,8 ± 3,1	13,7	16,6

Ved samme lave temperaturer er sannsynligvis fangbarheten høyere om våren enn om høsten. Det er vist at laksungene er mer aktive om våren enn om høsten ved samme temperatur- og næringsforhold (Metcalf mfl. 1986). Om våren synes den estimerte fangbarheten å være nor-

mal (0,4 - 0,6), og vi oppnår gode tetthetsestimater allerede ved 2 - 3 °C mens temperaturer lavere enn ca. 2 °C gir mer usikre resultater (Jensen 2004). Ved så lav temperatur fanges av og til flere fisk i andre enn i første elfiske-omgang. Det tyder på forskjellig fangbarhet fra omgang til omgang, og inntrykket er at fisken blir "vekket" av strømmen i første omgang, for så å bli fanget i de to neste omgangene. Dette fenomenet kan skyldes skjulsøkende atferd på dagtid ved lave temperaturer.

3.7.3 Ledningsevne/konduktivitet

Vannets ledningsevne sammen med fiskens ledningsevne, er ofte sett på som den faktoren som har størst innvirkning på effektiviteten under elfiske. Jo færre oppløste partikler i vannet, jo lavere konduktivitet og desto verre er det for elektrisiteten å passere gjennom vannmassene (destillert vann kan faktisk være isolerende). I vann med lav ledningsevne kreves det derfor høyere spenning for å oppnå samme effekt på fisken som i vann med høyere ledningsevne.

Fangbarheten øker lineært med ledningsevnen (Cowx & Lamarque 1990). Ledningsevnen varierer med vanntemperaturen slik at lavere vanntemperatur fører til lavere ledningsevne. Rent fysisk avtar vannets ledningsevne med 20 % ved et temperaturfall på 10 °C.

I elver med lav ledningsevne vil fangbarheten av fisk avta ytterligere ved lav vanntemperatur. Dette kan i praksis bety at man må fiske med høyere spenning for å øke fangbarheten av fisk.

Når vi sammenligner vassdragene som inngår i effektkontrollen i kalkede vassdrag er det imidlertid relativt små forskjeller i gjennomsnittlig årlig ledningsevne. I 1998 varierte årsgjennomsnittet mellom 1,4 og 3,8 mS/m i de 13 elvene som det finnes data fra (**tabell 7**). Fra 2008 foreligger det data fra alle vassdrag med unntak av Suldalslågen. Årsgjennomsnittet varierte mellom 1,7 og 5,5 mS/m. Det var høyest ledningsevne i de tre vassdragene sør i Rogaland: Ogna, Bjerkreimselva og Sokndalselva samt Audna i Vest-Agder (3,3-5,5 mS/m). Resterende vassdrag hadde alle verdier lavere enn 3,0 mS/m.

Det er foreløpig usikkert om de relativt små forskjellene i ledningsevne mellom vassdrag har noe å si for fangbarheten av laks- og ørretunger under elfiske. Dette vil imidlertid bli undersøkt i et eget prosjekt der målet er å øke forståelsen av ledningsevns betydning for resultatet ved elfiske i samband med utfiskingsmetoden (NINA, under arbeid). Anbefalinger fra dette prosjektet vil kunne tas inn i retningslinjene for elfiske i kalkede vassdrag på et senere tidspunkt.

3.7.4 Turbiditet

Sikten i vannet har stor betydning for fangbarheten. Det er viktig at det er så god sikt i vannet at man kan se hele området der fisken blir immobilisert. Dette er ofte en radius på omtrent 0,5 m rundt anoden, og det tilsvarer et siktedyp på ca. 1 m (Bohlin mfl. 1989). I vann med dårlig sikt vil siktedypet bli den begrensende faktoren. Under slike forhold kan det bli mer utpreget størrelsesselektivitet enn ellers, i og med at det er de største fiskene som er lettest å se. Dårlig sikt er f. eks. et vanlig problem i vassdrag som er påvirket av breslam. I de mest blakkede elvene kan det derfor være vanskelig å gjennomføre tetthetsberegninger ved hjelp av elfiske om sommeren.

I de kalkede elvene er høy turbiditet generelt et lite problem. Det er begrenset med målinger, og primært er det bare data fra vassdragene i Agder i 2008 (**tabell 7**). Med unntak av Lygna der turbiditeten var 1,4 FTU, har de andre vassdragene årsgjennomsnitt mindre enn 0,8 FTU. Elfiske skal helst gjennomføres på stabil eller avtagende vannføring, og dette vil normalt samsvare med perioder der turbiditeten er lav.

Tabell 7. Gjennomsnittlig ledningsevne og turbiditet målt i forbindelse med vannkjemisk overvåking i kalkede vassdrag i Norge. Eksempler fra 1998 (basert på 8-16 målinger) og 2008 (basert på 11-22 målinger). Åpne felt angir at det ikke finnes data for vassdraget i det året. Data fra DN (1999; 2009).

