

Forsøk med videregistrering av anadrom fisk i elv

A. Lamberg
P. Fiske
N.A. Hvidsten

NINA Oppdragsmelding 715



NINA Norsk institutt for naturforskning

Forsøk med videoregistrering av anadrom fisk i elv

Anders Lamberg
Peder Fiske
Nils Arne Hvidsten

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINA og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA- og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Lamberg, A., Fiske P. & Hvidsten, N. A. 2001. Forsøk med videoregistrering av anadrom fisk i elv. – NINA Oppdragsmelding 715: 1-26.

Trondheim, november 2001

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1266-8

Forvaltningsområde:

Bærekraftig høsting, fisk

Sustainable harvest, fish

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Torbjørn Forseth

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet:

Prosjekt nr.: 13406 Fisketelling med video i elv

Ansvarlig signatur:

Torbjørn Forseth

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Lamberg, A., Fiske P. & Hvidsten, N. A. 2001. Forsøk med videoregistrering av anadrom fisk i elv. – NINA Oppdragsmelding 715: 1-26.

Denne rapporten oppsummerer konklusjonene fra en rekke prosjekter som har hatt som mål å utvikle/teste et verktøy for registrering av anadrom laksefisk på vandring opp i vassdrag. Prosjektene har pågått fra 1997 til 2001. Det er hentet informasjon fra 16 lokaliteter fra Suldalslågen i Rogaland i sør til Målselv i Troms i nord.

Vi har i dag et registreringssystem for små elvetverrsnitt (for eksempel fisketrapper) som registrerer all oppvandrende fisk, og som gjør det mulig å artsbestemme og måle kroppslengden på fisk. Systemet består av en mekanisk fisketeller som utløser et videoopptak. Systemet teller 100 % korrekt. Videoopptaket må analyseres manuelt i ettertid. Atferdsstudier av fisk som passerer, viser at fisk med lengde over 45 cm ikke hindres av telleren men at fisk under 45 cm oftere bruker mer enn ett forsøk på å passere. Utprøving av mekanisk fisketeller som "trigger" for videoopptak fra tre lokaliteter de siste fire årene viser at det er mulig å gjøre fullskala tellinger over hele sesonger til en relativt lav kostnad.

Det finnes også andre utløsermekanismer som kan detektere fisk, men disse krever ofte mer omfattende tilpasninger av tellelokaliteten og dermed større investeringer. Et annet problem er at selve telleoppgaven vanskelig gjøres av fisk som vandrer opp og ned gjennom passeringspunktet flere ganger og dermed øker sjansene for feilregistrering. Dette er ikke tilfelle for mekanisk fisketeller som utløsermekanisme fordi fisken hindres i å vandre ned.

Registrering av fisk i større elvetverrsnitt er også mulig i dag, men krever mer omfattende analyse av videoopptak. Disse registreringene benytter "time lapse" videoopptak fra et eller flere kamera som er plassert på tvers av vannstrømmen. Systemet krever en tilfredsstillende sikt i vannet. I vassdrag med god sikt (fra 3 til over 10 m) bør det benyttes ett kamera per 2,5 m bredde av elva.

For å redusere kostnadene ved analyse av videoopptak i åpne elvetverrsnitt trengs en utløsermekanisme ("trigger") slik at bare videosekvenser med fisk lagres. To slike "triggere" peker seg ut: Konduktivitetstellers og hendelsesdeteksjon via videobildet. Data fra test av en konduktivitetsteller av typen Logie tyder på at telleren kan modifiseres til å virke som en tilfredsstillende utløser for videoopptak. En test av et enkelt oppsett som benyttet hendelsesdeteksjon via videobildet viser at varierende vannføring og belysning krever mer avanserte video-deteksjon for å virke stabilt over en hel sesong. Slik teknologi er tilgjengelig til en akseptabel kostnad, men

det er nødvendig med en tilpasning av systemer til fisketelling.

Kravet til et tilfredsstillende registreringssystem er at det kan skille mellom arter. Dette kan foreløpig kun skje gjennom avbildning av hver fisk. Tiden det tar å analysere bilder både fra utløserstyrte systemer og fra "time lapse" overvåking setter begrensninger for hvor langt ned kostnadene for systemene kan presses. Det er trolig ikke mulig å analysere mer enn 200 stillbilder eller videosekvenser med fisk per time.

Emneord: Anadrome laksefisk – fisketelling – fisketrapper – video.

Anders Lamberg, Peder Fiske & Nils Arne Hvidsten, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

Abstract

Lamberg, A., Fiske P. & Hvidsten, N. A. 2001. Monitoring anadromous salmonids by means of videosystems in rivers – NINA Oppdragsmelding 715: 1-26.

Several systems involving video techniques for monitoring anadromous salmonids migrating up rivers were tested or evaluated in the period from 1997 to 2001. Information of video based fish counting systems was collected from 16 localities ranging from the River Suldalslågen in Southern Norway to the River Målselv in Northern Norway.

Presently we have a video based system designed for small river cross sections (for example a fish ladder) that register all passing fish, separate species and gives a body length measurement. The system consists of a mechanical mechanism that trigs the recording of a video sequence. The system gives a 100 % exact registration of fish. The video sequence is manually analysed to verify the observation. A study of fish behaviour in connection with the mechanical trigger show that fish with a body length over 45 cm is not slowed down on its migration, but that fish under 45 cm more often uses more than one attempt to pass the mechanical trigger.

Extensive tests in three localities over four years show that it is possible to monitor anadromous fish migrating up fish ladders over whole seasons. The costs of installing and operating the system are moderate.

Other trigger systems for video recording of migrating anadromous fish that we tested or evaluated did not work as well as the mechanical trigger and were more expensive. The extra costs of these systems was linked to modifications of the counting locations. The reduced precision originated from the fact that fish swam back and forth in the detection zone. This problem is absent in the mechanical trigger as it very rarely let the fish swim down after passing the trigger.

We also developed and tested systems monitoring fish in larger cross section of rivers. The precision of these systems depend on the visibility in the water and are more expensive to operate due to more elaborate analyses of video recordings. By means of time lapse video recording from one or several underwater cameras it is possible to monitor all migrating fish in a river. In rivers with stable and low turbidity (under water visibility from 3 m to over 10 m) we used cameras every 2,5 m of the cross section.

To reduce costs in connection with analysis of video recordings we need a trigger based system that produces video sequences with fish only. Two such triggers were tested; conductivity fish counters (Logie counters) and motion detection from the video picture itself. The conductivity trigger will probably work as a stable trigger

when adjusted for that purpose. Video motion detection is developed for other purposes and need to be modified to suit fish counting tasks.

A fish counting system must be able to separate fish species. This is presently only possible trough analysis of a picture of each individual. The time it takes to analyse the pictures makes up most of the costs of such systems. It is probably not possible to analyse more than 200 pictures or video-sequences per hour.

Key words: Anadromous salmonids – fish counting – fish ladders – video.

Anders Lamberg, Peder Fiske & Nils Arne Hvidsten, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim, Norway.

Forord

Bestandsrettet forvaltning av anadrom laksefisk har i flere år vært et etablert prinsipp. I 1995 utga NINA oppdragsmelding 331, "Metoder for overvåking av gytebestander av anadrome laksefisk" (Larsen et al. 1995), på oppdrag fra DN (Direktoratet for naturforvaltning). Oppdragsmeldingen deler registreringsmetoder i de som gir et direkte estimat eller telling av antall individer i populasjonen og metoder som gir et indirekte estimat av bestandsstørrelse. I denne rapporten sammenfatter vi resultater fra flere prosjekter som ble startet opp som en videreføring av NINA oppdragsmelding 331. Prosjektene som har pågått fra 1997 til 2001, har hatt som mål å teste direkte metoder for telling av anadrom laksefisk under oppvandring i elv.

Faglig ansvarlige ved NINA har vært Anders Lamberg og Peder Fiske. Utprøving av ulike tellemetoder har foregått på flere steder i Norge. På alle lokalitetene har vi vært avhengige av lokale medarbeidere som har hatt tilsyn med utstyr og som har kommet med faglige innspill. En takk til alle som har vært involvert, men spesielt til Otto Eiksund i Naustdal, Arnstein Berg i Namdalseid, Jonny Klinkenberg på Grong og Øyvind Vårvik i Suldal som alle har hatt tilsyn med tellere i fisketrapp. Forsøk med videotelling i åpen elv har heller ikke vært mulig å gjennomføre uten lokal innsats. I Stormofossen i Øyensåa har Willy Sverkmo hatt ansvaret for oppfølging lokalt.

Informasjonen vi har hentet fra Skjoma og Lærdalselva er deler av større prosjekter der Leif Harald Hansen ved Statkraft og Alf Olsen ved Norsk villakssenter i henholdsvis Skjomen og Lærdal er involvert. Et verdifullt bidrag har Ola Bergslien gitt i forbindelse med utvikling av elektronikk til mekanisk fisketeller. Synapse AS har utført arbeidet med tilkobling av videosystemet i Suldalslågen til internett og har dessuten bidradd til montasje av utstyr i felt på denne lokaliteten. Sist men ikke minst, har Kåre O. Myhre gjennom utviklingen av mekanisk fisketeller gjort en betydelig innsats med å løse oppgaven med telling av fisk i fisketrapp.

Trondheim, november 2001

Anders Lamberg

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
1.1 Akustiske systemer	6
1.2 Elektriske systemer	6
1.3 Optiske systemer	6
1.4 Begrensninger ved systemene	6
1.5 Mekanisk fisketeller kombinert med video	7
1.6 Ulike typer telleoppgaver	7
2 Materiale og metoder	8
2.1 Generell beskrivelse av tellesystemene	8
2.2 "Triggere" for utløsning av videosekvenser	8
2.3 Kontinuerlig videoovervåking som telleverktøy	13
2.4 Overvåking av fiskeatferd og tellesystemenes funksjon	13
2.5 Utprøvningslokaliteter	14
2.6 Kameraplassering, belysning og kontrastbakgrunn	16
2.7 Styring av fisken	17
2.8 Analyse av bilder	17
2.9 Videoutstyrsspesifikasjoner	17
3 Resultater	18
3.1 Mekanisk fisketeller som "trigger"	18
3.2 Konduktivitetsteller som "trigger"	19
3.3 Hendelsesdeteksjon via videobildet	19
3.4 Hydroakustisk utløser for video	20
3.5 Andre bevegelsesdetektorer	20
3.6 Kameraplassering, styring av fisken og analyse av videosekvenser	20
3.7 Kontinuerlig videoovervåking som telleverktøy	20
4 Diskusjon	24
4.1 Konklusjon	25
5 Litteratur	26

1 Innledning

Forvaltning av populasjoner av laks, sjøaure og sjørøye er avhengig av kunnskap om hvor mange individer det finnes i de ulike vassdragene. Standardiserte metoder benyttes for ungfiskregistreringer og fangststatistikk for voksne tilbakevandrende fisk. Gytefisketellinger kan utfylle manglende informasjon om voksenfiskbestanden fra fangstregistreringene (Sættem 1995). Alle disse metodene gir kun estimater av størrelsen av populasjoner og ikke eksakte data. Rieber-Mohn utvalgets innstilling (Anon. 1999) om villaksens situasjon peker på behovet for nøyaktige metoder for beregning eller registrering av populasjonsstørrelse.

