

Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse  
med eutrofiering av Vansjø, Østfold.

Åge Brabrand

## FORORD

Våren 1978 ble Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske ved Zoologisk museum i Oslo kontaktet av Vansjøutvalget for planlegging og gjennomføring av en fiskeribiologisk undersøkelse av Vansjø. Undersøkelsens målsetting har i første rekke vært å gi en fiskeribiologisk beskrivelse av innsjøen i forbindelse med den eutrofiering som har funnet sted.

Innsamling av materiale har foregått i tiden 13.6-17.6.1978, 21.8.-24.8.1978 og 11.10.-13.10.1978 av Tormod Knutsen, Per Backe-Hansen, Jan-Olav Styrvold og undertegnede.

Jan-Olav Styrvold har også stått for oppsetting av regnemaskinprogrammer for tilbakeberegnet og empirisk fiskevekst. Konservator Per Pethon har stått for nærmere undersøkelse av "flatfiskene" brasme, flire og enkelte krysninger.

Det rettes en takk til alle som har vært engasjert og konsultert i forbindelse med denne undersøkelsen.

Oslo, 4.4.1978

Åge Brabrand

## INNHOOLD

SAMMENDRAG .....	4
INNLEDNING .....	6
OMRÅDEBESKRIVELSE .....	8
METODER .....	9
RESULTATER .....	13
Regional fordeling .....	14
Pelagisk fiske .....	17
Alder og vekst .....	19
Næringsvalg .....	24
Størrelses-selektiv beiting .....	31
DISKUSJON .....	33
FISKERIBIOLOGISKE TILTAK .....	41
LITTERATUR .....	43

## SAMMENDRAG

Brabrand, Å. 1979. Fiskeribiologisk undersøkelse i forbindelse med eutrofiering av Vansjø, Østfold. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 40:42pp

Det ble i 1978 utført en fiskeribiologisk undersøkelse i Vansjø. Hensikten var å belyse innsjøens fiskeribiologiske status, spesielt sett i sammenheng med den raske eutrofiering som har funnet sted i tilløpselvene og i selve innsjøen. Videre blir det redegjort for mulighetene for å redusere eutrofieringsutviklingen gjennom regulering av fiskebestanden.

Innsamling av materialet ble foretatt med not, bunngarn, flytegarn, elektrisk fiskeapparat og line. I tillegg ble det foretatt registreringer med ekkolodd.

Innsjøen har idag en stor bestand av abbor, hork, gjedde, sørv, flire, mort, laue og brasme, mens bestanden av ål, lake, gjørs og krøkle er vanskelig å vurdere på grunnlag av denne undersøkelsen. Mort, laue og brasme dominerer totalt i antall og i biomasse. Både mort og laue synes å oppholde seg både i pelagialen og i littoralsonen, mens brasma holder seg littoralt, spesielt der det er mudderbunn med lite vegetasjon.

Ernæringsundersøkelser har vist at gjedde, gjørs og abbor (over 15 cm) konsumerte fisk, først og fremst mort og laue. Mindre abbor ernærte seg av insektlarver og zooplankton. Brasme og hork konsumerte nesten utelukkende bunndyr fra bløt mudderbunn. I littoralsonen spiste laue og mindre mort zooplankton (dominert av Bosmina sp. og Daphnia cristata). Større mort spiste bunndyr og makrovegetasjon. Mort og laue som ble tatt i pelagialen, hadde nesten utelukkende konsumert zooplankton (Bosmina sp. og Daphnia cristata).

Zooplanktonsamfunnet var i august og oktober dominert av Bosmina (først og fremst B. longispina), Daphnia cristata

og cyclopoide copepoder. Artssammensetningen tyder på størrelses-selektiv nedbeiting av zooplanktonsanfunnet fra fisk. I august ble det også påvist at laue prefererte de største individene av D. cristata og Bosmina sp..

Det foreslås at det settes igang et organisert fiske i større målestokk i Vansjø, spesielt av ikke-rovfisker som idag praktisk talt ikke beskattes. Avkastning på lang sikt vil kunne ligge på størrelsesorden av 500-1000 tonn/år.

Beskatningen bør i første rekke konsentrere seg om mort, laue, brasme, flire, hork, sørv og småabbor. Det antas at dette vil ha en dempende virkning på eutrofieringsforløpet gjennom redusert nedbeiting av algespisende zooplanktonformer og gjennom redusert spredning av finfordelt makrovegetasjon og bunnsedimenter i vannmassene i form av faeces. Dessuten vil et hardt fiske i seg selv representere næringsstap fra innsjøen, for fosfor (P) av størrelsesorden 7.5-15 tonn/år.

En demping av eutrofieringen vil være avhengig av at det fiskes på de riktige arter og årsklasser, og at fisket drives tilstrekkelig hardt.

## INNLEDNING

Med utgangspunkt i de rapporter som omhandler selve Vansjø eller deler av Vansjøns nedbørsfelt (NIVA 1966, NIVA 1968, NIVA 1977), synes det klart at innsjøen de siste år meget raskt har beveget seg i en eutrof retning. Det har ifølge NIVA (1977) siden 1964 skjedd mer enn en fordobling av mengden fosfat og nitrat i innsjøen i vinterhalvåret. Da undersøkelser både i 1964 og 1977 viste at de øvre vannlag praktisk talt ble tømt for fosfor, regnes fosfor som begrensende faktor for planktonalgenes vekst i Vansjø. Således har også mengden planktonalger økt meget sterkt siden 1964, og algemengden i innsjøen regnes som et betydelig problem ved utnyttelse av Vansjø til ulike bruksområder. Det må imidlertid påpekes at innsjøen er preget av store regionale variasjoner både med hensyn til algemengden og de algegrupper som dominerer. Eksempelvis blir det påpekt (NIVA 1977) at algemengden i Vanemfjorden (nordvestlig basseng) er dobbelt så stor som i Storefjordens sentrale områder, og innslaget av blågrønnalger er også betydelig større i Vanemfjorden.

Den meget betydelige næringssaltbelastningen har også resultert i en kraftig utvikling av den høyere vegetasjonen langs land, samt av påvekstalger som delvis sitter på vegetasjonen eller på annet egnet substrat. Begroingen synes å være meget betydelig i Hobøl-elvas nedre deler og ved innløpet til Vansjø, i grunne viker og bukter i Storefjordens sydlige og vestlige deler og i store deler av Vanemfjorden.

En endring i innsjøens primærproduksjon (kvantitativt og kvalitativt) vil være av betydning for innsjøens øvrige organismer, fiskefaunaen inkludert. Virkningen på fisk kan skje gjennom en endring av miljøet på fiskens oppholdssteder (øket vegetasjon, endring av bunnforhold, o.s.v.) eller mer indirekte gjennom en endring i fiskens næringsgrunnlag.

Med økende næringssaltbelastning (innen visse grenser) vil det generelle mønster være at produksjonen av fisk vil øke, og at det vil skje en artsforskyvning til fordel for de arter som tåler miljøendringene best (Hartmann 1977). Der innvandring tillater det, vil det her i landet skje en artsforskyvning fra de oligotrofe/mesotrofe arter som sik, lagesild, krøkle til de mer typisk eutrofe artene mort, laue, brasme, flire, m.fl.

Selve produksjonsøkningen (kg fisk/ha/år) er basert på en øket primærproduksjon (makrovegetasjon og planteplankton), og kan være meget betydelig. Sålenge oksygenforholdene er tilfredsstillende vil fiskeproduksjonen bli opprettholdt på et høyt nivå.

Det er imidlertid slik at organismene også har en tilbakevirkning på det miljøet de lever i. Dette gjelder også for fiskefaunaen, som gjennom sitt næringsopptak i betydelig grad vil kunne påvirke bunndyrfaunaen, vegetasjonsforholdene og planktonsammensetningen både i de frie vannmasser (pelagialen) og i strandsonen (littoralen). Fiskebestanden inntar derfor en sentral plass i eutrofe innsjøer, og kan i betydelig grad påvirke selve eutrofieringsforløpet (Brooks & Dodson 1965, Hartmann 1977, Stenson et al. 1978). Den foreliggende rapport har som målsetting å gi en beskrivelse av innsjøens fiskeribiologiske status med hensyn til den eutrofiering som har funnet sted. Videre vil fiskebestandens betydning for det videre eutrofieringsforløp bli diskutert. Da det tidligere ikke er foretatt systematiske fiskeundersøkelser i Vansjø, er det i denne undersøkelsen lagt mest vekt på de dominerende fiskeartene.

## OMRÅDEBESKRIVELSE

Vansjø har et totalt nedbørsfelt på 690 km<sup>2</sup>, og ligger i kommunene Moss, Rygge, Råde, Våler, Hobøl, Spydeberg, Ski og Enebakk. Selve innsjøen har et overflateareal på 35,8 km<sup>2</sup>, fordelt på 23,8 km<sup>2</sup> på Storefjorden (østlige basseng) og 12,0 km<sup>2</sup> på Vanemfjorden (vestlige basseng). Storefjorden er et relativt dypt (maksimaldyp ca. 40 m) og åpent basseng, med endel holmer, skjær og fjordarmer. Vanemfjorden er et betydelig grunnere basseng (maksimaldyp ca. 16 m), bestående av en rekke fjordarmer, mer eller mindre atskilt av trange sund.

