

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer:	0-68068
Undernummer:	IX
Løpenummer:	1412
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel:  Prøvefiske i Kråkenesvatn og Hanangervatn April 1982	Dato: 1. september 1982
	Prosjektnummer: 0-68068
Forfatter(e):  Gösta Kjellberg <i>Tor Fredrik Næsje</i>	Faggruppe: Hydroøkol.
	Geografisk område: Lista
	Antall sider (inkl. bilag): 39

Oppdragsgiver: Lista Aluminiumsverk	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Etter at Lista Aluminiumsverk begynte å ta kjølevann fra Kråkenesvatn og Hanangervatn, har aurebestanden i de to innsjøene gått tilbake, til tross for at det er foretatt kompensasjonsutsetninger av yngel i flere år. Det utførte prøvefiske hadde som mål å klargjøre årsaken til tilbakegangen og forklare hvorfor settefiskeutsettingen ikke har gitt det forventede resultat. Det skulle dessuten utarbeides handlingsprogram med sikte på å restaurere aurebestander i de to innsjøene. Hovedårsaken til tilbakegangen synes å være reduserte reproduksjonsmuligheter samt at utsetningsmaterialet har vært for lite og dårlig egnet i innsjøene. Det foreslås utsetting av større og flere fisk av egen stamme.

4 emneord, norske:
1. Industrivannforsyning
2. Reproduksjonsskader
3. Handlingsprogram
4. Lista Aluminiumsverk

Kråkenesvatn  
Hanangervatn  
Lista Prosjektleder:

*Eli- Anne Lindström*

Divisjonssjef:

*Kare Rulph*

4 emneord, engelske:
1. Industrial water supply
2. Fish reproduction
3. Operation plan
4. Lista Aluminiumsverk

Kråkenesvatn  
Hanangervatn  
Lista

For administrasjon:

*J. Samdal*

*Kare Rulph*

ISBN 82-577-0529-2

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Oslo

0-68068

PRØVEFISKE I KRAKENESVATN OG HANANGERVATN

April 1982

1. september 1982

Saksbehandler : Eli-Anne Lindstrøm

Medarbeidere : Gösta Kjellberg  
Tor Fredrik Næsje

For administrasjonen: J.E. Samdal

Lars N. Overrein

## F o r o r d

I de senere år har fisket i Kråkenesvatn og Hanangervatn som er kjølevannsresipient til Lista Aluminiumsverk, vært sviktende. Derfor vedtok Lista Aluminiumsverk i samråd med undertegnede som er saksbehandler for NIVAs årlige kontrollundersøkelse i kjølevannsresipienten, å foreta prøvefiske i innsjøene. Prøvefisket ble utført i april 1982 av cand. mag. T.F. Næsje (Oslo Universitet) og forsker G. Kjellberg (NIVA). Denne rapporten omhandler resultatene av prøvefisket og er i sin helhet skrevet av T.F. Næsje og G. Kjellberg. Som saksbehandler har jeg bidratt med opplysninger og redigering av rapporten.

Blindern, august 1982

Eli-Anne Lindstrøm

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	1
1. FORHISTORIE/BAKGRUNNSMATERIALE	4
2. METODER OG MATERIALE	13
2.1 Prøvegarnfisket	13
2.2 Beregning av fangstfrekvens	14
2.3 Prøvetaking av fisken	15
2.4 Aldersbestemmelse	15
2.5 Tilbakeberegning av vekst	16
2.6 Mageanalyser	16
2.7 Kondisjon	17
3. RESULTATER; AURE	17
3.1 Garneffektivitet og auretetthet	17
3.2 Årsklassefordelingen i aurefangstene	19
3.3 Lengdefordeling, kjønnsmodning og kjønnsforhold	20
3.4 Aurens vekst	22
3.5 Forholdet mellom aurens vekt og lengde	23
3.6 Aurens kondisjon, fett og kjøttfarge	23
3.7 Parasitter	24
3.8 Ernæring	26
3.8.1 Mageinnhold	26
3.8.2 Frekvens av næringsdyr	27
3.9 Reproduksjonsforhold/gytestrategi	29
4. BUNNFAUNA	31
4.1 Metodikk	31
4.2 Resultater og diskusjon	31
5. INTERVJUER	34
5.1 Kråkenesvatn	34
5.2 Hanangervatn	34
6. KONKLUSJON	36
7. LITTERATUR	39

TABELLFORTEGNELSE

	Side
1. Garnmaskevidder benyttet under prøvefiske i Kråkenesvatn og Hanangervatn, april 1982.	13
2. Antall fisk tatt i Kråkenesvatn og Hanangervatn ved prøvefiske 14.-19.4.82.	17
3. Forholdet mellom hanner og hunner fanget i Kråkenesvatn og Hanangervatn i april 1982.	21
4. Bunndyrforekomst i Kråkenesvatn og Hanangervatn uttrykt som individantall/m <sup>2</sup> og våtvekt i g/m <sup>2</sup> , 16. og 17. april 1982.	33

FIGURFORTEGNELSE

1. "Kilofisk" av aure og sjøaure	5
2. Demingene ved Oterånas utløp fra Hanangervatn	8
3. Bunnforholdene i Oteråna	9
4. Kråkenesvatn	11
5. Garnlenkenes plassering i Kråkenesvatn og Hanangervatn ved prøvegarnfisket, april 1982	14
6. Skjematisk tegning av forstørret aureotolitt	16
7. Den prosentvise fordeling av aure på de ulike garnmaskeviddene i Kråkenesvatn og Hanangervatn, april 1982	18
8. Generell vurdering av auretethet ved fiske med "utvidet Jensenlenke"	18
9. De ulike årsklassenes prosentvise andel av fangstene i Kråkenesvatn og Hanangervatn, april 1982	19
10. Lengdefordelingen hos aure i aldersgruppe 3-9 år i Kråkenesvatn og 3-7 år i Hanangervatn, april 1982	20
11. Tilbakeberegnet vekst hos 16 aure fra Kråkenesvatn og 40 aure fra Hanangervatn, april 1982	22
12. Forholdet mellom kropslengde og kropsvekt hos 20 aure fanget i Kråkenesvatn (x) og 46 aure fanget i Hanangervatn (0), april 1982	23
13. Måke-markens kretsløp (Jonsson og Matzow, 1979)	24
14. Auremarkens kretsløp (Jonsson og Matzow, 1979)	25
15. Ernæringen hos de ulike lengdegrupper av aure fanget i Kråkenesvatn og Hanangervatn, april 1982	26
16. Frekvensprosent av næringsdyr hos aure fanget i Hanangervatn og Kråkenesvatn, april 1982	28
17. Gyteplass	30
18. Viktige tidligere og nåværende gyteplasser i Kråkenesvatn og Hanangervatn	30
19. Dybdefordelingen av bunndyr i Kråkenesvatn og Hanangervatn, april 1982	32

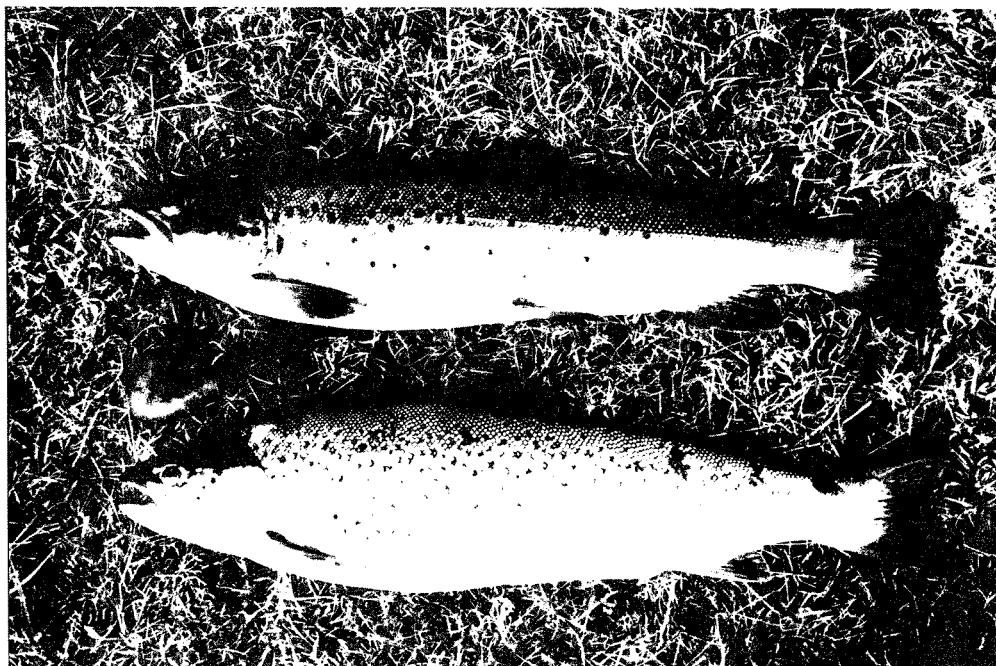
## 1. FORHISTORIE/BAKGRUNNSMATERIALE

Kråkenesvatn og Hanangervatn med en størrelse på 57 henholdsvis 140 ha ligger i den sydøstre del av Lista ca 3 m over havet. Innsjøene som er sammenbundet av et sund, Stokkesundet, har et samlet nedslagsfelt på ca. 7 km<sup>2</sup>. Under naturlige forhold har Kråkenesvatn utløp via Stokkesundet til Hanangervatn og videre via den ca. 1 km lange Oteråna til sjøen. Den midlere årsavrenning ligger i området 25-40 l/km<sup>2</sup> sek. Berggrunnen i nedslagsfeltet består av grunnfjell med løsavsetninger av sand, til dels skjellsand, og morenegrus. Det er noe myr og skog i nedbørfeltet, men en vesentlig del av arealet er dyrket mark. Forekomst av skjellsand og beliggenhet nær sjøen gjør at innsjøene er godt buffret. Sammenliknet med de fleste mer høyereliggende innsjøer og vassdrag i området som har liten bufferkapasitet og er sterkt forsurede, er de mindre ømfintlige for den sure nedbøren. Tilsammen med det nærliggende Nesheimvatn utgjør derfor Hanangervatn og Kråkenesvatn ytterst verdifulle ressurser sett fra fiskesynspunkt, særlig sett i relasjon til at fiskebestanden p.g.a. den tiltagende forsureningen helt eller delvis er utdødd i flertallet av vassdragene i området. Idag er pH-verdien knapt 7 og alkaliteten omkring 0,16 mekv/l. En kan her nevne at et vassdrag er forsureningstruet når alkaliteten understiger 0,1 mekv/l.

Kråkenesvatn og Hanangervatn må betraktes som middels næringsrike, dvs. mesotrofe. Utgangskonsentrasjonene av nærings saltene fosfor og nitrogen under vårsirkulasjonen (like etter isløsningen) ligger i området 10-12 µg P/l henholdsvis 300-600 µg N/l. Begge innsjøene har en vel utviklet vegetasjon, og det gjelder særlig den submerse vegetasjonen, som i hovedsak utgjøres av en tett matte av brasmegras (Isoetes) fra ca. 1 meters dyp ned til 3-4 meter og på større dyp store bestander av kransalger (Nitella).

Innsjøene er kraftig vindeksponerte. Dette gjelder særlig Hanangervatn, som ikke har nevneverdig lagdeling i vannmassene i sommermånedene, mens Kråkenesvatnet viser varierende grad av svak lagdeling i samme tidsperiode. Største dyp i Kråkenesvatn er 19 meter, og gjennomsnittsdypet er omtrent 4,6 m. Hanangervatn har ett største målt dyp på ca. 12 meter og et antatt middeldyp på 4 meter. Dette bidrar til at innsjøene har gode forhold for bunndyrproduksjon.

Frem til begynnelsen av 70-årene var det mye storrykst aure i begge innsjøene, og fisk omkring 1 kilo var vanlig (figur 1). Via Oteråna var det mulig for sjøaure å gå opp i innsjøene, og det var tidligere vanlig at man i Hanangervatn fikk såkalt "blege", sjøaure. Under høstfisket kunne andelen "blege" utgjøre opp til 20 % av totalfangsten.



Figur 1. "Kilofisk" av god kvalitet var tidligere kjennemerke for Hanangervatn og Kråkenesvatn. Via Oteråna kunne sjøaure komme opp i innsjøene, og aurebestanden i innsjøene besto delvis av en stasjonær type og delvis av sjøaure som vandrer ut i havet. Det foreligger en viss overlapping mellom disse bestander. De fotograferte fisk ble fanget i forbindelse med prøvefisket i Kråkenesvatn og veide nesten 2 kg. (Øverst en stasjonær aure, nederst en sjøaure.)

Hoveddelen av aurebestanden i de to innsjøene har sine viktigste gyteplasser i selve innsjøene. I tillegg kommer reproduksjon i en mindre bekk som tilrenner Kråkenesvatnet samt Oteråna. Begrensede reproduksjonsmuligheter, god tilgang på næring (bl.a. stor forekomst av stingsild), innslag av sjøaure og moderat fiskeuttak er viktigste årsaker til til den storrykste aurebestanden og det gode aurefisket i de to innsjøene. Flere grunneiere har fiskerett til innsjøene, og en del av dem fisker med garn. Tidligere fisket man også med ruser under gytingen om senhøsten, da det på kort tid var mulig å gjøre store fangster. Ifølge opplysningene kunne man på 3-4 dager få opp til 50 kg fisk på dette tidspunktet.

Foruten aure finnes det rikelig med ål og stingsild (nipigget og trepigget) samt enkelte skrubbeflyndre, det siste gjelder særlig Hanangervatn. Tidligere vandret laks av og til opp i Hanangervatn. Noen av grunneierne driver ålefiske med ruser, og i Kråkenesvatn har man i de senere årene tatt 200-300 kg/år. Videre fanges en del ål i en utvandringsfelle i Oteråna i forbindelse med åleutvandringen på sensommeren og høsten.

