

FISKERIBIOLOGISKE UNDERSØKELSER I FORBINDELSE
MED PLANER OM BYGGING AV HEKNI KRAFTVERK,
AUST-AGDER. DEL 1. FISK.

SVEIN JAKOB SALTVEIT

FORORD

I forbindelse med Aust-Agder kraftverks planer om en utbygging av Heknifossen i Otra, er Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) engasjert til å foreta de fiskeribiologiske undersøkelsene.

Denne rapporten omhandler fisk og fisket på strekningen Valle-Byglandsfjord. Undersøkelsene skal dokumentere den berørte streknings fiskeribiologiske status og vurdere de virkninger inngrepet får for fisk.

Feltarbeidet er utført i periodene 25.-28. mai, 9.-13. august og 25.-28. oktober 1982. Ut over fra LFI's faste personale har Finn Løvhøiden, Ståle Lysfjord og Jan Heggenes deltatt på feltarbeidet. Sistnevnte har også stått for bearbeidelse av en del av materialet. Forøvrig vil jeg spesielt takke bestyrer Frank Hafsund, Bygland Fiskeanlegg, for praktisk bistand og for opplysninger om de fiskeribiologiske forhold.

Oslo, 31. januar 1983

Svein Jakob Saltveit

INNHold

SAMMENDRAG	4
KONKLUSJON	6
INNLEDNING	7
OMRÅDE OG LOKALITETSBESKRIVELSE	8
Vannføring	8
Vannkjemi	8
Otra	13
Tilløpsbekkene	14
MATERIALE OG METODE	16
Prøvefisket	16
Ernæring	17
Kjøttfarge	17
K-faktor	17
Elektrofisket	17
RESULTATER	18
Alder og vekst	20
Kondisjon, kjøttfarge og kjønnsmodning	21
Ernæring	22
Elektrofisket	25
OPPLYSNINGER OM FISKET	29
KOMMENTARER	30
LITTERATUR	38

SAMMENDRAG

Saltveit, S.J. 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i Otra i forbindelse med planer om bygging av Hekni kraftverk, Aust-Agder. Del 1. Fisk. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 56, 39 s.

I forbindelse med Aust-Agder kraftverks planer om en bygging av Hekni kraftverk i Aust-Agder ble det sommeren og høsten 1982 foretatt en fiskeribiologisk undersøkelse.

Det er fisket med elektrisk fiskeapparat på tilsammen 5 lokaliteter i Otra fra Valle til Byglandsfjord (Åraksfjord) og i 8 vilkårlig valgte tilløpsbekker. Videre er det fisket med bunn-garn ved Rysstad, Straume og Ose bro.

Otra er tidligere regulert og strekningen Valle-Brokke har sterkt redusert vannføring (minstevann). På strekningen Brokke-Ose bro går driftsvannet fra Brokke kraftverk, og denne strekningen har redusert sommervannføring og økt vintervannføring, sammenlignet med før reguleringen.

I Otra varierte vannets surhet mellom pH 4.8 og 6.2. Det sureste vannet ble målt like nedenfor avløp Brokke kraftverk. Tilløpsbekkene på denne delen av Otra er imidlertid surere enn hovedvassdraget.

Denne delen av Otra har to fiskearter, ørret og bleke (relikt laks). Begge hadde mulighet til å vandre opp i Otra fra Byglandsfjord til Hallandsfossen for å gyte. Ørret ble påvist på alle lokaliteter i Otra, med unntak av like nedstrøms avløp Brokke kraftverk. Det ble bare funnet ørret i to av bekkene. Relativt mye årsyngel ble påvist, og verken lengde- eller aldersfordeling indikerer reproduksjonssvikt grunnet surt vann.

Bestanden av bleke har gått sterkt tilbake i de senere år. Antatt hovedårsak til dette er surere vann i vassdraget. pH i Otra er ofte nede i og under blekas nedre toleransegrense ovenfor surt vann. Bleke ble ikke påvist ved disse undersøkelsene.

Bestanden av bleke opprettholdes gjennom oppdrett i klekkeri, men har hittil ikke vært forsøkt utsatt i Otra. Senere års utsetninger i Byglandsfjord har imidlertid gitt gode gjenfangster.

KONKLUSJON

Det foreligger ikke planer om fisketrapp i inntaksdammen eller forslag til minstevannføring.

På strekningen Straume-Langeid er tilløpsbekkene betydelig surere enn hovedvassdraget. Med redusert vannføring vil disse dominere vannkvaliteten på strekningen. Lavere pH og høyere innhold av aluminium vil sannsynligvis være giftig for fisk.

Otra er idag trolig det viktigste gyte og oppvekstområde for ørret til Byglandsfjord.

Redusert vannføring vil medføre at Otra's betydning som re-produksjonsområde for fisk til Byglandsfjorden vil bli betydelig redusert. Selv om det bygges terskler vil store areal mellom terskelbassengene være "tørrlagt", og den naturlige reproduksjon til terskelbassengene vil bli minimal.

Uten fisketrapp i inntaksdam, passasjemuligheter i terskler og minstevannføring, vil utbyggingen hindre fiskevandring i Otra (både opp og nedvandring) ørret og eventuell bleke fra Byglandsfjord vil ikke kunne vandre lenger opp i Otra enn til Langeid.

Utbyggingen vil få minimale konsekvenser for stasjonær ørret i Otra ovenfor Straume. Utbyggingen vil ikke redusere nåværende reproduksjon på innløp til Straumefjorden, men vil hindre oppvandring og reproduksjon fra nedenforliggende strekning. Imidlertid antas bestanden opprettholdt fra Otra ovenfor Brokke.

Skal Otra fortsatt ha betydning som gyte- og oppvekstområde for ørret og for en eventuell fremtidig bestand av bleke, må utbygger pålegges å slippe minstevann fra inntaksdam og anordne fisketrapp i dammen og passasjemuligheter i terskler.

Minstevannføringen må være større enn pålagt ved Valle og må være tilstrekkelig til å kunne buffre det sure vannet fra restfeltene. Foreløpig bør denne settes til minst $5 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden 1.mai-31. juli og $3 \text{ m}^3/\text{s}$ fra 1. oktober-30. april (målt ved dam). Endelig størrelse og manøvrering bør imidlertid først fastsettes etter en eventuell utbygging.

INNLEDNING

Otra er et sterkt regulert vassdrag. Nedslagsfeltet ovenfor Bykle er nå i hovedsak ført utenom selve Otra (på vestsiden). For nærmere beskrivelse av reguleringene i Øvre Otra henvises det til Gunnerød & Kjos-Hansen (1977) og Borgstrøm & Løkensgard (1978). Det nederste magasinet i Øvre Otra reguleringen er Bossvatn. Fra dette magasinet ledes vannet i en ca. 25 km lang tunnel på vestsiden av Otra til Brokke kraftverk. På denne strekningen har Otra redusert vannføring (minstevannføring).

Mellom Brokke kraftverk og Byglandsfjord (Åraksfjorden) har Otra driftsvann fra kraftstasjonen. Byglandsfjord har fra gammelt (1912) en regulering på 5m (3.0 m heving, 2.0 m senkning).

De foreliggende planer fra Aust-Agder kraftverk går ut på å utnytte deler av fallet mellom Brokke og Åraksfjorden i et kraftverk. Det samlede fall på denne strekningen er 46 m. Av dette vil 38.5 m bli nyttet i det planlagte Hekni kraftverk. Inntaksdammen blir liggende ca. 3 km sør for utløp Straumefjorden. Fra dammen føres vannet i ca. 5.8 km lang tunnel til kraftstasjonen. Kraftstasjonen får avløp til Otra ved Langeid.

Det foreligger ikke planer om fisketrapp i dammen eller minsteslipp av vann fra inntaks-magasinet. Uten minstevannføring, vil vannføring på elvestrekningen mellom inntaksdam og Langeid bestå av naturlig avrenning fra restfelt. Dette feltet er svært lite, og tilløpsbekkene her er betydelig surere enn hovedvassdraget (NIVA/1983). Uten fisketrapp vil fisk ikke kunne vandre oppover forbi dammen, og fisk på vei ned må gå gjennom kraftstasjonen (unntatt når vann slippes forbi dammen).

Byglandsfjord har fiskebestander av ørret og bleke. Bleke er en relikvt laksestamme. Denne fisken gyttet tidligere både i utløp av Byglandsfjorden (Vassenden), i selve Byglandsfjord og i Otra opp til Hallandsfossen. På grunn av surt vann og muligens reguleringer er det usikkert i hvor stor grad dette skjer i dag. Ørret kan også gå fra Byglandsfjord til Hallandsfossen i Otra. I tillegg finnes også stasjonær ørret i Otra.

OMRÅDE OG LOKALITETSBEKRIVELSE

Otra har en total lengde på 238 km og et 3729 km² stort nedslagsfelt. Elva har sitt utspring i Skyvatnet (1090 m.o.h.) i Bykleheiene. Den berørte elvestrekning ligger i Valle og Bygland kommuner og dekkes av kartblad 1412 I og 1413 II (M 711).

Vannføring

Brokke kraftverk kom i drift i januar 1965. Inntaksmagasinet for kraftverket er Bossvatn (529 m.o.h. ved HRV). Ned til Brokke kraftverk har Otra derfor sterkt redusert vannføring. På Fig. 2 er vannføring på denne strekningen (ved Valle) før Brokke kraftverk (illustrert ved gjennomsnittsvannføringer for 1950-1960) vist sammen med vannføringen etter Brokke kraftverk (illustrert ved gjennomsnittsvannføringer for perioden 1970-1980). Før reguleringen varierte vannføringen tidlig på vinteren mellom 40 og 50 m³/s. De laveste vintervannføringene kom i mars-april, da den var mellom 20 og 30 m³/s. De høyeste vannføringene ble registrert i perioden mai-juli med en flomtopp i begynnelsen av juni. På høsten varierte vannføringen mellom 60 og 90 m³/s. Som det fremgår av Fig. 2 er vannføring ved Valle nå sterkt redusert gjennom hele året. Pålagt minstevannføring, målt ved Valle, er 3 m³/s om sommeren (ca. 1.5-1.10) og 2 m³/s om vinteren. Vannføringen tidlig på vinteren er noe høyere enn den pålagte, mens den for januar fram til mai er svært nær minstevannføringen.

Det foreligger ingen målinger av vannføring på strekningen mellom Brokke kraftverk og Byglandsfjord (Åraksfjorden). Imidlertid var denne trolig svært lik den ved Valle. Vannføringen her er blitt noe mer utjevnet. Som det fremgår av Fig. 2 består endringene i av en økning i vintervannføring (november til mai) og en reduksjon i sommervannføring (mai til november). Endringene synes imidlertid å være relativt små.