De viktigste tilløpselvene til Vansjø er Hobølelva, Veidalselva, Trollhetta og Sæbuelva, som alle renner inn i Storefjordbassenget. Av disse er Hobølelva den største. Avløp skjer gjennom Moss-elva. En betydelig næringssalttilførsel til Vansjø skjer bl.a. gjennom disse tilløpselvene, forårsaket av jordbruksavrenning, husholdningskloakk og industri.

Den store produksjonen av plantemateriale (plankton og høyere vegetasjon) som idag foregår i innsjøen har ført til en viss reduksjon i oksygeninnholdet i dyplagene i Storefjordbassenget under sommerstagnasjonen, mens oksygenreduksjonen i Vanemfjorden var langt større (NIVA 1977). I denne delen av innsjøen var det en betydelig oksygenreduksjon mot bunnen store deler av året, noe som vil kunne være av stor betydning for innsjøens "selvgjødsling", dersom innholdet av fosfat i sedimentene er stort.



## METODER

Innsamling av materiale har foregått med not, bunngarn, flytegarn, elektrisk fiskeapparat og line. Stasjonenes beliggenhet er vist i Fig. 1 (også vist på innsiden av forsidepermen) med angivelse av de ulike redskapstypene. St. 1 - 3 ligger i Vanemfjorden, St. 4 i Nåløyet, St. 5 - 10 i Storefjorden, mens St. 11 og St. 12 ligger henholdsvis ved Hobølelvas utløp og et stykke oppe i Hobølelva.

Materialinnsamlingen ble foretatt på samme måte i juni og august, bortsett fra at St. 12 bare ble benyttet i august og at det ble fisket med line på St. 3 i august. I oktober ble det kun fisket med flytegarn på St. 6, med bunngarn på St. 3 og med elektrisk fiskeapparat (utgangsspenning på 1600 V, frekvens på 40 og 80 Hz) i strandsonen på St. 3, St. 4 og i strandsonen nord for St. 6 for innsamling av årsyngel.

### Notfiske

Innsamling av fisk ved hjelp av not ble foretatt med landnot med maskestørrelse 7,5 mm (84 omfar), totallengde 50 m og høyde på midten 5 m (ved ørene 3 m).

### Bunngarn

Til bunngarnfisket ble det benyttet monofilamentgarn, ca. 24 x 1,5 m, av følgende maskevidde i millimeter (omfar i parentes): 52 (12), 45 (14), 39 (16), 35 (18), 29 (22), 26 (24), 22,5 (28), 19,5 (32), 16 (40), og 10 (62). Garn ble bundet sammen og satt som en garnlenke.

### Flytegarn

Til flytegarnfisket ble det benyttet tre monofilamentgarn, ca. 24 x 6 m med maskevidde 18, 32 og 40 omfar. Disse ble bundet sammen i en garnlenke som ble satt fra overflaten og ned. Garnlenka dekket derved vannprofilen fra overflaten og 6 m ned. Under uttakningen av fisk ble garn delt inn i en-meters høyder og antall fisk av hver art ble notert.

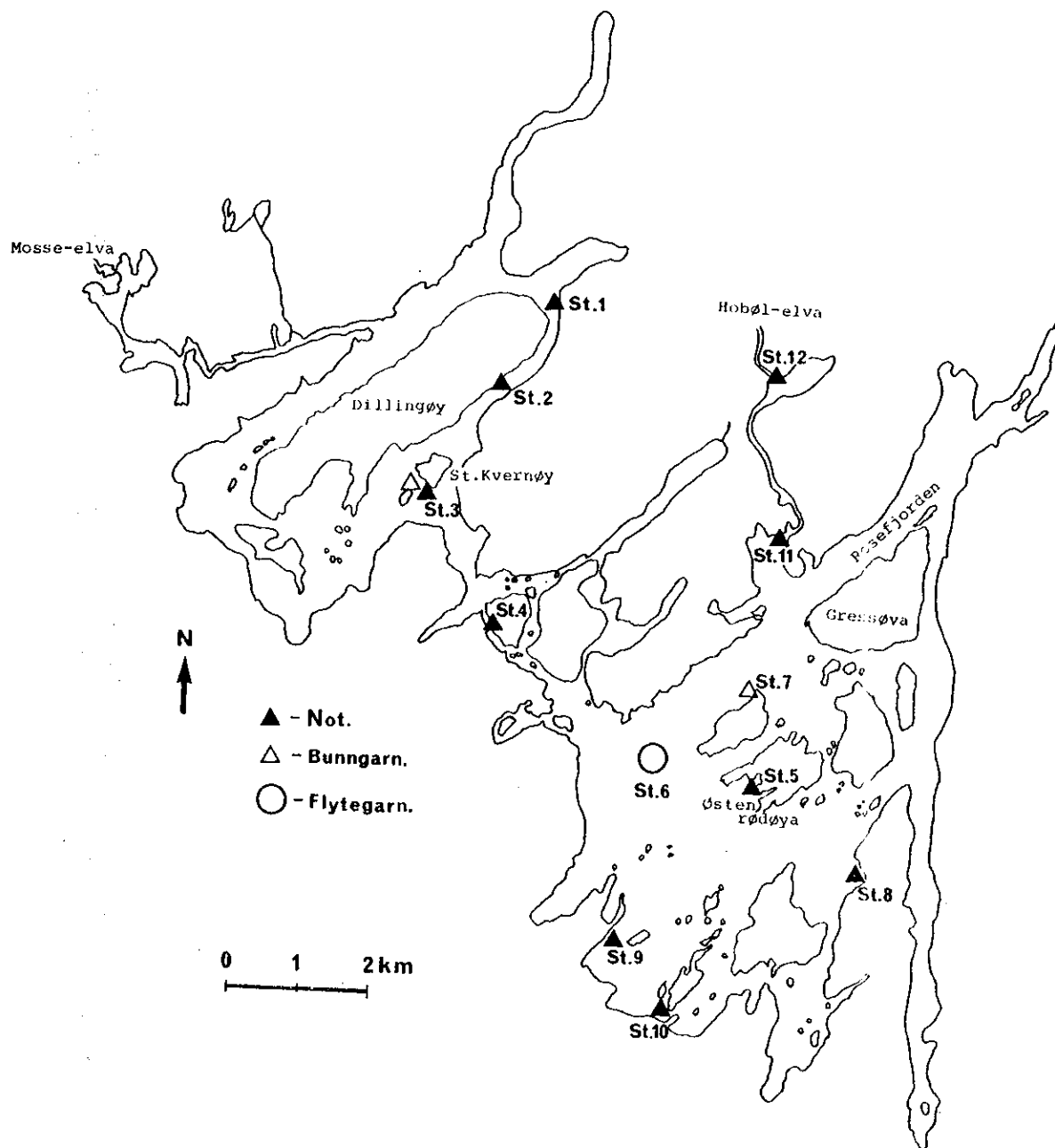


Fig.1. Vansjø med plassering av innsamlingsstasjoner og bruk av ulike redskap.

For registrering av fisk i de frie vannmasser i Storfjorden ble det i tillegg til flytegarn benyttet ekkolodd (i juni og august type Simrad EY, i oktober type Simrad Skipper Marina 707 C). Ekkoloddregistreringene i Storefjordbassenget ble foretatt både på dagtid og nattid i juni, august og oktober.

#### Alder og vekst

Til alders- og vekstundersøkelse ble et utvalg fisk fra notfangstene i august undersøkt. For hork ble i tillegg garnfangster fra oktober benyttet. For gjørs ble materiale fra august og oktober brukt sammen med innsamlet materiale fra lokale fiskere. I Tabell 1 er stilt opp hvilke fiskearter som er undersøkt med hensyn til alder og vekst, og hvilke beinstrukturer som er brukt.

Tabell 1. Fiskearter undersøkt m.h.t. alder og vekst, og hvilke strukturer som er benyttet.

	Skjell	Ørestein (Otolitt)	Gjellelokkbein (Operculum)
Mort			X
Laue		X	
Brasme			X
Flire			X
Brasme/Flire			X
Hork		X	
Abbor			X
Gjørs	X		

Øresteinene ble tørket og avlest under lupe i glycerol. Gjellelokkbein ble tørket etter at fett og kjøttrester var fjernet med varmt vann. Avlesningen foregikk ved hjelp av lupe. For gjørs ble skjellene presset i celluloid og avlest ved hjelp av projektor.

#### Mageanalyser

Mageprøver ble tatt av fisk fra de frie vannmasser (fra flytegarn på St. 6) i Storefjorden i juni, august og oktober. Det dreide seg her i første rekke om mort og laue. For de artene som er tatt på grunnområdene er materialet til mageanalyser tatt fra St. 9 og St. 3 i august. For mort, laue og abbor er fiskematerialet herfra inndelt i lengdegrupper, for de øvrige arter er materialet slått sammen. Mageinnholdet ble bestemt under lupe. Voluminnholdet av hver næringsgruppe ble bestemt etter poengmetoden (Hynes 1950, med visse modifikasjoner).