Denne oppdragsmeldingen rapporterer tester og vurderinger av ulike typer telleinnretninger for registrering av anadrom fisk. Alle de metodene vi behandler her er halv-automatiske i det de leverer en avbildning av hver fisk som må gjennomgås manuelt i ettertid. For å kunne skille mellom tre anadrome laksefiskarter benyttes avbildning ved hjelp av videoteknikk. Vi tar for oss ulike typer utløser-systemer for videoopptak av hvert oppvandrende individ. I tillegg vurderer vi sammenhengende videoopptak i såkalt "time lapse" modus over hele sesonger som alternativ metode.

De fleste tellesystemer for voksen anadrom fisk som har blitt benyttet de siste 30 årene, er automatiske i det de umiddelbart kan gi informasjon om passeringstidspunkt for fisk som vandrer opp ei elv (Fewings 1994). Noen systemer gir også informasjon om fiskelengde (Larsen et al. 1995). I større skala er det benyttet tre hovedprinsipper når det gjelder å skille fisk fra omgivelsene: Akustisk, elektrisk og optisk (Fewings 1994). I tillegg har det blitt brukt mekaniske tellere der fisken ved fysisk kontakt aktiverer en telleinnretning (Larsen et al. 1995).

1.1 Akustiske systemer

Akustiske systemer er "aktive" i det de sender ut lyd i vannmassene. Dersom lyden møter et objekt som har annen tetthet enn vannet, detekteres dette ved endring i reflektert lyd. For fisk vil refleksjonen hovedsakelig komme fra svømmeblæra, som utgjør en liten del av fiskens volum (mindre enn 10 % for laks). De akustiske senderne karakteriseres ved to egenskaper; pulsbredde og puls-frekvens. Større pulsbredde (varigheten av den utsendte lydimpulsen) betyr lavere oppløsning mens liten pulsbredde og høy frekvens betyr mer bakgrunnsstøy (Fewings 1994). Det finnes ingen systemer i dag som har tilstrekkelig nøyaktighet for bruk i elv og selv om avansert programvare kan øke nøyaktigheten i akustisk deteksjon, vil kostnadene med systemet være høye.

1.2 Elektriske systemer

Fisken har på grunn av stor tetthet av ioner i kroppen, større elektrisk ledningsevne enn vannet. Ved å legge ut elektroder på bunnen, kan endringer i motstanden over elektrodene måles når en fisk passerer. Flere fisketellere benytter endring i ledningsevne for deteksjon av fisk (for eksempel Logieteller fra Aquantic Ltd, Dingwall, UK).

I de siste årene er det oppnådd gode resultater med en kombinasjon av konduktivitetmåler og videokamera (Fewings 1994, Aprahamian et al. 1996, Eide 1999).

1.3 Optiske systemer

Noen tellesystemer som skiller fisken optisk fra vannmassene, er i bruk eller har blitt prøvd ut. De vanligste benytter et nett av dioder og detektorer som sender og mottar lys over et lite elvetverrsnitt (< 1 m) (Riverwatcher, Vaki Aquaculture Systems, Island) og Kilvik-telleren (siv. Ing. Karl Kilvik, Norge)(Larsen et al. 1995). Lyset fra diodene blir brutt når fisken passerer og ved hjelp av elektronisk databehandling av endret lysmengde mot detektorene kan fisken registreres. Ren videoovervåking er også et optisk deteksjonssystem, men som oftest regnes videoopptakssystemer som ekstrautstyr eller som kontrollmetode for de andre tellesystemene.

1.4 Begrensninger ved systemene

Alle de nevnte tellerne er automatiske tellere som bygger på akustisk, elektrisk eller optisk deteksjon av fisk. Disse har en fysisk utforming som tillater fisk å svømme uhindret gjennom deteksjonssonen. Ved en hel del lokaliteter kan et enkelt individ bli registrert flere ganger før det eventuelt vandrer opp eller ned. Tellerens presisjon er ofte best ved oppvandring (Fewings 1994, Aprahamian et al. 1996, Hvidsten & Lamberg 1999). Selv om et individ til slutt vandrer opp gjennom deteksjonssonen, kan netto antall oppvandrende fisk bli feilregistrert. Konduktivitetstellers (Dunkley & Shearer 1982, Dunkley 1984) med elektroder på elvebunnen krever at fisken svømmer nær elektrodene noe som gir relativt sikre tellinger av fisk på vei mot strømmen. Derimot vil fisk som svømmer med strømmen ofte ligge høyt i vannmassene og gi et svakt signal som fører til betydelige tellefeil (Dunkley 1984, Dunkley & Shearer 1989). På lokaliteter der fisken lokalt går opp og ned flere ganger over elektrodene før den vandrer videre til gyteplassene reduseres den totale nøyaktigheten for metoden. Den motsatte effekten vil gjelde for akustiske systemer der fisk høyt oppe i vannmassene registreres nøyaktigere enn fisk langs bunnen. Det er også vanskelig å vite hvilket individ som faktisk vandret opp til slutt. Fisk som svømmer tett sammen gjennom et automatisk system blir ofte registrert som et individ. Det forekommer også at mange små fisk (for

eksempel smolt på nedvandring) kan registreres som en stor fisk.

1.5 Mekanisk fisketeller kombinert med video

En mekanisk fisketeller kan eliminere flere av de nevnte feilkildene ved at fisk ikke slippes ned etter at de har passert. Mekaniske fisketellere har ikke fått utbredt anvendelse tidligere på grunn av en rekke andre feil. De har blant annet vært sensitive for driv (blader, gress, kvister etc.) i vannet som blokkerer mekanikken. Det har også blitt reist spørsmål om de hindrer en del av fisken i å vandre opp.

Vi har likevel valgt å teste en ny type mekanisk fisketeller (konstruert av K.O. Myhre) som er konstruert for å redusere de nevnte problemene. Ved å benytte den mekaniske telleren som utløsermekanisme for opptak av en videosekvens, har vi en halvautomatisk teller hvor manuell analyse av videobildene vil kunne eliminere de kjente problemene ved automatiske systemer. I tillegg har vi sett på alternative utløsermekanismer for opptak av videosekvenser av passerende fisk.

Til forskjell fra de fleste automatiske tellemetoder har vårt verktøy til hensikt å skille mellom de tre artene laks, sjøaure og sjørøye. Det skal også klassifisere fisk etter størrelsesgruppene små, mellom og storlaks, og helst gi en nøyaktigere registrering av kroppsstørrelse. Resultatet telleverktøyet skal levere er et stillbilde eller en videosekvens av hver enkelt fisk som vandrer opp ei elv. Bildet er nødvendig fordi det ennå ikke finnes andre typer sensorer som kan skille mellom de tre anadrome artene. Målet er ikke på dette stadiet i utviklingen å ha et helautomatisk system, men et halvautomatisk system hvor bildene/videosekvensene må gjennomgås manuelt etter at de har blitt samlet inn.

Et annet viktig krav til verktøyet er at det skal kunne anvendes i de fleste typer vassdrag til en pris som ligger innenfor det samfunnet i dag er villig til å betale for å få denne typen informasjon.

1.6 Ulike typer telleoppgaver

Det kan skilles mellom to hovedtyper telleoppgaver: 1) Telling i små elvetverrsnitt f.eks. fisketrapper, eller andre innsnevninger av vassdrag der bredden på deteksjonsområdet er typisk mindre enn en meter. 2) Telling i større elvetverrsnitt og åpne systemer der elva ikke kan snevres inn. Typisk fra to til 60 meters bredde.

Vi har prøvd å designe systemer som har mulighet for oppgradering etterhvert som ny teknologi utvikles generelt. Særlig er det en rivende utvikling når det gjelder

digital bildebehandling. Vi har forsøkt å implementere det siste innen videoovervåkingsteknikk. Kunnskap om fiskeatferd er nøkkelen til å få et godt tellesystem. Den metodiske tilnærmingen for vurdering av det aktuelle telleverktøyet har vært å forstå fiskens atferd under passering av telleren samt skille arter ved morfologiske kjennetegn.

Denne rapporten oppsummerer konklusjoner fra forsøk med videobaserte metoder for registrering av anadrom fisk, og kommer, med bakgrunn i disse forsøkene, med anbefalinger om hvordan registreringer av anadrom fisk kan foregå i årene som kommer.

2 Materiale og metoder

2.1 Generell beskrivelse av tellesystemene

Vi har testet to hovedtyper tellesystemer. Det første karakteriseres ved at hver fisk som passerer gjennom et tverrsnitt av elva, skal avbildes enten som et stillbilde, en rekke av stillbilder eller en videosekvens (25 bilder per sekund) ved hjelp en utløsermekanisme (her kalt "trigger") som utløser opptak av bilde(r) på et lagringsmedium for video. Ved å gå gjennom bildematerialet manuelt kan det avgjøres om det var en fiskepassering, tidspunkt, hvilken retning fisken svømte, art, kroppsstørrelse og eventuell annen informasjon (kjønn, oppdrettsfisk, ytre skader etc.).

Det andre systemet benytter seg av kontinuerlig overvåking med videoopptak i "time lapse" modus og manuell gjennomgang av opptak i hurtig avspilling. Ut fra bildene kan man også her skille arter, måle kroppsstørrelsen osv.

2.2 "Triggere" for utløsning av videosekvenser

Denne rapporten omfatter vurdering og/eller test av fem ulike prinsipper for utløsning av videoopptak. Tre av disse "triggerbaserte" systemene ble testet i realistisk situasjon hvorav et system ble benyttet i fullskala tellinger av fisk over hele sesonger i elv, mens de to andre ble testet i lab eller er evaluert teoretisk.

Mekanisk utløsermekanisme

Vi har testet en mekanisk fisketeller som er konstruert av ingeniør Kåre O. Myhre. Den første prototypen stod klar i 1996. Våre tester pågikk fra 1997 til 2001. I denne perioden har prototypen blitt endret gjennom stadige forbedringer. Likevel er prinsippet det samme og de delene av telleren som fisken fysisk kommer i berøring med er stort sett uendret.

Fisken må åpne to dører laget av tynne rustfrie stålstenger (**figur 1**). Dørene er koblet til en bryter som utløser et videoopptak av den passerende fisken. Stålkonstruksjonen som holder dørene på plass (**figur 2**), er laget slik at den slipper mesteparten av drivende materiale som blader og kvister forbi (**figur 3**).