Vannkjemi

Både Brokke kraftverk og Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk

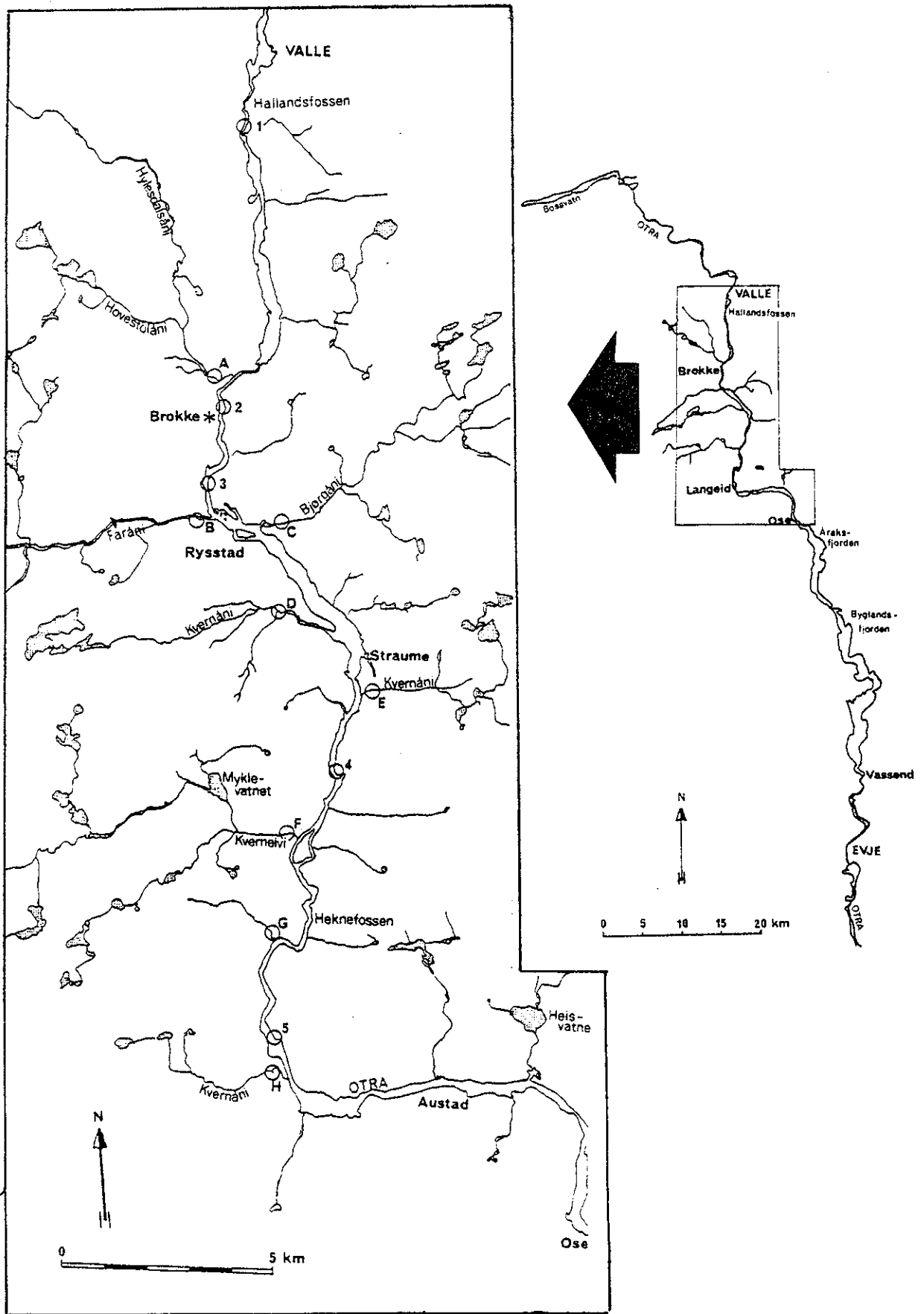



Fig. 1. Kart over den undersøkte delen av Otra, med lokaliteter for elektrofiske avmerket * kraftverk,  dam.

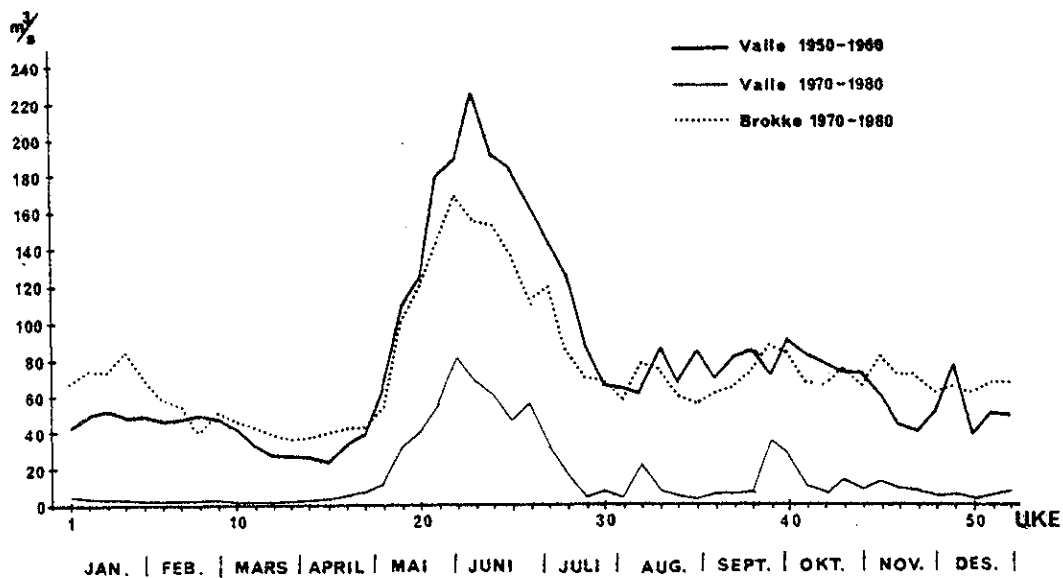


Fig. 2. Gjennomsnitt ukemiddel over 10 årsperioder i vannføring ved Valle og Brokke vannmerke i Otra.

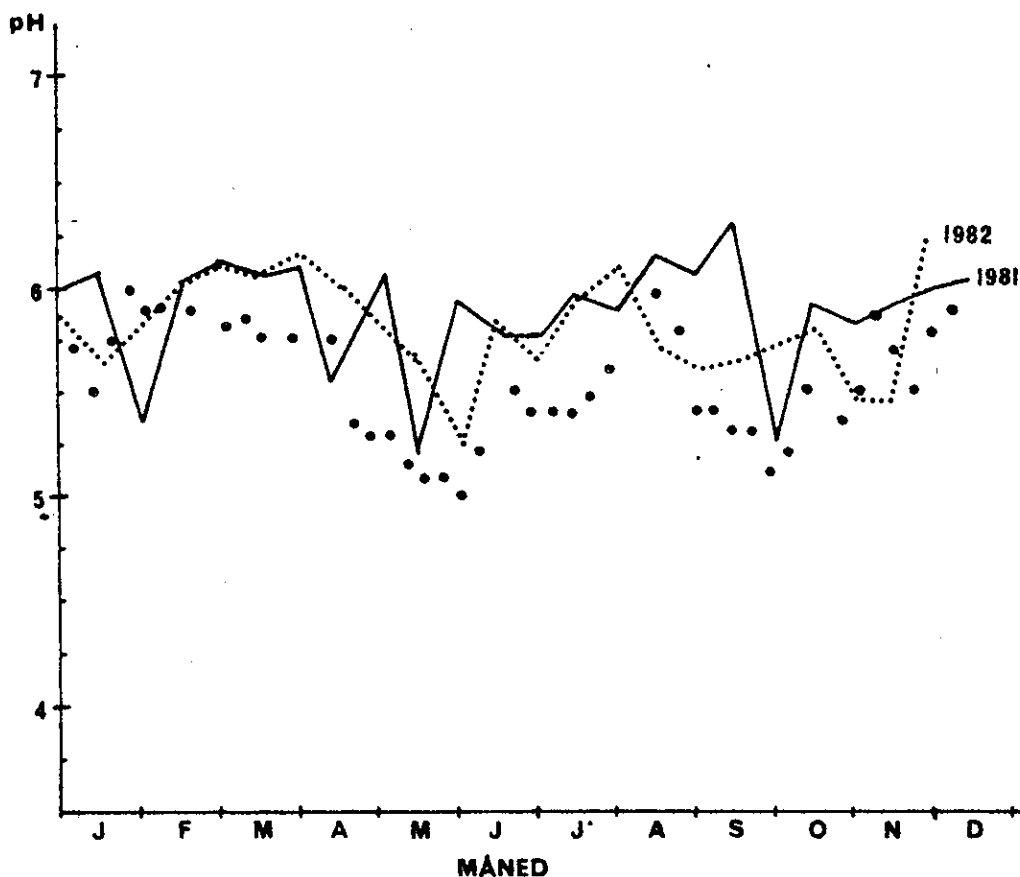


Fig. 3. pH-verdier ved Ose bro i Otra for 1981 og 1982. Data fra DVF-Fiskeforskningen, Ås. Målinger utført av IS Øvre Otra er prikket på figuren.

(DVF, Fiskeforskningen) foretar kjemiske analyser av vannet i Otra. Fra DVF foreligger det målinger fra Ose bro, mens det fra Brokke kraftverk foreligger målinger fra Valle, Brokke, Hekni og Ose bro.

Resultatene av ulike surhetsmålinger (pH) er vist i Fig. 3, 4 og 5. Fig. 3 viser pH-målinger fra 1981 og 1982 foretatt av DVF ved Ose bro. Generelt varierte pH mellom 5.20 og 6.30 i 1981, mens pH i 1982 varierte mellom 5.25 og 6.20. Målingen foretatt fra Brokke kraftverk på samme lokalitet i 1982 er plottet inn på figuren. Disse ligger stort sett under verdien funnet av DVF, og varierte mellom 5.00 og 6.00. Målingene her viser noe tydeligere en nedgang i pH i april-mai og en økning fram til august med en ny nedgang i september-oktober. Forskjellene skyldes neppe store daglige pH variasjoner i vassdraget, i det målinger tatt samme dag ofte er svært ulike. Det bør derfor her bli foretatt en koordinering av rutinene og sammenligning/justering av apparatur.

Fig. 3 og 4 viser målinger av pH foretatt av Brokke kraftverk i 1981 og 1982. Målingene er foretatt like ovenfor avløp Brokke kraftverk, avløp Brokke kraftverk og ved Ose bro. I 1981 lå pH i hovedsak mellom 5.5 og 6.0. Lave verdier ble registrert i midten av mai, da pH i avløpsvannet hadde pH 4.8. Om vinteren (november til mai) ligger pH i avløpsvannet høyere enn de øvrige, mens lokaliteten ovenfor avløp ligger høyere fra mai til oktober.

I 1982 har lokaliteten ovenfor avløp Brokke hovedsaklig høyere pH gjennom hele året enn de øvrige. De laveste verdiene ble også i 1982 funnet i avløpsvannet fra kraftstasjonen i slutten av mai og begynnelsen av juni og i september. De laveste verdiene var da pH 4.80. Den høyeste verdien ble funnet ovenfor avløp (pH 6.18) i juli.

Det undersøkte området omfatter Otra fra Valle sentrum til Ose bro (innløp Åraksfjord). I Otra er det tatt bunnprøver og elektrofisket på tilsammen 5 lokaliteter (to ovenfor og tre nedenfor Brokke kraftverk). I tillegg er det i Otra fisket med garn i august i Straumefjorden ved Straume og Rysstad og