#### Zooplankton

I august ble det foretatt kvalitativ innsamling av zooplankton fra Vanemfjorden (St. 1 - 3) og Storefjorden (St. 5 - 11) ved hjelp av horisontaltrekk i overflaten med planktonhåv (90  $\mu$ ). I tillegg ble det foretatt kvantitativ innsamling i august på St. 6 med vannhenter (2 l) fra 0, 2, 5, 7.5, 10, 15 og 20 meters dyp.

RESULTATER

De fiskearter som er påvist i Vansjø under prøvefisket i 1978 er vist i Tabell 2. Deres relative hyppighet er angitt. I tillegg til disse artene finnes lake, steinulke, niøye og ørret (meget sjelden) i Vansjø.

Tabell 2. Fiskearter påvist under prøvefisket sesongen 1978, med angivelse av relativ hyppighet.

	Sjelden	Vanlig	Meget tallrik
Gjeddefam.			
Gjedde		+	
Abborfam.			
Hork			+
Abbor			+
Gjørs		+	
Laksefam.			
Krøkle		+	
Karpefam.			
Mort			+
Laue			+
Brasme			+
Flire			+
Sørv		+	
Sørv/Flire	+		
Mort/Brasme	+		
Mort/Flire	+		
Brasme/Flire		+	
Alefam.			
Al		+	

### Regional fordeling

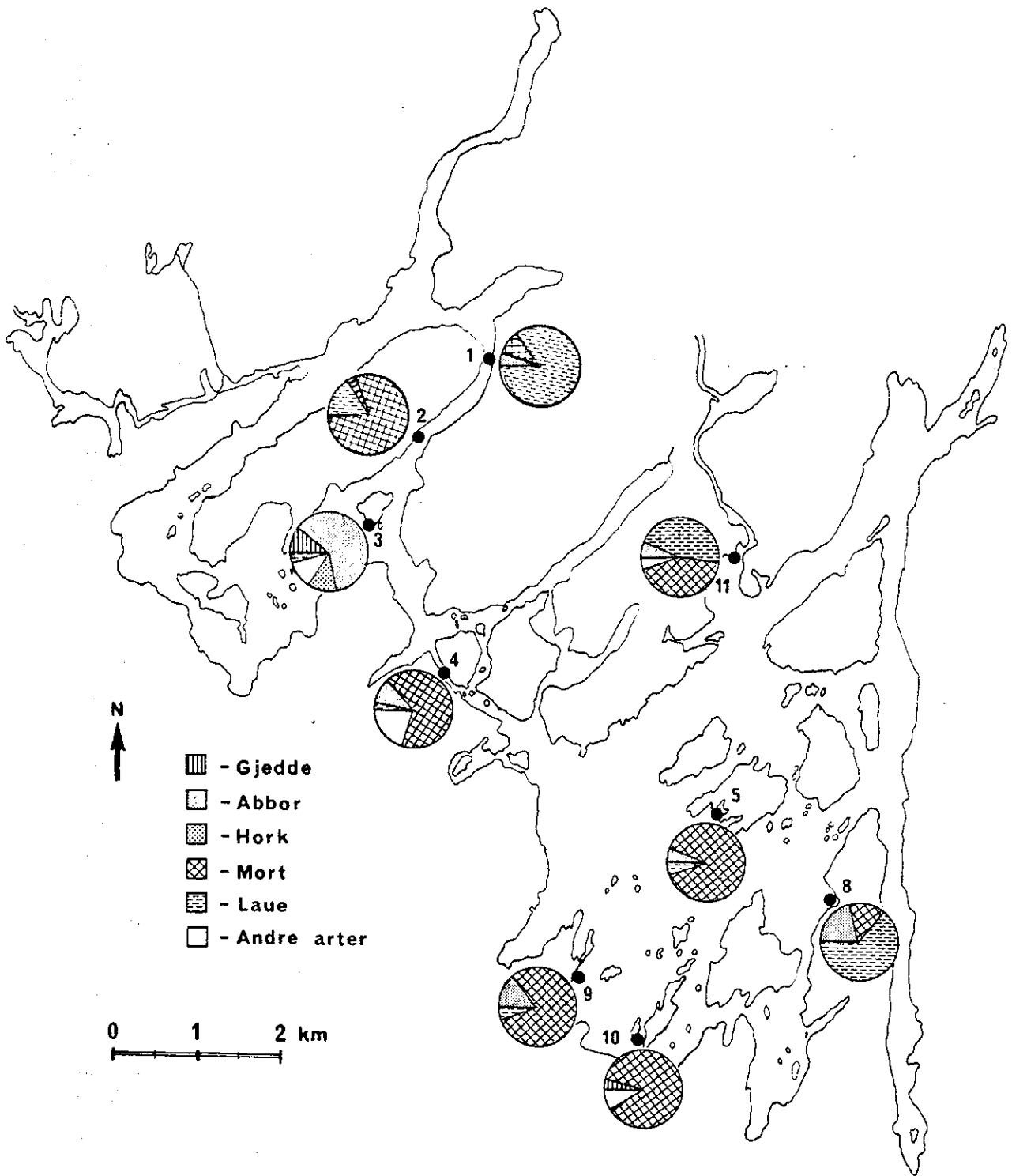
Fiskeartenes regionale fordeling i strandsonene er for juni og august vist i henholdsvis Fig. 2 og Fig. 3. Det gjennomgående bildet er at en eller to fiskearter dominerer i antall. Når det gjelder forholdene i Vanemfjorden (St. 1 - 3), så er de dominert av laue og abbor, tildels også mort i juni. I august ble det imidlertid registrert meget store mengder hork på St. 1 og St. 2, mens denne arten bare i beskjedent antall ble observert i juni på St. 3.

Kategorien "andre arter" (Fig. 2 og Fig. 3) var i Vanemfjorden først og fremst dominert av brasme, flire og krysninger mellom disse.

På St. 4 og på stasjonene i Storefjordens strandområder var det både i juni og august en klar dominans av mort, med unntakelse av St. 8 i juni og St. 5 i august. Her var det dominans av henholdsvis laue og abbor.

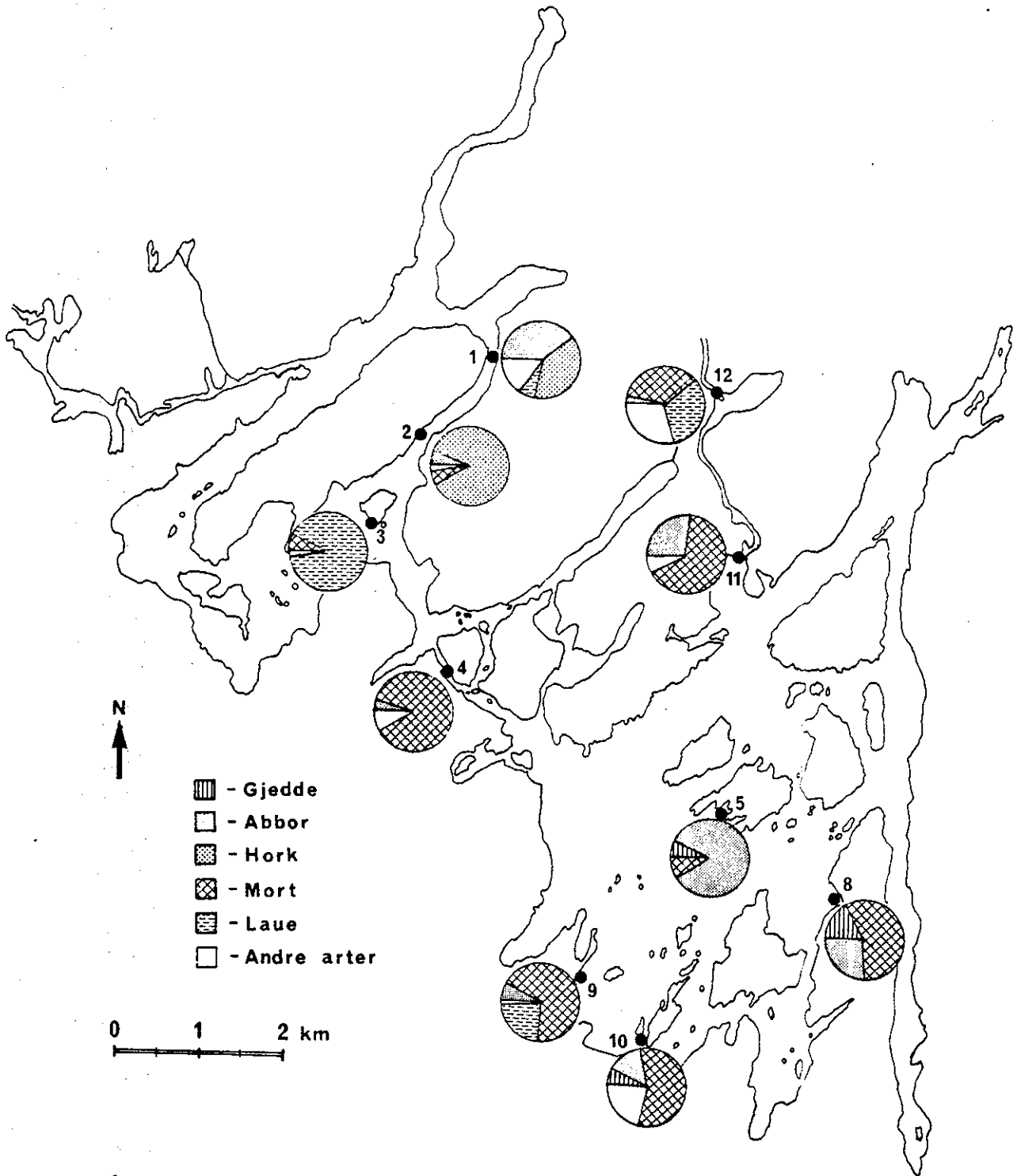
Det er verdt å merke seg at innslaget av brasme, flire og krysninger mellom disse er langt mer beskjedent på stasjonene i Storefjorden, sammenlignet med Vanemfjorden, mens sørv overhodet ikke ble påvist i Vanemfjorden. Denne arten ble derimot påvist i små mengder på de fleste stasjonene i Storefjorden. St. 4 i Nåløyet har både i juni og august likheter med artssammensetningen i både Vanemfjorden og Storefjorden. Morten dominerer som i Storefjorden, og sørv er registrert i lite antall, i tillegg til brasme, flire og krysninger mellom disse. Det samme må sies om St. 11 og St. 12, ved henholdsvis Hobøl elvas utløp og et stykke oppe i elva, med store mengder mort og laue og et lite innslag av sørv, brasme, flire og krysninger.