Den 11. oktober 1969 fikk Elkem A/S tillatelse fra Industridepartementet til å ta ut det som trengtes av industrivannforsyning (kjølevann) til Lista Aluminiumsverk fra Hanangervatn og Kråkenesvatn og i den anledning å regulere vannstanden i de to innsjøene mellom kote 2,10 og kote 3,10. Videre ble det tillatt i medhold av vassdragslovens § 49 og bemyndigelse gitt ved kgl. res. av 22. april 1949 å føre oppvarmet, men ellers ikke forurenset kjølevann tilbake til Kråkenesvatn. Vilkårene for tillatelsen omfatter bl.a. følgende punkter:

- Anleggets eier pålegges å foreta en utsetting av yngel og/eller settefisk etter nærmere bestemmelse av Landbruksdepartementet (nå Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, DVF).
- Anleggets eier pålegges å bekoste fiskeribiologiske undersøkelser etter nærmere bestemmelse av Landbruksdepartementet.

Som fiskerisakkyndig har vært oppnevnt fiskerikonsulent Trygve Løkensgard. Bakgrunnen for pålegg om fiskutsetning og fiskeribiologisk oppfølging var at man p.g.a. reguleringen regnet med at det ville oppstå en viss reproduksjonsskade for auren, da hoveddelen av bestanden reproduserte seg i selve innsjøene. På bakgrunn av aldersanalyse av fisk fra et prøvafiske høsten 1975 utarbeidet Løkensgard en anbefaling om fiskeutsetning for de to innsjøene som senere ble gitt som pålegg av DVF. Ifølge pålegget skal Lista Aluminiumsverk hvert år sette ut 2000 respektive 600 ettårig settefisk i Hanangervatn og Kråkenesvatn. Fra og med høsten 1976 har fisk fra Sørlandets Fiskestammeoppdrett blitt satt ut som følger:



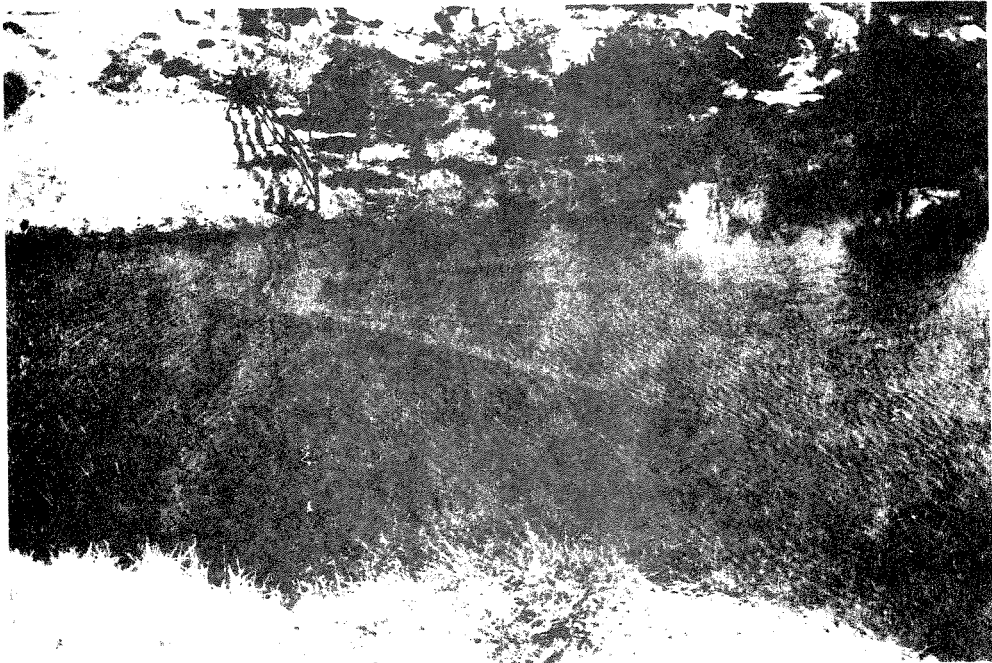
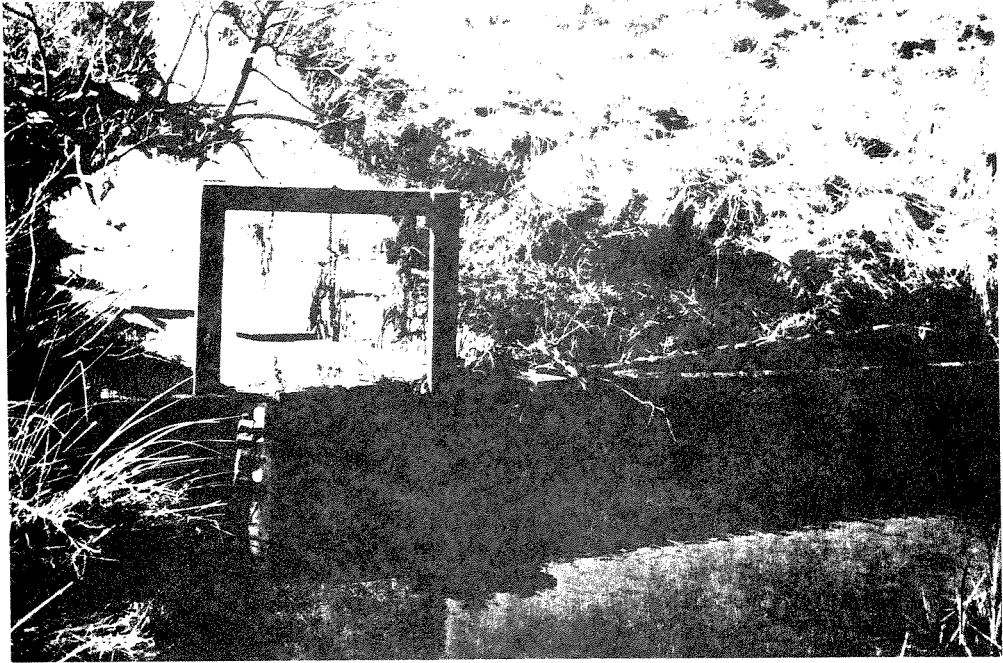
	<u>Hanangervatn</u>	<u>Kråkenesvatn</u>
Høsten 1976	2 000	600
- " - 1977	2 000	600
- " - 1978	2 000	600
- " - 1979	0	0 Fiskeoppdretteren kunne ikke levere
- " - 1980	4 000	1 200
- " - 1981	Ingen utsetning i påvente av herværende rapport	

Via uttak i Kråkenesvatn begynte Lista Aluminiumsverk å ta ut og til dels returnere kjølevann våren 1970. For brukerinteressene har siden følgende forandringer inntruffet:

- Strømmen i sundet mellom innsjøene er redusert, delvis reversert i lange perioder av året. De to innsjøene kan derfor i større grad enn tidligere betraktes som separate vannforekomster.
- Vannføringen i Oteråna har minsket betraktelig, særlig i perioder med liten tilrenning.
- Oppholdstiden i Hanangervatnet har økt fra ca. 12 til ca. 20 måneder, mens oppholdstiden i Kråkenesvatn har minsket noe.
- Demningen som er oppført ved Oterånas utløp fra Hanangervatn utgjør mesteparten av året et effektivt vandringshinder for fisken med unntak for glassålen som ikke skulle ha vanskelig for å passere demningen. Dette gjelder også for demninger lenger nedstrøms (figur 2).



Fig. 2 (tekst s. 8).

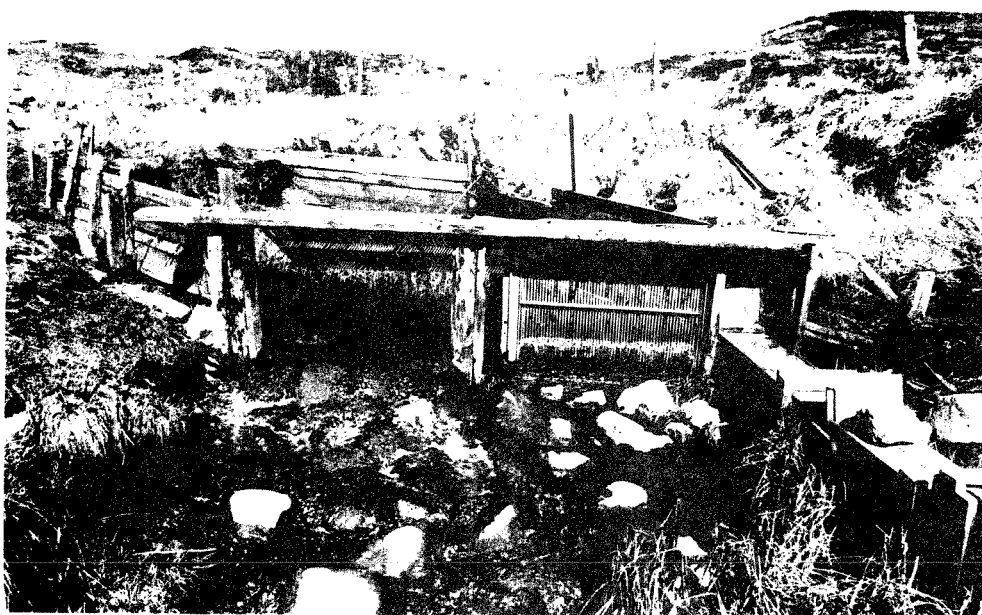


Figur 2. Demningene ved Oterånas utløp fra Hanangervatn (foregående side) såvel som demninger lenger nedstrøms i elven utgjør idag effektive vandringshindringer for auren det meste av året.

- Utslipp av restklor (0,01 - 0,1 mg Cl/l) i forbindelse med klorering av ledningsnett i perioden mai-september.
- Utslipp av lakserolje i forbindelse med produksjon av RCS-metall. Denne virksomhet ble igangsatt som forsøk i 1976. De første årene 1976, 77 og 78 var oppsamlingseffektiviteten for olje dårlig. F.o.m. 1979 har man forbedret oppsamlingseffektiviteten og derved begrenset utslippet. RCS-produksjonen er ikke jevnt fordelt gjennom året, kjølevannet returneres ikke kontinuerlig hele året, og man vet ikke hvor stor andel av oljen som følger med returvannet. Derfor har det vært umulig å få et mål på hvor meget olje som totalt har kommet ut i Kråkenesvatn. Ved flere tilfelle er større oljeflak observert på Kråkenesvatn. I 1980 og 81 ble ingen oljeflak observert på Kråkenesvatn.

Ovennevnte er forhold som kan settes i direkte sammenheng med Aluminiumverkets kjølevannsbruk, mens det nedenfor nevnte er forhold av mer indirekte karakter:

- Økt igjengroing og til dels kraftig jernutfelling i Oteråna (figur 3) har redusert (eventuelt ødelagt helt) elven som reproduksjonslokali- tet for aure. Årsaken til jernutfellingen er tilsig av jernholdig grunnvann som har økt bl.a. via økt utgrøfting av omkringliggende jordbruksarealer. Den reudserte vannføringen har forsterket denne effekten.



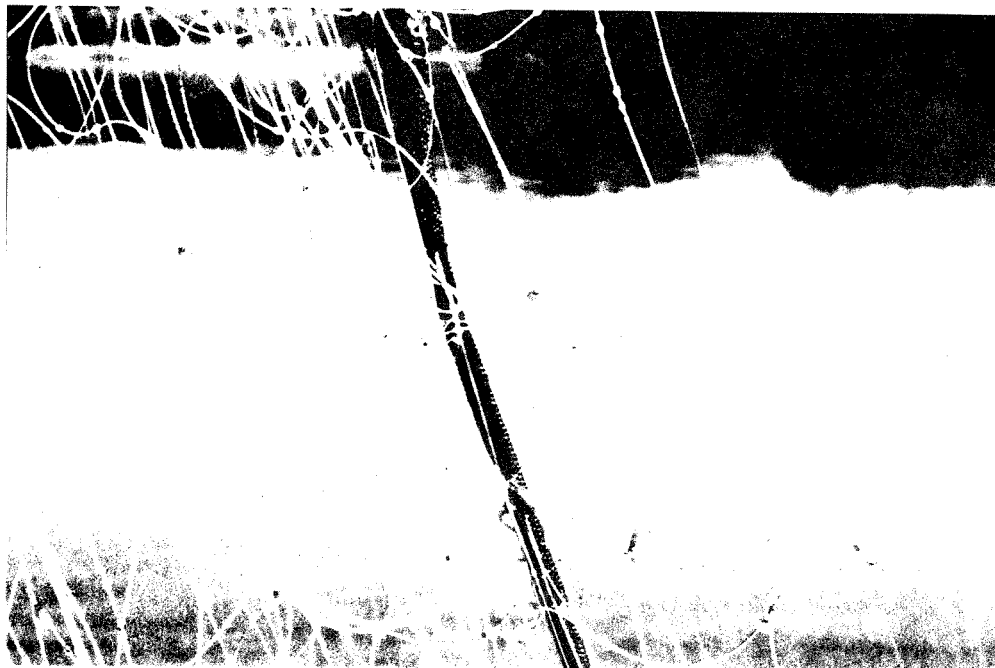
Figur 3. Betydelige jernutfellinger karakteriserer idag bunnforholdene i Oteråna. Dette har sammen med redusert vannføring og vandringshindrende demninger ødelagt Oteråna som reproduksjonslokalitet for auren. Bildet er tatt ved nedvandringsfellen for ål som også utgjør et vandringshinder når den er i bruk.

- Økt igjengroing (såvel av alger som høyere vegetasjon) av strendene i de to innsjøer. Dette gjelder særlig Kråkenesvatn, der bl.a. gyteplassene til auren har grodd helt igjen. Dette gjelder også utløpet til gytebekken som nå er helt igjengrodd av takrør.
- Igjengroing av Stokkesundet, som ytterligere hindrer vannutskiftningen mellom de to innsjøer. Igjengroingsfenomenet må ses i forbindelse med en økt næringssaltbelastning, mens de hydrologiske forandringer kommer inn som forsterkende effekter.
- Til tross for at man har satt ut settefisk og latt være å utnytte reguleringsrettighetene fullt ut, dvs. unngått altfor store vannstandsvariasjoner, har aurebestanden og aurefisket i de to innsjøene gått sterkt tilbake. Når det gjelder Kråkenesvatn har fisket gått suksessiyt tilbake siden begynnelsen av 1970-tallet, og nedgangen har vært særlig merkbar siden 1975. De siste årene har man bare fått et fåtall fisk. Ålefisket er ikke endret og har holdt seg på omtrent samme nivå. I Hanangervatn har det vært en liknende utvikling, men ikke så markert som i Kråkenesvatn.