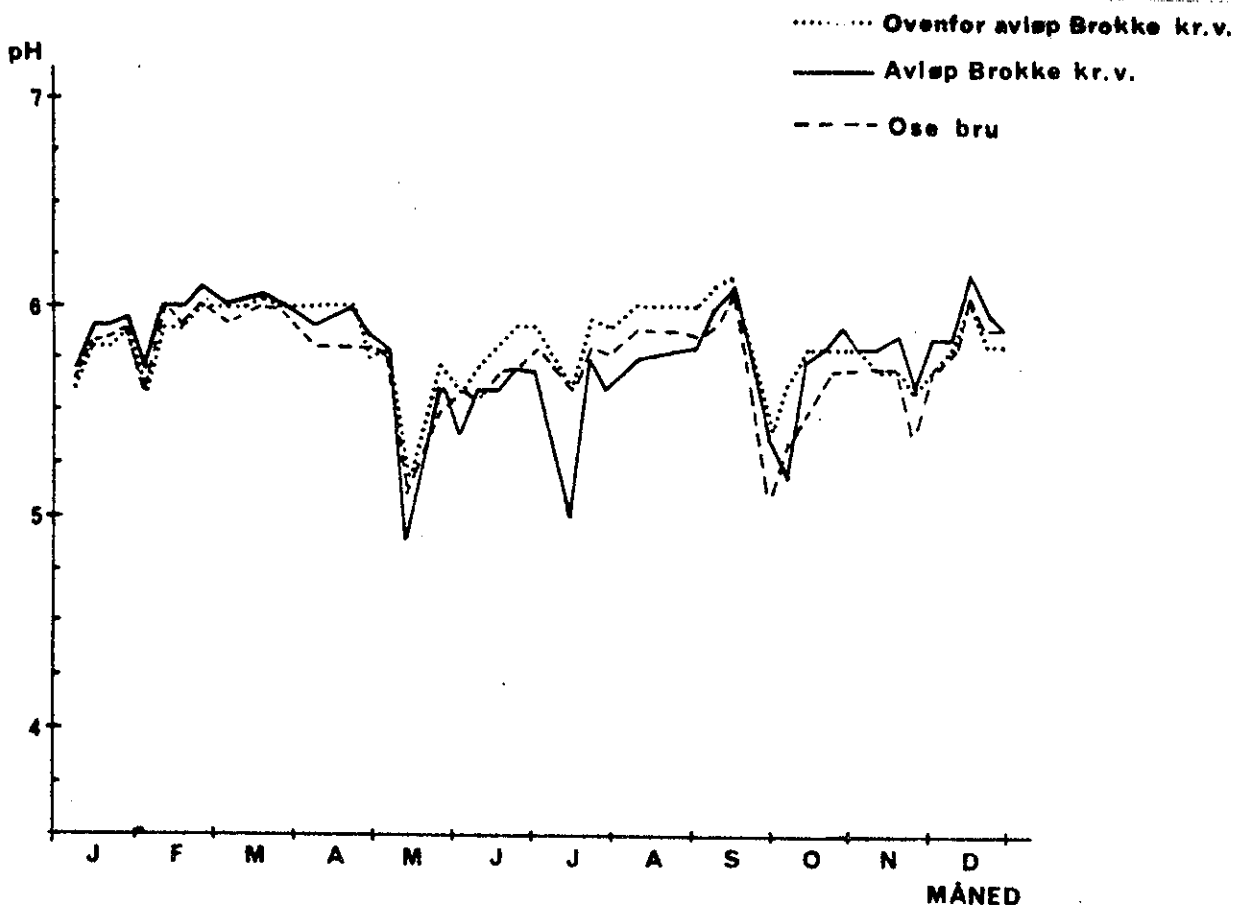


Fig. 4. pH-verdier på tre ulike lokaliteter i Oтра i 1981. (Data fra I/S Øvre Oтра).

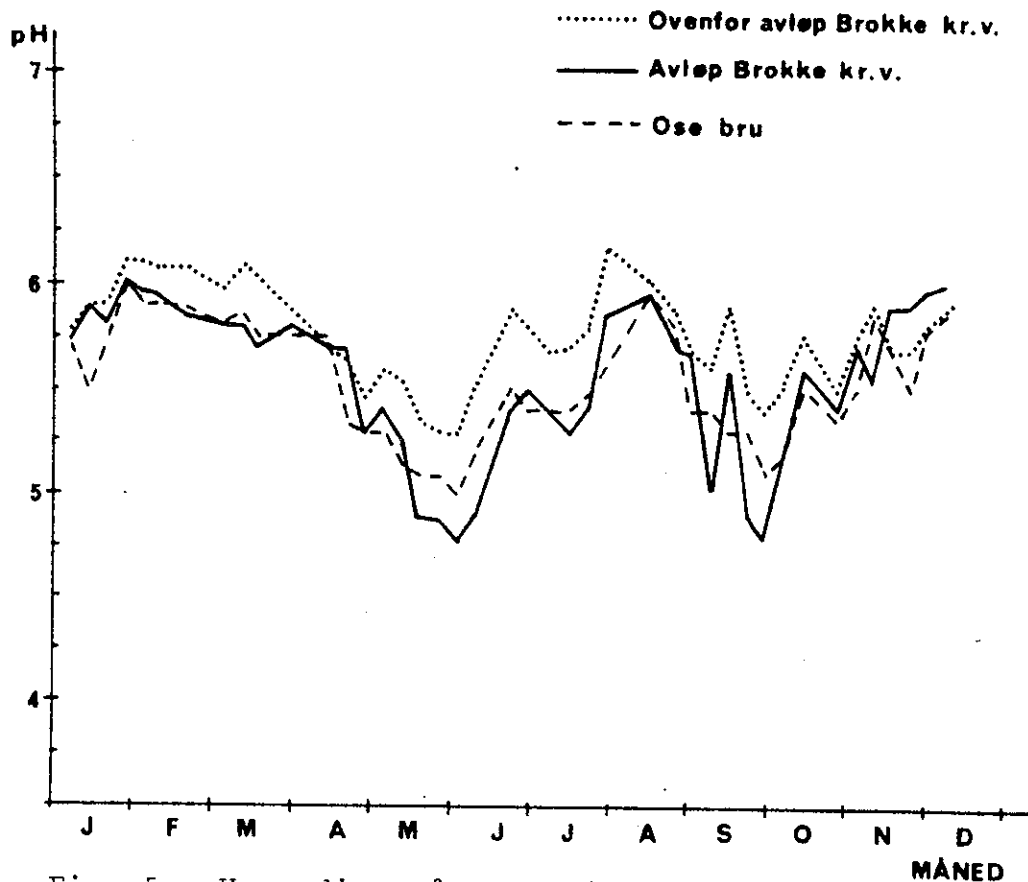


Fig. 5. pH-verdier på tre ulike lokaliteter i Oтра i 1982. (Data fra I/S Øvre Oтра).

i oktober ved Austad og Ose bro. Videre er det elektrofisket på tilsammen 8 vilkårlig valgte tilløpsbekker på denne strekningen. Plasseringen av de undersøkte lokalitetene er angitt på Fig.1 og beskrevet mer utførlig nedenfor.

Otra

- Stasjon 1. i Otra ligger ved Kveste ca. 2.5 km sør for Valle sentrum. Elva går her i små stryk der bunnssubstratet består av knyttnevestore til kålhode store stein. Steinene ligger på grov grus og er dekket med mose.
- Stasjon 2. Denne lokaliteten ligger like ovenfor utløp Brokke kraftverk. Lokaliteten ble ikke undersøkt i mai. Prøvene er tatt på et strykparti nedenfor et stilleflytende parti. Bunnssubstratet er svært variert fra store blokker, til mindre stein liggende på sand og grus. Spredt begroing av mose.
- Stasjon 3. ligger ca. 1.5 km nedenfor Brokke kraftverk (Bjørrom bro). Substrat bestående av knyttneve til kålhode store stein. Begroing av mose og alger.
- Stasjon 4. ligger ca. 2.5 km nedstrøms Straumefjorden og like ovenfor det planlagte damsted. Lokaliteten er en strykstrekning med meget storsteinet substrat. Der bunnprøvene ble tatt var steinstørrelsen noe mindre (kålhode stor). Steinene er begrodd med alger og mose.
- Stasjon 5. i Otra er like ovenfor den planlagte avløpskanal for Hekni kraftverk. Bunnssubstratet er svært varierende, bestående av knyttneve store stein til blokker. Steinene ligger på grus og har tett begroing av mose. Strømmen er relativt svak nær land.

Tilløpsbekkene

- Bekk A renner ut i Otra fra vest like ovenfor Brokke kraftverk og drenerer et relativt stort felt bestående av Hylesdalsåni og Hovestølåni. Elektrofisket er foretatt 300-400 før samløp med Otra. Generelt har bekken her et storsteinet substrat, fra kålhode store stein til stein over 1 m³. Elveleiet har mange små kulper med oppholdsteder for fisk.
- Bekk B er Faråni som renner ut i Otra fra vest ca. 2 km nedstrøms Brokke kraftverk. Nesten hele bekkens nedslagsfelt er overført til Brokke kraftverk. Faråni er ca. 10-15 m bred. Bunnssubstratet består av store stein, fra fotballstørrelse til større. En strekning ca. 150 m oppstrøms samløp med Otra er undersøkt.
- Bekk C er Bjørgåni som renner ut i Otra fra øst (Fig. 1). Bekken ble bare undersøkt i mai og august. I august var imidlertid bekken tørr. Der det ble elektrofisket var bekken 10-20 m bred og bunnssubstratet består av stein med diameter større enn 20 cm. Det ble elektrofisket i en del små kulper i bekken på en ca. 50 m lang strekning.
- Bekk D er et samløp av en rekke mindre bekker som drenerer et felt vest for Otra. Bekkene renner samlet ut i Fjøddevja i Straumefjorden. Bekken er i teksten kalt Kvernåni, etter det største av tilløpene. Elveprofilen der elektrofisket ble foretatt var meget grunn og strømmen jevn. Bredden var ca. 5 m. Bunnssubstratet består av knyttneve til kålhode store stein på grus. **Steinene** har spredt begroing av mose og alger. Få oppholdsplasser for større fisk, men fint gyteområde. Det ble fisket på en ca. 50 m lang strekning.
- Bekk E Denne bekken heter Kvernåni og renner ut i Otra fra øst ved Straume. Den er ca. 5-10 m bred med et bunnssubstrat bestående av knyttneve- til bøttestore stein. Bekken har mange oppholdsteder for fisk. Det ble fisket på en ca. 100 m lang strekning.

- Bekk F Kvernelvi renner fra Myglevatn ut i Otra fra vest ved Besteland. Elva er ca. 10-20 m bred og faller relativt bratt ut i Otra. Generelt er elva meget storsteinet og steinstørrelsen varierer fra kålhode store stein til stein på over 1 m^3 . Elva er en typisk flomelv. Det ble fisket fra Otra og opp til veibro, d.v.s. ca. 75 m.
- Bekk G er en liten bekk som renner ut i Otra fra vest (se Fig. 1). Bunnssubstratet består av kålhode store til større stein. Mellom steinene er det mye sand og grus. Det ble fisket fra Otra og ca. 50 m oppover i bekken.
- Bekk H bærer også navnet Kvernåni og renner fra vest ut i Otra like nedstrøms det planlagte avløp fra kraftstasjon. Bunnssubstratet består av kålhode store stein.

Ernæring

Det ble tatt prøver av spiserør og magesekk fra fisken av lengdegruppene 15-19.9 cm, 20-24.9 cm og 25-29.9 cm. Prøvene ble fiksert på etanol. Mageinnholdet ble seinere bestemt under stereolupe på laboratoriet. Fyllingsgraden av de ulike dyra i fiskemagene ble angitt volumetrisk etter poengmetoden beskrevet av Hynes (1950). For hver næringsdyrgruppe er det angitt volumprosent av totalt mageinnhold og deres frekvens forekomst i prosent.

Fisken ble kjønnsbestemt, og gonadenes utvikling ble vurdert etter beskrivelsen hos Dahl (1917).

Kjøttfargen ble klassifisert til hvit, lyserød eller rød.

K-faktor for fisken er beregnet ut fra formelen $k = v \cdot 100/l^3$ der v er vekt i gram og l er lengde i cm.

Elektrofisket

Til registrering av ungfisk i Otra og tilløpsbekker, ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat konstruert av ing. Steinar Paulsen, Trondheim. Maksimum spenning er 1600 V og pulsfrekvensen er 80 Hz. I bekkene er det elektrofisket over hele tverrsnittet, mens det i Otra ble fisket fra land og så langt ut i elva det var mulig å fiske effektivt (3-6 m). Med unntak av på stasjon 5 (i august) og stasjon 1 (i oktober) er det ikke gjort forsøk på å beregne antall ørretunger/arealenhet. På disse to lokalitetene ble et avmerket areal elektrofisket tre ganger og bestanden av ørretunger er beregnet ut fra avtak i fangst ved gjentatte fiskinger uten tilbakesetting (successive removal) (Ricker 1975). Bestandens størrelse ved fiskets begynnelse (N_0) er beregnet etter følgende formel:

$$N_0 = \frac{C_t}{q} + k_t$$

hvor C_t er fangst ved t 'te avfisking og k_t er kumulativ fangst til start av t 'te fisking. q er fangbarheten estimert ved minste kvadraters metode (De Lury 1951).