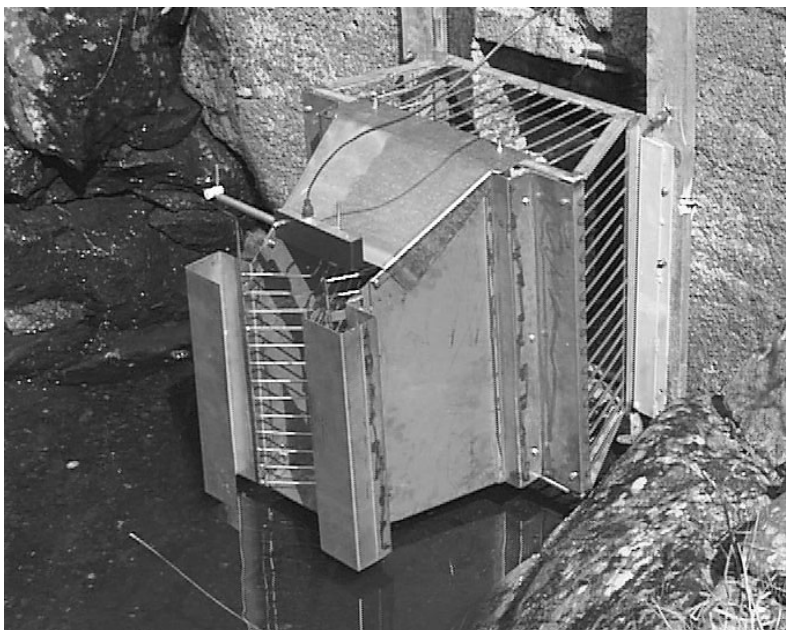
Utprøving av mekanisk fisketeller som "trigger" var spesielt rettet mot tre spørsmål: Hindrer mekanismen fisken i å vandre? Hvor mange "trigg" er ikke reelle passeringer? Hvor stort er behovet for vedlikehold?

I 1997 ble det gjort forsøk med mekanisk fisketeller i fisketrappa ved Tømmeråsfossen i Sanddøla, et sidevassdrag til Namsen. Atferden til fisk som passerte den mekaniske fisketelleren ble kartlagt i forhold til fiskestørrelse og vannstand der telleren stod. Overvåkingen som foregikk med "time lapse" videoopptak, gikk over fire døgn. I 1998, 1999 og 2000 ble mekanisk "trigger" benyttet i fullskala tellinger ved flere lokaliteter (**tabell 1**) over hele sesonger. Behovet for tilsyn og rensing av tellermekanismen ble kartlagt i Hovefossen i Nausta i 1998 og 1999. Det ble benyttet ekstra lys i fisketrappene i Hovefossen og Berrefossen for å dekke nattoptak i deler av sesongen der det var nødvendig.



Figur 1. "Dørene" i den mekaniske fisketelleren som ble benyttet i fisketrapper. Fisken kommer i kontakt med spilene av rustfritt stål, som ved åpning slutter en bryter.

Figur 2. Den mekaniske fisketelleren er beskyttet av stålplater for å hindre driv i vannet i å feste seg på de bevegelige delene.



Figur 3. Spilene som slipper vann igjennom utenom "dørene" i den mekaniske telleren, er avsluttet før de når festeramma til betongen. Dette gjør at mesteparten av drivende blader og kvister ikke stuves opp, men slipper ned fisketrappa.



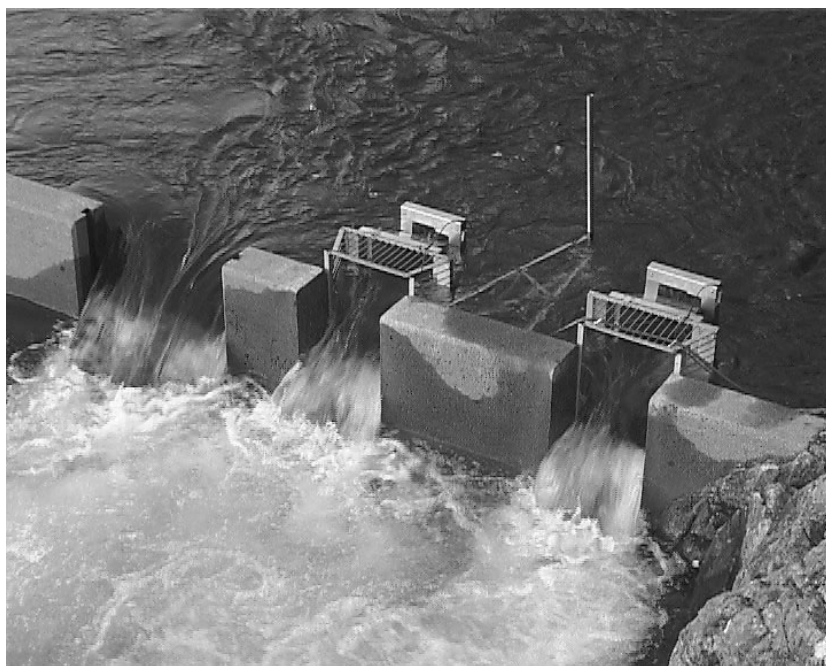
I Sandsfossen i Suldalslågen ble det i 2001 testet et system bestående av to mekaniske fisketellere montert parallelt for å dekke et stort tverrsnitt i fisketrapp (**figur 4**). Fisketellerene utløste videoopptak fra to videokamera. Videoopptaket ble lagret på PC som var knyttet til internett. Det var derfor mulig å kontrollere systemet gjennom sesongen uten å reise til stedet. Denne lokaliteten skiller seg fra de andre ved at vannføringen og dimensjonene på trappa er større. Et annet avvikende element var at all kommunikasjon mellom teller og kamera og PC var trådløs. Videobildet ble sendt ved hjelp av 2,4 GHz videosender, mens utlørsignalet fra de mekaniske senderene ble sendt i megahertz området. Avstanden fra tellere og kamera til PC var over 60 meter.

Konduktivitetsteller som utløsermekanisme (Logieteller)

I denne rapporten tar vi med resultater fra en "trigger" som registrerer endringer i et elektrisk felt når fisken passerer. Egentlig er dette en selvstendig fisketeller av typen Logie som produseres av Aquantic Ltd, Dingwall, UK. Logietelleren registrerer fisk som opp- eller nedvandrende fisk og hendelser. Hendelser er motstandsendringer som ikke blir registrert som fisk, men som ligner på fisk. I denne rapporten blir antall "trigg" registrert som antall opp, ned og hendelser samlet. Dette avviker således fra antall fisk som Logietelleren definerer. Systemet ble utprøvd på tre lokaliteter (**tabell 1**) der to var fisketrapper mens en var et 20 meters bredt passeringspunkt i

Tabell 1. Oversikt over 16 lokaliteter denne rapporten har hentet informasjon fra under utprøving av tellesystemer for anadrom fisk. Kodene under hvert årstall angir hvilken fisketeller som har blitt benyttet (m = mekanisk fisketeller, m-v = mekanisk fisketeller som "trigger" for video, tl-v = "time lapse" videoopptak, og k-v = konduktivitetmåler (Logieteller) som "trigger" for video.

Vassdrag	Tellelokalitet		År				
	Sted	Type	1997	1998	1999	2000	2001
Suldalslågen	Sandsfossen	fisketrapp					m-v
Lærdalselva	Villakssenteret	åpen elv				tl-v	tl-v
Gaula	Osfossen	fisketrapp		k-v			
Nausta	Hovefossen	fisketrapp	m	m-v	m-v	m-v	m-v
Valdøla	Hoelsfossen	fisketrapp	m				
Orkla	Bjørset	åpen elv		k-v	k-v	k-v	k-v
Øyensåa	Berrefossen	fisketrapp		k-v	m-v	m-v	m-v
Øyensåa	Stormofossen	åpen elv			tl-v	tl-v	
Sanddøla	Tømmeråsfossen	fisketrapp	m-v	m	m	m-v	m
Namsen	Fiskumfoss	fisketrapp				m-v	m-v
Forsåa	Forsåfossen	fisketrapp	m	m		m	m-v
Skjoma	Golfbanen	åpen elv				tl-v	tl-v
Salangselva	Kistefossen	fisketrapp					m-v
Bleik	Bleikvassdraget	åpen elv				m	m-v
Målselv	Målselvfossen	fisketrapp			m-v	m-v	m-v



Figur 4. To mekaniske fisketellere med undervannsvideo i fisketrapp i Sandsfossen i Suldalslågen i Rogaland. Åpningen i trappa til venstre for tellerene ble lukket med en rist like etter at bildet ble tatt.

tilknytning til terskelen i Bjørsetdammen i Orkla (**figur 5**). Passeringspunktet ble overvåket av 4 svart/hvitt overvåkingskamera plassert over vann. De fire kameraene dekket de tre 20 meter lange rustfrie stålektrodene på bunnen (**figur 6**). De to fisketrappene i Osfossen i Gaula og Berrefossen i Øyensåa (**figur 7** og **8**) ble overvåket av et undervannskamera.

Hendelsesdeteksjon via videobildet

Det finnes flere måter å detektere hendelser i et videobilde. Vi har testet to typer som er tilgjengelige på det kommersielle overvåkingsmarkedet. "Video motion detection" (VMD) er en enkel måte å detektere endringer i bildet. Den ene typen er innebygd i en harddisk-basert videoopptaker multiplekser av typen Calibur DVMR4-CS mens den andre var en ren VMD av typen Digispec DS-1

Figur 5. Bjørsetdammen i Orkla i Sør Trøndelag med konduktivitetsteller av typen Logie. Registreringstverrsnittet er 20 meter bredt og ca 1,5 m dypt.



Figur 6. Elektrodene på bunnen ved terskelen på Bjørsetdammen i Orkla. Tre flatjernsprofiler i rustfritt stål er festet på en betongsåle. Fisken passerer fra høyre mot venstre i bildet.



som bearbejder videosignalet fra kamera og styrer videoopptaker via reléer.

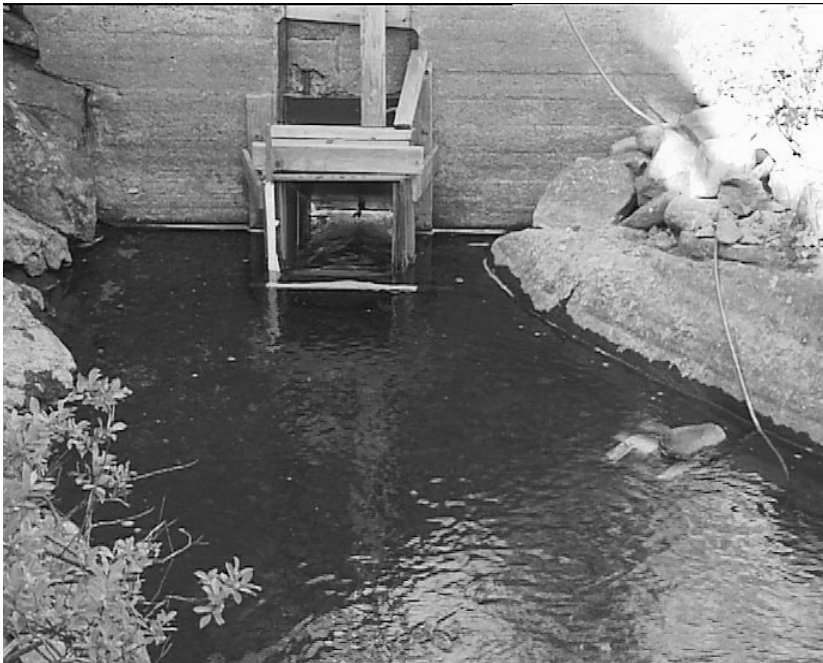
Tre parametre kan justeres under innstilling av et terskelnivå, som skal representere fisk i bildet: Størrelsen på et eventuelt objekt (fisk) i bildet. Tiden objektet er i bildet og størrelsen på endringen i videonivå (fra hvitt til svart). Det var mulig å skille ut deler av bildet som deteksjonssoner på begge de testede VMD enhetene.