Siden 1969 har NIVA (Norsk institutt for vannforskning) i samarbeid med Lista Aluminiumsverk foretatt årlige kontrollundersøkelser av de fysiske-kjemiske og biologiske (unntatt fisk) forhold i de to innsjøene. Resultatene av disse undersøkelser bekrefter en del av ovennevnte. Videre kan nevnes:

- Det er ikke registrert vesentlige endringer i temperaturforholdene i de to innsjøene.
- Foruten økte verdier for jern og mangan i Kråkenesvatn i årene 1975, 76 og 77 er det ikke registrert vesentlige endringer i de to innsjøenes kjemiske forhold.
- Fra 1976 har det vært en tendens til bedret sikt i Hanangervatn.
- I de biologiske forhold i innsjøene skjer det naturlige svingninger, men dette tatt i betraktning synes det særlig i de siste årene å ha skjedd betydelige forandringer i Kråkenesvatnet. Det gjelder i første omgang dyreplanktonsamfunnet, som har gått sterkt tilbake samtidig som det er forskjøvet mot forekomst av små organismer som hjuldyr og vannloppen Bosmina longirostris. I samband med planktonprøvene har en også

observert en markert fnokkdannelse (emulgering av alger og humuspartikler) i vannmassene, hvilket har vært særlig iøynefallende ved kraftig vind. B.a. blir fiskegarnene til tider fulle av et brunt, oljeaktig belegg (figur 4).



Figur 4. Ved prøvegarnfisket i Kråkenesvatn ble garnene fulle av et brunfarget oljeliknende belegg som griset til såvel båt som klær.

Døde og levende stingsild (trepigget) ble observert langs stranden i Kråkenesvatn i juli 1981 og i april 1982. En del av fisken hadde mørkfarget og lammet bakkropp, mens andre var sterkt angrepet av sporozooen Glugea anomala. De sistnevnte hadde store byller og i noen tilfelle sterkt utstående øyne. Noen fisk var så lite aktive at de lett kunne fanges med hendene. Sporozooangrep er vanlig i vannforekomster med store bestander av stingsild, men når fisken blir spesielt sterkt angrepet tyder dette ofte på at fisken er utsatt for stress, og ulike årsaker kan ligge til grunn. Hanangervatn har til forskjell fra Kråkenesvatn hele tiden vist mer normale biologiske forhold. Uten tvil har det skjedd og det skjer muligens fortsatt endringer i Kråkenesvatn. Hvorvidt de observerte endringer kan koples direkte til innsjøens anvendelse som kjølevannsresipient for Lista Aluminiumsverk eller har sin forklaring i naturgitte for-

hold eller forurensning via annen aktivitet i nedslagsfeltet, er umulig å fastslå ut fra det foreliggende materiale. Følgende hypotetiske forklaringer foreligger:

- Predasjonseffekt; på grunn av at aurebestanden i Kråkenesvatn går sterkt tilbake har stingsilden, som tidligere ble nedbeitet av auren, kunnet etablere store bestander. Disse har gått ut i vannmassene og beitet ned dyreplanktonet. Derved kan man også forvente forandringer i planteplanktonet når det gjelder mengde (som regel økt forekomst) og sammensetning (av alger som kan "klogge" i fiskegarn som f.eks. visse flagelater) p.g.a. forandret beitetrykk fra dyreplanktonet. En kan videre forvente at parasittangrepene øker og/eller blir visuelt mer fremtredende i større stingsildpopulasjoner.
- Gifteffekter; via returvannet tilføres Kråkenesvatn stoff/stoffer med direkte eller indirekte giftvirkning. Utslipet av lakserolje er tatt med i betraktning, men noen direkte sammenheng mellom utslipp av lakserolje og de observerte forandringer har man hittil ikke kunnet dokumentere.

Det prøvafisket som omtales i denne rapport må ses i sammenheng med ovennevnte og målsetningen for prøvafisket har vært:

- så langt mulig å klarlegge årsaken til tilbakegangen i aurefisket,
- så langt mulig å klarlegge hvorfor settefiskutsetningen ikke har gitt det forventede resultat,
- å evt. bekrefte/avkrefte predasjonshypotesen når det gjelder de biologiske forandringer i Kråkenesvatn,
- å utarbeide forslag til handlingsprogram med sikte på å restaurere aurefisket i de to innsjøene.

## 2. METODER OG MATERIALE

### 2.1 Prøvegarnfisket

For aure er det utarbeidet en garnserie som skal fange på alle fiskestørrelser mellom 19 og 45 cm (Jensen, 1972).

Ved prøvofisket i Kråkenesvatn og Hanangervatn ble denne serien utvidet slik at garnserien også fanget mindre fisk, og det ble brukt 12 ulike maskevidder fra 8 til 52 mm (tabell 1).

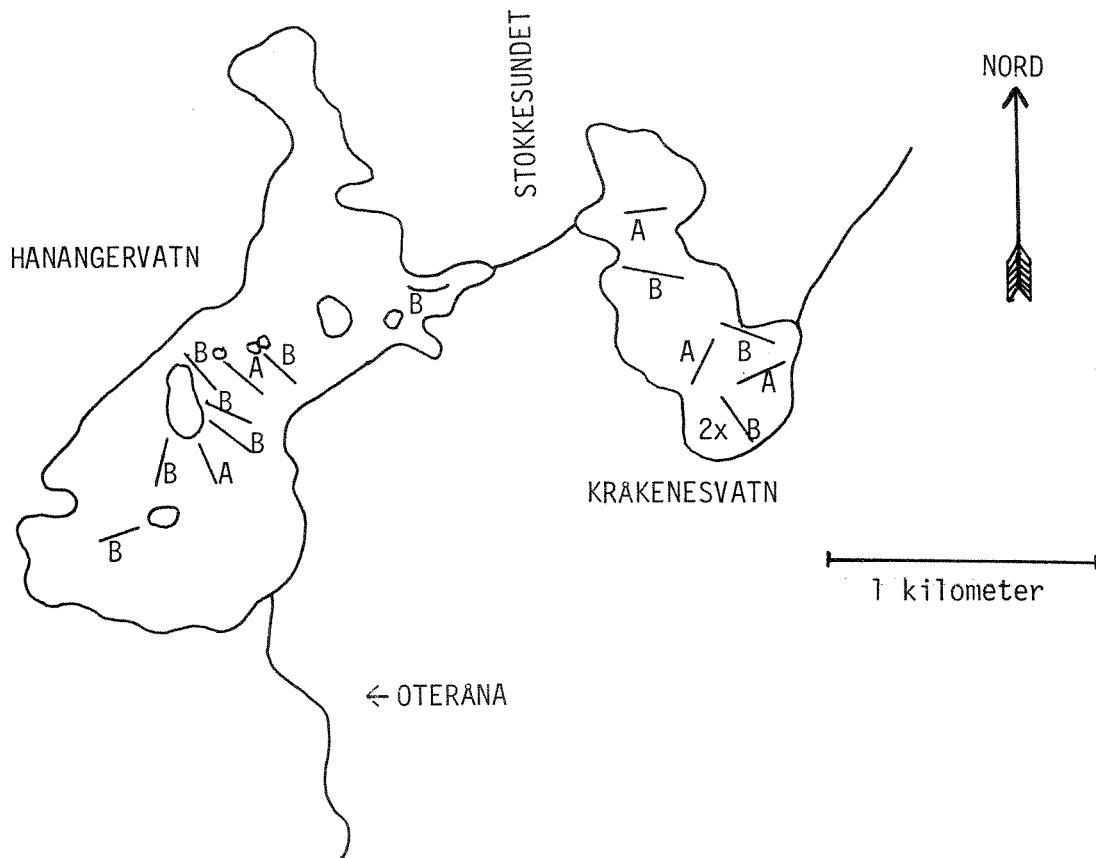
Tabell 1. Garnmaskevidder benyttet under prøvofiske i Kråkenesvatn og Hanangervatn april 1982.

mm	8	10	12.5	15	19.5	22.5	26	29	35	39	45	52
Omfar	78	63	50	42	32	28	24	22	18	16	14	12

Garna var delvis av spunnet nylontråd (8-15 mm) og delvis av monofilament (19.5-52 mm). Monofilamentgarn anses ofte å fiske bedre enn garn av spunnet nylon, men småmasket garnbus av monofilament er ofte svært stiv og fisker dermed dårlig.

Det ble fisket med to bunn garnserier (hvor garna var 1.8 eller 2.0 meter dype og en serie hvor garna var 6.0 meter dype med unntak av et garn med maskevidde 52 mm som var 4 meter høyt. Garnlengdene var 15, 25 eller 30 meter. Fisket foregikk med faste lenker å tolv garn. De tolv garna ble skjøtt sammen i følgende rekkefølge: 15, 35, 19.5, 45, 8, 29, 22.5, 50, 10, 39, 12.5 og 26 mm maskevidde. Bunn garna ble satt i lenker fra strandsonen og utover, mest mulig vinkelrett på land. Den dype bunn garn lenka ble også satt i de dypere

områdene av innsjøene. Garnlenkenes plassering i Kråkenesvatn og Hanangervatn er vist i figur 5.



Figur 5. Garnlenkenes plassering i Kråkenesvatn og Hanangervatn ved prøvegarnfisket, april 1982. A: 6 m høy garnlenke, B: 2 m høy garnlenke.

## 2.2 Beregning av fangstfrekvens

Ved garn trekking ble fisken fra hvert enkelt garn oppbevart for seg, og antall fisk av hver art fra hvert garn ble notert. Antall fisk dividert med garnarealet gir fangstfrekvens (fangst pr. anstrengelse, eller "catch pr. unit effort"). Fangstfrekvens oppgis som antall fisk pr.  $100 \text{ m}^2$  garnareal og døgn. Garn stod som regel ute i ett døgn, og hvis ikke er fangstfrekvensene korrigert for dette.



### 2.3 Prøvetaking av fisken

Fra hver fisk ble følgende opplysninger samlet inn:

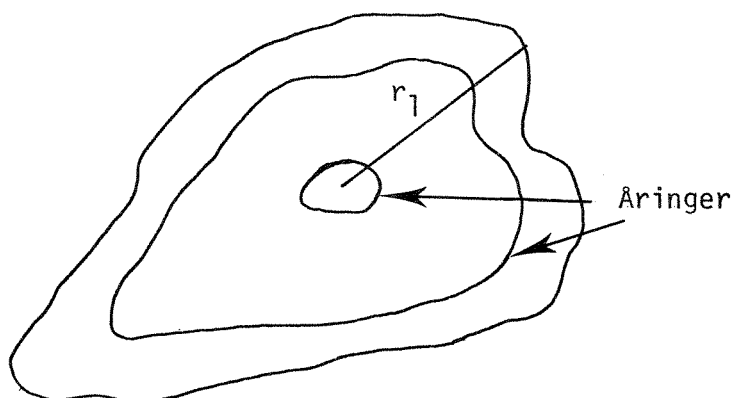
1. Lengde målt til nærmeste 0.5 cm fra snutespiss til ytterste ende av halefinnen i "naturlig" utspilt stilling.
2. Vekt til nærmeste hele gram.
3. Kjønn og modningsstadium tillempet etter Dahl (1917, s.36-37), der stadium I og II er umoden fisk, III betyr at fisken har begynt å utvikle seg mot gyting, IV og V er moden fisk før gyting, VI er gytende fisk og VII er utgytt fisk.
4. Fettavleiringer på innvollene er bedømt etter en skala fra 0 til 3: 0; ingen fettavleiring, 1; noe fett på magesekk, 2; fettmengde tilsvarende 1/2 til 3/4 av magesekkens volum og 3; bukhalen er fylt av fett.
5. Til aldersbestemmelse av fisken ble det tatt otolitter (øresteiner).
6. Mageprøver ble tatt ved at innholdet i svelg og magesekk bakover til pylorusregionen (blindsekkregionen) ble tatt ut og oppbevart dypfryst til bearbeiding.
7. Parasitter synlige for det blotte øyet ble subjektivt mengdevurdert etter en skala fra 0 til 3.
8. Aurens kjøttfarge ble subjektivt vurdert til hvit, lys rød eller rød.

### 2.4 Aldersbestemmelse

Aldersbestemmelsen er basert på "lesning" av otolitten (øresteiner). Otolittene ble lagt i propan-1-2-diol og åringene ble talt i binokularlupe etter å ha blitt klarnet et døgn i 96 % etanol. Samtlige aldersavlesninger ble kontrollert ved at otolittene ble brent over spritflamme, delt på tvers, og antall vintersoner i tverrsnittet talt i binokularlupe.

## 2.5 Tilbakeberegning av vekst

Tilbakeberegning av vekst ved hjelp av otolitter betinges av at man kan måle avstanden fra otolitts sentrum til de ulike vintersone langs en fast radius. Hos auren i Kråkenesvatn og Hanangervatn ble avstanden til vintersone målt langs radius  $r_1$  i figur 6.



Figur 6. Skjematisk tegning av forstørret aureotolitt med to vintersoner (åringer). Radius ( $r_1$ ) som ble brukt til tilbakeberegning av vekst er inntegnet.

Den totale fiskelengde tilsvarer den totale otolitt radius. Fiskens lengde hver vinter tilsvarer otolittradius ut til hver vintersone. Ut fra otolittradius kan en således tilbakeberegne fiskens lengde ved gitt alder ved hjelp av Lea-Dahls formel  $L_x = \frac{L \cdot x \cdot S_x}{S}$  der  $L_x$  er beregnet fiskelengde ved alderen  $x$ ,  $S_x$  er avstanden fra sentrum til vintersone  $x$ ,  $S$  er otolittens totalradius og  $L$  er fiskens totale lengde.