Nr.	Vassdrag	Ledningsevne mS/m		Turbiditet, FTU	
		1998	2008	1998	2008
1	Flekk-Guddal		2,7		
2	Yndesdal	2,3	2,9		
3	Ekso	1,4	2,0		
4	Vosso		1,7		
5	Uskedalselva		2,3		
6	Rødneelva	3,8	2,7	0,7	
7	Vikedalselva	2,5	2,8		
8	Suldalslågen				
9	Jørpelandselva	2,5	2,7		
10	Lyseelva		2,0		
11	Espedalselva		2,7		
12	Frafjordelva		2,5		
13	Ogna		5,5		
14	Bjerkreimselva	3,2	3,3		
15	Sokndalselva		4,2		
16	Kvina	3,0	2,4		0,8
17	Lygna	2,5	2,7		1,4
18	Audna	3,9	3,7	0,8	0,6
19	Mandalselva	1,7	1,8		0,7
20	Tovdalselva	1,9	2,1		0,7
21	Nidelva	1,8	1,7		0,4
22	Storelva (Vegårvassdraget)	2,8	2,6		0,6

3.7.5 Generelle værforhold

Sterk vind og regnskurer er et problem ved elfiske, og gir redusert fangbarhet. Tetthetsestimatene blir spesielt upålitelige dersom været skifter betydelig fra omgang til omgang. Slike varierende forhold bør unngås og må i alle tilfeller noteres i feltprotokollen.

4 Arbeid i felt og sikring av felldata

Orkar ni inte artsbestämna och mäta all fisk samt ordentlig fylla i elfiskeprotokollet skall ni hellre vara hemma än ute i vattendragen och störa fisken!

Fra Degerman & Sers (1999)

For å sikre sammenlignbare resultater i et overvåkingsprogram må fiskeinnsats, fiskeutstyr og fiskeprotokoller være tilnærmet like ved hver innsamling. Det må sikres at samme lokalitet avfiskes hver gang, både ved gjentatt fiske innen en innsamlingsrunde, og ved gjentatte besøk til lokaliteten. Beliggenheten av en innsamlingslokalitet identifiseres lett ved å bruke GPS, angi UTM-referanser, eller ved å vise til faste markører i området (eks. X meter nedstrøms XXX bru). Normalt vil det i tillegg være svært nyttig å markere stasjonen i felt med spraymaling på steiner, tape (hvit) i trærne og/eller armeringsjern. Fotodokumentasjon av lokaliteten er å anbefale. Før overfiskingen starter merkes arealet som skal avfiskes ved øvre og nedre grense dvs. alle fire "hjørner" hvis hele bredden fiskes. Der avfisking av hele bredden ikke er mulig, kan arealet merkes i ytterkant med fargede steiner på bunnen, steiner med tau og flottør eller gjerdestolper til strømgjerde for husdyr, som stikkes ned i bunnsedimentet. Det er imidlertid

viktig å gå så lite som mulig i arealet som skal overfiskes slik at fisk ikke skremmes ut av arealet før fisket starter. God merking sikrer at samme areal fiskes ved andre og tredje gangs overfiske.

Vanntemperatur måles med et håndholdt digitalt termometer (for eksempel Hanna Instruments Checktemp-1). Det er i tillegg anbefalt at også ledningsevnen måles direkte i felt for å sikre en best mulig innstilling av elfiske-apparatet (for eksempel Mettler Toledo portable meter SG3 SevenGo).

Fangsten i hver fiskeomgang artsbestemmes og lengdemåles til nærmeste millimeter slik at antall og lengdefordeling framgår for hver fiskeomgang. Lengden på hver enkelt fisk måles fra snutespiss til ytterste spissen av halen når fisken ligger naturlig utstrakt.

Innsamling og fiksering av fisk på etanol (referansemateriale for senere alders- og vekstbestemmelse) bør gjennomføres i alle vassdrag. Det er viktig å kunne undersøke presisjonen i å bruke lengdefordelingen som et surrogat for aldersfordeling mellom aldersgruppene 0+ og $\geq 1+$. Flere forhold gjør at dette ikke kan forventes å være konstant, for eksempel kan både redusert tetthet, klimaendringer mot lengre vekstsesong, og innslag av rømt oppdrettslaks i bestanden, medføre at veksthastigheten øker i forhold til tidligere år. Aldersbestemmelse ved hjelp av skjell og otolitter vil kunne etterprøve dette på en sikrere måte enn ved å studere lengdefordelinger alene. I tillegg kan det være interessant å knytte DNA-studier til fiskeundersøkelsene. Ett motiv kan være å avdekke mulige laks-x-ørrethybrider, som har vært økende i Norge. I elver med høyt innslag av rømt oppdrettslaks, kan det også være aktuelt å bruke DNA-analyse til å avdekke avkom av rømt oppdrettslaks i naturen.