Av rovfiskene ble gjedde registrert i at lite, men regelmessig antall på de aller fleste stasjonene, mens gjørs ikke ble registrert i notfangstene.



Juni-78

Fig.2. Regional fordeling av fiskearter i Vansjø, basert på notfangster i strandsonen, juni 1978.



August -78

Fig. 3. Regional fordeling av fiskearter i Vansjø, basert på notfangster i strandsonen, august 1978.



### Pelagisk fiske

For registrering av fisk i de frie vannmasser er det benyttet flytegarv på St. 6, omtrent midt i Storefjordbassenget over ca. 40 meters dyp. Dette er benyttet både på dagtid og natttid i juni og august, men bare om natten i oktober. Registreringer med ekkolodd ble foretatt både dag og natt i juni, august og oktober på St. 6. I tillegg ble det kjørt flere profiler i Storefjorden og på terskelen inn mot Rosefjorden.

Både flytegarvfisket og registreringene med ekkolodd viste at det er meget store variasjoner i mengden fisk i de frie vannmasser, men at mengden fisk kan være meget betydelig.

I Fig. 4 er vist fangstbildet med flytegarv fra juni. Garn sto her ute i ca. 1 time omkring midnatt, og det ble registrert meget store mengder mort og laue som beveget seg pelagisk, sterkt konsentrert til de øvre vannlag. Ekkoloddregistreringer viste at det ikke sto fisk dypere ned. Det ble heller ikke registrert nevneverdige mengder fisk på dagtid, verken med ekkolodd eller med flytegarv.

Både i august og oktober var de registrerte fangstene på flytegarv små, men også i disse periodene dreide det seg hovedsakelig om mort og laue, med enkeltinnslag av krøkle og sørv. All fisk ble tatt i de øvre vannlag (ca. 0 - 1 m). Ekkoloddregistreringer i august viste som i juni at fisken var konsentrert til de øvre vannlag om natta, men så ut til å utebli fra de frie vannmasser på dagtid. Ekkoloddregistreringer i oktober viste imidlertid en annen fordeling. Store mengder fisk ble da registrert både på dagtid og på nattid omkring St. 6 og på hele strekningen fra St. 6 og til innløpet av Rosefjorden. På dagtid synes fisken konsentrert fra 10 til 20 m, mens forekomstene synes mer spredt på nattid, fra overflaten til ca. 20 meters dyp.

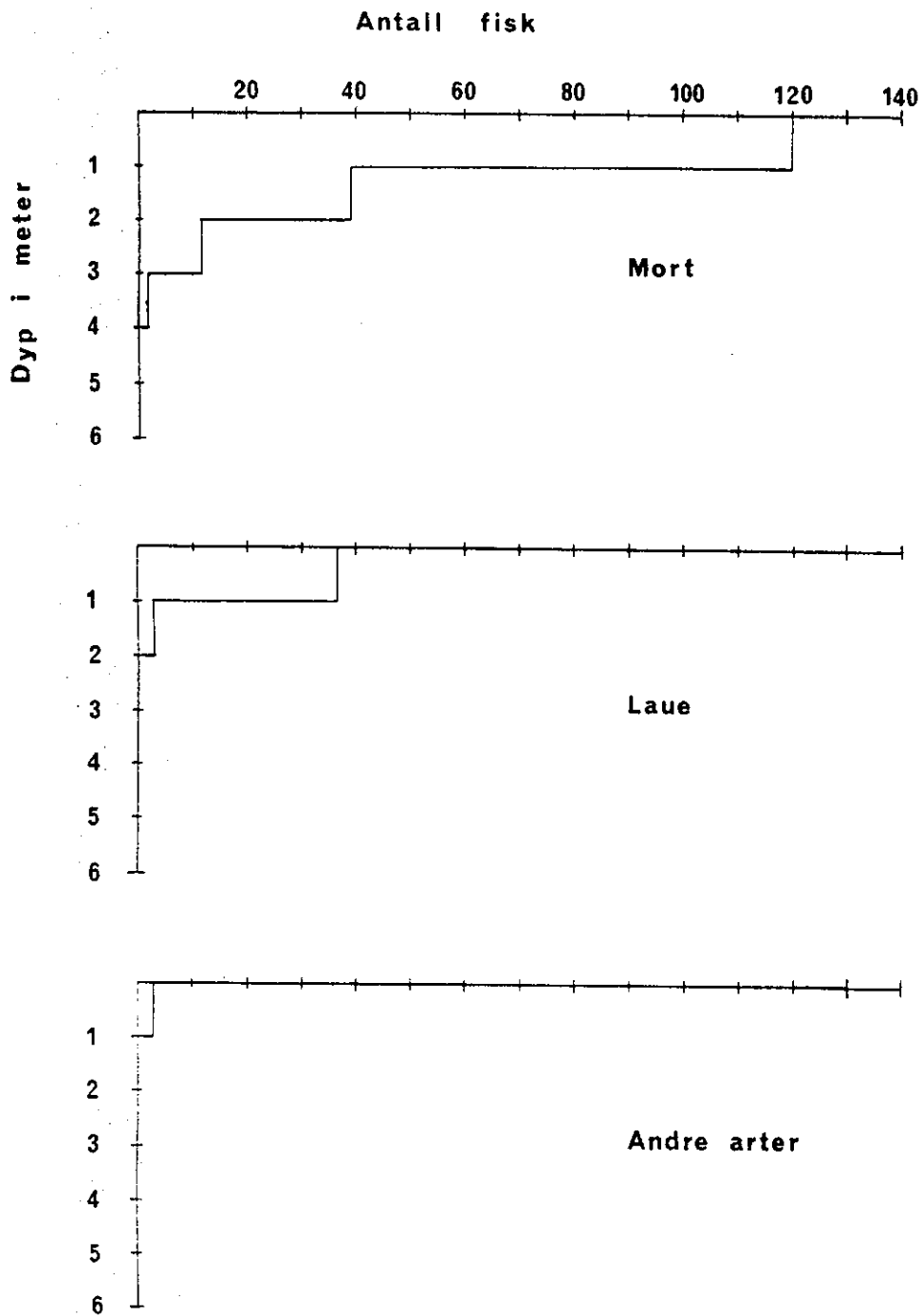


Fig.4. Dybdefordeling av ulike fiskearter tatt på flytegarn i Vansjø (St. 6, Storefjorden). Fisket er utført ca. 1 time (kl. 23<sup>00</sup>-24<sup>00</sup>) 15.6.1978 med 16, 19.5 og 35 mm maskevidde.

### Alder og vekst

Vekst av de viktigste fiskeartene i Vansjø er vist i Fig. 5 - Fig. 10. For alle de undersøkte fiskeartene unntatt gjørs er vekstkurven basert på empirisk vekst, hvilket vil si at avlest alder og målt fiskelengde er plottet inn på diagrammet. For gjørs er kurven basert på tilbakeberegnet vekst, hvilket vil si at fiskens lengde i de tidligere år er beregnet ut fra avstanden mellom skjellenes vintersoner. Dette kan gjøres under forutsetning av at det er et lineært forhold mellom fiskens tilvekst og økning i skjelldiameter.

For laue hadde mesteparten av det undersøkte materialet (Fig. 5) en alder på 4 - 5 år, med en tilsvarende lengde på 12 - 14 cm. De eldre individene (eldre enn 6 år) viste en klar vekststagnasjon ved en lengde på ca. 16 cm. Den eldre og lengste delen av materialet viste også en meget klar overvekt av hunner, som tyder på kjønnsbetinget dødelighet og vekst. Samtlige undersøkte eksemplarer var gytemodne og skulle gyte påfølgende gytesesong. Gytemodning inntreffer trolig ved en alder på 2 - 3 vintre, og gytingen fortsetter deretter hvert år.