Det ble prøvd ut to kameraoppsett for deteksjon. Først benyttet vi et kamera der det samme bildet ble benyttet både som deteksjonsbilde og bilde for selve registreringen

av fisken. I det andre oppsettet ble et kamera brukt som deteksjonskamera mens ytterligere et kamera leverte bilde til registreringen av fisken. Passasjepunktet som deteksjonskamera overvåket var ca 0,5 x 0,7 m i tverrsnitt. Ved høy vannføring kunne fisken passere gjennom hele tverrsnittet mens ved lav vannføring var under halvparten av tverrsnittet dekket av vann. Systemene ble testet i Berrefossen i Øyensåa i 1999 på en lokalitet der det samtidig ble talt fisk ved hjelp av mekanisk fisketeller og video (**figur 2** og **8**). Funksjonen til VMD systemet kunne derfor kontrolleres.



Figur 7. Registreringselektrodene for Logitelleren i Osfossen i Gaular i Sogn og Fjordane var festet til en treramme.



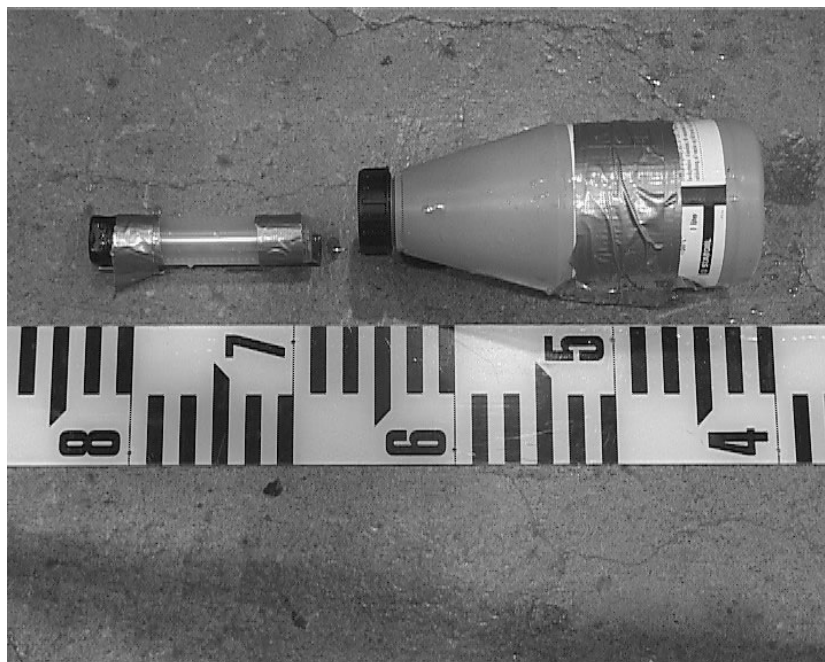
Figur 8. Registreringselektrodene for Logitelleren i Berrefossen i Øyensåa i Nord-Trøndelag var plassert i ei renne av plastbelagt kryssfiner. Kamera som overvåket passeringene er plassert i enden av ledningen til høyre i bildet.

Det ble også gjort videoopptak i sann tid i Stormofossen i Øyensåa som seinere ble benyttet for test av VMD. Seks tretimers S-VHS opptak ble under avspilling sløyet gjennom en VMD implementert i overvåkingsenheten Calibur DVMR4-CS. Det ble benyttet forskjellige innstillinger av videodeteksjonssystemet og antall detekterte fisk ble sammenlignet med det reelle antallet fra kontinuerlig gjennomgang av de seks videotapene. Videobildet ble overført trådløst fra kamera til videoopptaker. Kamera og videosender ble drevet av solcellepanel. Avstand mellom kamera/videosender og videoopptaker var ca 320 m.

Hydroakustisk utløser for video

De fleste hydroakustiske tellesystemene som er benyttet til fiskeregistreringer, detekterer stimer av fisk og egner seg ikke til registrering av enkelt fisk. Vi testet om en enkel type ekkolodd av merket Fish Finder, kommersielt tilgjengelig som et produkt for fritidsfiskere, kunne fungere som utløser for videoregistreringer i elv. Utstyret hadde en transducer som sendte lyd ut i en "side loop" det vil si at vi kunne legge deteksjonssonen horisontalt i et elvetvernsnitt. Utprøvingen foregikk kun i laboratorium i en tank der to luftfylte objekter med volum 0,03 og 1,00 liter (**figur 9**) ble trukket gjennom deteksjonssonen som var overvåket av et videokamera.

Figur 9. Test av hydroakustisk "trigger": To luftfylte beholdere på 0,03 og 1,0 liter ble slept foran en hydroakustisk transduser som sender lyd horisontalt ut i vannet. Forsøkene ble utført i kunstige omgivelser i en tank.



Andre bevegelsesdetektorer

Vi har evaluert flere typer bevegelsesdetektorer benyttet i overvåkingsystemer over vann. De fleste av disse benytter forskjeller i infrarød (varme) stråling fra mennesker og dyr som beveger seg inn i deteksjonsfeltet, men noen benytter seg av aktiv utsendelse av mikrobølger. De ulike prinsippene ble kun evaluert teoretisk og ikke testet hverken i lab eller felt.

2.3 Kontinuerlig videoovervåking som telleverktøy

"Time lapse" videoovervåking er først og fremst en metode for kvalitetskontroll av tellesystemer (se neste avsnitt). Vi har også undersøkt om metoden i seg selv kan brukes i fullskala tellinger i elv. Vi har utført tester av metoden på en lokalitet, Stormofossen i Øyensåa, med lite tverrsnitt (2,5 x 1,0 m) (**figur 10**). Det var ingen ekstra belysning i den mørke delen av døgnet. Det betyr at fra ca kl 23:30 til 03:30 var det ikke mulig å se fisk i bildet.

Metoden har også blitt prøvd ut på to lokaliteter med stort elvetverrsnitt i Lærdalselva (**figur 11**) og Skjoma (**figur 12**). I 2000 ble det benyttet fire kamera på hver av lokalitetene som er 52 og 25 meter i bredde for henholdsvis Lærdal og Skjoma (**tabell 2**). Kameraene ble plassert på bunnen på hvert sitt blylodd. I 2000 var kamerane plassert for å oppnå maksimal oppløsning og ingen overlapp mellom kamera. I 2001 ble kameraene plassert med optisk akse på tvers av elva med betydelig overlapp i bilde. I tillegg ble antall kamera øket til 8 på hver lokalitet. Kontinuerlige videoopptak fra de tre lokalitetene ble gjennomgått manuelt i 50 ganger sann-tids hastighet. Opptakene fra 2001 er bare delvis analysert. Undersøkelsen skulle først og fremst bidra til å

optimalisere kameraplassering ved kartlegging av fiskens atferd på vandring gjennom det overvåkede tverrsnittet.

2.4 Overvåking av fiskeatferd og tellersystemenes funksjon

Kontinuerlig videoovervåking av fiskeatferden og funksjonen til tellesystemene er grunnlaget for alle testene i denne rapporten. Ved hjelp av "time lapse" videoopptak fra undervannsvideokamera er det mulig å registrere all aktivitet rundt en fisketeller. Normal (sann-tids) videoopptak i det videosystemet vi benytter, er 25 bilder pr sekund. Egentlig gjøres det opptak av 50 delbilder per sekund (PAL systemet videostandarden som benyttes i de fleste europeiske land). Av tekniske årsaker har standarden sitt utspring i frekvensen på vekselspanningen på strømmettet (50 Hz). På grunn av at PAL er vår felles TV standard, er mesteparten av videoovervåkingsutstyr kompatibel med denne standarden. Dette betyr lavere priser på utstyret, men samtidig at en er bundet til den bildeoppløsning ("skarphet") som PAL systemet kan gi. Det finnes mer høyoppløselige videosystemer som ville øke kvaliteten på de bildene et fisketellesystem leverer, men dette utstyret er kostbart.

Ethvert videoovervåkingsystem har tre grunnleggende elementer: Kamera som "produserer" videobildet, opptakeren som lagrer bildet for seinere avspilling og monitoren som gjør videostrømmen synlig på en skjerm. Opptaket kan lagres som analog informasjon eller som digital. Digital bildelagring kan gi høyere avspillingskvalitet men krever prosessering av store mengder data. For "time lapse" videoopptak slik vi har benyttet det til basisovervåking og kontrollmetode, finnes det ennå (2001) ikke



Figur 10. Passeringspunktet for fisk i Storfossen i Øyensåa. Tverrsnittet var ca 2,5 x 1,0 m og ble overvåket av undervannsvideokamera.



Figur 11. Terskelen i Lærdalselva ved Villakssenteret i Lærdal er ca 52 meter brei og 1,5 m dyp. Fire undervannsvideokamera i 2000 og åtte i 2001 var plassert etter hverandre over tverrsnittet.

digitale videoopptakere som har god nok kvalitet i forhold til pris.

Ved hjelp av "time lapse" videoopptak registreres det som skjer i sann tid med færre enn 50 delbilder per sekund. Ved avspilling i sanntids hastighet (50 delbilder per sekund) kan vi se det som har skjedd i kamerabildet i rask "stumfilm" uten å miste for mye informasjon. De hendelsene vi er interessert i å registrere (for eksempel en fisk som passerer kamera), må være av en slik varighet at vi rekker å oppfatte dem ved hurtigavspilling. Forholdet mellom det vi kan registrere av hendelser ved å observere virkeligheten (sanntid) og det vi kan registrere ved å se på

videoopptak gjort i "time lapse" modus avgjør hvor mye arbeid og dermed kostnader, som kreves for å registrere hendelser over tid (**tabell 3**).

2.5 Utprøvningslokaliteter

Erfaringer med de ulike telleinnretninger i denne rapporten stammer fra 16 lokaliteter i norske vassdrag (**tabell 1, figur 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13 og 14**). Fem av disse systemene registrerte fisk i åpen elv fra 2,5 til 52 meters bredde. De øvrige 13 lokalitetene var i fiske-trapper.

Figur 12. Elvetverrsnittet som ble overvåket i Skjoma i Nordland var ca 25 m bredt og 0,7 m dypt. Fire kamera i 2000 og åtte kamera i 2001 ble benyttet for å dekke hele tverrsnittet.



Tabell 2. Størrelsen på tverrsnittet som ble overvåket i Stormofossen, Lærdalselva og Skjoma i 1999, 2000 og 2001.

Lokalitet	Bredde	Tverrsnitt	1999 Ant. kamera	2000 Ant. kamera	2001 Ant. kamera
Stormofossen	2,5 m	2,5 m ²	1	1	
Lærdalselva	52 m	78 m ²		4	8
Skjoma	25 m	17 m ²		4	8

Tabell 3. Forholdet mellom observasjon av virkeligheten i sann tid og observasjon av et videoopptak i "time lapse" modus. Det er tatt utgangspunkt i opptak på en analog videotape med tre timers opptakskapasitet i sanntids opptak. Gjennomsynstid er den tiden det tar å se igjennom det overvåkede tidsrommet. Ved økende opptakslengde minker sjansene for å oppdage hendelser av kort varighet (hendelsens minste varighet for 100% deteksjon).