Alle prøver merkes med vassdragsnavn, stasjonsnummer og dato både utenpå flasken og på en lapp av vannfast papir som legges i flasken sammen med fisken. Vassdragene deles inn i soner bestående av tre-fem stasjoner, og et utvalg av fisk (opp til 20 årsyngel (0+) og opp til 15 eldre ungfisk ($\geq 1+$)) blir samlet inn fra hver strekning. Dette sikrer et representativt utvalg av fisk fra hele vassdraget. Fisk større enn 15 cm bør helst ikke fikseres (tar stor plass og fiksering kan bli utilstrekkelig for langtidslagring). Det foreslås i stedet å ta skjellprøver av fisken i felt før fisken settes ut i elva igjen. Det kan også tas et finneklipp som fikseres på 96 % etanol for senere DNA-analyse.

Det er viktig å etterstrebe så systematiske arbeidsrutiner som mulig. En nøyaktig utfylt felt-håndbok i form av et standardisert elfiske skjema skal derfor fylles ut for hver lokalitet. Et eksempel på et slikt skjema til bruk under elfiske er gitt i **vedlegg 1**.

Det er viktig å være bevisst at aktiviteten ikke skal bidra til å spre sykdommer, parasitter eller andre organismer mellom vassdrag. Arbeidet skal derfor følge fastlagte rutiner for desinfisering av utstyr (for eksempel ved bruk av Virkon-S).

5 Operative detaljer og teknisk gjennomføring av elfiske

Elfiske är en farlig verksamhet, såväl för fiskaren som för fisken!

Fra Degerman & Sers (1999)

Ved elfiske settes det opp et elektrisk felt mellom anode og katode, det vil si mellom henholdsvis anodering og katodewire for de bærbare apparatene som brukes i Norge. Egenskaper ved det elektriske feltet avhenger av spenningsnivå, om det er vekselstrøm (AC) eller likestrøm (DC), strømmens bølgeform og frekvens, elektrodens størrelse og form, ledningsevnen til vann og omgivelser, og størrelsen på vannvolumet. Feltet er sterkest nærmest anoderingen og avtar ut mot sidene.

5.1 Valg av riktig spenning og frekvens ved fiske på ulike nivåer av ledningsevne og vanntemperatur

I vann med lav ledningsevne kreves det høyere spenning for å oppnå samme effekt på fisken som i vann med høyere ledningsevne. Ledningsevnen varierer med vanntemperaturen slik at lavere vanntemperatur fører til lavere ledningsevne. Som nevnt tidligere avtar vannets ledningsevne med 20 % ved et temperaturfall på 10 °C.

For å minimere dødeligheten bør en alltid benytte den laveste strømstyrken som samtidig gir en effektiv fangst og redusere eksponeringstiden til et minimum. I forhold til skader vil det være gunstig med lav frekvens (35 Hz på Paulsen/Terik-apparat), men hvis en da må øke feltstyrken for å få effektiv fangst vil det kunne gi økt dødelighet. Dette blir altså en avveining. I Norge er det mest vanlig å bruke lav spenning (350 V eller 700 V) og høy frekvens (70 Hz) under elfiske etter presmolt og smolt.

Elektroden som benyttes bør i utgangspunktet være størst mulig for å begrense størrelsen på de mest intense strømsonene, og dermed redusere fiskedødeligheten. Men anoderingen må i tillegg tilpasses formålet med elfisket. I et standardisert elfiske bør man ha en ringdiameter på 20-30 cm (Degerman & Sers 1999). I vann med høy ledningsevne kan det være nødvendig med en ring på 40 cm, mens det i vann med liten ledningsevne (< 5 mS/m) kan være nok med 20 cm. Dersom hensikten er å få best mulig fangst av årsyngel (alder 0+) bør det imidlertid benyttes en svært liten anodering, omkring 10 cm (Copp 1989). I de kalkede elvene er ledningsevnen normalt lavere enn 5 mS/m, og yngel inngår som en viktig del av fangsten. Et kompromiss vil dermed være å benytte en ring som er noe mindre enn 20 cm i diameter.

Det finnes i dag tre ulike anodestørrelser som tilbys fra produsenten av elfiske-apparater i Norge (TERIK as). Disse er ikke sirkelrunde, men ovale/avlange i formen. De to vanligste er benevnt normal (diameter 22 cm; egentlig lengde 26 og bredde 18 cm) og liten (diameter 18 cm; egentlig lengde 22 og bredde 14 cm) størrelse. Ut fra det som er sagt ovenfor vil vi derfor anbefale at liten anodering blir foretrukket brukt ved elfiske i forbindelse med effektkontrollen i kalkede vassdrag. Nå finnes det også egenproduserte anoderinger (sirkelrunde) i bruk som kan avvike fra dette. Sirkelrunde anoderinger bør imidlertid være mindre enn 20 cm for at resultatene skal bli mest mulig sammenlignbare med den lille anoderingen nevnt ovenfor.

For å øke fangbarheten kan anoderingen (med påmontert fangstnett) også benyttes som håv så sant ikke fiskeungene samtidig eksponeres for strøm (dvs strømmen skal slås av straks når fisken er immobilisert og før den fanges med anodehåven).

5.2 Bevegelsesmåte av anoden og varighet av strømgiving

Anodeføring og strømgivning varierer med ledningsevne, dybdeforhold, substrat, temperatur og mengde fisk. Kaldt vann gir treg fisk og krever mer strøm. Det medfører et roligere fiske og lengre utslag med anoden. Varmere vann og høyere tettheter krever på sin side mindre utslag med anodestanga og mer forsiktig strømgiving.