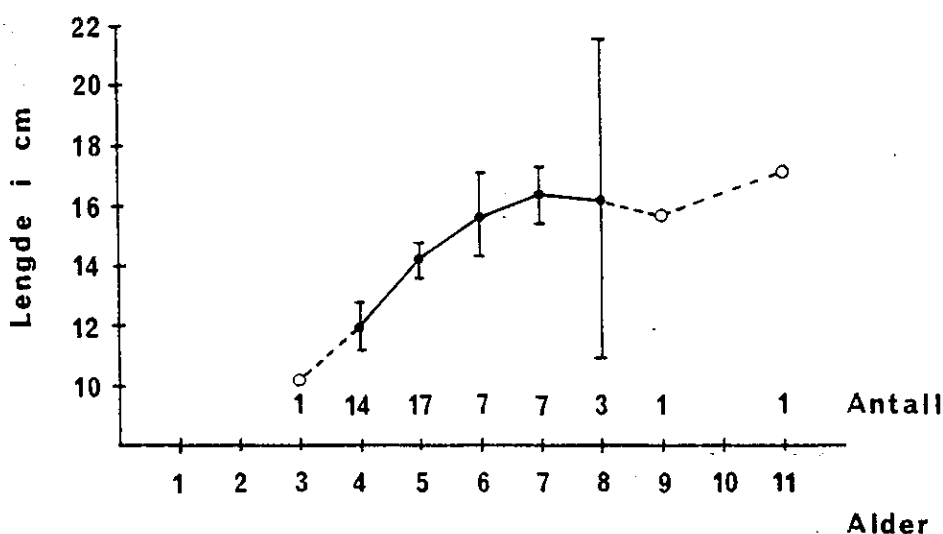


Fig.5. Empirisk vekst for laue. Konfidensintervallet er inntegnet ( $\alpha = 0.05$ ).

Veksten hos mort (Fig. 6) viser et liknende forløp som for laue. Morten blir imidlertid eldre, og gjennomgående større. Også her synes kjønnsbetinget dødelighet og vekst å være tilstede, og en antydning til vekststagnasjon i materialet ved en lengde på 14 - 16 cm henger sammen med at hannene viser vekststagnasjon ved denne lengde (alder 4 - 6 år). Hanner eldre enn 6 år ble ikke observert i det undersøkte materialet, og hunnene viser vekststagnasjon ved en alder på 8 - 9 år. (lengde ca. 20,5 cm). Kjønnsmodning hos morten inntreffer også sannsynligvis ved en alder på 2 - 3 år og fortsetter deretter årlig.

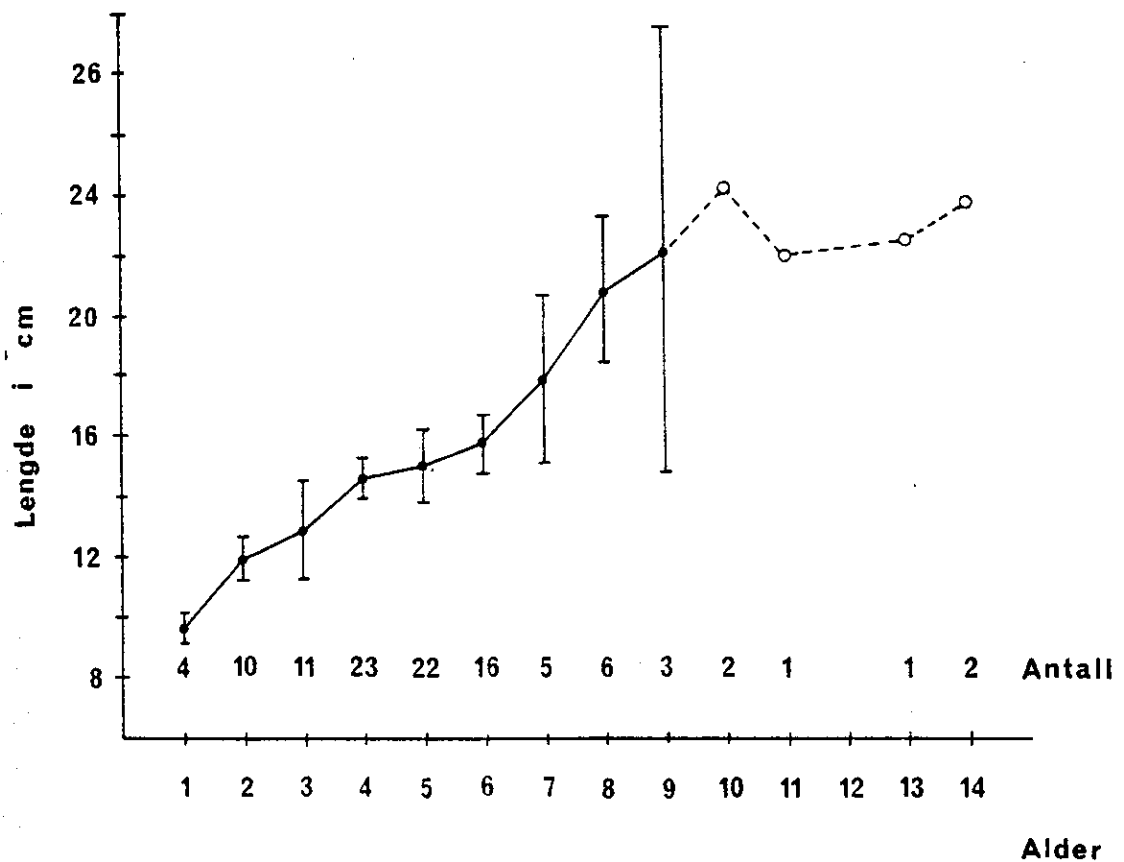


Fig.6. Empirisk vekst for mort. Konfidensintervallet er inntegnet ( $\alpha=0.05$ ).

Vekstforløpet til brasme, flire og krysninger mellom disse er vist i Fig. 7. Av disse viser brasme det raskeste vekstforløpet. Vekststagnasjonen synes å inntre allerede ved en lengde på ca. 30 cm, som må betegnes som meget tidlig. Imidlertid ble det gjort spredte observasjoner av fisk som var betydelig større (opptil 48 cm) og av en alder på opptil 15 år. Materialet av flire er lite, men antyder en betydelig lavere vekst enn for brasme. Vekstforløpet til kryssningen mellom brasme og flire ligger mellom moderartene. For brasme synes gytemodningen å inntreffe etter 3 - 4 vintre og for flire etter 2 - 3 vintre. Kryssningen brasme x flire synes ikke å være steril, og tilbakekryssning med en av moderartene kan derfor teoretisk foregå. Dette er imidlertid noe usikkert.

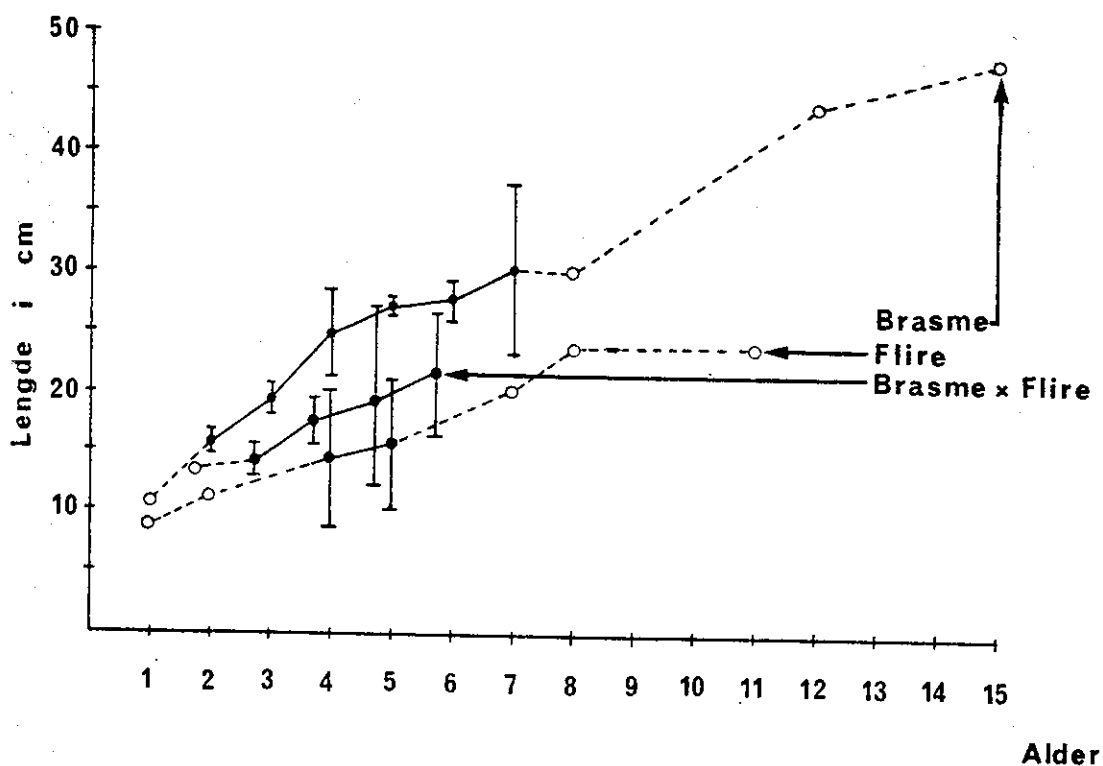


Fig.7. Empirisk vekst for brasme, flire og hybridene mellom disse. Konfidensintervallet er inntegnet ( $\alpha = 0.05$ ).