Opptaksmodus (hastighet)	Overvåket tidsrom per videokassett (ca)	Bildeintervall (delbilder)	Gjennom- synstid	Hendelsens minste varighet
Sanntid (3t)	3 timer	0,02 sekunder	3 timer	
"time lapse" (24t)	1 døgn (24 t)	0,18 sekunder	3 timer	> 0,2 sekunder
"time lapse" (48t)	2 døgn (48 t)	0,34 sekunder	3 timer	> 0,3 sekunder
"time lapse" (72t)	3 døgn (72 t)	0,5 sekunder	3 timer	> 0,5 sekunder
"time lapse" (120t)	5 døgn (120 t)	0,82 sekunder	3 timer	> 0,8 sekunder
"time lapse" (170t)	7 døgn (170 t)	1,12 sekunder	3 timer	> 1,1 sekunder



Figur 13. I Bleikelva på Andøya i Nordland er det mulig å telle oppvandrende fisk i hele elvetverrsnittet ved hjelp av en mekanisk fisketeller og undervannsvideokamera. Elva er bare tre meter bred på det aktuelle stedet.



Figur 14. Mekanisk fisketeller med undervannsvideokamera i trapp i Kistefossen i Salangselva i Troms.

2.6 Kameraplassering, belysning og kontrastbakgrunn

Sikten i vannet er avgjørende for kvaliteten på det bildet et kamera kan levere. Luftbobler som ofte oppstår i fiske-trapper, kan "skygge" for fisken og redusere kontrasten mellom fisk og bakgrunn. Luftbobler dannes rundt skarpe kanter og strukturer i innsnevring der vannhastigheten øker og der vann faller fra et trinn til et annet. Så langt det var mulig ble kamera/ telleinnretning plassert i det øverste trinnet i fisketrapper der vannet ennå ikke har hatt et loddrett fall. Turbiditeten øker også når vannføringen i

elva øker og nedbør drar med seg små partikler fra land. Ved å plassere kamera så nær fisken som mulig, minskes vannmengden mellom objekt og kamera og bildet blir mindre påvirket av vannet.

En tett kameraplassering innebærer bruk av objektiv med liten brennvidde og dermed stor åpningsvinkel slik at hele fisken kommer innenfor bilderammen. Samtidig må opptakssystemet respondere raskt på et "trigg" slik at videoopptaket starter i tide. Harddiskbaserte opptakere går i opptak på ca 1/50 sek mens analoge videoopptakere ikke har kortere responstid enn ca 0,4 sek. Harddiskopptakere kan også ha såkalt pre- alarm funksjon der de siste

sekundene av kamerabildet til enhver tid er midlertidig lagret. Ved et "trigg" kan det midlertidige bildet lagres permanent slik at opptak av fiskepasseringen starter noen sekunder før fisken passerer deteksjonspunktet.

I løpet av årene 1997–2000 ble kameraplasseringen stadig tettere på de lokalitetene der det ble benyttet mekanisk fisketeller. Dette var mulig gjennom overgang til harddisk-baserte videoopptakere. Vi registrerte andel opptak der det på grunn av turbid vann ikke var mulig å verifisere om det var fisk i bildet.

Det ble montert hvite kontrastplater for å øke kontrasten mellom fisk og bakgrunn. Selv om kameraene var svært lyssterke, måtte vi benytte ekstra lys for å få opptak i den mørke delen av døgnet. Det ble benyttet synlig lys, men det er også mulig å benytte IR lys for ikke å påvirke fiskens atferd.

2.7 Styring av fisken

Nøyaktigheten i lengdemåling av fisk fra videosekvenser utløst av mekanisk tellersystem varierer med fiskens posisjon i forhold til kamera. På grunn av stor observasjonsvinkel (65° horisontalt) vil kroppstørrelsen til fisk som passerer lenger fra kamera bli underestimert mens en fisk som svømmer nær kamera blir overestimert. En fisk som er en meter fra kamera og dekker halve bildebredden, er 0,65 m lang. Dersom fisken i realiteten bare er 0,8 m fra kamera og fremdeles dekker halve bildebredden vil den bare være 0,52 m og tilsvarende for 1,2 m kameraavstand vil fisken være 0,78 m. Det betyr en usikkerhet i lengdemålingene på $\pm 20\%$.

Figur 15. Ved hjelp av en "kanal" laget av stålspiler var det mulig å styre fisken foran undervannskamera. Kanalen hadde et tverrsnitt på 0,2 x 0,5 m og ble plassert i utløpet av en mekanisk fisketeller i Berrefossen i Øyensåa.



For å slippe å utføre differensiert kalibrering avhengig av fiskens posisjon i forhold til kamera benyttet vi i 2000 en "kanal" av rustfrie stålspiler som skulle lede fisken til en fast posisjon (**figur 15**). Kanalen hadde bredde 0,2 m som gir en 0,1 m tykk fisk et bevegelsesrom på ca 0,1 m. Dette utgjør en usikkerhet i lengdemålingene på maks $\pm 5\%$ ved kameraplassering 1 m fra senterlinjen i kanalen.

2.8 Analyse av bilder

Videsekvenser fra tellesystemene ble gjennomgått for verifisering av fiskepassasje og når det var fisk i bildet, artsbestemmelse og måling av kroppslengde. Det ble benyttet en høyoppløselig monitor (> 700 linjer horisontal oppløsning) og "under scan" funksjon der all bildeinformasjon blir synlig og ikke deler av bildet masket bort som i ordinære TV apparater og monitører. Måling av kroppslengde ble gjort direkte på skjermen. Disse målingene ble kalibrert mot et testbilde som inneholdt en målestav. Vi målte tiden det tok å analysere hver fisk og lagde de aktuelle data inn i et regneark på PC.

2.9 Videoutstyrsspesifikasjoner

Undervannskameraene benyttet i tilknytning til fiske-trapper var av typen Sea Vision. Selve kameramodulen i undervannshuset er et svart/hvittkamera av merket Watec med objektiv som gir ca 65° horisontal åpningsvinkel under vann. En fisk som passerer en meter fra kamera og fyller hele bredden av bildet vil da være ca 1,3 meter lang.

Det ble gjort "time lapse" opptak på Panasonic AG-TL700 S-VHS videoopptaker. Monitor av typen Sony PVM-14M4E og videoavspiller NV-HS1000 ble benyttet under analyse av videoopptak.

3 Resultater

3.1 Mekanisk fisketeller som "trigger"

Fra videoopptakene av fisk som passerte en mekanisk fisketeller i Tømmeråsfossen i Sanddøla i 1997, ble det observert tre hovedtyper hendelser: 1) Fisk svømmer inn i og utløser tellemekanismen, men trekker seg tilbake uten å passere. 2) Fisk passerer telleren og utløser tellemekanismen som forutsatt. 3) To fisk passerer samtidig. Overvåking av fiskeatferd viste at stor fisk (> 0,45 m) oftere passerte telleren i første forsøk enn små fisk (**tabell 4** og **5**). Andelen fisk med kroppslengde over 0,45 m som brukte to eller flere forsøk på å passere dørene i telleren, var mindre jo høyere vannstanden var ved telleren (andel fisk som benyttet flere forsøk ved seks ulike vannstands nivåer; Spearman rang korrelasjon: $r_s = -0,845$, $P = 0,034$, $n = 6$ (**tabell 5**)). For fisk under 0,45 m gjorde 56 % av fisken mer enn ett forsøk (hendelse 1) på å passere telleren mens tilsvarende for fisk over 0,45 m var 4,0 %. Det var en tendens til at liten fisk fikk større problemer med å passere når vannstanden ble lavere.

I perioden fra 1997 til 2000 varierte andel "trigg" som ikke var reelle passeringer mellom lokaliteter og år (**tabell 6**). Noen videosekvenser med fisk inneholdt mer enn én fisk (**tabell 7**). Gjennomsnittlig for tre lokaliteter i 1999 og 2000 (**tabell 7**) inneholdt 2,16 % (SD = 0,98) av alle sekvenser to fisk mens tilsvarende for tre og fire fisk per sekvens var henholdsvis 0,21 % (SD= 0,15) og 0,04 % (SD = 0,04).

Vedlikehold av tellerene i Øyensåa og Nausta ble utført i forbindelse med jevnlig inspeksjon. I Øyensåa var det ingen periode der telleren ble fullstendig blokkert av kvister og annet driv. I Nausta i 1998 ble telleren renset på 73 av totalt ca 130 driftsdager. På 11 av disse dagene ble rensing utført to ganger hver dag. Prinsippet med selvrensende spilekonstruksjon (**figur 3**) ble først benyttet i 1999 i Nausta og dette året minket behovet for rensing. Totalt ble telleren renset 20 ganger i løpet av 129 dager i sesongen 1999 (3. juni–9. oktober).

I Sandsfossen i Suldalslågen ble det lagret 1671 videosekvenser i perioden 20. juni–2. oktober 2001. Foreløpige analyser viser at ca 10 % av disse ikke inneholder fisk. I tillegg er det perioder der systemet ikke var operativt på grunn av høy vannføring. Systemet har registrert fisk fra 0,2 til 1,25 m kroppslengde.

Tabell 4. Fordeling av hendelser (1 = fisk utløser tellere uten å passere, 2 = fisk passerer i første forsøk, 3 = to eller flere fisk samtidig) ved vannføringer fra 8 til 15 i Tømmeråsfossen i Sanddøla i 1997. Vannstand refererer til hvor stor del av telleren som var dekket av vann, der 7 tilsvarer at telleren er halvveis dekket av vann mens ved vannstand 13 er 90 % av telleren er dekket med vann og ved vannstand 15 er telleren helt dekket av vann.

Hendelse	Vannføring					
	8	9	12	13	14	15
	Antall (%)	Antall (%)	Antall (%)	Antall (%)	Antall (%)	Antall (%)
1	13 (30,2)	7 (13,7)	2 (18,2)	0	3 (15,0)	4 (14,8)
2	30 (69,8)	40 (78,4)	9 (81,8)	2 (100)	17 (85,0)	23 (82,5)
3	0	2 (3,9)	0	0	0	0

Tabell 5. Fordeling av hendelser ved ulike vannføringer for passeringer av fisk (som i **tabell 4**) med kroppslengde større enn ca 0,45 m fra Tømmeråsfossen i Sanddøla i 1997.

Hendelse	Vannføring					
	8	9	12	13	14	15
	Antall (%)	Antall (%)	Antall (%)	Antall (%)	Antall (%)	Antall (%)
1	4 (14,3)	0	0	0	0	0
2	24 (85,7)	34 (94,4)	8 (100)	1 (100)	17 (100)	23 (100)
3	0	2 (5,6)	0	0	0	0

Tabell 6. Andel "trigg" som var reelle fiskepasseringer i perioden 1997 til 2000 på seks lokaliteter. I Hoelsfossen og Forsåfossen ble det foretatt manuell opptelling av fisk ved stengning av tellekulpen. I Hoelsfossen ble det foretatt seks manuelle kontroller mens i Forsåfossen var antall kontrolltellingene to i 1997 og fire i 1998.