Motstrøms fiske er den mest anvendte elfiske-metoden her i Norge. Man starter lengst nede på lokaliteten og går mot strømrretningen mens anodestaven føres med strømrretningen mot håven med litt lavere fart enn vannhastigheten. Det er viktig ikke å holde strømmen for lenge ettersom man da "skyver" fisken foran seg.

5.3 Håndtering av fisk under og etter elfiske - bedøving?

Av sikkerhetsmessige grunner kreves det at man alltid er minimum to personer under utførelse av elfiske. Dette er elfiskeren og "bøttebæreren". Bøttebæreren har som oppgave å være med å fange fisk sammen med elfiskeren, ta hånd om fanget fisk og påse at denne får tilgang på friskt vann under elfisket.

Det bør gå minimum en halv time fra man begynner å fiske arealet på en stasjon til man starter en ny overfisking av det samme arealet slik at fisken som er igjen på området skal rekke å restituere seg og finne igjen de normale standplassene sine. Dette bidrar til at fangsteffektiviteten blir så lik som mulig på hver fiskeomgang.

Fisken skal artsbestemmes og lengdemåles mellom fiskeomgangene. Nellikolje er et anerkjent bedøvelsesmiddel til bruk på fisk. Dette middelet er godkjent i USA for bruk i matindustrien og har ingen kjente skadevirkninger for mennesker. Det anbefales likevel å bruke engangshansker da lukten sitter godt i fingrene etterpå. Ved mye fisk bedøves fangsten i mindre porsjoner slik at oppholdet i bedøvelseskaret blir så kortvarig som mulig. Sett fisken tilbake i friskt vann så snart den er ferdighåndtert (men ikke slik at fisken har mulighet til å komme inn i det området som skal avfiskes i neste runde).

5.4 Elfiske-apparatet – utvikling av ny teknologi

Teknologien i elfiske-apparatene er svært "gammeldags". Produsenten av dagens elfiske-apparat, TERIK as, er i samarbeid med NINA i gang med å utvikle en ny prosessorbasert (digital) teknologi der blant annet faktorer som ledningsevne og vanntemperatur styrer strømgivningen. Dette vil også innebære utvikling av bedre ergonomisk utstyr. Det er gitt støtte fra Innovasjon Norge til dette utviklingsarbeidet. Det ville trolig være formålstjenlig for miljømyndighetene å støtte denne utviklingen som vil føre til bedre sikkerhet ved elfisket og bedre resultater av feltarbeidet. Elfiske er den eneste praktisk tilgjengelige metoden for overvåking av ung-fisk i elv, og vil bli sentral i mange overvåkingsprogrammer i årene som kommer – inkludert effektkontrollen av kalking.

6 Oppsummering

- Innhentning av data for beregning av ungfisktetthet foretas med et bærbart elektrisk fiskeapparat på faste stasjoner. Stasjonsnettet er allerede valgt ut og justert over tid, og vi anbefaler at det allerede etablerte stasjonsnettet videreføres. Vi har imidlertid lagt inn muligheten for å justere opp arealet på stasjoner med lite laksunger og supplere med stasjoner (midlertidig eller som en varig utvidelse) der dette er nødvendig (for eksempel Ogna). Valg av stasjoner med retningslinjer for antall stasjoner og lokalisering med krav til dokumentasjon er beskrevet nærmere i **tabell 8**.

- Elfisket skal gjennomføres av erfarne elfiskere. Det er et absolutt krav at det alltid er to personer som jobber sammen (både av metodiske og sikkerhetsmessige årsaker): Fisker som bærer elfiske-apparatet og bøttebærer/assistent. Begge benytter håv.

- Valg av innstillinger på elfiske-apparatet vil alltid være en avveining mellom å maksimere fangbarheten og å minimere skaden på fisken: Lav frekvens verner fisken, men reduserer fangsten. Vanlig praksis er imidlertid lav spenning 350-700 V og høy frekvens 70 Hz. I vann med lav ledningsevne kan høy spenning være nødvendig. Batteriskift foretas mellom to lokaliteter og ikke mellom omganger. Sjekk derfor at batterispenning ikke er under 11 volt før det startes på en ny stasjon da spenningen synker raskt etter 10,5 volt. Det er anbefalt å benytte liten anodering (diameter 18 cm; lengde 22 cm og bredde 14 cm) for fiske i kalkede vassdrag.

Tabell 8. Supplerende opplysninger om bruk av elfiske i forbindelse med effektkontrollen i kal-kede vassdrag.