## 2.6 Mageanalyser

Samtlige mageprøver ble analysert i tellesleide under binokularlupe, mageinnholdets sammensetninger fremstilt som reell vektprosent og frekvensprosent. Reell vektprosent er den prosentandel en næringsdyrgruppe utgjør i fiskemagene når vedkommende dyregruppe gis den vekten den hadde da den ble spist.

Frekvensprosent er prosentandelen av det totale antall fisk som har spist en bestemt næringsdyrgruppe.

## 2.7 Kondisjon

Aurens kondisjon ble regnet ut etter Fultons formel:

$$\text{Kondisjon (K-faktor)} = \frac{\text{Vekten i gram} \times 100}{\text{Lengden}^3 \text{ i cm}}$$

Kondisjonsfaktoren er blant annet avhengig av fiskens fettinnhold og kroppsform. Aure i strie elver og bekker har en kort og bred kropp som gir høy K-verdi. Som en tilpasning til lange vandringer i havet er sjøaure oftest lang og slank. Derfor har sjøaure forholdsvis lav K-faktor, selv om fettinnholdet ofte er høyt. Kondisjonsfaktoren er ikke egnet som grunnlag for kvalitetssammenligninger mellom fisk av ulik art. Den må også brukes med forsiktighet når fisk fra forskjellige lokaliteter sammenlignes. Kondisjonsfaktoren varierer med årstiden.

## 3. RESULTATER; AURE

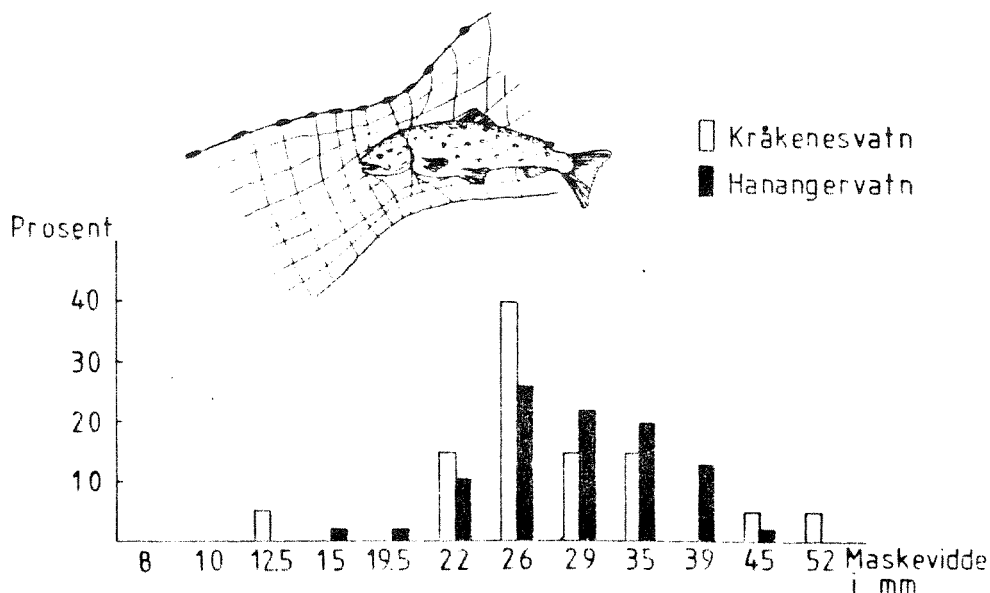
### 3.1 Garneffektivitet og auretetthet

Antall fisk tatt i Kråkenesvatn og Hanangervatn ved prøvfisket 14-19.4.82 er vist i tabell 2.

Tabell 2. Antall fisk tatt i Kråkenesvatn og Hanangervatn ved prøvfisket 14-19.4.82.

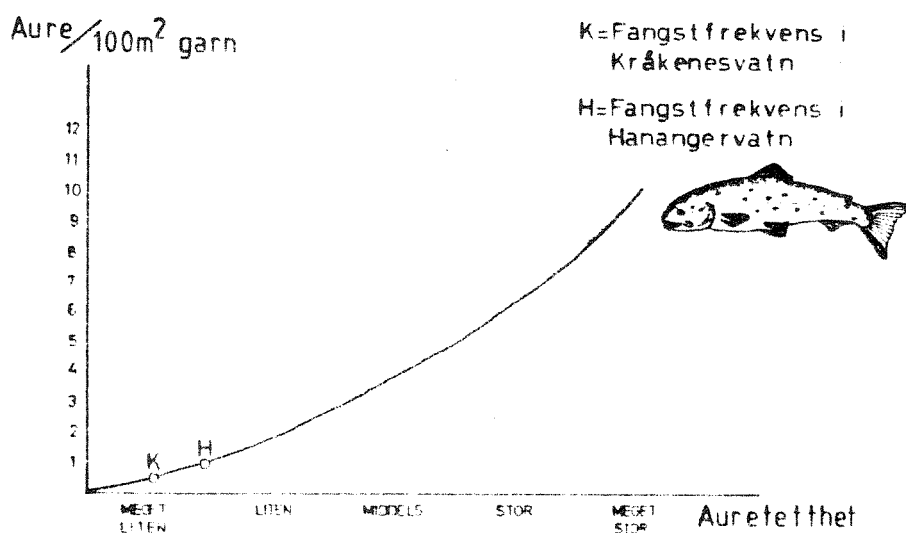
	AURE	TREPIGGET STINGSILD	ÅL
KRÅKENESVATN	20	2	1
HANANGERVATN	46	0	2

Flest fisk ble tatt i maskeviddene fra 22 til 35 mm i Kråkenesvatn og fra 22 til 39 mm i Hanangervatn (figur 7). Den mest effektive maskevidden var 26 mm i Kråkenesvatn, mens fangstene var noe mer spredt i Hanangervatn.



Figur 7. Den prosentvise fordelingen av aure på de ulike garmaskeviddene i Kråkenesvatn og Hanangervatn, april 1982.

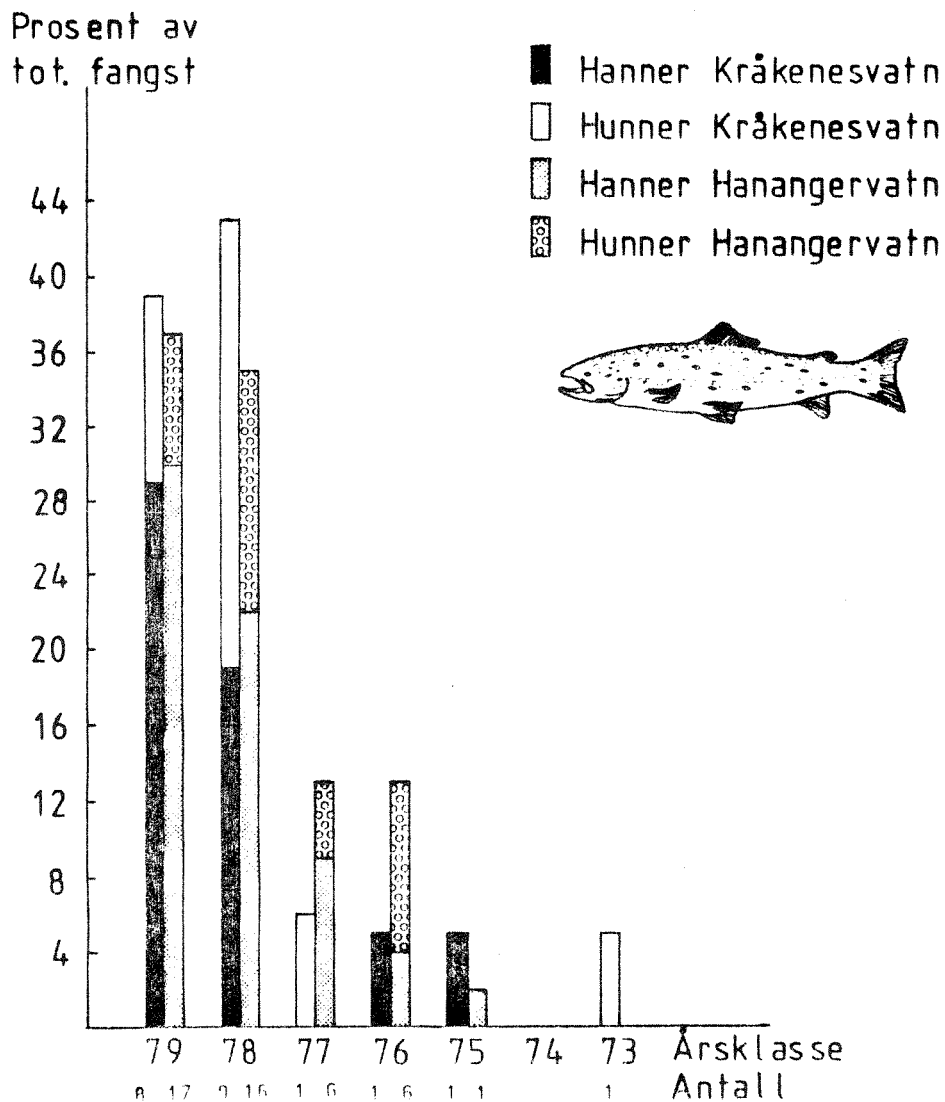
Antall aure pr. garnareal i Kråkenesvatn og Hanangervatn var meget lite, henholdsvis 0.45 og 0.95 aure/100 m<sup>2</sup> garn. I figur 8 er Kråkenesvatn og Hanangervatn plassert i en figur basert på erfaringer gjort med fiske med den "utvidede Jensen-garnlenke". Som det fremgår av figuren er auretettheten i Hanangervatn noe bedre enn i Kråkenesvatn, men begge vann må sies å ha en liten auretetthet.



Figur 8. Generell vurdering av auretetthet ved fiske med "utvidet Jensen-lenke". Fangstfrekvensen i Kråkenesvatn og Hanangervatn i april 1982 er inntegnet.

### 3.2 Årsklassefordelingen i aurefangstene

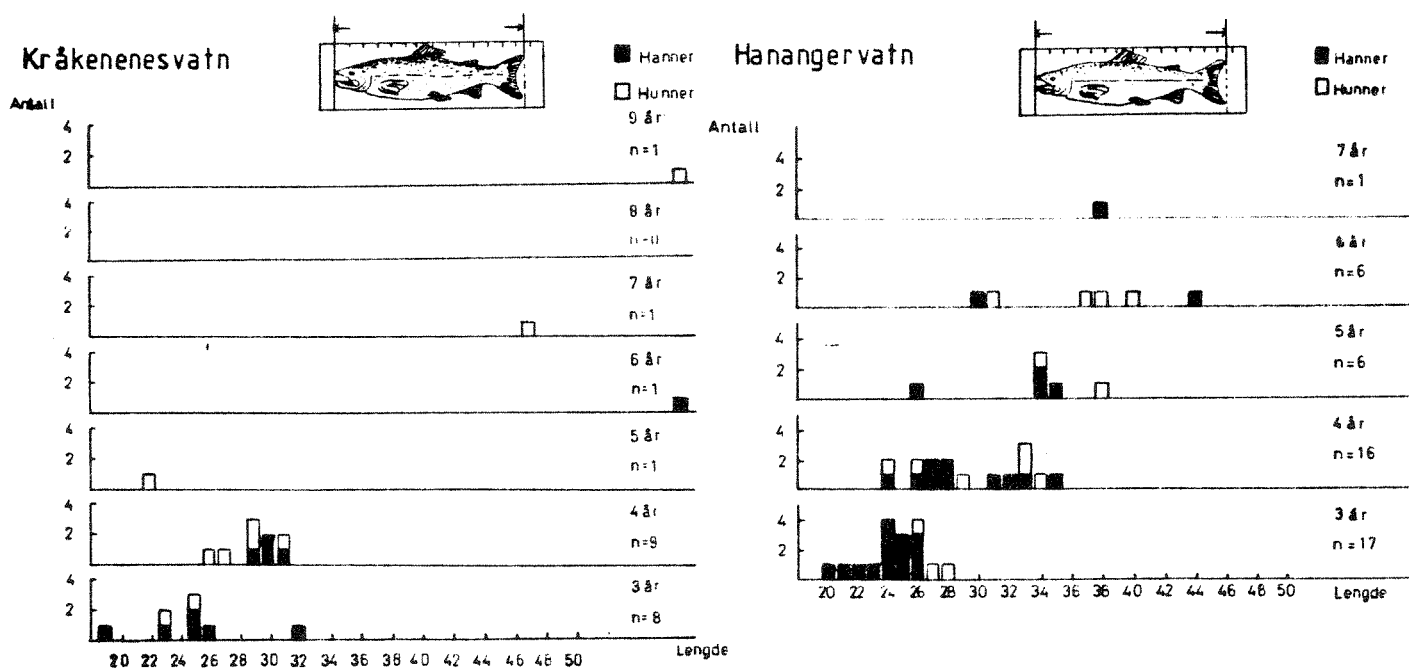
Størstedelen av aure i Kråkenesvatn og Hanangervatn besto av fisk klekket i 1978 og 1979 (figur 9). I Kråkenesvatn var eldste aure 9 år gammel (født i 1973) mot 7 år gammel (født i 1975) i Hanangervatn. Det ble ikke fanget noen fisk klekket i 1980 og 1981. Dette kan skyldes at disse årsklassene ennå er så små at de masker seg dårlig i garn. 1980-årgangen skulle ha vokst så mye at enkelte fisk burde vært representert i garnfangstene. Dette kan tyde på at rekrutteringen til denne årsklassen har vært svært dårlig. Det synes ikke å være noen forskjeller i årsklassefordelingen i Kråkenesvatn og Hanangervatn.