Lokalitet	1997		1998		1999		2000	
	Totalt	Fisk	Totalt	Fisk	Totalt	Fisk	Totalt	Fisk
Hovefossen	1 024	76%	2 603	24%	2 970	85%	4 308	94%
Hoelsfossen	17*	75%						
Berrefossen					5181	63%	2 420	95%
Tømmeråsfoss	90*	160%					80*	98%
Fiskumfoss							1 066	96%
Forsåfossen	10*	100%	22*	94%				

* Antallet er kun et utvalg av oppgangen den aktuelle sesongen.

Tabell 7. Andel videosekvenser som inneholdt mer enn én fisk ved tre lokaliteter i 1999 og 2000.

Elv	1999			2000		
	2 fisk	3 fisk	4 fisk	2 fisk	3 fisk	4 fisk
Nausta	1,93 %	0,04 %	0,00 %	2,60 %	0,30 %	0,00 %
Øyensåa	2,48 %	0,19 %	0,03 %	3,20 %	0,40 %	0,06 %
Fiskumfoss				0,60 %	0,10 %	0,10 %

3.2 Konduktivitetsteller som "trigger"

De to tellerne som stod montert i fisketrapp i Osfossen og Berrefossen i 1998 var ustabile som triggere. I perioder med høy vannføring var det flest "trigg" som ikke var fisk. I perioder med stabile fysiske forhold påvirket fiskeatferden presisjonen i registreringene. Fisk som vandret i jevn hastighet over elektrodene, ga mest korrekt registreringer, men fisk som slapp seg ned eller ble stående over elektrodene skapte feiltellinger. I Berrefossen vandret det opp 2160 fisk fra 6. juli til 14. oktober. Av disse utløste 1624 "trigg" mens 536 (25 %) ikke ble registrert. I Osfossen var det ca 10 % av fisken som ikke ble registrert. På begge steder var det betydelige mengder "trigg" som ikke var fisk (12 000 og 8 000 i henholdsvis Berrefossen og Osfossen).

Tellesystemet på Bjørsetdammen i Orkla hadde færre effekter av variasjon i de fysiske forholdene enn systemene i Berrefossen og Osfossen. I en periode på 11 dager i 1998 var 5 % av "triggene" ikke fisk. Under 5 % av all fisk på vei opp ble ikke registrert med "trigg". I korte perioder var antall trigg over 1000 på en dag uten at det

passerte fisk. Slike episoder sammenfaller ofte med økt vannføring og turbulens over elektrodene.

3.3 Hendelsesdeteksjon via videobildet

To av VMD-systemene var operative både i Berrefossen og Hovefossen i en periode på tre måneder i 1999. I trappa i Hovefossen var det ikke mulig å stille inn deteksjonsparametrene slik at systemet ble stabilt. Få av de fiskene som passerte gjennom bildet ble detektert. Dette skyldes luftbobler i vannet som skjærer for fisken. Når sensitiviteten ble justert opp, ble mengden "feiltrigg" for stor.

Fra 3.-5. juli 1999 registrerte VMD enheten i DVMR-4CS 193 fisk på vei opp gjennom fisketrappa i Berrefossen. Dette var 100 % av det reelle antallet oppvandrende fisk. I tillegg var det også 126 videosekvenser av fisk som vandret ned og opp igjen i deteksjonssonen. Etter 5. juli minket vannføringen i en periode og systemet ga økende mengde feiltrigg. Det lyktes ikke å endre på dette gjennom ny kameravinkel eller innstilling av deteksjonsparametre.

Et tredje VMD-system som ble testet i labsituasjon på opptak fra Stormofossen, registrerte fisk i samsvar med det reelle antallet fisk funnet på videoopptakene. Systemet var imidlertid ikke stabilt og når belysningsforholdene endret seg over døgnet eller mellom døgn, krevdes det ny innstilling av deteksjonsparametre.

3.4 Hydroakustisk utløser for video

Ved test i vanntank ble ingen av de to objektene som ble trukket gjennom deteksjonssonen, registrert av ekkoloddet. Reflekser fra elvbunnen og overflaten er et problem med hydroakustisk registrering i elv. Vi har behov for en transducer som opererer med kort rekkevidde (< 10 m). Luftbobler som kommer nær transduceren vil kunne gi betydelige feilregistreringer. Det er derfor vanlig å operere med en "dødsone" de første metrene fra transduceren og dermed oppstår det et behov for skjerming de første metrene ved hjelp av ledegjerder for å hindre fisk å passere her.

3.5 Andre bevegelsesdetektorer

De fleste bevegelsesdetektorer benyttet i tradisjonell overvåking av bygninger og verdier på land benytter deteksjon av forskjeller i IR stråling fra mennesker og omgivelsene. Siden fisk har samme temperatur som omgivelsene vil en IR detektor ikke kunne skille fisk fra omgivelsene. Noen bevegelsesdetektorer benytter mikrobølger i frekvensområdet 9,4–10,7 GHz og registrerer objekter som beveger seg, ved hjelp av Doppler effekten (frekvensen fra reflektert stråling fra et objekt som beveger seg endres). Problemet med mikrobølger er at de "slukkes" fort ut i vann og rekkevidden bli svært begrenset. Turbulens i vannet og luftbobler nær senderen vil også kunne skape støy.

3.6 Kameraplassering, styring av fisken og analyse av videosekvenser

Ved overgang til videoopptaksutstyr som gjør opptak umiddelbart etter et "trigg", er det mulig å plassere kamera nærmere fisken. Dette medfører et mindre vannvolum mellom kamera og objekt og et klarere bilde. Ved overgang til tettere kameraplassering i fra 1998 til 1999 og 2000 ble andelen bilder med for dårlig kvalitet redusert (**tabell 8**).

Ved montering av en "kanal" som hindrer fisken i å bevege seg fra eller mot kamera under avbildning ble lengdemålingene mer nøyaktige i Berrefossen i 2000. Vi observerte ikke noen andre effekter på fiskeatferden. I perioder med høy vannføring og løvfall i elva, virket "kanalen" som en oppsamler av løv og kvister.

Prinsippet med et halvautomatisk tellersystem som er fokus i denne rapporten, krever gjennomgang av et varierende antall videosekvenser. Vi har foretatt analyse av ca 200-5000 videosekvenser fra hver elv. Ved ren manuell gjennomgang klarte vi å analysere fra 150 til 200 videosekvenser per time. Tiden det tar å analysere hver videosekvens går med til å bestemme art (**tabell 9**), måle lengde og registrere passeringstidspunkt og legge dette inn i et Excel regneark.

3.7 Kontinuerlig videoovervåking som telleverktøy

Lokaliteten i Stormofossen ble i 1999 overvåket med "time lapse" videoopptak i 611 timer og 41 minutter. Av den totale opptakstiden er 282 timer og 54 minutter analysert med hensyn på fiskepasseringer. Totalt i den analyserte perioden passerte det 199 fisk (hvorav 1 ble i

Tabell 8. Totalt antall videosekvenser og andel videosekvenser med dårlig sikt der det ikke har vært mulig å verifisere fiskepassering.

Lokalitet	1998		1999		2000	
	Totalt antall	Dårlig sikt	Totalt antall	Dårlig sikt	Totalt antall	Dårlig sikt
Hovefossen	2 238	276 (12,3 %)	3 371	12 (0,4 %)	4 308	12 (0,3 %)
Berrefossen			5 181	34 (0,7 %)	2 420	19 (0,8 %)

identifisert som aure). Det betyr at det i gjennomsnitt har gått opp 0,7 fisk per time. Det var mulig å registrere fisk som oppholdt seg mer enn to sekunder i videobildet når det ble gjort opptak med 168 timers "time lapse" modus. Det ble ikke observert fisk som oppholdt seg kortere tid enn to sekunder i bildet (analyse av opptak i sann tid (50 halvbilder per sekund). Gjennomsnittlig oppholdstid i kamerasonen varierte mellom lokalitetene (**tabell 10**). For 170 av totalt 438 observerte fisk i Lærdalselva ble det registrert oppholdstid i kamerabildet. Av disse 170 var det tre ekstremverdier (37 219, 22 320 og 23 974 sekunder). Det var også 17 verdier som var over 60 sekunders varighet (gjennomsnitt 388,1 SD = 271,9 sekunder) mens de resterende 150 fiskene var i gjennomsnitt 12,6 sekunder i kamerabildet (SD = 15,1).

På lokaliteten i Stormofossen vandret det så godt som bare laks. Vandringsaktiviteten var lavest om natta fra ca kl 21 til kl 04 (**figur 16**). Det var ikke mulig å registrere fisk i den mørkeste delen av døgnet, men fram til kl 23 og fra og med kl 03 var observasjonsforholdene like gode som på dagtid.

Fra Lærdalselva i 2000 ble "time lapse" opptak i perioden 12. juli 2000 til 31. oktober 2000 (113 dager som tilsvarer 11 videotaper) gjennomgått. Det passerte 3,88 fisk pr dag (SD = 4,80, min = 0, max = 24, antall dager = 113). Det vandret flest fisk gjennom bildet fra kamera nr 4

(61,8 %). Ved de andre kameraene var fisken fordelt med 17,1 % i kamera 1, 12,9 % i kamera 2 og 8,2 % i kamera 3 (**figur 17**). Samlet sett var vandringsaktiviteten høyest fra ca kl 16 til kl 04 om morgenen (**figur 16**).

I Skjoma ble det gjort opptak i perioden 14. juli til 13. oktober 2000 (92 dager). Gjennomgang av opptak ble gjort for 50 dager (1200 timer). På grunn av midnattssol kreves det ingen ekstra belysning i Skjoma i perioden 8. mai til 8. august. I den analyserte perioden var 103 timer med opptak for mørke til at det var mulig å oppdage all fisk. I 33 (66 %) av de 52 dagene var det tilstrekkelig sikt for å overvåke hele elvetverrsnittet. I de øvrige 17 dagene (34 %) var sikten under 3,5 meter slik at kun ca 50 % av elvetverrsnittet var dekket.

Under 10 % av fisken ble registrert på vei ned. I Skjoma ble 52 % av fisken observert i kamera 4, mens 16, 10 og 22 % ble observert i kamera 1, 2 og 3 (**figur 18**). Av de analyserte fiskepasseringene var 21 % ikke identifisert til art. Fordeling av laks, sjøaure og røye var 30, 60 og 10 %. Samlet sett var vandringsaktiviteten lavest fra ca kl 05 til kl 10 om morgenen (**figur 16**). Vandringsaktiviteten varierte lite mellom arter.

Videoopptak i Skjoma og Lærdalselva i 2001 er ennå ikke ferdig analysert. Beregning av oppholdstid i kamera i Skjoma 2001 er målt fra fiskepasseringer i juni og juli.