Handling	Parameter	Kriterium
Valg av stasjoner	Antall	• Små elver (lakseførende strekning 3-10 km): 5-10 stasjoner • Mellomstore elver (lakseførende strekning 10-25 km): 10-15 stasjoner • Større elver (lakseførende strekning 25-50 km): 15-20 stasjoner
	Plassering i elveløp	Vadbart (< 70 cm dyp). Tilstrebe områder som kan fis-kes minst 5 m ut fra bredden. Habitatet bør ikke endres ved mindre endringer i vannføring
	Substrat	Variabelt, men ikke mudder- eller finsand-banker
	Lokalisering	GPS lokalisering og beskrivelse av stasjonen i forhold til gjenkjennbare faste strukturer. Skisse og foto av stasjo-nen. Arealet merkes nøyaktig slik at samme areal avfis-kes hver gang
Fiske	Bevegelse	Motstrøms
	Tid	Det bør gå minimum en halv time fra man begynner å fiske arealet på en stasjon til man starter en ny overfis-king av det samme arealet
	Anodeføring	Føres medstrøms litt langsommere enn vannhastighe-ten mot håven • Kaldt vann: rolige og store bevegelser med anoden. • Varmt vann: raskere og kortere bevegelser med god avstand mellom hvert isett av anoden. Kortere perioder med strømgivning når vannet har høy temperatur
Behandling av fisk	Under fiske	Samles i bøtte (beholder) med rent, friskt vann
	Bedøvelse	Nellikolje (ufarlig, men lukter - bruk gummihandsker)
	Fiksering av referansemateriale	Et utvalg (opp til 20 årsyngel og opp til 15 eldre ungfish) fikseres på etanol. Vassdragene deles inn i soner be-stående av tre-fem stasjoner, og det fikseres fisk fra alle sonene i vassdraget
	Etter behandling	Fisken settes i en bøtte eller kurv med friskt vann, even-tuelt direkte tilbake i elva dersom de ikke vil påvirke neste fiskerunde
Databehandling	Estimering av tetthet	Krever minst 50 fisk etter tre fiskerunder for å beregne fisketetthet på enkelt-stasjoner ved bruk av utfangstme-toden. Det skal være avtakende antall fisk i andre og tredje runde
	Fangbarhet	Fangbarhet i vassdraget beregnes på grunnlag av alle stasjoner med mer enn 20 fisk av en kategori etter tre fiskerunder. Denne fangbarheten brukes til å beregne tetthet på stasjoner med lav tetthet og der det eventuelt bare fiskes en omgang

• Arealet av stasjonene skal normalt være 100-150 m² (kan økes opp til dobbel størrelse for å øke fangsten slik at resultatet kan benyttes i estimeringen av en generell fangbarhet for vassdraget). Hver stasjon avfiskes i utgangspunktet tre ganger, og det bør gå minimum en halv time fra man begynner å fiske arealet på en stasjon til man starter en ny overfisking av det samme arealet. Andre og tredje omgang avfiskes like nøye som første omgang. Fisken arts-bestemmes og lengdemåles til nærmeste millimeter etter hver omgang. Fisken skal settes ut igjen etter at stasjonen er avfisket. Bruk av bedøvelse og fiksering av referansemateriale er beskrevet nærmere i **tabell 8**.

- Skjema for elfiske utarbeidet av NINA (**vedlegg 1**) skal fylles ut i felt for hver stasjon som elfiskes.
- Fisketettheten beregnes som beskrevet av Bohlin mfl. (1989), basert på fangst i tre omganger. I disse beregningene skal det skilles mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$), basert på lengdefordelingen, men verifisert ved aldersbestemmelse av et mindre utvalg fisk fra alle aldersgrupper. Fisketettheten skal oppgis som antall individ pr. 100 m² elveareal.
- Stasjoner der det fanges mindre enn 6 laksyngel eller mindre enn 7 eldre laksunger ved første overfisking skal bare fiskes en omgang. På stasjoner der fangsten etter første omgang er 6-10 laksyngel eller 7-12 eldre laksunger skal arealet økes en halv gang eller opp til det dobbelte for å øke sannsynligheten for å fange minst 20 individ av en av kategoriene i løpet av tre fiskeomganger.
- Undersøkelsene skal hovedsakelig gjennomføres i august og september måned da 0+ er kommet opp i fangbar størrelse. Fisket gjennomføres ved passende vanntemperatur (eksempelvis 10-15 grader) og på lav/moderat vannføring. Det er å foretrekke at fisket ikke gjennomføres på vanntemperatur høyere enn 15 °C. Men krav til god og stabil vannføring overstyrer kravet om lav vanntemperatur. Elfiske skal under ingen omstendighet utføres på lavere temperaturer enn 5 grader. Vanntemperatur og ledningsevne skal måles på alle stasjoner i felt.
- Elfiske skal ikke gjennomføres på stigende eller rett etter stigende vannstand. Fisket skal foregå på så sammenlignbare vannføringer som mulig fra år til år. Unngå sterk vind eller kraftige regnskurer, og endret vær fra en overfiskingsrunde til en annen.