De fleste ørretunger ble lengdemålt og satt ut igjen etter at elektrofisket var avsluttet.

RESULTATER

Resultatet fra garnfisket i Otra i august og oktober er vist i Tabell 2. For august er resultatene fra både Rysstad og Straume slått sammen. Ørret var eneste fiskeart i garna. Det ble i august og oktober tatt tilsammen 73 ørret, hvilket må sies å være et meget godt resultat. Total vekt var ca. 8 kg.

I august ble det ikke tatt fisk i 52, 45 og 39 mm's garn. Flest fisk ble tatt i 35 mm med 5.5 ørret/garnnatt. Utbyttet pr. garnnatt var imidlertid størst i 22.5 mm som ga 580 gram/garnnatt.

Tabell 2. Resultat fra prøvefisket med bunn garn i Otra i august og oktober 1982.

Maske- vidde mm	AUGUST			OKTOBER		
	Antall garn netter	Antall pr. garn- natt	Vekt, gram pr. garn- natt	Antall garn netter	Antall pr. garn- natt	Vekt, gram pr. garn- natt
52	2	0	-	1	0	-
45	2	0	-	1	0	-
39	2	0	-	1	0	-
35	2	5.5	383.5	1	0	-
29	2	1.5	213.5	1	18	2552
26	2	2.0	325.0	1	4	544
22.5	2	4.5	581.5	1	10	1012
19.5	2	4.5	279.0	3	4	216

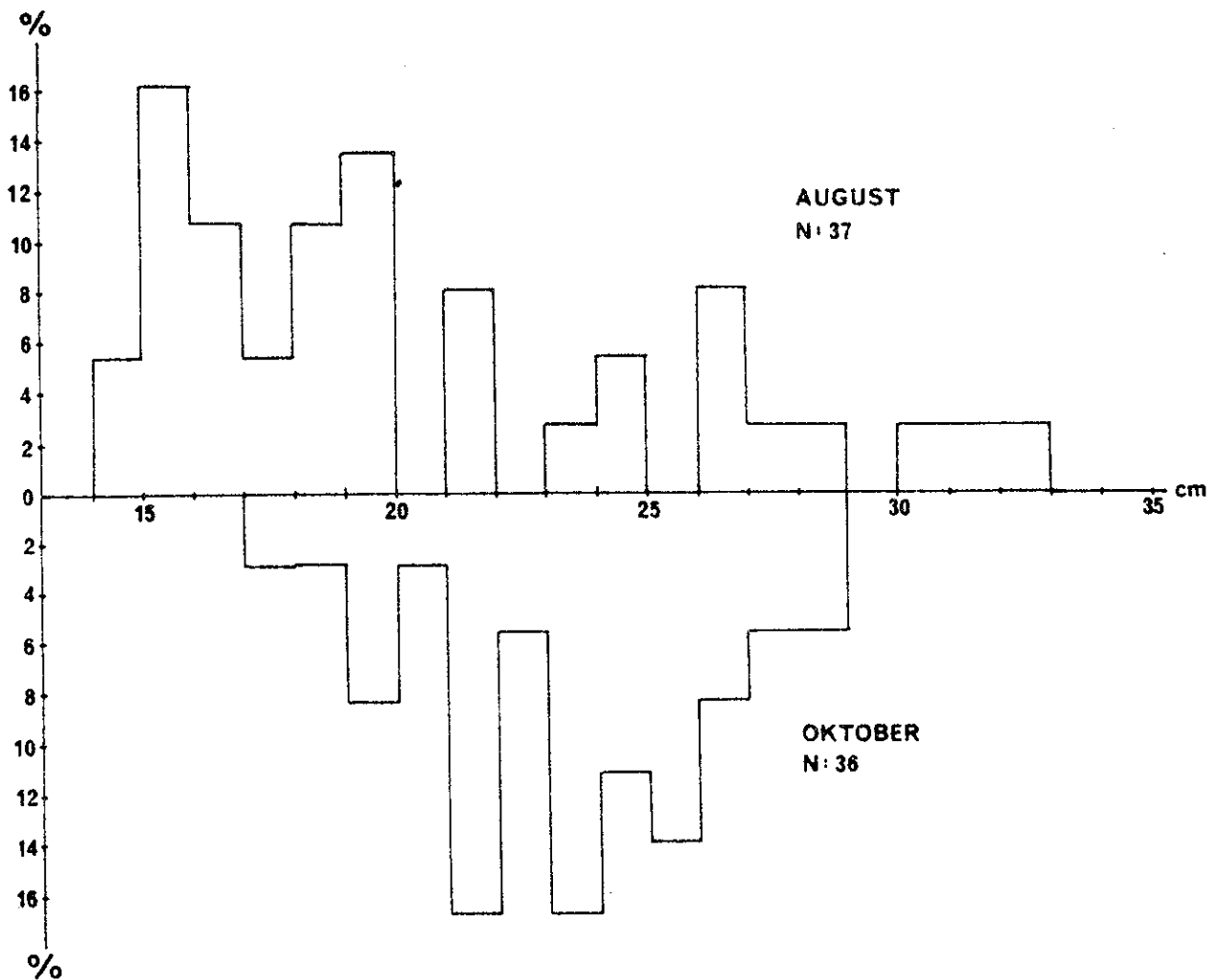


Fig. 6. Prosentvis lengdefordeling hos ørret fra Otra i august (Rysstad) og oktober (Ose bro) 1982.

I oktober ble det tatt like mange fisk som i august, selv om garn-innsatsen var mindre (Tabell 2). Flest fisk ble tatt i 29 og 22.5 mm garn, med henholdsvis 18 og 10 ørret/garnnatt. I 29 mm garn var utbyttet hele 2.5 kg.

Lengdefordelingen (i %) av ørreten er vist i Fig. 6. I august ble det tatt fisk mellom 14 og 33 cm. Imidlertid var de fleste ørretene mellom 14 og 20 cm (62%). I oktober var lengdefordelingen langt jevnere. Materialet var da mellom 17 og 29 cm.

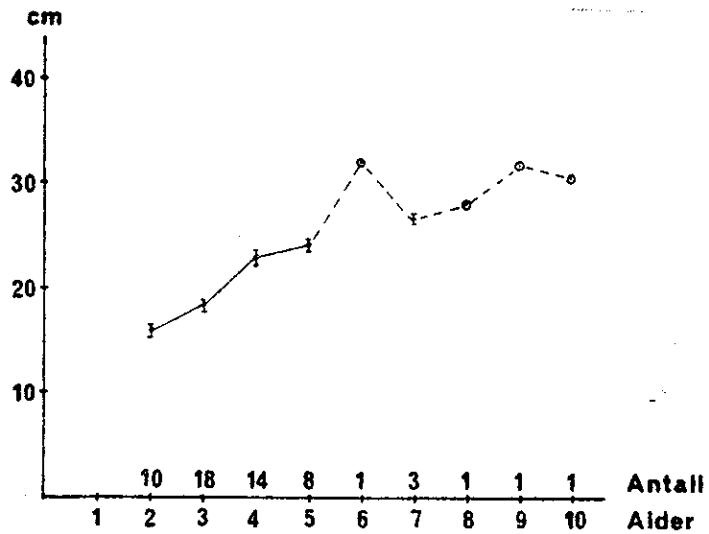


Fig. 7. Empirisk vekst hos ørret tatt på bunngarn i Oтра i 1982.

Alder og vekst

Veksten er fremstilt både som empirisk lengdevækst (Fig. 7) og som tilbakeberegnet vekst v.h.a. skjell (Fig. 8). Antall ørret av ulik alder (basert på otolittavlesninger) er vist sammen med fiskens empiriske vekst på Fig. 7. Hoveddelen av materialet (fra prøvefisket) besto av to, tre og fire år gammel fisk (74%). Få fisk var eldre enn fem år. Eldste fisk var 10 år. Ørreten vokser relativt raskt fram til en alder av 4 år, (ca. 23 cm), hvorpå vekststagnasjon inntreffer. Dette fremgår noe bedre på Fig. 8.

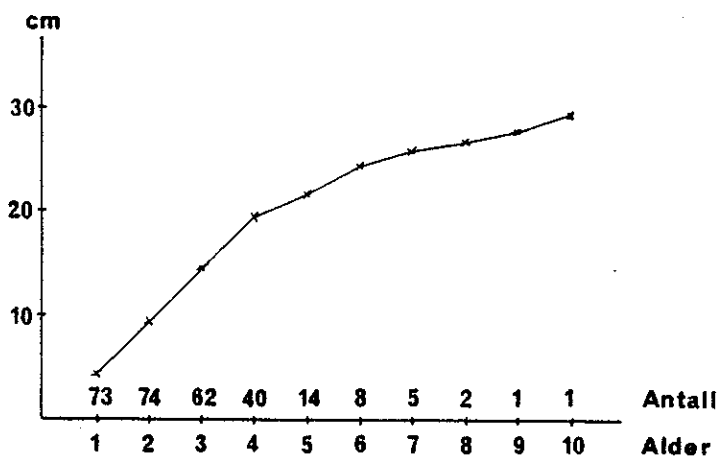


Fig. 8. Tilbakeberegnet lengdevækst for ørret tatt på bunngarn i Oтра i 1982.

Kondisjon, kjøttfarge og kjønnsmodning.

Ørretens kondisjon og kjøttfarge er vist i Tabell 3.

Kondisjonsverdiene var høyere hos ørret fra august enn oktober. De høyeste k-verdier ble i august funnet hos de to minste og den største lengdegruppen, der den var bedre enn normalt. Uansett lengdegruppe var den gjennomsnittlige k-faktor for ørret fanget i august 0.99. I oktober var k-verdiene svært dårlige (Tabell 3). Uansett lengdegruppe var den gjennomsnittlige k-verdi 0.89. I august hadde samtlige fangede fisk hvit kjøttfarge. I oktober ble det tatt ørret med både rød og lyserød kjøttfarge. Forskjellene i kjøttfarge skyldes trolig ulik næringsopptak, og at fisk fra Ose i Åraksfjorden har et større næringsopptak av krepsdyr (plankton).

Tabell 3. Kondisjonsfaktor og kjøttfarge for ulike lengdegrupper (i cm) av ørret fra Otra i august (øverst) og oktober (nederst) 1982.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	>30
K-faktor	1.07	1.01	0.91	0.95	1.01
Standard feil	0.08	0.02	0.03	0.01	0.05
Antall fisk	2	21	6	5	3
Rød %	-	-	-	-	-
Lyserød %	-	-	-	-	-
Hvit %	100	100	100	100	100
K-faktor	-	0.84	0.91	0.89	-
Standard feil	-	0.02	0.02	0.03	-
Antall fisk	-	5	19	12	-
Rød %	-	-	-	25.0	-
Lyserød %	-	80	31.6	33.3	-
Hvit %	-	20	68.4	41.7	-

Tabell 4. Prosentvis fordeling av kjønnsmodningsstadier innen ulike lengdegrupper og kjønn av ørret fra Otra i august (nederst) og oktober (øverst) 1982.

		I-II	III-V	VI	VII-II
♂	15-19.9	78.5 (11)	21.5 (3)		
	20-24.9	50.0 (1)	50 (1)		
	N:23	25-29.9	25.0 (1)	75 (3)	
	>30		100 (3)		
♀	15-19.9	100 (7)			
	20-24.9	50 (2)	50 (2)		
	N:12	25-29.9		100 (1)	
	>30				
♂	15-19.9		100 (1)		
	20-24.9	16.7 (2)	83.3 (10)		
	N:21	25-29.9	62.5 (5)	37.5 (3)	
	>30				
♀	15-19.9	100 (4)			
	20-24.9	85.7 (6)		14.3 (1)	
	N:15	25-29.9	50.0 (2)	25.0 (1)	25.0 (1)
	>30				

Kjønnsmodne fisk ble påvist i alle lengdegruppene i august, og de fleste av disse var hannfisk (Tabell 4). Imidlertid var størstedelen av august-materialet ikke kjønnsmodne ørret. I oktober var det svært mange kjønnsmodne hannfisk, mens den største andelen av hunnfisk i materialet ikke var kjønnsmodne (Tabell 4). Kjønnsmodning synes å inntreffe rundt en lengde på 20 cm, og faller sammen med fiskens lengde ved vekststagnasjon (se Fig. 8).