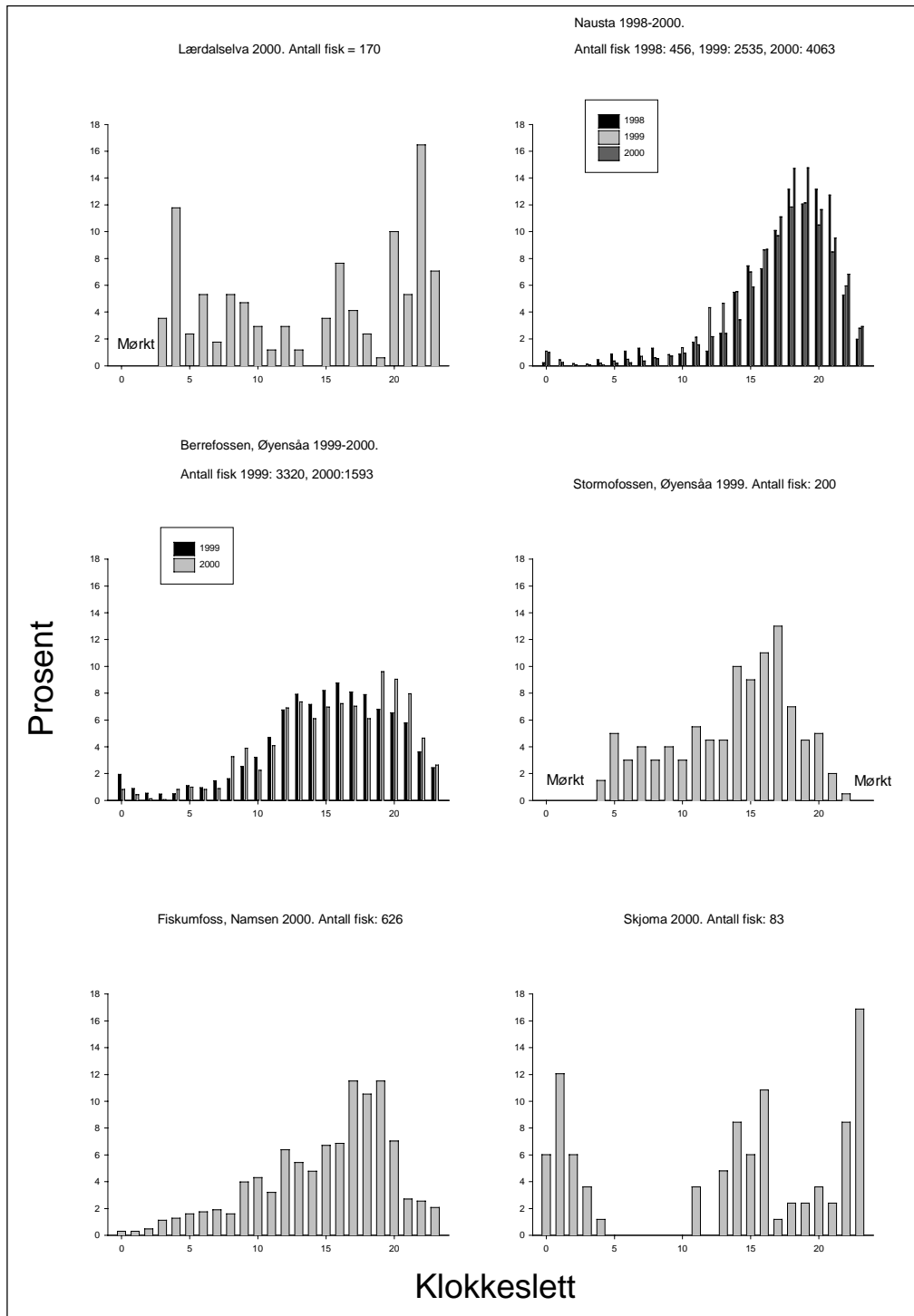
Tabell 9. Artsbestemmelse og måling av kroppsstørrelse fra videoopptak på et utvalg fisk fra 5 tellelokaliteter i 1998–2000.

Lokalitet	År	Laks	Aure	Totalt antall	Kroppstørrelse	Tellemetode
Berrefossen	1999	98,6 %	1,4 %	3 315	35-108 cm	Mek. "trigg"
Berrefossen	2000	99,4 %	0,6 %	2 294	31-94 cm	Mek. "trigg"
Hovefossen	1998	90,0 %	10,0 %	634	34-83 cm	Mek. "trigg"
Hovefossen	1999	88,6 %	11,4 %	2 535	31-121 cm	Mek. "trigg"
Hovefossen	2000	91,1 %	8,9 %	4 069	19-100 cm	Mek. "trigg"
Fiskumfoss	2000	98,6 %	1,4 %	1 021	40-90 cm	Mek. "trigg"
Lærdal	2000	8,9 %	91,1 %	438		"time lapse"
Skjoma *	2000	30 %	60 %	71		"time lapse"

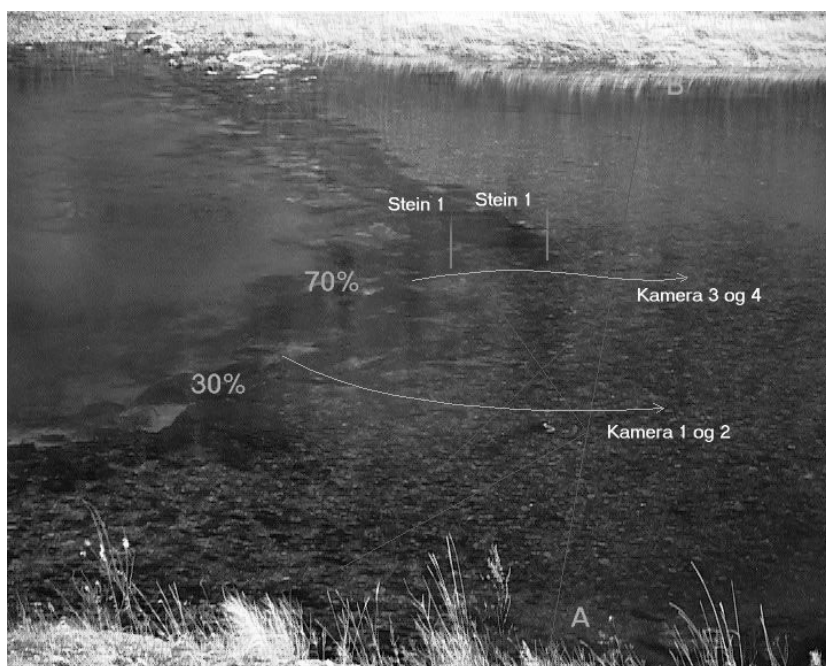
* I tillegg til laks og aure ble det observert 10 % røye Skjoma i 2000.

Tabell 10. Gjennomsnittlig oppholdstid for et tilfeldig utvalg av fisk som passerte kameraene på de tre lokalitetene med stort elvetverrsnitt. Tallene stammer fra Stormofossen i 1999 og Skjoma i 2001. Ekstremverdier ble fjernet før beregning av gjennomsnittlig oppholdstid i kamerabildet.

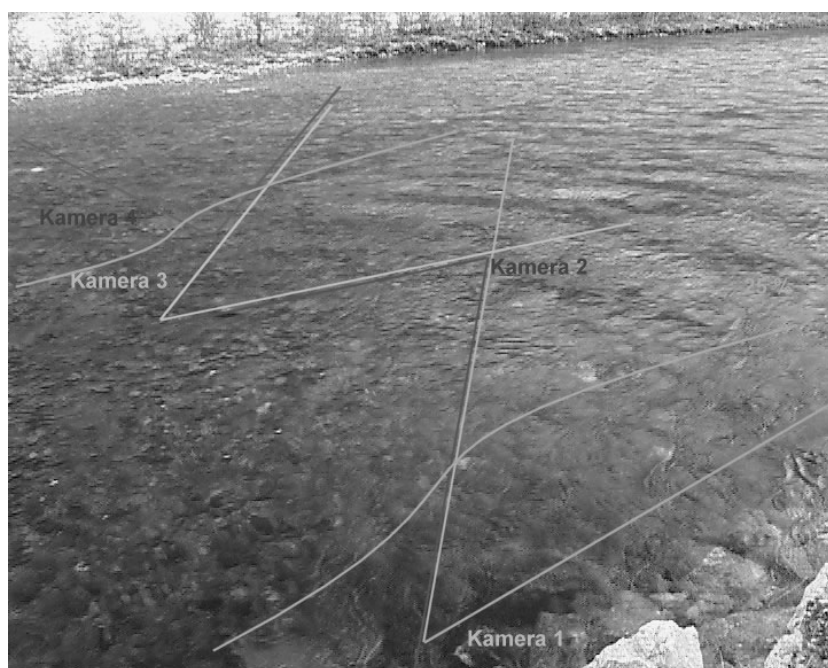
Lokalitet	Oppholdstid	SD	N	Ekstremverdier
Stormofossen	19,2	15,9	70	600, 960, 965 og 2662 sekunder
Skjoma	8,4	6,4	100	240, 600 og 605 sekunder



Figur 16. Prosentvis fordeling av antall fisk på oppvanding summert i timesintervaller gjennom døgnet på ulike tellelokaliteter. I denne figuren er det ikke skilt mellom de ulike artene. Figuren summerer opp data fra Lærdalselva 12. juli til 30. september 2000, Nausta i perioden 1. juni til 30. september i årene 1998, 1999 og 2000, Berrefossen i Øyensåa i perioden 1. juni til 30. september i årene 1999 og 2000, Stormofossen i Øyensåa i perioden 16. juli-25. august 1999, Fiskumfoss i Namsen i perioden 16. juli-15. oktober i 2000 og i Skjoma i 50 dager i perioden 14. juli til 13. oktober 2000.



Figur 17. Kameraplassering ved terskelen i Lærdalselva i 2000. To og to kamera ble plassert sammen med optisk akse med strømmen. 70% av fisken som ble observert vandret gjennom bildet av kamera 3 og 4. Bredden A-B er 52 meter, avstanden mellom kamerasettene var 8,1 m.



Figur 18. Kameraplassering i Skjoma i 2000. Kameraene ble plassert på en måte som skulle gi best mulig dekning av elvetverrsnittet. 75% av den observerte fisken vandret på ca 3 meters bredde ved kamera 3 og 4.

4 Diskusjon

Bestandsrettet forvaltning av anadrom laksefisk krever i dag verktøy for registrering av antall fisk, arter og fordeling av kroppsstørrelse. I små elvetverrsnitt for eksempel fisketrapp, viste vi gjennom forsøkene at vi i dag har et tellesystem som virker tilfredsstillende gjennom bruk av mekanisk fisketeller som "trigger" for videoopptak. Det er viktig å skille mellom "triggerens" nøyaktighet og det endelige resultatet fra systemet bestående av "trigger" og video. Totalt sett er mekanisk fisketeller som "trigger" og video sammen et system som er 100 % nøyaktig. Selv om noen fisk utløser videosekvenser uten at de passerer, er resultatet helt korrekt.

Atferdsstudiene konkluderer med at fisk over 45 cm i liten grad hindres av en mekanisk fisketeller. Det er ingen indikasjoner på at fisk ikke passerer i det hele tatt. All fisk med kroppsstørrelse fra ca 0,3 m til ca 1,3 m blir avbildet. Både kroppsstørrelse og plassering av telleren har betydning for om fisken må gjøre flere forsøk på å åpne dørene i telleinnretningen. Over 90 % av fisk over 45 cm passerer på første forsøk. En teller i neddykket tilstand vil fungere bedre enn en som er bare halvveis dekket av vann. Erfaringer fra et system bestående av mekanisk fisketeller og video i Målselvfossen viser at sjørøye som ofte har mindre kroppsstørrelse enn laks og sjøaure, i større grad nøler med å passere tellerdørene (Helge Utby pers. medd.).