Figur 9. De ulike årsklassenes prosentvise andel av fangstene i Kråkenesvatn og Hanangervatn, april 1982.

### 3.3 Lengdefordeling, kjønnsmodning og kjønnsforhold

Det var en viss spredning i lengdefordelingen innen de ulike aldersgrupper av aure fanget i Kråkenesvatn og Hanangervatn (figur 10). Denne spredningen kan henge sammen med forskjellig næringstilbud, det var bl.a. enkelte sjøaure. I tillegg kan veksten avta etter at auren kjønnsmodnes. Denne reduksjonen, og i enkelte tilfeller stagnasjon i vekst, skjer fordi fiskens energibudsjett forandres ved kjønnsmodningen. Etter modningen vil en større andel av energiforbruket gå med til produksjonen av kjønnsprodukter. Næringstilbudet vil være avgjørende for fiskens veksthastighet etter kjønnsmodning.



Figur 10. Lengdefordelingen hos aure i aldersgruppe 3-9 år i Kråkenesvatn og 3-7 år i Hanangervatn, april 1982.

Aurens gonader utvikles mest i sommer- og høstmånedene. Dette gjør det vanskelig å avgjøre fiskens modenhetsgrad om våren. Hunnfisk som har residualrogn (moden rogn som ikke ble gytt ved siste gyting) i bukhalen, kan med sikkerhet klassifiseres som modne. 19 av 20 aure fanget i Kråkenesvatn ble klassifisert som umodne. I Hanangervatn var 18 av de 46 garnfangede aurene kjønnsmodne, herav 7 hunner og 11 hanner (tabell 3). I Hanangervatn synes de første hunnene å kjønnsmodnes 3 år gamle. Samtlige hunnaure eldre enn 5 år var modne. De første hannene kjønnsmodnes et år tidligere, som 2 år gamle. Da det er spesielt vanskelig å tolke hannaurens gonader om våren, kan det ikke med sikkerhet sies når 100 % kjønnsmodning inntreffer.

Det synes å være flere hanner enn hunner i de yngre årsklassene i Hanangervatn. Materialet fra Kråkenesvatn er for lite til å si noe om kjønnsfordelingen. At det var flere hanner enn hunner i de yngre årsklassene kan henge sammen med at flere hanner enn hunner blir stasjonær aure. Blant smolt og umoden sjøaure var kjønnsforholdet motsatt, 8 hanner og 16 hunner.

Tabell 3. Forholdet mellom hanner og hunner fanget i Kråkenesvatn og Hanangervatn i april 1982.

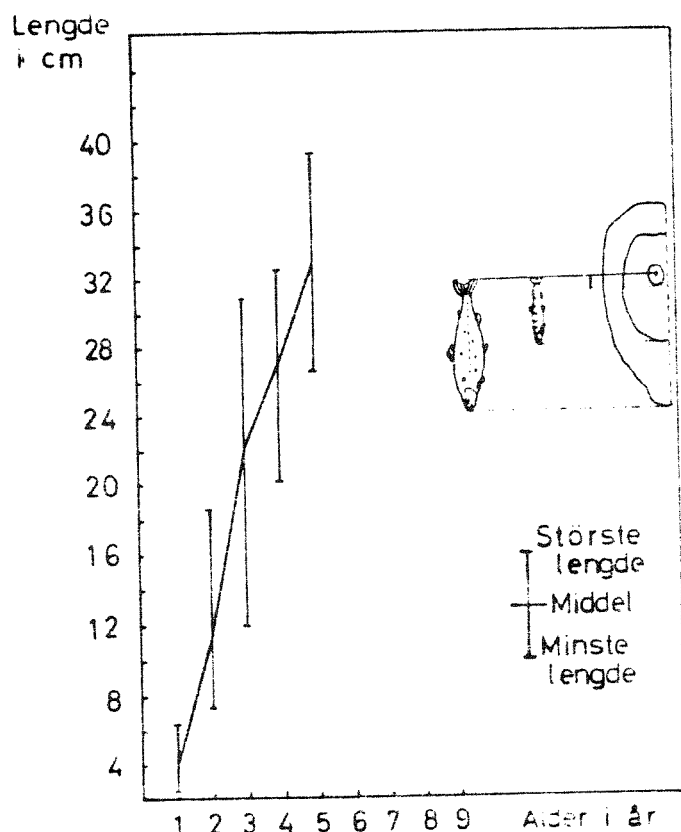
Aldersgruppe	3	4	5	6	7	8	9
Kjønn	♂♂ ♀♀	♂♂ ♀♀	♂♂ ♀♀	♂♂ ♀♀	♂♂ ♀♀	♂♂ ♀♀	♂♂ ♀♀
Kråkenesvatn	6 2	3 5	1	1	1		1
Hanangervatn	14 3	10 6	4 2	2 4	1		

### 3.4 Aurens vekst

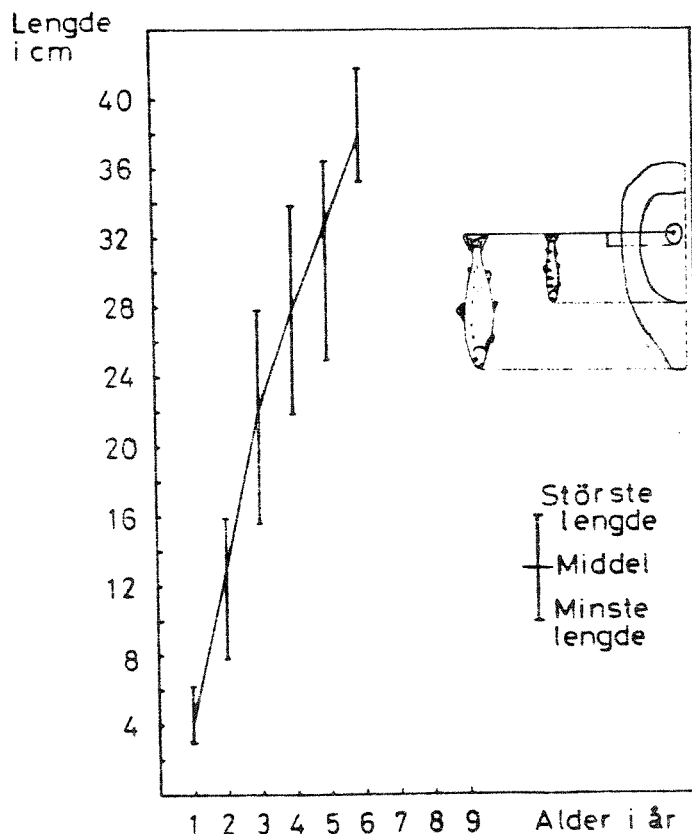
Aurens vekst i Kråkenesvatn og Hanangervatn er meget god (figur 11). Vekstkurvene tyder på at vekstreduksjonen etter kjønnsmodningen er liten, men dette kan variere fra fisk til fisk. Sjøauren vil som oftest vokse raskere enn den stasjonære auren p.g.a. bedre næringsforhold i havet.

Ved prøvegarnfisket ble det fanget både stasjonær aure og sjøaure. Aurens gjennomsnittlige lengde etter avsluttet vekstsesong (den empiriske veksten) stemmer godt overens med veksten funnet ved tilbakeberegning.

Kråkenesvatn



Hanangervatn

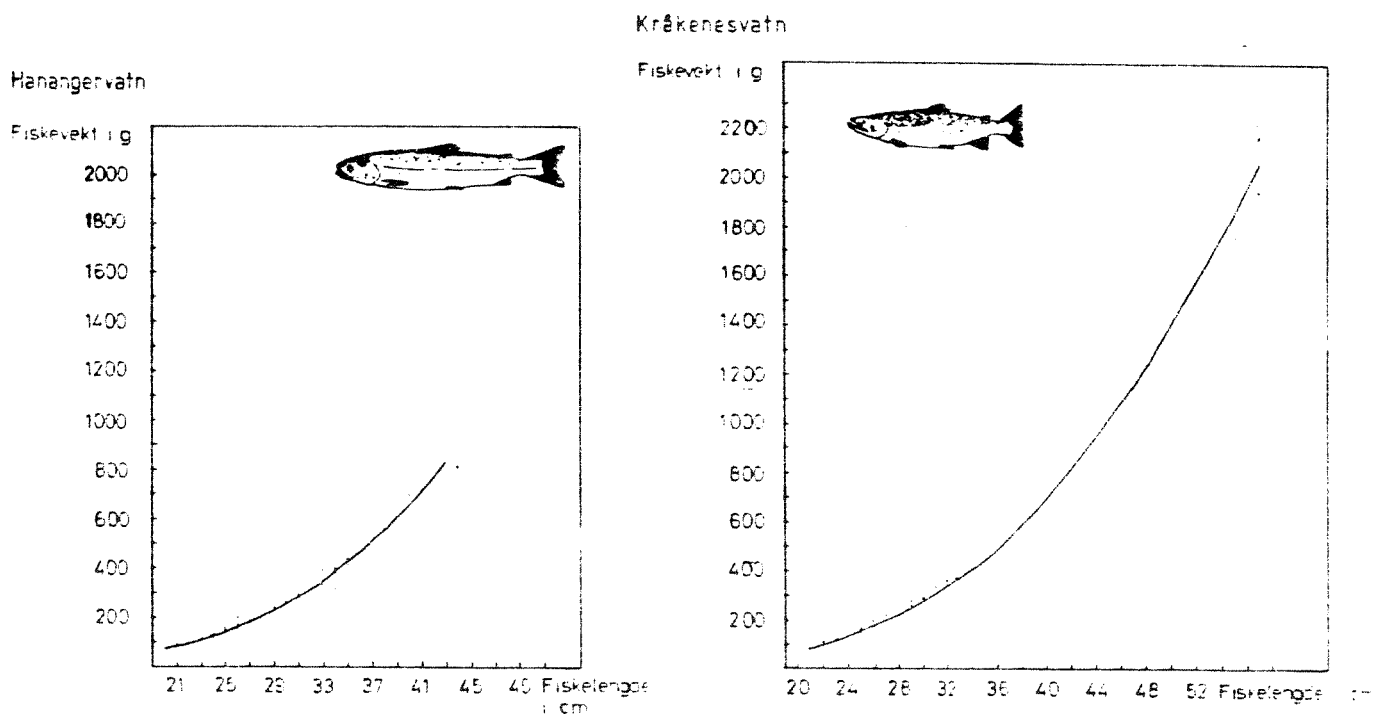


Figur 11. Tilbakeberegnet vekst hos 16 aure fra Kråkenesvatn og 40 aure fra Hanangervatn, april 1982. Beregningene er basert på et linjert forhold mellom otolitradius og fiskelengde. Største og minste fiskelengde er inntegnet.



### 3.5 Forholdet mellom aurens vekt og lengde

Forholdet mellom aurens kroppslengde og vekt i Kråkenesvatn og Hanangervatn er vist i figur 12. Fisken er målt og veid i fersk tilstand. Forholdet mellom aurens lengde og vekt i Kråkenesvatn og Hanangervatn synes å være likt.



Figur 12. Forholdet mellom kroppslengde og kroppsvekt hos 20 aure fanget i Kråkenesvatn (x) og 46 aure fanget i Hanangervatn (o) april 1982.

### 3.6 Aurens kondisjon, fett og kjøttfarge

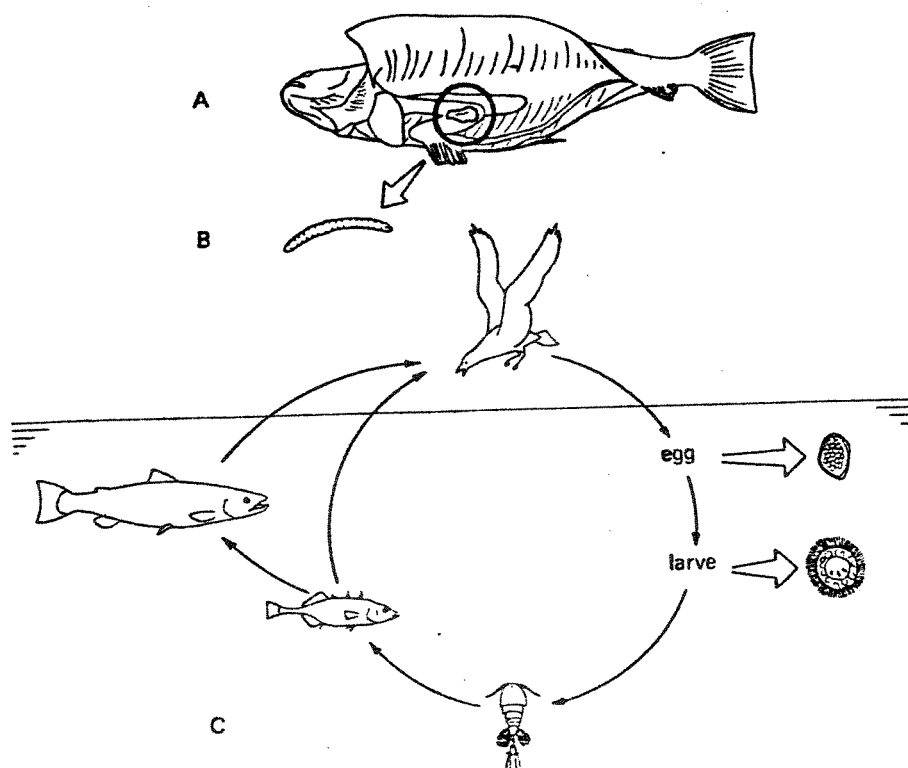
Aurens kondisjon i Kråkenesvatn og Hanangervatn var meget god. K-faktoren var i gjennomsnitt på 1.08 i Kråkenesvatn og 0,96 i Hanangervatn. Til å være fisk fanget så tidlig som i april er dette bra.

Auren hadde tildels store fettavleiringer i bukhulen. I gjennomsnitt lå fettavleiringene på 2.2 i Kråkenesvatn og 1.6 i Hanangervatn. Denne forskjellen skyldes at 19 av 20 aure tatt i Kråkenesvatn ikke var kjønnsmodne. Kjønnsmodne aure har større energibehov enn umodne.