Vekst hos hork er vist i Fig. 8. Denne arten vokser meget raskt første og andre vekstsesong, og synes deretter å stagnere totalt ved en lengde på 7,5 - 8,0 cm. Gytemodning inntreffer meget tidlig, allerede etter første eller andre vekstsesong.

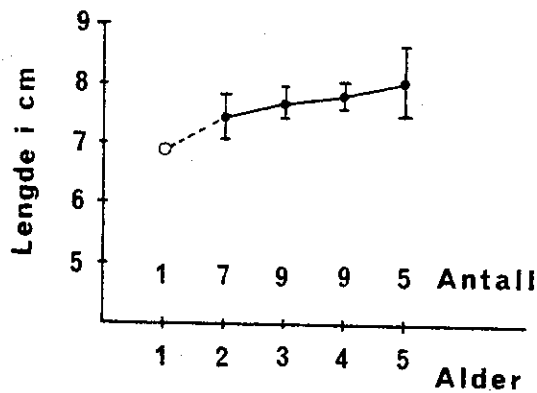


Fig.8. Empirisk vekst for hork. Konfidensintervallet er inntegnet ( $\alpha=0.05$ ).

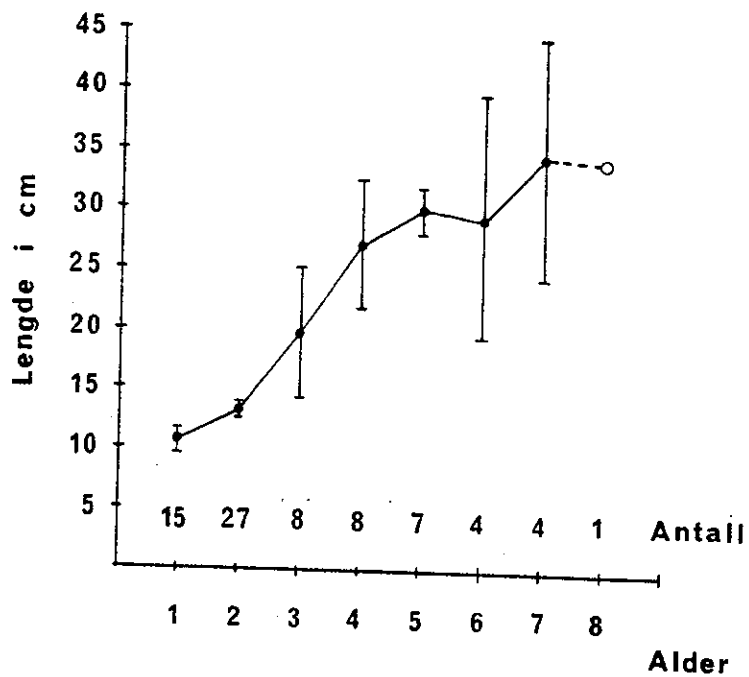


Fig.9. Empirisk vekst for abbor. Konfidensintervallet er inntegnet ( $\alpha=0.05$ ).

Vekst hos abbor er vist i Fig. 9. Veksten er relativt moderat i de første vekstsesongene (1. og 2. vekstsesong), men øker deretter kraftig, inntil abboren når en lengde på 30 - 35 cm. Denne økningen henger sammen med en endring i næringsopptaket hos fisk på en lengde av 15 - 20 cm (se avsnittet om næringsopptak). Dødeligheten synes også å være meget stor i denne lengdegruppen, spesielt blant hannene. Gytemodningen inntrer hos hannene ved en alder på to vekstsesonger, hos hunnene trolig noe senere.

For gjørs er vekstforløpet vist i Fig. 10. Av de 16 individene som ble undersøkt ble 4 bestemt til å være 4 vintre gamle, 10 stk. var 5 vintre gamle mens 2 var 6 vintre gamle. Selv om materialet er lite, synes veksten å være god, og ingen vekststagnasjon synes å inntre innenfor det materialet som er undersøkt. Gytemodningen synes å inntreffe ved en alder på mellom 4 og 5 vintre.

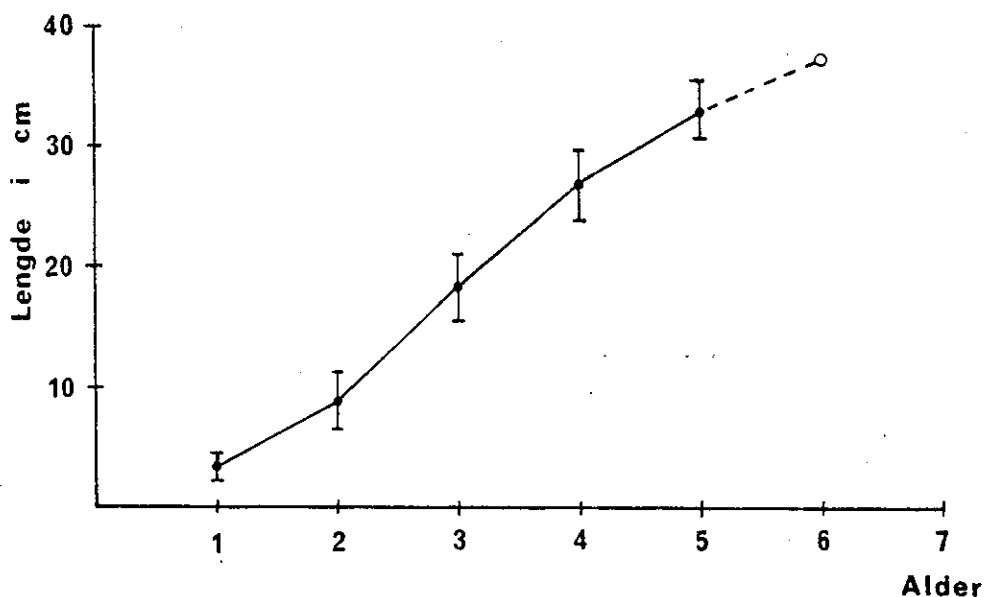


Fig.10. Tilbakeberegnet vekst for gjørs. Konfidensintervallet er inntegnet ( $\alpha=0.05$ ).

## Næringsvalg

Under behandling av fiskens næringsvalg er materialet fra Vanemfjorden og Storefjordens strandsoner holdt atskilt fra materialet fra de frie vannmasser i Storefjorden.

Næringsvalg for laue fra grunnområdene (St. 3 og St. 9) er vist i Tabell 3. Mageinnholdet domineres av dyreplankton i alle de tre oppsatte lengdegruppene. Viktigste planktongruppe er vannloppen Bosmina sp. som utgjorde ca. 70 - 80 % av magevolumet, og var tilstede i en stor del av det undersøkte materialet. Daphnia (dominert av Daphnia cristata) og Sida crystallina var derimot bare tilstede i små mengder i en liten del av materialet. Fjærmyggpupper og landinsekter ble registrert i noe større mengder, men utgjorde også her bare en liten del av magevolumet.

I tillegg til det oppsatte materialet ble det undersøkt yngel (årsyngel og 1.vinter) av laue fra Vanemfjorden fra juni, august og oktober (ikke i tabell). Mageinnholdet ble også her fullstendig dominert av Bosmina sp.

Tabell 3. Mageinnhold hos ulike lengdegrupper av laue fra strandsonen (aug. 1978). Tallene viser gruppenes frekvens forekomst (%) og volum (%). P-puppe.

Lengdegruppe	10.0-13.9		14.0-15.9		16.0-17.9	
Antall fisk	14		10		9	
Mageinnhold	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum
Dyreplankton						
<u>Daphnia</u> sp.	14.3	5.3	70.0	11.9	66.7	11.2
<u>Bosmina</u> sp.	78.6	73.7	100.0	81.8	100.0	70.7
<u>Sida crystallina</u>			20.0	2.4	22.2	2.6
Copepoda			10.0	+		
Fjærmygg p.	78.6	19.7	20.0	1.6	55.6	6.0
Landinsekter	21.4	1.3	20.0	2.4	44.4	9.5



Mageinnholdet hos mort fra strandsonen er vist i Tabell 4, og består her for det meste hos mindre fisk (lengdegruppe 10,0 - 11,9 og 12,0 - 13,9 cm) av dyreplankton og døgnfluelarver. Av krepsdyr dominerer Eurycercus lamellatus og flere halvplanktoniske arter (Chydoridae: Alona affinis, Camptocercus sp.) som delvis lever på høyere vegetasjon eller på bunnen. For større fisk øker imidlertid beiting på høyere vegetasjon kraftig, og for største lengdegruppe (16,0 - 17,9 cm) utgjorde høyere vegetasjon 57 % av mageinnholdet, mens hele 90 % hadde spist dette næringsemnet.

Tabell 4. Mageinnhold hos ulike lengdegrupper av mort fra strandsonen (aug. 1978). Tallene viser gruppenes frekvens forekomst (%) og volum (%). l-larve, P-puppe.