7 Referanser

- Allen, K.R. 1940. Studies on the biology of the early stages of the salmon (*Salmo salar*). I. Growth in the river Eden. - Journal of Animal Ecology 9: 1-23.
- Allen, K.R. 1941. Studies on the biology of the early stages of the salmon (*Salmo salar*). III. Growth in the Thurso river system, Caithness. - Journal of Animal Ecology 10: 273-295.
- Baglinière, J.L. & Champigneulle, A. 1982. Population density of brown trout (*Salmo trutta* L.) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) juveniles of the river Scorff (Brittany): Habitat selection and annual variation (1976-1980). - Acta Oecologia 3: 241-256.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske efter lax och öring – synpunkter och rekommendationer. – Information från Sötvattenlaboratoriet Drottningholm nr. 4 1984. 33 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing: theory and practice, with special emphasis on salmonids. - Hydrobiologia 173: 9-43.
- Bremset, G. 2000. Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. - Environmental Biology of Fishes 59: 163-179.
- Bremset, G. & Berg, O.K. 1997. Density, size-at-age and distribution of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in deep river pools. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54: 2827-2836.
- Bremset, G. & Berg, O.K. 1999. Three-dimensional microhabitat use by young pool-dwelling Atlantic salmon and brown trout. - Animal Behaviour 58: 1047-1059.
- Bremset, G. & Heggenes, J. 2001. Competitive interactions in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in lotic environments. - Nordic Journal of Freshwater Research 75: 127-142.
- 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. & Lamarque, P. (eds.) 1990. Fishing with electricity. Fishing News Books. 248 s.
- Degerman, E. & Sers, B. 1999 (revidert 2001). Elfiske. – Fiskeriverket Information 1999:3. 58 s.

- Degerman, E., Johlander, A., Sers, B. & Sjöstrand, P. 1994. Biologisk ångfald i vattendrag – overvakning med elfiske. – Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottninghom (2): 67-83.
- Direktoratet for naturforvaltning 1999. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av store prosjekter 1998. – DN Notat 1999-4. 463 s.
- Direktoratet for naturforvaltning 2009. Kalking i laksevasdrag. Effektkontroll 2009. – DN Notat 2009-2. Internettutgave.
- Finstad, A.G., Einum, S., Ugedal, O. & Forseth, T. 2009. Spatial distribution of limited resources and local density regulation in juvenile Atlantic salmon. - Journal of Animal Ecology 78: 226-235.
- Fiske, P. & Larsen, B.M. 2010. Sammenhengen mellom vekst og tetthet hos lakseunger i Mandalselva og Tovdalselva. – I: Hesthagen, T. (red.). Reetablering av laks i Mandalselva og Tovdalselva etter kalking (under utgivelse).
- Fjellheim, A., Hesthagen, T., Raddum, G. G. & Larsen, B. M. 1987. Production, growth and food of young Atlantic salmon in two rivers with different acidification. - s: 500-507 i: Perry, R., Harrison, R. M., Bell, J. N. B. & Lester, J. N. (red.). Acid Rain: Scientific and technical advances.
- Forseth, T. & Forsgren, E. (red.) 2009. El-fiskemetodikk – Gamle problemer og nye utfordringer. – NINA Rapport 488. 74 s.
- Fraser, N.H.C., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1993. Temperature-dependent switch between diurnal and nocturnal foraging in salmon. - Proceedings of the Royal Society of London 252: 135-139.
- Fraser, N.H.C., Heggenes, J., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1995. Low summer temperatures cause juvenile Atlantic salmon to become nocturnal» - Canadian Journal of Zoology 73: 446-451.
- Gardiner, W.R. & Geddes, P. 1980. The influence of body composition on the survival of juvenile salmon. - Hydrobiologia 69: 67-72.
- Gibson, R.J. 1978. The behavior of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) with regard to temperature and to water velocity. - Transactions of American Fisheries Society 107: 703-712.
- Gibson, R.J. 1988. Mechanisms regulating species composition, population structure, and production of stream salmonids; a review. - Polski Archivum für Hydrobiologi 35: 469-495.
- Heggenes, J. & Saltveit, S.J. 2007. Summer stream habitat partitioning by sympatric Arctic charr, Atlantic salmon and brown trout in two sub-arctic rivers. - Journal of Fish Biology 71: 1069-1081.
- Heggenes, J., Krog, O.M.W., Lindås, O.R., Dokk, J.G. & Bremnes, T. 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. - Journal of Animal Ecology 62: 295-308.
- Heggenes, J., Saltveit, S.J., Bird, D. & Grew, R. 2002. Static habitat partitioning and dynamic selection by sympatric young Atlantic salmon and brown trout in south-west England streams. – J. Fish. Biol. 60: 72-86.
- Jensen, A.J. (red.). 2004. Geografisk variasjon og utviklingstrekk i norske laksebestander. - NINA Fagrapport 80. 79 s.
- Jensen, A. J. & B. O. Johnsen, 1988. The effect of river flow on the results of electrofishing in a large, Norwegian salmon river. - Verhandlungen Internationale Vereinigen Limnology 23: 1724-1729.
- Jones, A.N. 1975. A preliminary study of fish segregation in salmon spawning streams. - Journal of Fish Biology 7: 95-104.
- Jørgensen, L., Halvorsen, M. og Amundsen, P.-A. 2000. Resource partitioning between lake-dwelling Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr, brown trout (*Salmo trutta* L.) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)). - Ecology of Freshwater Fishes 9: 202-209.
- Lund, R.A., Johnsen, B.O. & Hvidsten, N. A. 2003. Fiskebiologiske undersøkelser i Surna 2002. - NINA Oppdragsmelding 788. 41 s.
- Metcalfe, N.B., Huntingford, F.A. & Thorpe, J.E. 1986. Seasonal changes in feeding motivation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Canadian Journal of Zoology 64: 2439-2446.
- Reynolds, J.B. 1978. Electrofishing efficiency and its influence on stock assessment strategy. – Presented at United States Fish and Wildlife Service Electrofishing Workshop, St. Paul, Minnesota. 17 s.