Aurens kjøttfarge var for det meste lys rød, en del av den minste fisken var hvit i kjøttet.

### 3.7 Parasitter

Auren i Kråkenesvatn ble undersøkt m.h.p. parasitter synlige for det blotte øyet. Det ble funnet måkemark (Diphyllobothrium dendriticum) og auremark (Eubothrium crassum). 13 % av auren i Kråkenesvatn var infisert av måkemark, mens 17 % i Hanangervatn. Måkemark har auren som mellomvert og sees som ujevne cyster på auretarmen, dens livsløp er illustrert i figur 13.



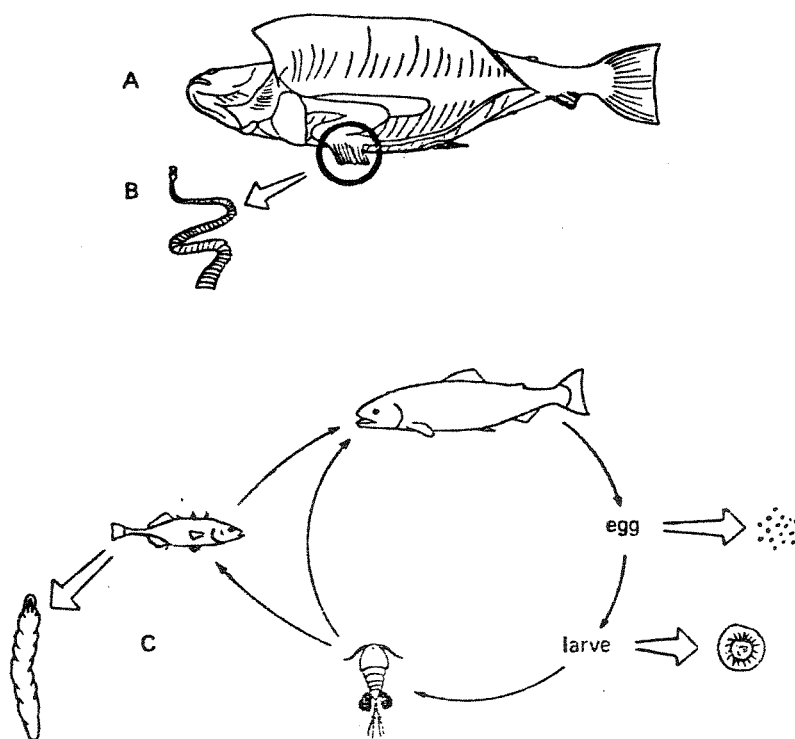
Figur 13. Måkemarkens kretsløp (Jonsson og Matzow, 1979).

A) Aure med cyste utenpå magesekken. Cysten er innringet.

B) Måkemark larve som lever inne i cysten (forstørret).

C) Livsløpet til måkemarken. Egg fra den voksne måkemarken kommer ut i vannet. Det første larvestadiet klekkes i vannet. Hoppekreps som eter disse larvene er neste mellomvert. I cyster i bukhalen til stingsild og aure har måkemarken det larvestadiet som er vist i figuren. Auren kan også bli infisert ved å ete stingsild. Måker og andre varmblodige fisketere er sluttvert for måkemarken.

14 % av auren i Kråkenesvatn var infisert av auremark, mot 85 % i Hananger-  
vatn. De fiskene som hadde auremark var tildels sterkt infiserte. Auremark  
har auren som hovedvert og sees som ferdig utviklet bendelorm i aurens tarm  
og blindsekker, dens livsløp er illustrert i figur 14.



Figur 14. Auremarkens kretsløp (Jonsson og Matzow, 1979).

A) Fisk med den infiserte blindsekkregionen innringet.

B) Auremark (forstørret).

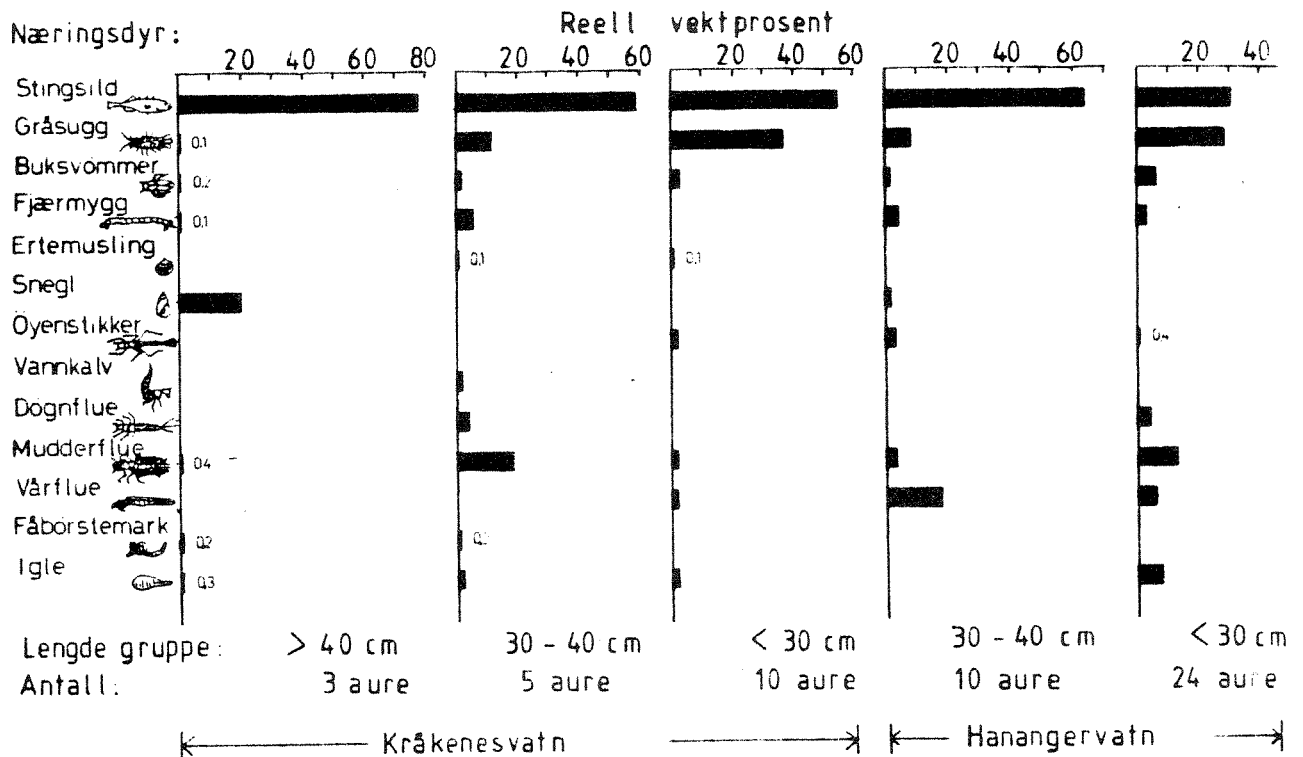
C) Livsløpet til auremarken. Hoppekreps blir mellomvert etter at den har spist auremarklarver. Aure som eter infisert hoppekreps blir sluttvert. Stingsild og annen småfisk kan være transportvert.

### 3.8 Ernæring

#### 3.8.1 Mageinnhold

Tre av aurene tatt i Kråkenesvatn var uten mageinnhold; i fangstene fra Hanangervatn var tolv uten mageinnhold.

Ernæringen var temmelig lik for de ulike fiskestørrelsene og i de to innsjøene (figur 15). Stingsild utgjorde det viktigste bytteobjektet, og det gjaldt især den største fisken. Mindre fisk hadde i større grad utnyttet gråsugger, mudderfluer, vårfluer og andre bunndyrgrupper i tillegg til stingsilden. Hos fisk mindre enn ca. 25 cm ble det ikke observert stingsild. Både trepigget og nipigget stingsild ble observert i magene, og den nipiggede var i klar dominans. Samtlige stingsild som var så godt bevart at de kunne måles, målte lengder i området 3,0-3,5 cm. Som maksimum ble 23 stingsild observert i en auremage.



Figur 15. Ernæringen hos de ulike lengdegrupper av aure fanget i Kråkenesvatn og Hanangervatn, april 1982.

I forbindelse med deres reproduksjonsperiode om våren er eldre gråsugger et lett tilgjengelig næringsobjekt for fisken, og samtlige mageprøver hvor disse forekom var dominert av store hanner. Ved isløsningen vandrer de klekkeferdige mudderfluene inn mot strandkantene og blir i likhet med gråsuggene særlig lett tilgjengelige. Mageprøvene fra denne årstid domineres derfor oftest av særlig store eksemplarer, hvilket også var tilfelle i vårt materiale.

Blant vårfluene hadde fisken utnyttet flere grupper, vanlig forekommende var Molannidae, Phryganeidae, Limnephilidae, Polycentropidae og Hydroptilidae. Døgnfluene ble først og fremst representert av gruppene Leptophlebia og Paraleptophlebia, mens små former tilhørende gruppen Caenis, som var rikt representert i bunnfaunaen, ble utnyttet i liten grad.

Selv om buksvømmere og fjæremygg tallmessig sett var vanlige i mageprøvene, utgjorde de volums- og vektmessig sett ingen stor andel. Blant fjæremyggene var det først og fremst storvokste former av gruppen Tanypodinae som ble utnyttet. Blant gruppen igler var det hundegler (Herpobdella) som først og fremst ble tatt av fisken.

Ved siden av fiskekost utnytter den større auren ofte snegl. Dette var også tilfelle i vårt materiale, og det var først og fremst store damsnegler (Lymnaea peregra) fisken beitet i strandsonen.

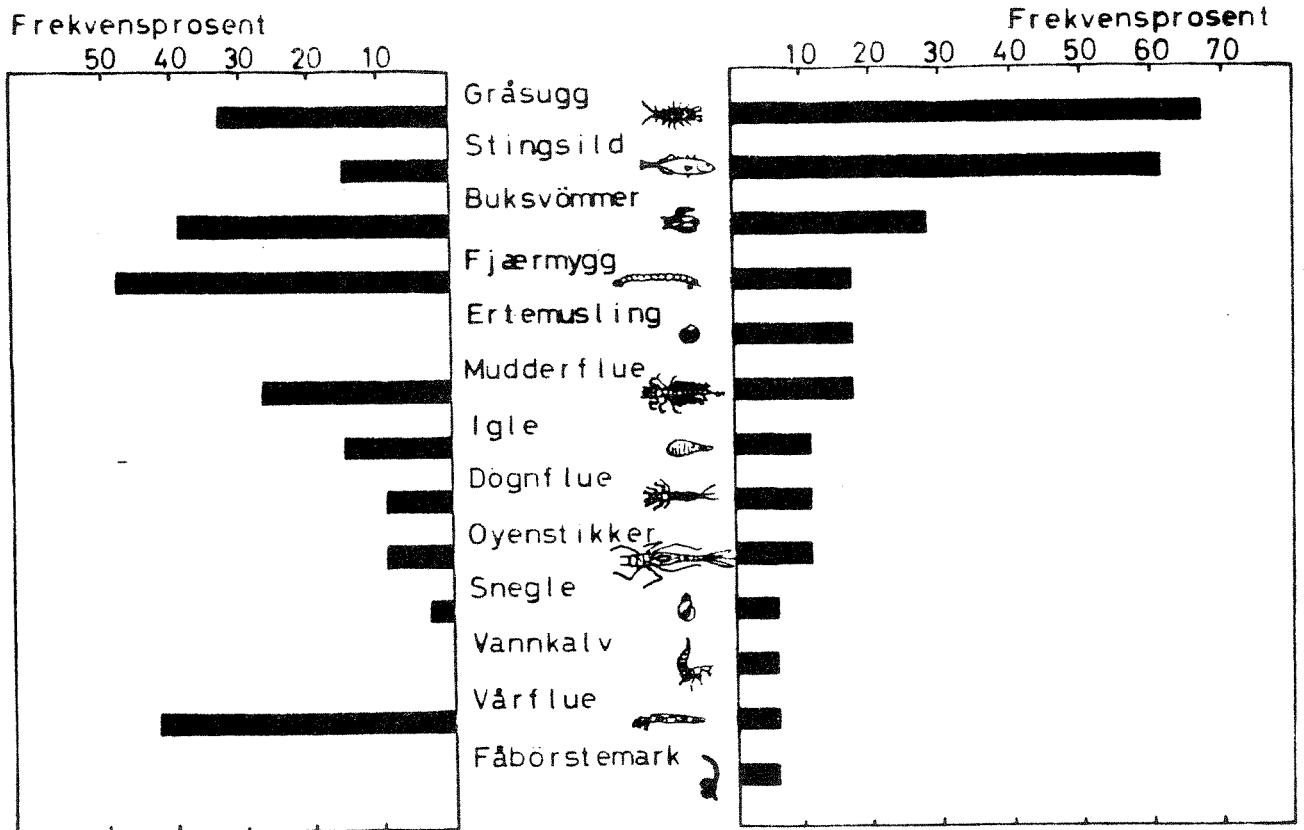
Da materialet er lite og bare omfatter én prøvetaking, har det sin klare begrensning. Generelt sett synes fødevalget å være normalt årstiden og sjøtypen tatt i betraktning. Sett i relasjon til årstiden kunne så stor dominans av stingsild tyde på stor stingsildbestand.

### 3.8.2 Frekvens av næringsdyr

Ved prøvafisket hadde auren spist 13 ulike grupper av næringsdyr (figur 16). I Kråkenesvatn var stingsild mest utnyttet som næringsobjekt, mens fjæremygg og buksvømmere var vanligere i fiskemagene fra Hanangervatn. Dette indikerer muligens at stingsildbestanden var større i Kråkenesvatn enn i Hanangervatn. Det var også en større andel trepigget stingsild i magene til auren tatt i Kråkenesvatn.