Lengdegruppe	10.0-11.9		12.0-13.9		14.0-15.9		16.0-17.9	
Antall fisk	6		6		17		10	
Mageinnhold	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum
Dyreplankton								
<u>Bosmina</u> spp.	16.7	2.4			23.5	2.8	10.0	5.7
<u>Daphnia</u> sp.					11.8	1.8	10.0	+
<u>Sida crystallina</u>	50.0	9.8			35.3	7.5	20.0	5.0
<u>Eurycercus lamellatus</u>	33.3	22.0			29.4	11.2	30.0	6.9
Chydoridae	66.7	31.7	100.0	48.6	88.2	18.6	70.0	13.6
Cycl. Copepoda					5.9	+		
Døgnflue l.	66.7	29.3	66.7	24.3	64.7	18.9	50.0	4.8
Snegl	16.7	4.9	16.7	16.7	11.8	1.4		
Muslingkreps			16.7	+	5.9	+		
Vårflue l.					5.9	+		
Fjærmygg l.					5.9	+	10.0	+
Planter								
Alger								
Høyere vegetasjon			50.0	24.3	64.7	37.1	90.0	57.1

For abbor er mageinnholdet vist i Tabell 5. Den minste lengdegruppen (5,0 - 9,9 cm) hadde hovedsakelig spist krepsdyr, dominert av henholdsvis Eurycercus lamellatus og døgnfluelarver (slekt Ephemera). Med økende fiskelengde skjedde

en meget klar overgang til fiskeføde. Dette næringsskiftet forklarer den aksellererende veksten abboren har ved en lengde på 15 - 20 cm (se avsnitt om abborens vekst). Abbor større enn 20,0 cm hadde utelukkende ernært seg av fisk. På grunnlag av svelgbein og finnestråler ble mageinnholdet for denne lengdegruppen bestemt til mort og laue. I to tilfeller var det konsumert hork.

Tabell 5. Mageinnhold hos ulike lengdegrupper av abbor fra strandsonen (aug. 1978). Tallene viser gruppenes frekvens forekomst (%) og volum (%). 1-larve, P-puppe.

Lengdegruppe	5.0- 9.9		10.0-14.9		15.0-19.9		20.0	
Antall fisk	9		10		12		13	
Mageinnhold	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum
Dyreplankton								
<i>Sida crystallina</i>	55.6	8.1	60.0	14.4	25.0	3.8		
<i>Eurycercus lamellatus</i>	77.8	36.8	70.0	17.3	25.0	+		
<i>Daphnia</i> sp.			40.0	9.6				
Copepoda			30.0	3.9				
Døgnflue l.	88.9	50.6	70.0	38.5	50.0	20.8		
Fjærmygg l.	22.2	2.3	10.0	1.9				
Fjærmygg p.	22.2	2.3						
Øyestikker l.			10.0	10.6	33.3	5.7		
Fisk			10.0	3.9	75.0	69.8	69.2	100.0

Mageinnholdet av hork er vist i Tabell 6. Materialet er her ikke oppdelt i lengdegrupper, fordi det ikke ble registrert forskjeller i de lengdegruppene som ble undersøkt. Mageinnholdet besto hovedsakelig av næringsdyr som befinner seg på og nede i bunnsedimentene, for det meste muslingkreps og fjærmygg larver. Hele 93 % av materialet hadde bunnsedimenter i mageinnholdet, men dette materialet utgjorde bare meget små mengder av magevolumet.

Blant "flatfiskene" brasme og flire er bare mageinnholdet av de som morfologisk ble bestemt til brasme undersøkt. Dette er vist i Tabell 7. Heller ikke her er materialet

Tabell 6. Mageinnhold hos hork i Vanemfjorden (aug. 1978). Tallene viser gruppenes frekvens forekomst (%) og volum (%). l- larve, P-puppe. Antall fisk=15.

Mageinnhold	Frekvens	Volum
Dyreplankton		
<u>Polyphemus pediculus</u>	26.7	0.7
Copepoda	66.7	16.9
<u>Alona affinis</u>	73.3	7.8
Muslingkreps	73.3	30.7
Fjærmygg l.	93.3	39.9
Fjærmygg p.	6.7	0.7
Vårflue l.	6.7	1.3
Døgnflue l.	6.7	2.0
Sedimentmateriale	93.3	+

Tabell 7. Mageinnhold hos brasme i Vanemfjorden (aug. 1978). Tallene viser gruppenes frekvens forekomst (%) og volum (%). l- larve, P-puppe. Antall fisk=11.

Mageinnhold	Frekvens	Volum
Dyreplankton		
<u>Eurycercus lamellatus</u>	9.1	1.4
<u>Sida crystallina</u>	9.1	+
<u>Alona affinis</u>	18.2	+
Rundormer	18.2	1.4
Muslingskreps	9.1	+
Fjærmygg l.	72.7	11.3
Fjærmygg p.	45.6	5.6
Sedimentmateriale	90.1	80.3

oppdelt i lengdegrupper, da samtlige undersøkte fisk med mageinnhold hadde ernært seg ved å suge i seg store mengder bunnmateriale med næringspartikler. Hele 80 % av mageinnholdet besto av fint muddermateriale fra bunnsedimentene, mens den animalske delen fordelte seg først og fremst på larver og pupper fra fjærmygg.

Av de typiske rovfiskene, gjedde og gjørs, inneholdt samtlige undersøkte fisk rester av laue eller mort.

For laue og mort tatt i de frie vannmasser i Storefjordbassenget (St. 6) er mageinnholdet vist i henholdsvis Tabell 8 og Tabell 9. For begge arter var det klar dominans av dyreplankton, men med et innslag av fjærmyggpupper hos laue i oktober. Hos mort ble det nesten utelukkende registrert Bosmina sp., med et lite innhold av Daphnia cristata i august. Også hos laue dominerte Bosmina sp., men innholdet av Daphnia cristata var betydelig større. Det er verdt å merke seg at i bakre del av tarmen i mort ble det i en del av materialet funnet makrovegetasjon. Dette tyder på at morten ikke utelukkende beveger seg pelagisk, men foretar hyppige vandringer mellom de frie vannmasser og strandsonen.

Tabell 8. Mageinnhold hos pelagisk fanget laue i juni, august og oktober 1978, St. 6, Storefjorder. Tallene viser gruppenes frekvens forekomst (%) og volum (%).p-puppe.

Antall fisk	Juni		August		Oktober	
	14		5		11	
Mageinnhold	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum
Dyreplankton						
<u>Daphnia</u> sp.	78.6	24.5	20.0	4.4	63.6	39.0
<u>Bosmina</u> sp.	100.0	61.7	100.0	91.3	81.8	26.8
Copepoda	42.9	7.5	63.6	11.0	63.6	11.0
Fjærmygg p.	7.1	+			45.5	23.2
Landinsekter	14.3	6.4	20.0	+		
Høyere vegetasjon			20.0	4.4		

Tabell 9. Mageinnhold hos pelagisk fanget mort i juni og august 1978, St. 6, Storefjorden. Tallene viser gruppenes frekvens forekomst (%) og volum (%).

Antall fisk	Juni		August	
	16		6	
Mageinnhold	Frekvens	Volum	Frekvens	Volum
Dyreplankton				
<u>Daphnia</u> sp.			16.7	3.1
<u>Bosmina</u> sp.	100.0	100.0	100.0	96.9

For å få en oversikt over næringstilbudet i de frie vannmasser ble det i august foretatt kvantitative innsamlinger av dyreplankton på St. 6. Fordelingen er vist i Fig. 11, og viser dominans av Daphnia (nesten utelukkende D. cristata) og Bosmina sp. (dominert av B. longispina). Blant hoppekreps (Copepoda) dominerte Eudiaptomus spp. og Cyclops sp. Vannloppen Sida crystallina er en typisk strandsoneform, og har sannsynligvis drevet ut i de frie vannmasser under den meget sterke vinden som var tilstede under innsamlingen i august. De samme dominansforholdene var tilstede på denne stasjonen også i oktober, men totalmengden dyr var betydelig mindre.