- Riley, W.D., Ives, M.J., Pawson, M.G. & Maxwell, D.L. 2006. Seasonal variation in habitat use by salmon, *Salmo salar*, trout, *Salmo trutta* and grayling, *Thymallus thymallus*, in a chalk stream. - Fisheries Management and Ecology 13: 221-236.
- Rimmer, D.M., Paim, U. & Saunders, R.L. 1983. Autumnal habitat shift of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a small river. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 40: 671-680.
- Saksgård, L.M. & T.G. Heggberget, 1990. Estimates of density of presmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a large north Norwegian river. – p. 102-108 in: Developments in electric fishing. Editor I.G. Cowx. Fishing News Books.
- Saltveit, S.J. 2004. Effekter av ulik manøvrering på alderssammensetning, tetthet og vekst hos ungfisk av laks og ørret i Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Delrapport. Suldalslågen – Miljørapport. – Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) 34. 69 s.
- Tønset, K. 1996. Ernæring hos ungfisk av laks og aure i relasjon til invertebratfaunaen i kulp og stryk i Toåa. - Cand. scient. -oppgave i ferskvannsekologi, Zoologisk institutt, Norges teknisknaturvitenskapelige universitet, Trondheim, 69 s.
- Ugedal, O., Thorstad, E.B., Finstad, A.G., Fiske, P., Forseth, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Reinertsen, H.R., Saksgård, L. & Næsje, T.F. 2007. Biologiske undersøkelser i Altaelva 1981-2006. Oppsummering av kraftreguleringens konsekvenser for laksebestanden. - NINA Rapport 281: 1-106.
- Ugedal, O. & Forseth, T. 2009. Fangbarhet: Statistisk og praktisk usikkerhet ved el-fiske. - s. 10-17 i: Forseth, T. & Forsgren, E. (red.) El-fiskemetodikk – Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488.
- Vincent, R. 1971. River electrofishing and fish population estimates. - Rorgr. Fish-cult. 33: 163-169.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. - Journal of Wildlife Management 22: 82-90.

8 Vedlegg

Vedlegg 1. Forslag til elfiske-skjema til bruk ved ungfiskundersøkelser av laks og ørret i effekt-kontrollen i kalkede vassdrag

Vassdrag:	Kommune:	Lokalitet:
	UTM-sone:	Kartdatum: WGS 84
Koordinater	Nord:	Øst:

Feltarbeidere:	Dato:
----------------	-------

Areal avfisket (lxb):	x	=	m ²	Vannføring:	m ³ /s – Vannstand:	m
-----------------------	---	---	----------------	-------------	--------------------------------	---

Metode: Kvalitativ ☐ Kvantitativ ☐	Ant. utfiskinger:	Hele bredde avfisket: Ja/Nei
Total bredde på stedet: m	Våt bredde: m	Evt. tørrfall: %

Type apparat	FA4	FA3
Strømstyrke	175 ☐ 350 ☐ 700 ☐ 1400 ☐	Høy ☐ Lav ☐
Frekvens	Høy ☐ Lav ☐	Høy ☐ Lav ☐

Håvtype: Stor ☐ Liten ☐
Anodetype: Stor ☐ Medium ☐ Liten ☐ Fangstnett på anoderingen: Ja/Nei

Værforhold: Sol ☐ Overskyet ☐ Vind ☐ Endringer underveis: Ja*/Nei
*

Dyp: Max: cm	Middel: cm	Vanntemp.: C°	Lufttemp.: C°
--------------	------------	---------------	---------------

Sikt vann: Klart ☐ Middels ☐ Uklart ☐	Elveklasse: Grunnområde ☐ Glattstrøm ☐ Stryk ☐
--	---

Substrat (1 el. 2)	Silt ☐ (< 2 mm)	Grus ☐ (2–20 mm)	Stein 1 ☐ (20-100 mm)	Stein 2 ☐ (100-250mm)	Storstein/blokk ☐ (> 250 mm)
--------------------	--	---	--	--	---

Gjenklogging: Ingen ☐ Delvis ☐ Helt ☐ Egnethet som gytesubstrat: ☐ (1,2,3)
--

Vegetasjon vann	Alger	Moser
Dekningsgrad %	0 ☐ 1-33 ☐ 34-66 ☐ > 66 ☐	0 ☐ 1-33 ☐ 34-66 ☐ > 66 ☐

Kantvegetasjon	Løvskog ☐	Barskog ☐	Urter/gress ☐	Annet
----------------	----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------