Det er mulig for fisk også å vandre ned gjennom den mekaniske utløsermekanismen. Dette er likevel en sjelden hendelse. De gangene dette har vært observert har tellekulpen vært stengt og tettheten av fisk i kulpen har vært stor. Videoovervåkingen viser at fisk kan slippe seg ned mot dørene i telleren, men svømmer opp igjen når den oppnår fysisk kontakt med telleren. Denne egenskapen ved den mekaniske telleren skiller den fra de andre typene "triggere".

Forutsetningen for at en mekanisk fisketeller skal fungere korrekt som "trigger", er at den ikke tilstoppes av driv i elva. Modifikasjoner av konstruksjonen av telleren de siste årene har redusert sjansene for tilstopping. Problemet med driv i elva varierer fra elv til elv og gjennom sesongen. Løvfallet om høsten fører til at en bør ha hyppigere inspeksjon. Det er også en forutsetning for resultatene våre at produksjonen av den mekaniske fisketelleren er standardisert. Foreløpig er den typen vi testet en langt utviklet prototype og ennå ikke et industrialisert produkt. Det gjenspeiler seg ved stadig bedre ytelse for den siste versjonen enn for de foregående.

Den mekaniske fisketelleren som "trigger", har vist seg å fungere i et vidt spekter av lokaliteter. I Bleikvassdraget på Andøya er den montert utenom fisketrapp og dekker hele elvetverrsnittet i en liten elv mens i Sandsfossen i Suldalslågen står to tellere parallellt og registrerer fisk i et større

trappesystem. Fisk fra 0,2 til over 1,25 m i kroppslengde blir registrert her. I Sandsfossen gjenstår det ennå tilpassninger for at systemet skal takle perioder med høy vannføring slik at registreringene kan bli komplette for en hel sesong. I Forsåa, Salangselva og Suldalslågen har videosystemet vært koblet til internett. Dette gir mulighet for tilgang til data og kamerabilde uten å være på stedet. Når systemet på denne måten er koblet til PC med telefonlinje er det mulig å få feilmeldinger via mobiltelefon dersom det oppstår feil. Dette sikrer større grad av kontinuitet i tellingene og mulighet for å følge fiskeoppgangen fortløpende.

For nøyaktige registreringer forutsettes en manuell gjennomgang av videosekvenser av fisken. Dette øker kostnaden med å operere telleren, og er avhengig av mengden videosekvenser som skal analyseres. Det er først og fremst de videosekvensene med fisk som det tar tid å behandle. De som ikke inneholder fisk er det mulig å bli hurtig forbi. Derfor er ikke mengden sekvenser uten fisk (såkalte "feil trigg") kritisk for kostnadene ved analyse. Gjennomgang av 5 000 sekvenser med fisk vil ta ca 25 timer.

Bruk av konduktivitetstellere (Logiteller) som "triggere" for videoopptak er ømfintlig for endringer i vannføring når dette gir turbulens. Små elvetverrsnitt synes å være mer utsatt enn større. Særlig øker problemet med økende vannføring og resultatet er store mengder videosekvenser som ikke er utløst av fisk. Lokalt nedvandrende fisk er det andre problemet knyttet til konduktivitetsteller som "trigger". Fisk på vei medstrøms over elektrodene går ofte høyt i vannet og sjansene øker for at den ikke blir registrert. Når den samme fisken går opp igjen er derimot registreringen sikrere.

Ved større elvetverrsnitt kan en konduktivitetsteller være en tilfredsstillende "trigger" for videoopptak. Svært få fisk (< 5 %) svømmer over elektrodene uten å utløse en videosekvens. Denne andelen kan reduseres ytterligere om telleren justeres som en "trigger" og ikke som et selvstendig tellesystem. Innstillingen må ha som mål at ingen fisk slipper forbi uten å gi en form for utslag i telleren og at mengden "feiltrigg" ikke blir for stor slik at videolageret fylles opp.

Hendelsesdeteksjon via videobildet er en type "trigger" som også kan virke tilfredsstillende under gitte forhold. I våre forsøk greide vi under stabile vannføringsforhold å oppnå en korrekt deteksjon. Dette systemet tillater også fisk å svømme frem og tilbake i deteksjonssonen. Resultatet kan bli store mengder videosekvenser som fyller opp videolageret og som må gjennomgås for å verifisere om fisken virkelig vandret opp. Det finnes i dag mer avanserte måter for deteksjon via videobildet som kan takle varierende vannføringsforhold og dermed variasjonen i bildekvalitet. Særlig for åpne løsninger der det er mulig å finne lokaliteter som er definitive passeringspunkter, "point of

no return", kan systemet være kostnadsbesparende i forhold til ordinære "time lapse" opptak.

Kostnadene ved analyse av bilder etter innsamling fra "trigger" systemer er vesentlig, men avhengig av hvor mange fisk som vandrer opp i de aktuelle elvene. På lokaliteter vi har drevet tellinger i perioden 1997 til 2001 har totalt antall fisk vært fra ca 200 til 5 000. De fleste norske vassdrag har trolig oppvandrende bestander av voksen anadrom laks på under 20 000 individer (Ståhl & Hindar 1988).

Registrering av fisk ved hjelp av "time lapse" opptak krever relativt små investeringer i utstyr, men kostnadene med analyse av opptakene er høyere enn ved "trigger-baserte" systemer. Generelt tar det 4 timer pr 10 m elvetverrsnitt per uke ved gjennomgang av videoopptak. Med en sesong på 20 uker vil dette utgjøre 80 timers analysearbeid.

Lokaliteten i vassdraget der fisken skal registreres bør ligge så langt nede mot elvemunningen som mulig. Ideelt sett bør det ikke være gyteområder nedenfor registreringslokaliteten. Telleoppgaven må være veldefinert. Med det mener vi at det er fisk på vei opp til gyteplasser eller overvintringsområder vi faktisk registrerer. Et registreringspunkt bør ligge på "the point of no return" for fisken på vei opp. Å registrere på et punkt i elva der fisken svømmer frem og tilbake før den vandrer opp gjør registreringsoppgaven mye vanskeligere.

4.1 Konklusjon

Bestandsrettet forvaltning av populasjoner av anadrom laksefisk krever registreringssystemer som kan skille mellom arter. Ved hjelp av videosystemer er dette mulig. Oppgaven kan i dag løses tilfredsstillende både i små elvetverrsnitt (for eksempel fisketrapp) og i store elvetverrsnitt. I små elvetverrsnitt fungerer den mekaniske telleren som "trigger". Den skaper en veldefinert registreringssituasjon i det den svært sjelden slipper fisk ned og dermed fjerner feilkilder knyttet til fisk som vandrer mange ganger fram og tilbake før den vandrer opp. Det gjenstår å kvantifisere hvor mange fisk som går opp gjennom fisketrappene med tellesystemer, for så å slippe seg ned fossen (evt andre vandringshindre som fiske-trappa ligger ved) og vandre opp på ny. Dette kan lett måles ved merking av fisk. Ved å benytte PIT ("passive integrated transducer") merke kan fisk automatisk registreres ved å plassere en registreringsantenne i åpningen av den mekaniske fisketelleren.

I store elvetverrsnitt er det i dag mulig å gjennomføre fullskala registreringer ved hjelp av videokamera og "time lapse" videoopptak. Kameraene må plasseres så tett at hele tversnittet dekkes selv i perioder med dårlig sikt. Det gjenstår å utvikle et "triggersystem" for denne løsningen. To mulige løsninger peker seg ut: Bruk av konduktiv-

tetstetter med elektroder som dekker opptil 20 meter av elvebredden avhengig av ledningsevnen i vannet. Logietelleren tillater separat kontroll av 4 slike 20 meters segmenter og dermed opptil 80 meters elvetverrsnitt. Det er mulig at for eksempel en Logieteller som stilles inn mindre sensitiv enn ved tradisjonell bruk, kan være en svært stabil "trigger". Det andre alternativet er bruk av videobildet i seg selv. Ved hjelp av bildeanalyseteknikk behøves ikke ekstra installasjoner i elva utenom kamera. Kostnadene til analyse av videobilder fra "time lapse" opptak vil dermed kunne bli redusert.

Tellesystemene som er beskrevet i denne rapporten har som mål å registrere fisk større enn ca 0,3 m, men ved hjelp av for eksempel tettere kameraplassering i åpen elv kan det også registreres smolt. Spesielt gjelder dette små vassdrag i Nord Norge der smolten vandrer i midnattssol og trolig i større grad enn i Sør Norge, utenom flommer (Heggberget et al. 1992, 1993, Halvorsen pers. medd., Svenning pers. medd.).

5 Litteratur

- Anon. 1999 Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier for å bedre situasjonen. - Norges offentlige utredninger 1999:9: 1-297.
- Aprahamian, M.W., Nicholson, S.N., McCubbing, D. & Davidson, I. 1996 The use of resistivity fish counters in fish stock assessment. - S. 27-43 i Cowx, I.G., red. Stock assessment in inland fisheries Oxford: Fishing News Book, Blackwell Science.
- Dunkley, D.A. & Shearer, W.M. 1982 An assessment of the performance of a resistivity fish counter. - J. Fish Biol. 20: 717-737.
- Dunkley, D.A. 1984 An electronic fish counter. - Scottish Fish. Bulletin. 48: 45-49. 48.
- Dunkley, D.A. & Shearer, W. M. 1989 Swimming height of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., crossing a crump weir. - Aquaculture and Fisheries Management 20: 193-198.
- Eide, T. & Næstad, F. 1999 Videoregrering av fisk i elv IV. - Stensilrapport til DN.
- Fewings, G.A. 1994 Automatic salmon counting technologies - A contemporary review. - Atlantic Salmon Trust Pitlochry, Perthshire. 1-66.
- Heggberget, T.G., Staurnes, M., Strand, R. & Husby, J. 1992 Smoltifisering hos laksefisk. - NINA Forskningsrapport 31: 1-42.
- Heggberget, T.G., Johnsen, B.O., Hindar, K., Jonsson, B., Hansen, L.P., Hvidsten, N.A. & Jensen, A.J. 1993 Interactions between wild and cultured atlantic salmon - a review of the norwegian experience. - Fisheries Research 18: 123-146.
- Hvidsten, N.A. & Lamberg, A. 1999 Fish counting methods; experience from use of conductivity counter. Proceedings of the Nordic Conference on Fish Passage. - DN-notat 1999-1: 149-154.
- Larsen, B.M., Lamberg, A. & Hvidsten, N.A. 1995 Metoder for overvåking av gytebestander av anadrom laksefisk. - NINA Oppdragsmelding 331: 1-36.
- Ståhl, G. & Hindar, K. 1988 Genetisk struktur hos norsk laks: status og perspektiver. - Rep. 1-1988, Fiskeforskningen, Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim. 1-57.
- Sættem, L.M. 1995 Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960-94. - Utredning for DN 1995-7: 1-107.

NINA Oppdragsmelding 715

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1266-8

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