Hanangervatn 33 aure

Kråkenesvatn 18 aure



Figur 16. Frekvensprosent av næringsdyr hos aure fanget i Hanangervatn og Kråkenesvatn, april 1982.

Som regel hadde auren et selektert næringsvalg med noen få grupper av næringsdyr i dominans. Tar en utgangspunkt i fisk med middels eller god fyllingsgrad av magesekken, kan aure med følgende næringsvalg utsorteres:

1. Rene fiskespisere med tre- og nipigget stingsild i magen. I de fleste av magene dominerte den nipiggete stingsilden.
2. Fiskespisere med innslag av gråsugger, mudderfluer og buksvømmere i magen.
3. Aure med dominans av gråsugger samt varierende mengder av mudderfluer og buksvømmere.
4. Aure med varierende næringsvalg uten noen dominerende gruppe av næringsdyr.
5. Aure med varierende næringsvalg, men hvor en gruppe av næringsdyr dominerer.

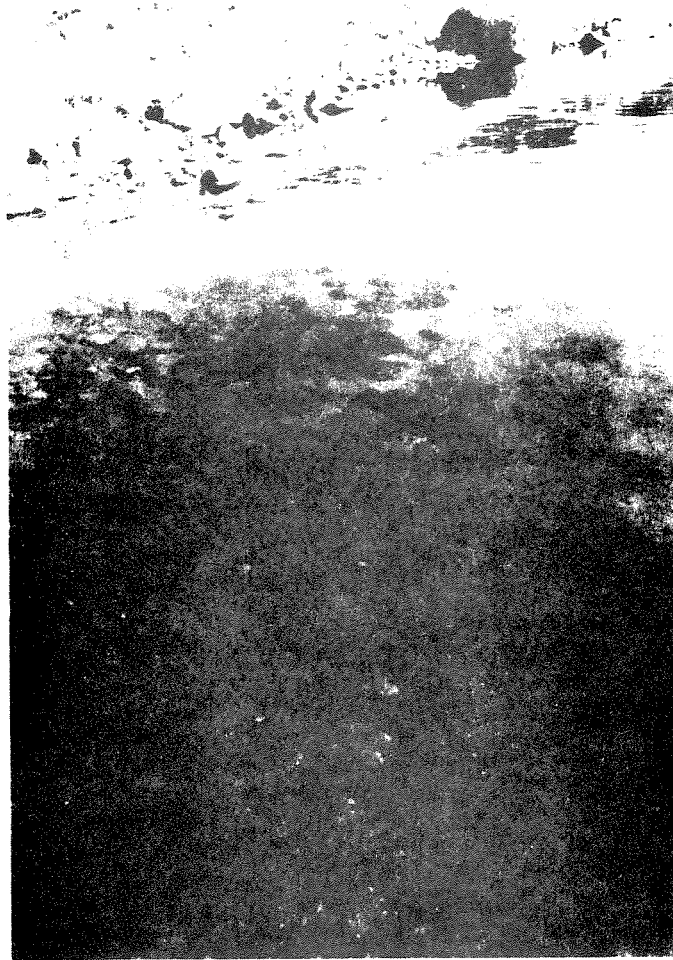
De to første gruppene var vanligst forekommende. Generelt kan sies at aurens næringsvalg var normalt for årstiden og innsjøtypen. Påfallende høy frekvens av buksvømmere indikerer lavt predasjonstrykk, dvs. liten fisketetthet.

### 3.9 Reproduksjonsforhold/gytestrategi

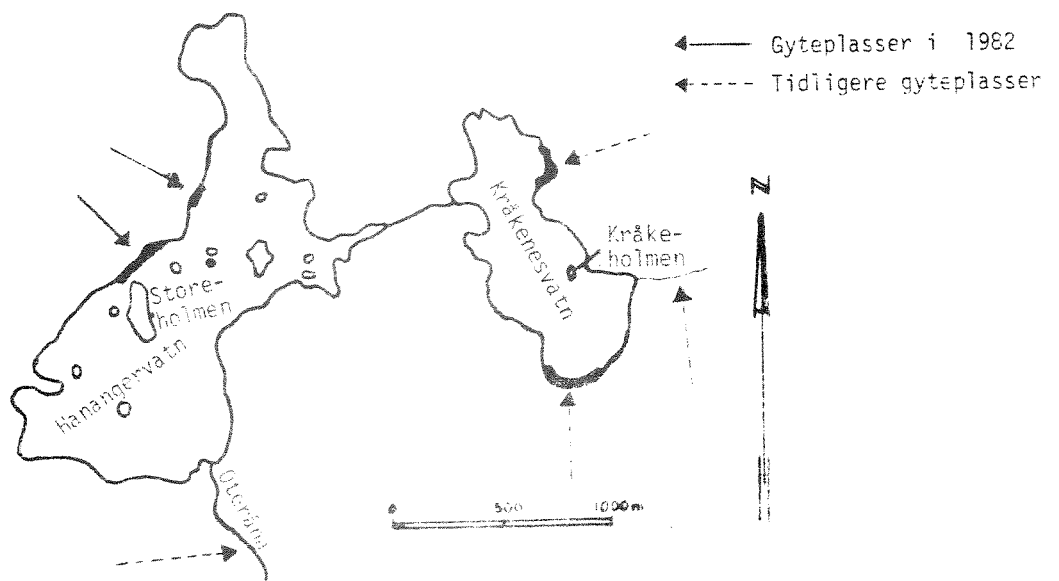
En viktig faktor for opprettholdelsen av den store aurebestanden i Kråkenesvatn og Hanangervatn er de begrensede reproduksjonsmulighetene som foreligger her. Dette bidrar til at innsjøene ikke "overbefolkes", og at aurebestanden ikke blir større enn at den hele tiden har god tilgang på næring og derigjennom god tilvekst. Videre vandrer en del av bestanden ut i sjøen og blir sjøaure, dvs. en del av auren vokser opp i havet med de gode næringsressurser som finnes der. Det foreligger trolig ingen skarp grense mellom sjøaure og den mer stasjonære aurebestanden. Som regel er hannfisken mer tilbøyelig til å bli i lokalbestanden, mens hunnfisken har større utvandringstendens.

Hoveddelen av reproduksjonen til aurebestanden i de to innsjøene skjer i selve innsjøene, der også det meste av gytingen foregår. Gyteplassene karakteriseres av grunnvannspåvirkede områder med stein- og grusbunn (fig.17). I Kråkenesvatn har auren hatt sine viktigste gyteplasser i vannets sydende og langs en strekning i den nordøstre delen (figur 18). Foruten gyting i innsjøen har tilløpsbekken vært utnyttet som gyteplass. I Hanangervatn finnes det to viktige gyteplasser langs vannets vestside. Tidligere var Oteråna en viktig reproduksjonslokalitet (figur 18).

Sammenliknet med gyting i rennende vann er gyteresultatet oftest dårligere ved gyting i innsjøer. I Kråkenesvatn og Hanangervatn vil stor forekomst av ål og stingsild (predasjon og konkurranse) ytterligere bidra til å begrense reproduksjonen av aure. Gjennom sin begrensede reproduksjonsmulighet er aurebestanden i Kråkenesvatn og Hanangervatn særlig ømfintlig, og selv små forandringer i innsjøene og Oteråna kan få drastiske følger for rekrutteringen, bl.a. kan gyteplassene i innsjøene lett ødelegges via økt igjengroing, endrede grunnvannstilsig m.m.



Figur 17. Det meste av auren i Hanangervatn og Kråkenesvatn gyter/gytte i selve innsjøene i grunnvannspåvirkede områder med stein og grus av støpesand størrelse.



Figur 18. Viktige tidligere og nåværende gyteplasser i Kråkenesvatn og Hanangervatn.



#### 4. BUNNDYRFAUNA

Parallelt med prøvafisket ble bunndyrfaunaen i Kråkenesvatn og Hanangervatn analysert. Målsettingen med undersøkelsen var:

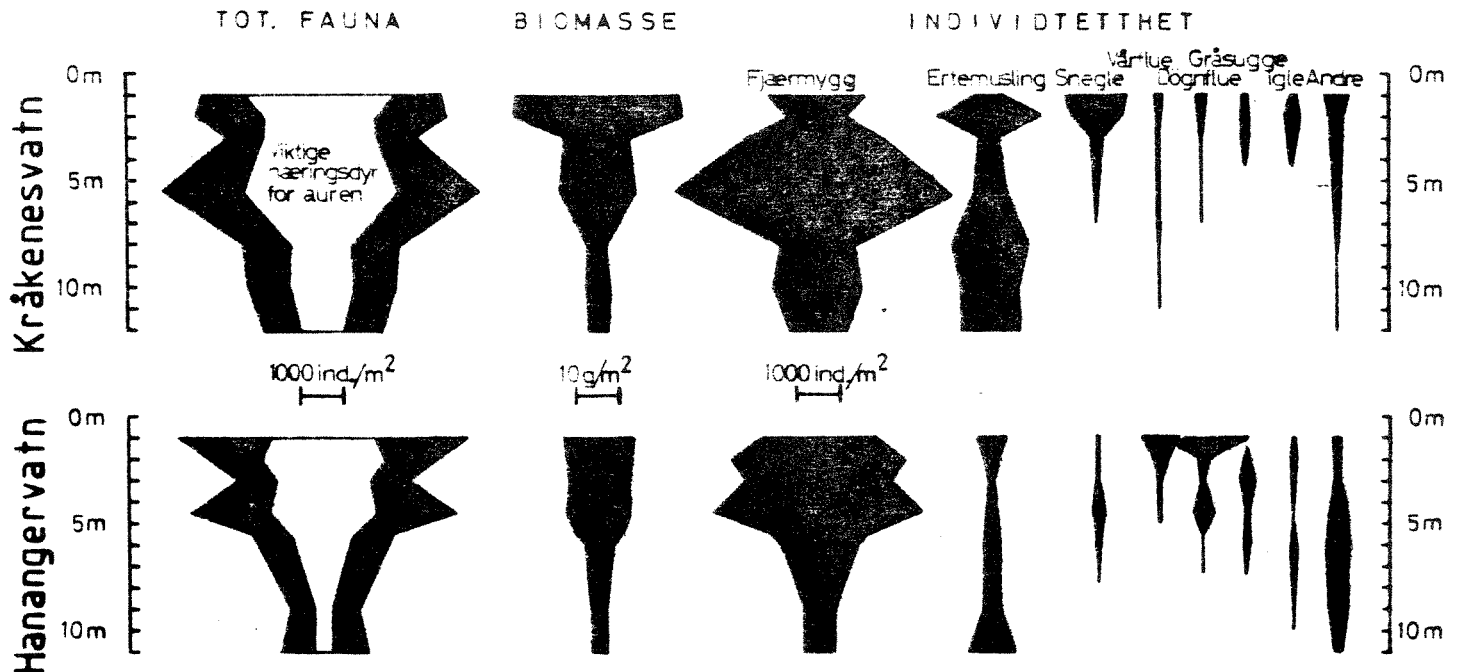
- å skaffe referansemateriale til analysen av fiskens mageinnhold
- å få bedre kunnskap om innsjøenes næringsnivå mht. bunndyrforekomst
- om mulig å få kjennskap til predasjonstrykk av bunndyrspisende fisk på bunndyrfaunaen.

##### 4.1 Metodikk

Prøvene ble samlet inn enkeltvis (i noen tilfeller på større dyp ble det tatt flere parallelle) med Ekmangrabb etter en profil fra største dyp til ca. 1 m dyp. På grunn av stein, grus og/eller tett vegetasjon i strandsonen var det umulig å få representative prøver grunnere enn 1 m. Det innsamlede materiale ble silt gjennom en sil med 0,5 mm netting. Prøvene ble renplukket i levende tilstand. Prøvematerialet ble senere analysert og sortert i større grupper. Dyrenes vekt ble målt som gram våtvekt.

##### 4.2 Resultater og diskusjon

Bunndyrfaunaens mengde og vekt samt de større gruppenes dybdefordeling er vist i tabell 4 og figur 18. Bunnfaunaen viste en mengdemessig fordeling som normalt for innsjøer av denne type (middels næringsrike). Det var to topper, en i de grunne områdene og en på ca. 5 m dyp. Bunndyrfaunaen i de to innsjøene var temmelig like med individtettheter fra 2 000 ind./m<sup>2</sup> i de dypeste partiene til 6-7 000 ind./m<sup>2</sup> på ca. 5 m dyp og i de grunneste områdene. Biomassen (dyrenes totale våtvekt) varierte fra 3 g/m<sup>2</sup> i de dypeste områdene til 15-40 g/m<sup>2</sup> i de grunnere områdene. Rik forekomst av snegler (mest Gyraulus) ga spesielt høy biomasse, f.eks. på 1 og 2 m dyp i Kråkenesvatn (tabell 4). På større dyp dominerte fjærmygg og ertemusling, mens innslaget av andre grupper som igler, gråsugger, døgnfluer, vårfluer og snegler økte mot grunnere områder.



Figur 19. Dybdefordelingen av bunndyr i Kråkenesvatn og Hanangervatn, april 1982.

Blant fjærmyggen dominerte middelstore arter, de fleste tilhørte gruppene Tanypodinae og Chironomini. Disse er som regel gode næringsdyr for auren. Dominans av disse arter i fjærmyggsamfunnet tyder på lavt predasjonstrykk fra bunndyrspisende fisk. Stor forekomst av igler (Helobdella og Herpobdella) og vårfluer av slekten Cyrnus tyder på en forskyvning mot invertebrate predatorer. Stor forekomst av snegler (Gyraulus og Lymnea) og buk-svømmere (disse ble observert i store mengder i strandkanten i begge innsjøene) forsterker inntrykket av lavt predasjonstrykk fra fisk. Gruppen mudderfluer blir som regel underrepresentert når de som i dette tilfelle blir tatt med Ekmangrabb. Dette er ellers en gruppe som øker markert ved lav fisketetthet.