Overhengende vegetasjon - dekningsgrad vått areal
0 % ☐ 1-33 % ☐ 34-66 % ☐ > 66 % ☐

Andre lokale forhold:

Vannkjemi	Ledningsevne: mS/cm	pH:
-----------	---------------------	-----

Merknader:

Skisse av elfiske-lokaliteten. Merking, strømretning osv. Bilde tatt ☐

Art	Fiskeomgang	0+	1+	2+	≥3+	Sum ≥1+	Død*
Laks	1						
	2						
	3						
	Sum						

Art	Fiskeomgang	0+	1+	2+	≥3+	Sum ≥1+	Død*
Ørret	1						
	2						
	3						
	Sum						

Fiskeomgang\Art	Ål	Trepigget stingsild	Nipigget stingsild	Skrubbe	Ørekyte		
1							
2							
3							
Sum							

* Årsak til fiskedød: _____

Fiskeomgang, art og fiskelengde (angis i mm):

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Veiledning i utfylling av elfiske-skjema

Vassdrag: Navn på vassdrag, elv, bekk osv

Kommune: Den kommunen lokaliteten befinner seg i

Lokalitet: Nummer og evt navn

UTM-sone: Fast 33 ved bruk av GPS med innstilt kartdatum på WGS 84. Ved bruk av M 711 kart (målestokk 1 : 50 000) vil UTM-sone endres alt etter hvor du befinner deg.

Kartdatum: Still inn GPS fast på WGS 84

Koordinater: GPS Nord- og øst-koordinater.

Feltarbeidere: Navn

Dato: Skal alltid fylles ut

Areal avfisket: Lengde x bredde i meter

Vannføring/vannstand (avlesning målestav): Føres hvis tilgjengelig

Metode: Kryss av for kvalitativt (eks. 3x el) eller kvantitativt (ren innsamling) fiske

Antall utfiskinger: Hvor mange gangers overfiske (1-4)

Hele bredde avfisket: Fisket fra bredd til bredd? Ja/Nei – stryk det som ikke passer

Total bredde på stedet: Antall meter fra bredd til bredd – tørt og vått totalt

Våt bredde: Antall meter vanndekt bredde

Evt. tørrfall: % dekning av tørt område (stein som står over vannflata osv.) i lokaliteten

Type apparat: FA4 det nyeste og FA3 som ennå kan nyttes i noen år – kryss av

Strømstyrke: 4 valgmuligheter på FA4 og 2 på FA3 – kryss av

Frekvens: Høy eller lav – kryss av. Høy = liten fisk, lav = stor fisk.

Håvtype: Liten håv = håvring med nett, stor håv = to stokker med håvnett imellom

Anodetype: Stor = omkrets 93 cm, medium = omkrets 68 cm, liten = omkrets 53 cm

Værforhold: Kryss ut – kan ha flere kryss.

Endringer underveis: Værskifte under utøvelsen av elfisket. Stryk det som ikke passer. Hvis Ja* - skriv ned endringene.

Dyp: Max og middeldyp i cm på lokaliteten

Vanntemperatur og lufttemperatur: Skal alltid fylles ut

Sikt vann: Kryss av for klart, middels eller uklart

Elveklasse: Beskriver strømhastigheten. Kryss av om det er grunnområde, glattstrøm uten bølger eller stryk

Substrat: Sett 1 for dominerende substrat og 2 for nest dominerende.

Gjenklogging av substrat: Beskriver elvebunnen mht. skjulmuligheter – hulrom mellom steinene. Kryss av for ingen tilklogging, delvis og helt tilklogget.

Egnethet gyting: Sett 1, 2 eller 3 hvor 1 er godt egnet, 2 delvis og 3 er dårlig egnet gytesubstrat

Vegetasjon vann: Beskriver forekomst av vannlevende vegetasjon som alger og moser. Kryss av for % dekningsgrad.

Kantvegetasjon: Vegetasjon langs bredden – sett kryss.

Overhengende vegetasjon – dekningsgrad vått areal: Beskriver hvor mange % av vanndekt areal som har overhengende vegetasjon. Sett kryss.

Andre lokale forhold: Spesielle forhold av betydning som ikke er nevnt i skjema

Vannkjemi: Ledningsevne og pH. Måles med spesialinstrumenter for slike målinger. Ledningsevne oppgis i mS/cm.

Merknader: Plass for egne notater

Skisse av elfiske-lokaliteten: Lag en enkel skisse av lokaliteten som viser strømretning, hvordan den er merket, spesielle landemerker i nærheten osv.

Bilde: Husk å ta et oversiktsbilde som viser lokaliteten og gjerne et bilde med målestokk i vann som viser substratet.

Fangst av laks og ørret: Fisken artsbestemmes og lengdemåles til nærmeste millimeter etter hver omgang. Antall yngel og eldre fiskunger av laks og ørret fordeles ut fra lengdefordelingen. Fanges det **andre arter** enn laks og ørret på en stasjon skal dette alltid noteres! Antall individ av hver enkelt art noteres, og lengde av fisken måles så langt det er praktisk mulig.

NINA Rapport 644

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2224-2



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no