Ernæring

Mageinnholdet hos ørret på garn i Otra ved Rysstad og Straume i august er vist i Tabell 5. Dominerende næringsdyr for fisk i den minste lengdegruppen var både ved Rysstad og Straume landinsekter og fjærmygglarver og pupper. Ved Straume utgjorde også biller og vårfluer en betydelig del av ernæringen. Fisk i lengdegruppen 20-24.9 cm ble bare tatt ved Straume. Nesten alle hadde spist landinsekter og denne gruppen utgjorde nær 70%

av mageinnholdet. I de to største ørretene tatt ved Rysstad ble det hovedsaklig funnet vårfluepupper og fjærmygg. Ingen ørret hadde tomme mager.

Tabell 5. Mageinnholdet hos ørret tatt med bunngarn i Otra ved Rysstad og Straume i august 1982. Tallene viser dyregruppenes frekvens forekomst (%) og volum (%). l.-larve, p.-puppe, im.-imago. Antall tomme mager er angitt i parentes.

Lengdegruppe (cm)	Rysstad		Rysstad		Straume			
	15-19.9		> 25		15-19.9		20-24.9	
Antall fisk	9 (0)		2 (0)		13 (0)		6 (0)	
Dringsemne	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum
Øslinger	12.5	1.9						
Fjærmygg l. og p.	75.0	26.4	50.0	35.0	46.2	20.0	50	25.0
Vårfluer l.	12.5	5.7						
Landinseker l.	12.5	3.3	50.0	15.0			16.6	6.8
Vårfluer p.	12.5	9.4	50.0	40.0	30.8	13.3		
Øller l.	25.0	7.6	50.0	10.0	76.9	17.5		
Øller im.					7.7	1.7		
Landinseker	75.0	43.4			46.2	30.8	83.3	68.2
Rognkott l.	12.5	1.9						
Sneglskalle l.					7.7	2.5		
Øster					38.5	14.2		

I oktober ble det bare fisket mellom Austad og Ose. Mageinnholdet hos ørret herfra er vist i Tabell 6. Få fisk var mindre enn 20 cm. I disse dominerte fullstendig vårfluelarver mageinnholdet. En av fiskene her hadde tom mage. I lengdegruppen 20-30 cm var kosten svært variert. Dominerende føde var vårfluer, landinseker og fjærmygg. I en ørret ble det funnet betydelige mengder rognkorn og en ørret hadde spist snegl (Lymnea sp.). Ni av ørretene hadde tomme mager.

Tabell 6. Mageinnhold hos ørret tatt med bunn-
garn i Otra ved Ose og Austad i
oktober 1982. Tallene viser dyre-
gruppernes frekvens forekomst (%)
og volum (%). l.-larve, p.-puppe,
im.-imago. Antall tomme mager er
angitt i parantes.

Lengdegruppe (cm)	15-19.9		20-29.9	
Antall fisk	4 (1)		29 (9)	
Næringsemne	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum
<u>Bosmina</u> sp. l			3.4	1.2
<u>Eurycercus</u> sp.			3.4	1.2
Fjærmygg l. og p.	25.0	8.3	17.2	10.6
Vårflue l.	75.0	80.6	24.1	31.8
Biller	25.0	8.3	3.4	1.2
Døgnfluer l.			3.4	2.4
Vårfluer im.			6.9	8.2
Knott im.			3.4	1.2
Landinsekter			17.2	11.8
Snegl			3.4	8.2
Muslinger			3.4	1.2
Kognkorn			3.4	14.1
Vegetasjon			3.4	1.2
Andre tovinger	25.0	2.8		
Ubestemt, rester			13.8	4.7

Elektrofisket.

Resultatene fra fisket med elektrisk fiskeapparat er vist i Tabell 7. I Otra ble det elektrofisket på tilsammen 5 lokaliteter (Fig. 1). Eneste påviste fiskeart var ørret. Denne ble funnet på samtlige lokaliteter i mai, august og oktober, med unntak av stasjon 3. Årsyngel (0^+) av ørret ble påvist. I august var tettheten av fisk i Otra relativt stor sammenlignet med oktober. Dette skyldes at den lave vannføringen i august gjorde at fisken sto på et mindre areal og at tettheten derved økte. Det ble i tillegg elektrofisket i 8 tilløpsbekker. Med unntak av to bekker ble det her ikke påvist ørret. Endel av bekkene var tørre i august.

Tabell 7. Resultater fra fisket med elektrisk fiskeapparat i Otra mellom Valle og Byglandsfjord i mai, august og oktober 1982. Antall årsyngel (0^+) er angitt i parantes, i.u.-ikke undersøkt.

LOKALITET	MAI	AUGUST	OKTOBER
Otra			
Stasjon 1	7	19 (11)	36 (15)
" 2	i.u.	i.u.	8 (6)
" 3	0	0	0
" 4	3	13 (10)	3 (1)
" 5	6	50 (47)	3 (2)
Tilløpsbekker			
A (Hovestølåni)	2	21 (9)	4 (2)
B (Faråni)	2	13 (0)	1 (0)
C (Bjørgåni)	0	tørr	i.u.
D (Kvernåni, vest)	0	0	0
E (Kvernåni, øst)	0	0	0
F (Kvernelvi)	0	tørr	0
G (Djupedal)	0	tørr	0
H (Kvernåni, sør)	0	tørr	0

Otra.

Stasjon 1. På den øverste lokaliteten i Otra ved Kveste ble det funnet ørret både i mai, august og oktober (Tabell 7). I mai ble det fanget 7 ørret. Disse var mellom 7.2 og 18.2 cm. Lengdefordelingen av ørret tatt i august og oktober er vist i Fig. 9 . Det ble ved begge disse anledningene påvist årsyngel av ørret (0+). I oktober ble tetthet av ørret beregnet til 19.7 ørret/100 m². Tettheten av 0+ var 8.3/100 m².

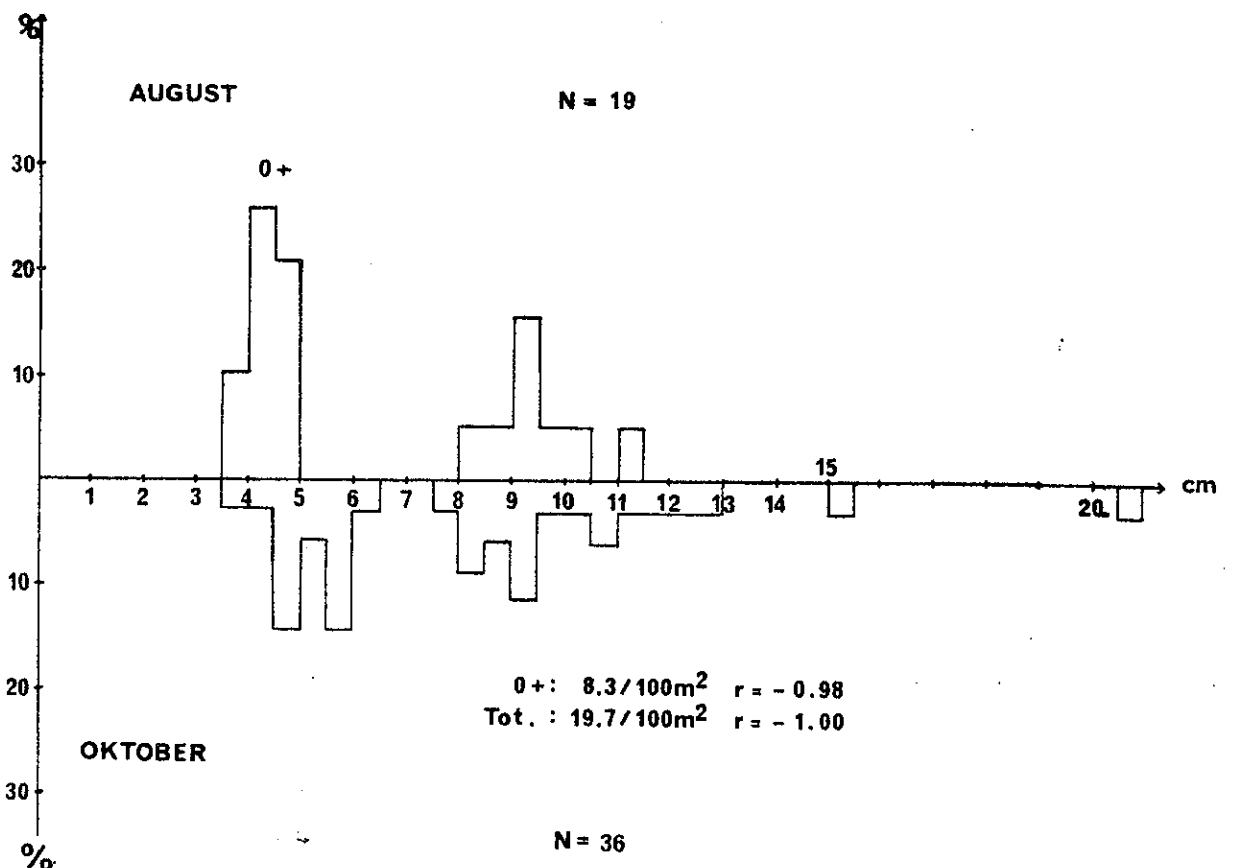


Fig. 9. Prosentvis lengdefordeling av ørret tatt med elektrisk fiskeapparat i Otra like nedstrøms Valle (st. 1) i august og oktober 1982. For oktober er det beregnede antatt ørret angitt.

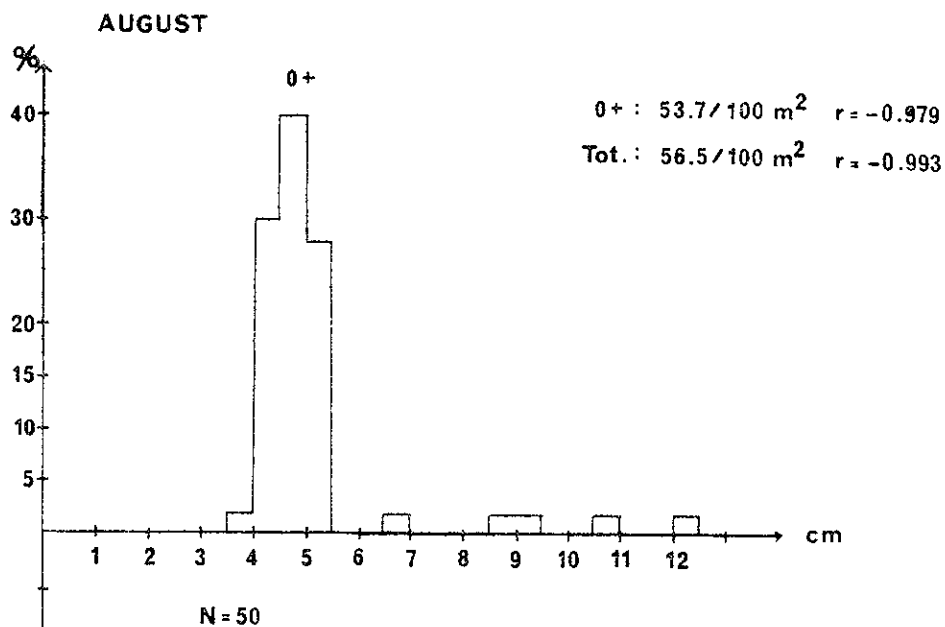


Fig. 10. Prosentvis lengdefordeling av ørret tatt med elektrisk fiskeapparat i Otra ved Langeid (st. 5) i august 1982. Det beregnede antall ørret er angitt.