Ifølge bunndyrforekomsten i de to innsjøene skulle det være et meget godt næringsgrunnlag for auren. Til tross for at det fortsatt er stor bestand av ål og tilsynelatende også av stingsild, indikerer faunasammensetningen at predasjonstrykket fra større bunndyrspisende fisk som f.eks. aure er lavt. Dette er mest tydelig i Kråkenesvatn.

Resultatet av bunndyrundersøkelsen underbygger resultatet fra prøvefisket som viser at aurebestanden i Kråkenesvatn og Hanangervatn er meget liten. Videre kan de mislykkede utsettingene av aure i alle fall ikke skyldes næringsmangel i de to innsjøene.

Tabell 4. Bunndyrforekomst i Kråkenesvatn og Hanangervatn uttrykt som individantall/m<sup>2</sup> og våtvekt i g/m<sup>2</sup>, 16. og 17. april 1982.

Dyregruppe	Dyp (m)	Kråkenesvatn								Hanangervatn							
		1	2	3	5,5	8	10	12 Syd	12 Nord	1	2	3	4,5	5,5	6	9	11
Fåbørstemark ( <i>Oligochaeta</i> )		160	200	40	40	-	-	-	-	120	-	40	-	-	-	-	-
Igler ( <i>Hirudinea</i> )		120	320	200	-	-	-	-	40	80	120	80	-	40	160	40	-
Gråsugger ( <i>Aesellus</i> )		120	160	160	-	-	-	-	-	-	80	320	40	-	-	-	-
Vannmidd ( <i>Hydracarina</i> )		40	-	40	-	-	-	40	-	-	-	-	240	80	80	280	80
Døgnfluer ( <i>Ephemeroptera</i> )		240	80	40	40	-	-	-	-	2200	240	40	440	40	40	-	-
Buksvømmere ( <i>Corixa</i> )		120	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biller ( <i>Coleoptera</i> )		40	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vannymfer ( <i>Odonata</i> )		80	-	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	-	-
Mudderfluer ( <i>Sialis</i> )		40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vårfluer ( <i>Trichoptera</i> )		200	80	80	80	40	40	-	40	960	320	40	80	-	-	-	-
Sviknott ( <i>Ceratopogonidae</i> )		80	-	160	40	-	40	-	-	80	40	80	200	400	440	140	80
Fjærmygg ( <i>Chironomidae</i> )		2280	1320	3040	6320	1760	2040	1320	1320	2640	4120	3280	4800	2280	1800	720	760
Muslinger ( <i>Bivalvia</i> )		640	2560	400	760	1800	1280	1360	640	760	320	120	200	360	400	400	1120
Snegler ( <i>Gastropoda</i> )		1480	1120	280	120	-	-	-	120	40	40	80	280	120	160	-	-
$\Sigma$		5640	5920	4480	7400	3640	3400	2720	2160	6880	5400	4080	6280	3320	3080	1580	2040
Biomasse g/m <sup>2</sup>		39,2	40,6	15,2	18,3	4,2	5,5	4,4	3,0	16,1	15,7	14,2	14,7	11,0	6,3	3,8	3,7

## 5. INTERVJUER

Fire personer med lang tilknytning til Kråkenesvatn og Hanangervatn ble intervjuet.

### 5.1 Kråkenesvatn

Kråkenesvatn hadde før en god bestand av til dels stor aure, og kilosfisk var vanlig i fangstene. Bare en meget liten del av fangsten var sjøaure. Vanligst forekommende var fisk på 0,4-0,7 kg, og fisket var best for ca. 25 år siden. Aurebestanden synes å ha hatt en jevn tilbakegang siden 1970, og dette er særlig påfallende fra 1975. Frem til omkring 1970 kunne man på en god kveld få 20-25 aure med en samlet vekt på 10-15 kg på oterfiske, mens man idag bare får enkelte fisk i garn. I de seneste 5-6 år er det ikke sett vakende aure, noe som var vanlig før. Gyting skjedde i grunnvannspåvirkede områder dels i vannets sydende, dels langs vannets vestsida samt i tilløpsbekken fra øst. Hoveddelen av reproduksjonen foregikk i innsjøen. I de siste årene er det ikke sett gytende aure i innløpsbekken eller i vannet. Bestanden av ål har vært og er meget god. Med fiske med 12-15 åluser tas 200-300 kg årlig. I de senere årene har det skjedd en betydelig "tilgroing" av vannet. Bl.a. har de to gyteområdene grodd igjen og blitt ødelagt. Likeså er munningen i gytebekken igjengrodd av et tett takrørbelte. I flere tilfelle er det observert oljefilm/oljeflak på vannoverflaten. Dette var særlig iøyenfallende i 1978 og 79, mens det har vært bedre i 1980 og 81. Man har også observert et brunt, oljeaktig belegg på garnene.

### 5.2 Hanangervatn

Hanangervatn hadde tidligere en god bestand av stasjonær aure og sjøaure. I likhet med Kråkenesvatn var fisken storvokst, og fisk omkring et kilo var vanlig. I middel gikk det 3 fisk pr. kilo i fangstene. Gytingen skjedde/ skjer i perioden desember-januar og hovedsakelig i to grunnvannspåvirkede områder langs innsjøens vestsida. Før oppdemningen foregikk også en utstrakt gyting i utløpsbekken, Oteråna. På grunn av vannføringsreduksjon, forandret bunnsbunnsstans (mere finkornet, jernutfelling) samt igjengroing, synes aurens gytemuligheter å ha blitt ødelagt. Tidligere var det mye småaure i Oteråna. Bestanden av voksen sjøaure var større før reguleringen enn den synes å være

idag. Om våren var det blant annet godt sjøaurefiske på sandbunnen ved utløpsoset. Likeledes ble det gjort gode fangster av sjøaure ("blege") i havet ved Oterånas utløp om høsten. I 1960-årene ble det også fanget enkelte laks i Hanangervatn. Fisket skjer hovedsakelig med garn. Tidligere fisket man også med ruser under gyteperioden. Da kunne det på kort tid bli store fangster, og ca. 50 kg fisk på 3-4 dagers fiske var ikke uvanlig. Gytefisken hadde som regel en vekt omkring et kilo. Ifølge opplysninger fra en av de intervjuede, som i 1971 og 1972 drev omfattende garnfiske i Hanangervatn i store deler av året (april-november), skal uttaket av aure i denne tidsperiode ha ligget i overkant av 2 kg/ha. Den største fangede auren var på 2,7 kg og var av stasjonær type. De største fiskene ble som regel fanget i innsjøens nordre del, der fisken også var mørkere i fargen. Mer blank fisk forekom spesielt ved sandbankene i vannets syde-ende og ved Oterånas utløp fra innsjøen. Det synes å ha skjedd en økt igjengroing av vannet i de siste årene. I likhet med Kråkenesvatn har fisket i Hanangervatn gått tilbake. Brunt, oljeaktig belegg på garnene ble observert i Hanangervatn i 1981, og da særlig i nordenden. Videre synes andelen av "blank" fisk å ha økt i forhold til den "mørke" typen som var vanligst før. Som et kuriosum kan neynes at det for ca. 100 år siden fantes kreps i Hanangervatn.

## 6. KONKLUSJON

Prøvefisket yiste at det var en meget liten aurebestand i Kråkenesvatn. Også Hanangervatn hadde sparsomt med aure, om ikke så påfallende som i Kråkenesvatn. Ovennevnte bestyrkes av mageanalysene og bunndyrprøvene. Dette skulle således bekrefte at det har skjedd en klar tilbakegang av aurebestanden i de to innsjøene, og at tilbakegangen har vært størst i Kråkenesvatn.

Den aurebestanden som fremdeles er i innsjøene er i god kondisjon og har rask tilvekst, hvilket skulle tyde på gode næringsforhold og livsvilkår forøvrig. Prøvefisket viste videre at en hel del av fisken (særlig 3+ og 4+) var smoltifisert og trolig i ferd med å vandre ut.

Hovedårsaken til aurebestandens tilbakegang synes å ligge i en stadig sviktende reproduksjon. Årsaken til dette er trolig en kombinasjon av flere faktorer som gjelder:

- De naturgitte forhold:
  - dårligere gytemuligheter,
  - reduserte muligheter for oppvandring i Otéråna til Hanangervatn.
- Settefisken:
  - for Kråkenesvatn og Hanangervatn dårlig egnet utsetningsmateriale, dvs. ikke den riktige auestammen for innsjøene,
  - for få settefisk i relasjon til de reelle reproduksjonsskader.

Når det gjelder gytemuligheter er samtlige av aurens tidligere reproduksjonslokaliteter blitt dårligere. Gyteområdene i innsjøene har idag til dels grodd igjen. Dette gjelder især for Kråkenesvatn, der det for tiden sannsynligvis er umulig for auren å reprodusere seg. Det samme gjelder tilløpsbekken, hvis munningsområde har grodd igjen av en tett takrørbestand som hindrer fiskens oppgang.

I Hanangervatn er situasjonen bedre, men også her foreligger en tendens til økt igjengroing. Bak igjengroingsfenomenet kan det ligge flere sammenfallende faktorer, f.eks. forandret grunnvannstilsig, en viss eutrofiut-

vikling (økt nærings salttilførsel) samt redusert gyteaktivitet på grunn av redusert aurebestand. Ved aktiv gyting der mange deltar kan gyteområdene holdes rene. Avtar aktiviteten, øker muligheten for igjengroing. Det blir en form for kjedereaksjon med stadig dårligere reproduksjonsforhold.

Redusert vannføring, økt jernutfelling og utbygning av demninger i Oteråna har idag nesten/evt. helt ødelagt Oteråna som reproduksjonslokalitet. Videre har den fisken som vandrer ned i elven begrensede muligheter for å vende tilbake til Hanangervatn. Både sjøaurebestanden og den stasjonære bestanden berøres av ovennevnte.

Da en bedømte behovet for utsetting av settefisk tok en utgangspunkt i en viss reproduksjonsskade. Ser en imidlertid på situasjonen idag og tar hensyn til reproduksjonsforholdene samt at det finnes en stor åle- og stingsildbestand i innsjøene, synes settefiskpålegget for lite. Videre vil det være bedre med fisk som er to somre gammel i stedet for én. Det vil med andre ord si at tilslaget av de utsetninger som er foretatt hittil har vært begrensete, og de har på ingen måte kunnet opprettholde aurebestanden. I tillegg kommer at utsetningsmaterialet ikke er fra den stede egne stammen. Den stammen man har anvendt kan ha vanskelig for å "aklimatisere" seg i innsjøene og/eller ha stor naturgitt vandringstendens. I begge tilfeller kan man få stor utvandring av ungfisk, som gir dårlig tilslag av større fisk og dermed dårlig fiske. God næringstilgang og rask vekst samt utslipp av fremmede stoffer som f.eks. lakserolje kan muligens forsterke utvandringstendensen. I det første tilfellet øker "smoltifiseringen", mens fisken skyr innsjøene i det siste tilfellet.

En kan ikke helt se bort fra eventuelle giftvirkninger. Det gjelder særlig Kråkenesvatn. Igjengroingen av gyteplassene kan være et resultat av redusert gyteaktivitet fordi rekrutteringen til aurebestanden er ødelagt av giftvirkninger. Det foreligger dog intet i vårt materiale som kan bekrefte eller evt. avkrefte dette.

Ut fra det foreliggende materiale kan det hverken bekreftes eller avkreftes at den fremsatte predasjonshypotesen kan forklare de biologiske forandringer

som er dokumentert i Kråkenesvatn. Prøvefisket skulle ikke tyde på at stingsildbestanden er unormalt stor, det synes imidlertid å være tettere stingsildbestand i Kråkenesvatn enn i Hanangervatn. Vider må det fastslås at alle forstyrrelser som er registrert i Kråkenesvatn de siste år ikke kan forklares fullstendig ut fra den oppsatte hypotese. Økt beitetrykk på dyreplanktonet p.g.a. økt forekomst av stingsild kan formodentlig ha vært en forsterkende effekt.

### Forslag til handlingsprogram

- Reproduksjonen baseres i større grad på utsetning, og utsetningsmaterialet tas fra den lokale stammen. Stamfisk tas med ruse under gyteperioden i Hanangervatn.
- Årlig utsetting av 2-somrig aure. De første årene foreslås at det settes ut 7 000 stk. i Hanangervatn og 3 000 stk. i Kråkenesvatn. En vil videre foreslå at Sørlandets Fiskestammeoppdrett aler opp settefisken, og at den utsatte fisken merkes delvis med finnekipping og delvis med brikke-merker.
- Fiskeutsetningen følges opp med prøvefiske, og utsetningsantallet justeres ut fra behovet til enhver tid.
- Tidligere, nå igjengrodde gyteplasser restaureres.
- Mulighetene for fiskens vandring til/fra Oteråna forbedres. Det kan lett bygges en enkel fisketrapp (evt. flere trapper) her.
- Utslipp av returvann begrenses så langt mulig, helst fullstendig.
- Utslipp av næringsalter (særlig fosfor) fra den menneskelige aktivitet i innsjøenes nedbørsfelt begrenses mest mulig.
- Da det vil ta noen år før en eventuelt kan bygge opp en god aurebestand, foreslås utsetning av stor regnbueørret i porsjonsstørrelse i den hen-



sikt å opprettholde fisket i innsjøene. Samtidig kan en få bekreftet om det eventuelt foreligger gifteffekter. Videre kan regnbueørreten beite ned stingsildbestanden og derved skape bedre økologisk balanse.

- En opprensning av Stokkesundet må ikke foretas før forholdene i Kråkenesvatn er normalisert.

Til slutt vil en anmerke at Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk må vurdere og ta ansvar for det som skal gjøres. Ovennevnte er bare ment som et forslag.

## 7. LITTERATUR

Dahl, K., 1917. Studier og forsøk over ørret og ørretvand. Centraltrykkeriet, Kristiania, 107 s.

Jensen, K.W., 1972. Drift av fiskevann. Fisk og fiskestell 5. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk: 1-61.

Jonsson, B., Matzow, D., 1979. Fisk i vann og vassdrag. H. Aschehoug & Co., Asker, 160 s.