- St. 2. I Otra like ovenfor avløp fra Brokke kraftverk ble det bare elektrofisket i oktober. Det ble her tatt tilsammen 8 ørret. De fleste av disse var årsyngel mellom 4.5 og 6.2 cm.
- St. 3. Like nedenfor Brokke ble det i Otra verken i mai, august eller oktober påvist ørret.
- St. 4. I Otra like nord for Besteland ble det påvist ørret i mai, august og oktober (Tabell 7). Flest ørret ble registrert i august. De fleste fiskene var årsyngel, fra 4.0 til 6.4 cm. Både i mai og oktober ble det registrert relativt lav tetthet av fisk. I oktober kan det skyldes den høye vannføringen som gjør at fisk står på et større areal i elva.
- St. 5. På den nederste lokaliteten i Otra ved Langeid ble det også påvist flest ørret i august, mens det både i mai og oktober ble registrert få fisk (Tabell 7). Lengdefordelingen av ørret tatt i august er vist på Fig.10 . De aller fleste ørretene var da årsyngel. Tettheten av fisk var relativ høy. Den totale tetthet ble anslått til 56.5 ørret/100 m², og av denne utgjorde årsyngel 53.7 fisk/100 m². I oktober var to av de tre påviste ørret årsunger.

I august ble det ved Langeid også fisket på vestsiden av Otra. Det ble da tilsammen tatt 16 ørret, og av disse var 3 årsunger. De fleste var mellom 7 og 14 cm.

Tilløpsbekker. De undersøkte tilløpsbekker er avmerket på Fig. 1 (A-H).

Bekk A. Denne bekken renner ut i Otra mellom Flårenden og Brokke kraftstasjon og er den øverste av de undersøkte bekkene. Det ble påvist ørret her både i mai, august og oktober. Flest fisk ble registrert i august. Den høye tettheten denne måneden skyldes at bekken var nærmest tørr, og at fisken sto i kulpene. Det ble i august både påvist årsyngel (0+) og eldre fisk. Årsyngelen var mellom 3.9 og 5.1 cm. Største ørret var 19.4 cm.

Bekk B. Det ble her registrert ørret både i mai, august og oktober. Med unntak av i august, var imidlertid antall påviste fisk lavt. I august sto fisken i kulper, mens resten av elveleiet var nærmest tørrlagt. Det ble ikke registrert årsyngel i Faråni, med unntak av to fisk var samtlige lengre enn 10 cm.

Bekk C, D, E, F, G og H. I disse bekkene ble det verken i mai, august eller oktober påvist fisk. I august var bekk C, F, G og H tørr.

OPPLYSNINGER OM FISKET

De nedenforstående opplysninger er hentet fra Dannevig (1963) og Borgstrøm (1974, 1977), og fra informasjon gitt av bestyrer F. Hafsum, Bygland Fiskeanlegg.

Otra har fra gammelt av vært regnet som en god fiskeelv. Det vanligste fiskeslaget var ørret, men om høsten i gytetiden kom bleka fra Byglandsfjorden i store mengder. Bleka gikk relativt sent opp i Otra (oktober-november). Enkelte steder ble det fisket til isen la seg. For mer detaljerte opplysninger henvises det her til Dannevig (1963) og Borgstrøm (1974). Bleka inngår ikke lenger i grunneiernes fangster.

På strekningen Brokke-Langeid har 55 grunneiere fiskerett i Otra. Disse fisker med garn. Fisket foregår hovedsaklig på våren og høsten, men det er tillatt å fiske hele året. Fangsten benyttes til konsum eller selges. F. Hafsum anslår den årlige avkastning på strekningen til å være ca. 3 tonn ørret til en verdi av ca. kr. 85 000,-. Til husbruk blir fangsten frosset eller saltet.

Otra Fiskarlag selger fiskekort for strekningen Bykle-Iveland. Det selges årlig fiskekort for ca. kr. 100 000,-. Inntektene går til kultiveringsarbeid og til grunneierne. Innenbygdsboende uten fiskerett har tillatelse til begrenset bruk av garn (maks 2 stk.), mens øvrige kan benytte stang og oter.

Ulempene for utøvelsen av fisket har økt i Otra og i Byglandsfjorden som følge av Brokkereguleringen og endret manøvrering av fjorden (Borgstrøm 1977). I Otra skyldes det særlig den sterke begroingen av plantevekst. Under prøvefisket ble f.eks. garn fullt av alger. Dette gjør fisket med garn mindre attraktivt og fangsteffektiviteten går også ned.

KOMMENTARER

Den berørte strekningen har to fiskearter, laks (bleke) og ørret.

Bleke er lokálnavnet på den relikte laksestammen i Byglandsfjorden. Da Dahl (1927) gjorde sine undersøkelser på bleke, var denne utbredt i Otra på en 120 km lang strekning fra Hallandsfossen til Kilefjorden. Etter den første reguleringen av Byglandsfjorden (1912) umuliggjorde dammen i utløpet tilbakevandring av bleke til Byglandsfjord. Gyteområdet for bestanden i Byglandsfjord var da Otra opp til Hallandsfossen og kanalen før dammen i utløpet (Vassenden). Ifølge Vold (1974) kan disse to gytebestandene skilles på vekstforløpet og alder ved kjønnsmodning. Fisk fra Vassenden hadde et vekstomslag allerede etter en vinter og var kjønnsmodne etter 3 år, men fisk tatt ved Bygland og høyere opp hadde et vekstomslag etter 3 vintre og var kjønnsmodne i en alder av 5 år.

Bestanden av bleke har gått sterkt tilbake i de senere år. Det ble i denne undersøkelsen ikke påvist yngel eller voksne individer av bleke i Otra. Bleke inngår heller ikke lenger i grunneiernes garnfangster i Otra (F. Hafsund, pers.medd.). Den kraftige tilbakegangen tok til fra 1968 (Vold 1974).

De årsaker som nevnes i forbindelse med nedgangen i blekebestanden er reguleringer i vassdraget og sur nedbør.

Brokke kraftverk kom i drift i januar 1965. Ved igangsettelse førte utvaskning av tunnelene til svært grumset elvevann i Otra. Borgstrøm (1973) mener at det var årsaken til den sterke nedgangen i bestanden av bleke i 1969-1971. Bestanden tok seg imidlertid noe opp for så igjen få en sterk og fram til idag varig nedgang (Vold 1974). Borgstrøm (1975) antar at rekrutteringen på Otra har opphørt, og at denne tilbakegangen ville ha kommet selv om tilslamming ikke hadde funnet sted. I forbindelse med Brokkeskjønnet (Løkensgard 1975) ble effekter av reguleringen som utjevnet vannføring og endrede temperaturforhold (lavere sommertemperatur, høyere vintertemperatur) nedenfor Brokke og redusert vannføring mellom Hallandsfossen og Brokke antatt å ha hatt virkninger på oppvandringsmulighetene, reproduksjon og oppvekst-

forhold for bleke. Dette er imidlertid ikke klarlagt gjennom undersøkelser. Både ørret og laks (bleke) har svært lik gytebiologi. Skyldes derfor reproduksjonssvikten for bleke tidligere reguleringer, skulle dette også på tilsvarende måte ha berørt ørreten.

Ørret synes imidlertid å ha en tilfredsstillende bestand både i Otra og i Byglandsfjorden. I Otra finnes ørret både på strekningen med redusert vannføring (ovenfor Brokke) og på strekningen med utjevnet vannføring (nedenfor Brokke). På begge strekninger ble årsyngel (0⁺) påvist, noe som viser vellykket rekruttering.

Siden 1974 har det i Byglandsfjorden i regi av DVF-Reguleringsundersøkelsene og Bygland Fiskeanlegg vært foretatt et prøvefiske på tre lokaliteter i Byglandsfjord. Av ørret er det hele tiden tatt gode fangster (Tabell 8) (Fra Årsrapport 1981, Bygland Fiskeanlegg).

Ørret og laks har ulik toleransegrense ovenfor surt vann. Det er videre nærliggende å anta at blekas toleransegrense ovenfor surt vann ligger nær den for laks. Ørreten har en nedre toleransegrense ovenfor surt vann i pH-området 4.5-4.8, mens denne grensen for laks er mellom pH 5.0 og 5.5 (Jensen & Snekvik 1972, Grande et al 1978). Laks (bleke) er med andre ord langt mer ømfindtlig overfor surt vann enn ørret.

Tabell 8. Resultater fra prøvefisket i Byglandsfjord i perioden 1974-1981. (Fra Årsrapport 1981, Bygland Fiskeanlegg).

År	Dato	Frøysnes		Bygland		Neset		Totalt	
		Aure	Bleke	Aure	Bleke	Aure	Bleke	Aure	Bleke
1974	28.9- 2.10	147	7	75	1	132	0	354	8
1975	2.9- 4. 9	149	4	65	4	144	1	358	9
1976	7.9- 9. 9	135	5	57	1	141	0	333	6
1977	14.9-21. 9	95	0	149	0	188	0	432	0
1978	8.9-14. 9	327	0	142	0	244	0	713	0
1979	25.0-29. 9	52	0	138	0	95	0	285	0
1980	24.7-29. 7	196	0	125	0	144	0	465	0
1981	8.9-16. 9	190	0	150	2	190	0	530	2
Gjennomsnitt:		161	-	113	-	160	-	434	-

På Fig.11 er disse toleransegrensene skravert sammen med variasjonene i pH i Otra (tidligere behandlet på side 11). Av figuren fremgår det at pH på samtlige lokaliteter i 1981 og 1982 ikke gikk ned i ørretens nedre toleranseområde. Det ble imidlertid målt pH 4.8 i avløpsvannet fra Brokke kraftverk to ganger i 1982 (2. juni og 29. september). En rekke bekker tas inn på overføringstunnelen fra Bossvatn til Brokke. Disse er sure og ved høy vannføring gir disse tilstrekkelig vann til kraftverket slik at det ikke tappes fra magasinet (NIVA 1982). Surheten i dette vannet kan derfor ved enkelte anledninger ha vært lavere og være årsak til at ørret ikke er påvist i Otra like nedstrøms kraftverket. En annen forklaring er at vannet like nedstrøms kraftverket kan ha en høyere vintertemperatur og kaldere sommertemperatur enn de øvrige lokaliteter.

På samtlige lokaliteter var pH ofte ned mot og også under laksens nedre toleransegrense (Fig.11). I tillegg skjer dette i den periode som synes å være mest kritisk, nemlig like før og under klekking (april - juni).

Det synes derfor nærliggende å anta at lav pH er den egentlige årsak til at bleke ikke lenger påvises i Otra. Årsaken til lavere pH kan imidlertid både være surere nedbør og en indirekte effekt av reguleringen, ved at det minst sure vannet i perioder holdes tilbake i magasinene (se ovenfor). Verken lengdefordeling eller aldersfordeling av ørretfangstene i Otra indikerer reproduksjonssvikt.

Ørret i Byglandsfjorden gyter dels på ører i selve fjorden, dels i Otra. Otra har også stasjonær elveørret. På samme måte som bleka, har også ørreten mulighet til å vandre opp i Otra til Hallandsfossen. De fleste tilløpsbekkene til Otra og Byglandsfjord er trolig for sure til å ha en bestand av ørret og til at ørret kan reprodusere her. På strekning Faråni-Langeid ble det ikke påvist ørret i bekkene. Dette skyldes at disse er betydelig surere enn hovedvassdraget (NIVA 1982). Gyte plassene for ørret i Byglandsfjorden er trolig svært begrenset etter reguleringen, da store deler av strandsonen og grusører tørrlegges ved nedtappingen om vinteren (Dannevig 1963). Otra må derfor regnes å ha stor betydning for rekrutteringen av ørret til Byglandsfjorden.

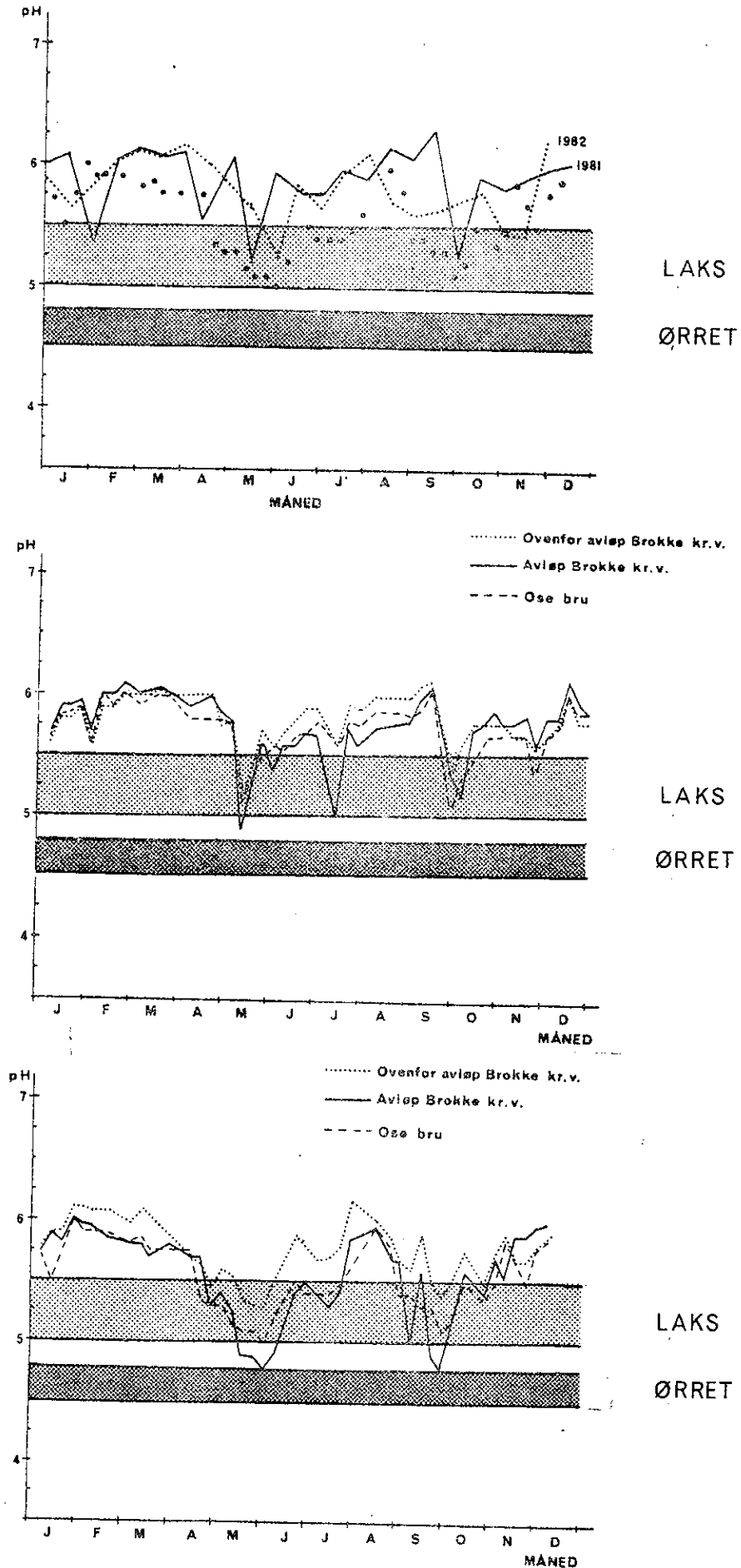


Fig. 11. Nedre toleransegrense ovenfor surt vann hos ørret og laks skravert på figur som viser pH i vann fra Otra (se fig. 3, 4 og 5).

Bestanden av bleke opprettholdes idag trolig utelukkende gjennom utsettinger. Bygland fiskeanlegg ble opprettet med den primære oppgave å ivareta, oppdrette og utsette bleke, i det denne sto i fare for å dø ut. Ørret blir ikke satt ut i vassdraget (Hafsund, pers.medd.).

Ved det tidligere nevnte prøvefisket (side 31 og Tabell 8) inngikk bleke i små mengder i garnfangstene fram til 1977. Først i 1981 ble igjen bleke tatt i garn under dette prøvefisket (Årsrapport 1981, Bygland Fiskeanlegg). 1981 ga også 50 gjenfangster av ca. 3000 merkede 1-somrige bleker utsatt høsten 1979.

I klekkeriet holdes bare blekestamme fra Byglandsfjord, d.v.s. fisk tatt fra fjorden (Hafsund, pers.medd.). Denne gytte opprinnelig trolig i Vassenden (Gunnerød, pers.medd.). Gjenfangster av denne indikerer at den likevel kommer tilbake til utsettingsstedet i fjorden. Når det i fremtiden vil være mulig å foreta vellykkete utsettinger i Otra, kan ikke forutsies. Det må imidlertid antas at selv om etterkommere av fisk som opprinnelig gyttet i Otra trolig ikke finnes i settefiskanlegget, vil fisk satt ut i Otra trolig vandre tilbake til elva for å gyte. Både utsettingene i Byglandsfjord og utsettinger av laks i tidligere laksetomme elver (f.eks. Akerselva, Oslo) indikerer dette (L.P. Hansen, pers.medd.).

Ovenfor Brokke har Otra sterkt redusert vannføring (se Fig. 2 og side 8). Det ble her (opp til Valle) påvist relativt mye fisk og fangst av årsyngel (0^+) viser at naturlig reproduksjon fremdeles finner sted. Denne strekningen har også noe høyere pH-verdier enn nedenfor Brokke. Dette indikerer at restfeltet her er mindre surt og at den pålagte minstevannføring er tilstrekkelig både til å opprettholde en tilfredstillende vannkvalitet og en bestand av ørret.

Den strekning av Otra som nå berøres har imidlertid langt større fiskeribiologiske interesser enn strekningen ovenfor Brokke og inngrepet får også større konsekvenser i og med at det ikke foreligger planer om trapp i dammen, passasjemuligheter for fisk i eventuelle terskler og forslag til minsteslipp av vann. Otra er idag trolig nærmest det eneste reproduksjonssted for ørretbestanden i Byglandsfjorden.

Hvor langt ørret fra Byglandsfjord går opp i Otra er usikkert. Selv om det var på den aller nederste delen av Otra at de største mengder årsyngel ble påvist, går trolig ørret lenger opp i elva for å gyte.

Uten passasjemuligheter i inntaksdam og i eventuelle terskler og en minstevannføring, vil fisk ikke kunne vandre lenger enn til utløpet fra kraftstasjonen. En eventuell fremtidig reproduksjon av bleke på denne strekningen vil også bli sterkt begrenset. For å sikre oppvandring og reproduksjon ovenfor utløp må det bygges fiske trapp og slippes minstevannføring. Denne minstevannføring må være tilstrekkelig for gyting og oppvekst av yngel og for vandring av fisk.

På strekningen mellom inntaksdam og utløp kraftverk vil vannføring bli sterkt redusert og være bestemt av de uregulerte restfelt. Tilløpsbekkene til Otra på denne strekningen er betydelig surere enn hovedvassdraget (NIVA 1982) og vil ved redusert vannføring dominere vannkvaliteten i Otra. Beregningene utført av NIVA (1982) viser at hvis ikke noe vann fra Otra slippes forbi den planlagte dammen, vil pH i elva ligge på 4.6-4.8, i hvertfall under høstregn og i snøsmeltingsperiodene. Dessuten vil konsentrasjonen av aluminium ligge godt over 100 µg Al/l. Denne vannkvaliteten er sannsynligvis giftig for fisk.

NIVA (1982) regner at blandingsforholdet mellom Otravann og sidebekkvann ved flom må være 2:1 for å unngå fiskedød. Ut fra dette angis det at minsteslipp forbi dammen ved flom må være 10 m³/s. NIVA har også beregnet vannføring forbi dammen ved fire andre tidspunkter på året, vinter, første snøsmelting, vårflom og sommeravrenning til henholdsvis 0.25, 1.5, 8 og 0.4 m³/s. NIVA fremmer imidlertid ikke forslag til minstevannføringer eller manøvreringsreglement. Størrelsen på nødvendig vannføring beregnes ut fra størrelsen på de aktuelle nedslagsfelt og at pH ikke må underskride 5.2 i Otra.

For å redusere sidebekkenes innvirkning på vannkvalitet, foreslår NIVA (1982) kalkning av vannet fra Myklevann (det største restfeltet på den berørte strekningen). En annen mulighet er å overføre Myklevann til Brokke kraftverk og la dette gå som minstevann forbi dammen.

Hekni kraftverk vil få en maksimal slukeevne på $150 \text{ m}^3/\text{s}$, slik at vann kun ved enkelte anledninger på våren vil slippe forbi dammen. Restfeltet er lite (ca. 42 km^2). Selv om det oppnås en tilfredsstillende vannkvalitet gjennom det ovenfornevnte kalkningstiltak, vil derfor ikke vannføringen fra restfeltet være tilstrekkelig gjennom året til å opprettholde en tilfredsstillende fiskebestand. Dette vil heller ikke være tilfelle, selv om de planlagte 10 løsmasseterskler anlegges. Slike terskler vil gi et kontinuerlig vannspeil på deler av denne strekning og sikre oppholdsplasser for fisk, men store deler av elva vil likevel nærmest være tørrlagt i deler av året. Dette vil være inn- og utløpspartiene til terkselbassengene, der fisk vil kunne gyte. For å sikre gytingen og hindre tørrlegging og innefrysing av egg og yngel må strekningen være sikret en minstevannføring. Problemene med surere vann vil også bli som ovenfor.

Minstevannføringen på strekningen ovenfor Brokke har vist seg å gi en viss reproduksjon av ørret. Da målingene foretas ved Valle, er det rimelig å anta at vannføringen nedstrøms Valle er noe høyere enn vist i Fig. 2. Hele restfeltet mellom Botsvatn og Brokke gir også en viss variasjon i vannføringen, med vårflom og små høstflommer. Vannføringen er derfor større og ikke så stabil som det fremgår av kravet til minstevannføring.

Det er imidlertid ikke mulig å forutsi om den samme vannføring forbi inntaksdammen vil sikre en tilfredsstillende reproduksjon av ørret til Byglandsfjord. Da denne strekningen har langt større fiskeribiologisk betydning, enn strekningen ovenfor Brokke, bør strekningen sikres en noe større vannføring både sommer og vinter.

En minstevannføring skal, under forutsetning av at de kjemiske forhold ikke endres, sikre fisk et tilfredsstillende areal, vanddyp, strømhastighet og temperatur. Her i landet er det for enkelthets skyld stort sett gitt konstante vannføringer av ulik størrelse sommer og vinter, uten at det er gjort forsøk på å tilpasse denne til de ulike fiskearter og stadier i livssyklus hos disse, d.v.s. f.eks. gyting, egg, yngel og voksne fisk. Dette skyldes hovedsaklig liten eller ingen biologisk kunnskap om disse forhold.

I USA har det i flere år vært arbeidet med å komme fram til modeller for fastsetting av tilstrekkelig minstevannføring for ulike stadier hos fisk (Stalnaker 1979). Dette krever imidlertid bl.a. kunnskap om gjennomsnittvannføringer, om de ulike livs-syklusstadier hos fisk og habitatkravet til stadiene og hvor stor bestand man ønsker å bevare. Ved fastsettelsen av minstevannføringen må det månedlig bli tatt hensyn til det stadium som stiller størst krav. Om høsten vil denne måtte tilpasses gyteoppgang og gyting, mens den om vinteren og våren må tilpasses eggutvikling og klekking.

Vannføringen nedstrøms inntaksdam bør med bakgrunn i erfaring fra forholdene ovenfor Brokke foreløpig settes til minst $5 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden 1. mai-31. juli og $3 \text{ m}^3/\text{s}$ fra 1. oktober-30. april målt ved dam. Det bør på høsten (1. august-30. september) slippes noe lokkevann i tillegg for å sikre gytevandring. Ved avgjørelsen av størrelse på minstevannføring og manøvreringen av denne må det imidlertid også legges stor vekt på problemet med surere vann.

For om mulig å fremskaffe data om hvor langt ørret vandrer opp i Otra, bør det i konsesjonsfasen bli foretatt merking av ørret på vei opp i elva om høsten. Dette vil kunne danne grunnlag for nødvendigheten av fisketrapp i dammen og lokkevann med hensyn til ørretens gytevandring. En trapp må også prosjekteres for eventuell fremtidig oppvandring av bleke.

LITTERATUR

- Bagenal, T. (ed.) 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP handbook, 3. Blackwell, London.
- Borgstrøm, R. 1973. Kontinuasjonsskjønn for strekningen Nomelandsmo-Byglandsfjorden. Reguleringsens virkninger på fisket. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 14, 29 s.
1975. Kontinuasjonsskjønn for strekningen Nomelandsmo-Byglandsfjorden. Reguleringsens innvirkning på kjemiske forhold i vassdraget. Notat nr. 2, 11 s.
1977. Overskjønn Byglandsfjord. Reguleringsens virkning på fisket på strekningen Nomelandsmo-Byglandsfjorden. Tilleggsnotat om fisket, november 1977, 10s.
- Borgstrøm, R. & Løkensgaard, T. 1978. Skjønn Øvre Otra. Utbyggingens virkninger på fisket i magasinene. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 35, 50s.
- Dahl, K. 1917. Studier og forsøk over ørret og ørretvann. Centraltrykkeriet, Kristiania Oslo, 107s.
1927. Byglandsfjordens "blege" eller dverglaksen. Fiskeriinspektørens innberetning om ferskvannsfiskeriene for året 1926. Landbruksdepartementet.
- Dannevig, G. 1963. Brokke-skjønnnet. Reguleringsens virkninger på fisket. Stensil, 25s.
- De Lury, D.B. 1951. On the planning of experiments for estimation of fish populations. J. Fish. Res. Board. Can. 8, 281-307.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. Can. J. Zool. 49, 167-173.
- Grande, M., Muniz, I.P. & Andersen, S. 1978. Relative tolerance of some salmonids to acid waters. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20, 2076-2084.

- Gunnerød, T.B. & Kjos-Hansen, O. 1977. Fiskeri- og viltbiologiske forhold vedrørende søknad av 1977 om planendring i utbyggingen av Otravassdraget. Rapp. Dir. Vilt Ferskv. Fisk-Reguleringsteamet 10-1977, 37s.
- Hynes, H.B.N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (Gasterosteus aculeatus and Pygosteus pungitius), with a review of methods used in studies of the food in fishes. J. Animal Ecol. 19, 36-58.
1961. The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. Arch. Hydrobiol. 57 (3), 344-388.
- Jensen, K.W. & Snekvik, E. 1972. Low pH levels wipe out salmon and trout populations in southernmost Norway. Ambio 1, 223-225.
- Løkensgaard, T. 1975. Fiskerisakkyndig erklæring. Kontinuasjonskjønn for strekningen Nomelandsmo-Byglandsfjorden. Nuværende og fremtidig planlagte regulerings innvirkning på fisket. Stensil, 22s.
- NIVA, 1982. Hekni kraftverk. Vurdering av resipient-forhold i forhold med eventuell utbygging. NIVA-rapport, 0-81096, 27s.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd Can. 191, 1-328.
- Stalnaker, C.B. 1979. The use of habitat structure preferenda for establishing flow regimes necessary for maintenance of fish habitat. In Ward, J. & Stanford, J.A. (eds.), The ecology of regulated streams. Plenum Press, New York, 321-338.
- Vold, K. 1974. Bleka, en relikte laks (Salmo salar L.) i Byglandsfjorden. Ernæring, alder, vekt og kjønnsmodning sammenholdt med enkelte miljøfaktorer. Hovedfagsoppgaver i spesiell zoologi, Univ. i Oslo, 59s.

Oversikt over utgitte rapporter fra Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Zoologisk museum, Universitetet i Oslo:

- 1, 1970. Mårvatn. Rapport om fiskeribiologiske undersøkelser i august 1969.
- 2, 1970. Stolsvannsmagasinet. Årsrapport om fiskeribiologiske undersøkelser sommeren 1969.
- 3, 1970. Savalen. Årsrapport om fiskeribiologiske undersøkelser sommeren 1969.
- 4, 1971. Årsrapport om fiskeribiologiske undersøkelser i Hallingdal sommeren 1970.
- 5, 1971. Fiskeribiologiske undersøkelser i Savalen 1969 og 1970.
- 6, 1971. Fiskeribiologiske undersøkelser i Steinbusjøen og Øyangen i Vang i Valdres sommeren 1970.
- 7, 1971. Innledende undersøkelser av ørret- og abborbestanden i Flyvann i Vestre Slidre. Forslag til tiltak for å øke avkastningen.
- 8, 1972. Fiskeribiologiske undersøkelser på Blefjell.
- 9, 1972. Korttidseffekten av en øket senkning av Mårvann på ørretbestanden.
- 10, 1972. Fisket i Strandavatn i Hol Kommune.
- 11, 1972. Fisket i Ustevann, Sløtfjord, Nygårdsvann, Bergsmulvann og Finsevann. Forslag til beskatningsmåter.
- 12, 1972. Fiskeribiologiske undersøkelser i Feragen, Rien og Hyllingen i Sør-Trøndelag.
- 13, 1973. The effect of increased water level fluctuation upon the Brown trout population of Mårvann, a Norwegian reservoir.
- 14, 1973. Kontinuasjonsskjønn for strekningen Nomelandsmo-Byglandsfjorden. Reguleringens virkninger på fisket.
- 15, 1973. Regulering av Tronstadvann. Virkninger på fisket.

- 16, 1973. Skjønn - Ytterligere regulering av Nesvatn. Fiske.
- 17, 1974. Inventeringer av verneverdige områder i Østfold. Boksjøområdet, Berbydalen/Indre Iddefjord og Mingevatn/Vestvatn.
- 18, 1974. Dybdefordeling og ernæring hos sik, røye og ørret i Ustevann. Forslag til beskatningsmåter.
- 19, 1974. Østerdalsskjønnet - Savalen. En vurdering av reguleringens virkninger på fisket ved reguleringshøyder på 3.0 og 4.7 m.
- 20, 1974. Lomen kraftverk. Virkninger på faunaen i Øystre Slidre-vassdraget. Del I. Fisk.
- 21, 1974. Oppsamlingssskjønn for Norsjø m.v. Ovenforliggende regulerings virkning på fiskebestander og utøvelsen av fisket.
- 22, 1975. Skjoldkreps, Lepidurus arcticus Pallas, i regulerte vann. I. Forekomst av egg i reguleringssonen og klekking av egg. II. Ørekyt og ørrets beiting på skjoldkrepslarver.
- 23, 1975. Fisket i regulerte vann i Hallingdal og Hemse-dal. I. Flævatn/Gyrinosvatn, Vavatn, Stolsmagasinet og Bergsjø.
- 24, 1975. Fisket i Glåma på strekningen Hommelvold - Telneset. Virkninger ved utbygging av Tolga-fallene.
- 25, 1976. Østerdalsskjønnet. Glåma mellom Auma og Høyegga. Virkninger på fisket.
- 26, 1976. Utbyggingsplaner for Faslefoss kraftverk. Virkninger på fisket.
- 27, 1976. Skjønn Nisser og Fyresvatn. Ovenforliggende regulerings virkning på fisket i Nisser, Borstadvatn og Fyresvatn/Drang.

- 28, 1976. I. Øvre- og Nedre Smådalsvatn. En limnologisk undersøkelse med hovedvekt på hydrografi, sommeren 1975. 2. Botnvegetasjonen i Øvre- og Nedre Smådalsvatn sommeren 1975. 3. Bunndyr og fiskebestander i Øvre- og Nedre Smådalsvatn. 4. Fuglefaunaen i Smådalen 1975.
- 29, 1976. Fisket i Aursunden. Forslag til drift.
- 30, 1976. Ørretbestanden i Tinnelva. Virkninger på fisket ved utbygging av fallet mellom Tinn-sjøen og Arlifoss.
- 31, 1976. Fiskeundersøkelser i Straumsfjorden, Gjeddevatn, Kilevatn, Topsæ og Grøssa.
- 32, 1976. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del I. Bunndyr i Akerselva. Fisk i Akerselva, Sognsvannsbekken - Frognerelva, Holmenbekken - Hoffselva og Mærradalsbekken.
- 33, 1977. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del II. Gauslå-fjorden, Herefossfjorden, Ogge og Flakksvatn.
- 34, 1978. Reguleringsundersøkelser i Nedre Heimdalsvatn. I. Dyreplankton, bunndyr og ernæring hos ørret. II. Fisk og fiske. III. Invirkninger på fugl og pattedyr.
- 35, 1978. Skjønn Øvre Otra. Utbyggingens virkninger på fisket i magasinene.
- 36, 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Myangen, Volbu-fjorden og Strandefjorden, Øystre Slidre.
- 37, 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Videlva og Gjøv i Åmli, Aust-Agder.
- 38, 1978. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del II. Bunndyr og fisk i Akerselva, Sognsvannsbekken - Frognerelva, Holmenbekken - Hoffselva og Mærradalsbekken 1976 og 1977.
- 39, 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Numedalslågen ved Skollenborg.

- 40, 1979. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med eutrofiering av Vansjø, Østfold.
- 41, 1979. Skjønn Laudal kraftverk. Fiskeribiologiske forhold i Mandalselva og Mannflåvatn.
- 42, 1980. Bunndyr i elver og bekker i Tovdal, Aust-Agder.
- 43, 1980. Smeland kraftverk. Fiskeribiologiske undersøkelser i Logna og Monn, Vest-Agder.
- 44, 1980. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. I. Fisk og bunndyr i Etnsenn, Heisenn, Røssjøen, Rotvollfjorden, Sebu-Røssjøen, Dokkfløyvatn, Dokkvatn, Mjogsjøen, Synnfjorden og Garin.
- 45, 1980. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. II. Registrering av fisk i Randsfjorden ved hjelp av hydroakustisk utstyr.
- 46, 1981. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. III. Studier på ørret og sik i Randsfjorden og elvene Etna og Dokka.
- 47, 1981. Undersøkelse av bunndyr og fisk i Store Svarttjern og reguleringsmagasinet Øksne ved Hakavik, Eikernvassdraget, Buskerud.
- 48, 1981. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del III. Status for fisk i innsjøer i Tovdal og Skjeggedal, basert på litteratur.
- 49, 1981. Flytting av Nisserdam i Nidelva, Telemark. Virkninger på fisket.
- 50, 1981. Fiskeri biologiske undersøkelser i forbindelse med endret regulering av Trevatn, Oppland.
- 51, 1981. En vurdering av skader på fisket ved utvandring av fisk via tunneler fra Norsjø til Rafnes og Porsgrunn fabrikker.
- 52, 1981. Registrering av fisk i Gjersjøen ved hjelp av hydroakustisk utstyr.

- 53, 1982 Fiskeribiologiske undersøkelser av Brødbølvassdraget, Kongsvinger, Hedmark.
- 54, 1982 Reguleringsundersøkelser i Flenavassdraget, Hedmark fylke.
I. Fisk og bunndyr.
II. Hydrografi og dyreplankton.
- 55, 1983 Fiskeribiologiske undersøkelser i Lærdalselva, Sogn og Fjordane. Studier på laks- og ørretunger i 1980 og 1981.
- 56, 1983 Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med planer om bygging av Hekni kraftverk, Aust-Agder, Del 1. FISK.