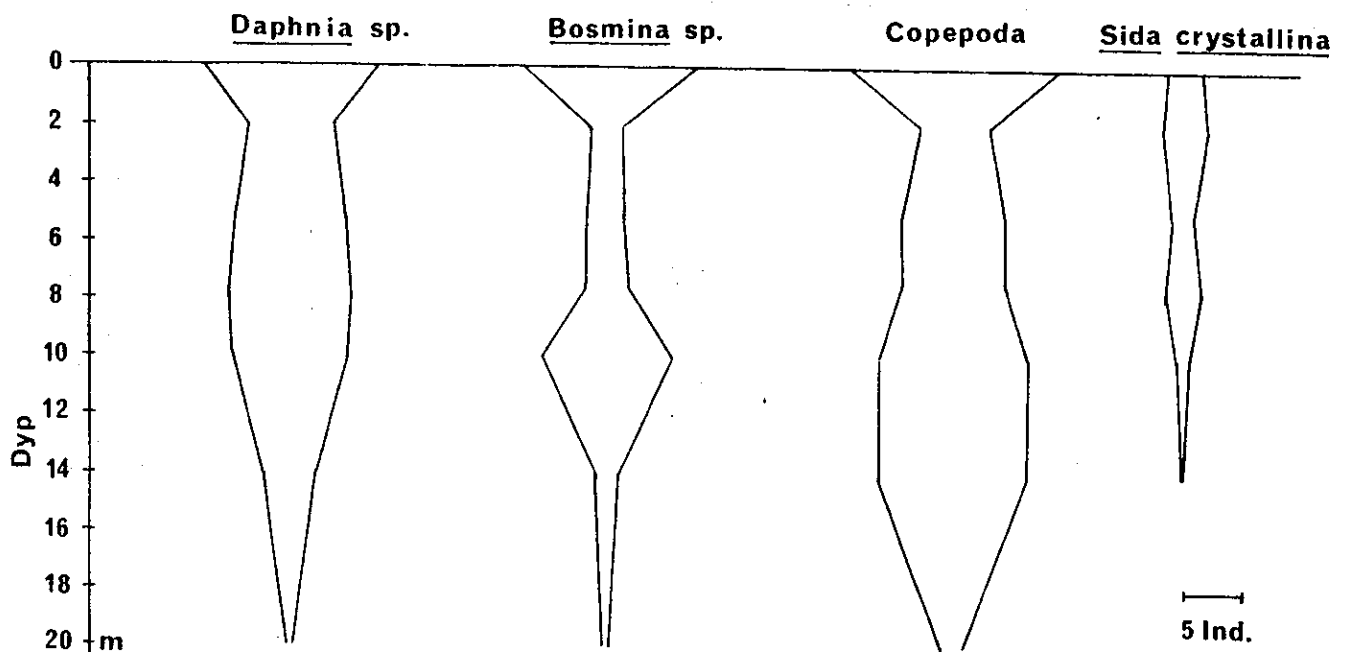


Fig. 11. Dybdefordeling av zooplankton kl. 23<sup>00</sup> 22.8.1978, St. 6 i Storefjorden.

### Størrelses-selektiv beiting

I ett tilfelle ble det foretatt målinger av zooplanktonstørrelsen, for å avgjøre om fisken selekterer bestemte størrelsesgrupper av zooplankton. Dette er viktige mekanismer under fiskens næringsopptak, som kan være av avgjørende betydning for zooplanktonsammensetningen. Sekundært vil dette være av stor betydning for zooplanktonets mulighet for beiting på planteplankton.

På Fig. 12 er vist frekvensfordeling av de ulike størrelsesgrupper for Daphnia cristata og i Fig. 13 Bosmina sp. Lengdemålingene er foretatt på dyr innsamlet med planktonhåv på St. 9 i august og på dyr observert i mageinnholdet av laue som er fanget på samme tid og sted. Gjennomsnittslengden på D. cristata i vannmassene ble beregnet til  $0.67 \pm 0.13$  mm ( $\alpha = 0.05$ ), mens gjennomsnittslengden i mageprøvene var  $0.91 \pm 0.16$  mm ( $\alpha = 0.05$ ). Den samme ulike fordelingen var tilstede for Bosmina sp. ( $\bar{x} = 0.41 \pm 0.09$  mm i vann-

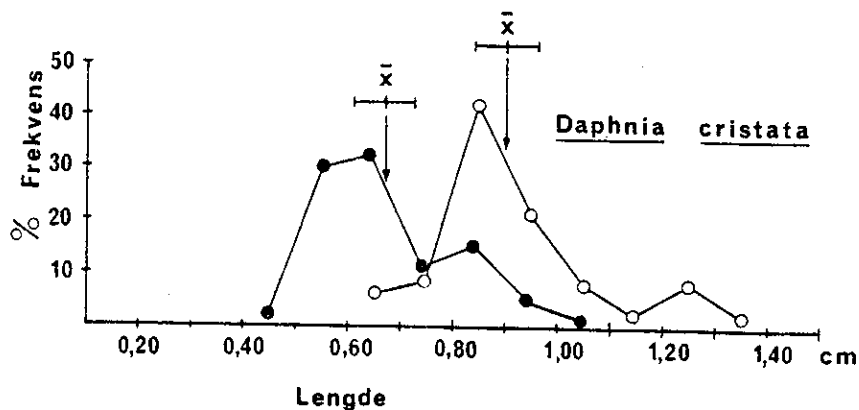


Fig. 12. Frekvensfordeling av ulike lengdegrupper av Daphnia cristata fra mageprøver av laue (O-O-O) og fra vannmassene (●-●-●), St. 9, august 1978. Gjennomsnitt ( $\bar{x}$ ) og konfidensintervall ( $\alpha=0.05$ ) er inntegnet.

massene, mens  $\bar{x} = 0.52 \pm 0.11$  mm i fiskemagene). For begge zooplanktonformene var gjennomsnittsstørrelsen signifikant større (95% nivå) i fiskemagene, sammenliknet med det observert i vannmassene, og det er klart at laue her velger de største næringspartiklene.

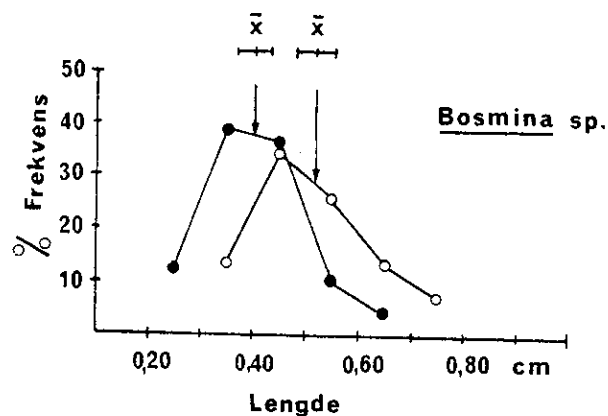


Fig. 13. Frekvensfordeling av ulike lengdegrupper av *Bosmina* sp. fra mageprøver av laue (○—○—○) og fra vannmassene (●—●—●), St. 9, august 1978. Gjennomsnitt ( $\bar{x}$ ) og konfidensintervall ( $\alpha=0.05$ ) er inntegnet.



## DISKUSJON

Fiskefaunaens artssammensetning og næringsvalg

Vansjø har etter norske forhold en meget rik fiskefauna, hvor flere av artene er etablert med meget store bestander. Dette gjelder særlig arter innenfor karpefiskene, som helt dominerer fiskeproduksjonen.

Den regionale undersøkelse foretatt med not tyder på at grunnområdene i Vanemfjorden er de mest artsrike. De helt dominerende fiskeartene er her mort, laue, brasme og abbor. Flire, krysningen brasme x flire og hork forekommer også i store mengder, men oppnår ikke på langt nær de samme bestandsstørrelser (biomasse pr. arealenhet). Av rovfiskene har her gjedde, ål, gjørs og tildels abbor meget gode næringsforhold, og det finnes en jevnt meget god bestand av gjedde. Materialet av gjørs er lite, men det bekreftes også på lokalt hold at fangstene av gjørs er relativt gode på bestemte partier i denne delen av Vansjø. For alle disse tre fiskeartene utgjør mort og laue hovednæringen.

I Storefjordens sentrale områder er det også vist at fiskebestanden kan være meget stor, og dominert av mort og laue. Krøkle ble registrert kun i små mengder, sannsynligvis forårsaket av for stor maskevidde på flytegarna.

Den regionale fordeling som er observert, kan forklares ut fra de krav de ulike artene setter til sine oppholdssteder og til næringen. Ser vi på forholdene i Vanemfjorden, finnes det her store arealer med relativt grunt vann og hvor bløtbunn er dominerende bunnssubstrat. Ernæringsundersøkelsen viser at spesielt brasme ernærer seg av dette substratet ved å suge i seg bunnmateriale. De viktigste næringsdyrene som følger med, foruten dødt organisk materiale, er fjærmugglarver og -pupper. Hele 80,3 % av mageinnholdet besto imidlertid av sedimentmateriale (finfordelt mudder), noe som tidligere er

observerert for brasme i Nordre Øyeren på liknende substrat (Brabrand 1977). Også hork er i betydelig grad knyttet til bunnssubstratet under næringsopptaket, men er tydelig mer selektiv enn brasme under selve oppsugingen av næringsdyr.

Det er tidligere vist at det eksisterer et næringskonkurransforhold mellom hork og brasme (Nikolski 1963). Ved en øket beskatning vil det her være viktig å beskatte begge artene noenlunde jevnt for å forhindre masseforekomst av en av dem.

Ved nærvær av store bestander av mort og laue vil også flire vanligvis hovedsakelig ernære seg av dyr i bunnsedimentene, vanligvis i noe mindre grad enn brasme (Brabrand 1977). Dette er forårsaket av hard næringskonkurranse på annen tilgjengelig næring. En må derfor regne med at dette også er tilfellet i Vansjø, selvom ernæringen hos flire ofte også kan bestå av insektlarver og krepsdyr som beveger seg noe mer uavhengig av bunnen (Wheeler 1969).

Morten har vanligvis et meget bredt næringsvalg. Dette er også påvist hos mort fra Vansjøs grunnområder, der mindre fisk hovedsakelig ernærer seg av dyreplankton og bunndyr, mens større fisk konsumerer betvdelige mengder høyere vegetasjon. Dette er også tidligere påvist her i landet i Øyeren (Brabrand 1977) og i Årungen (Borgstrøm, pers. medd.) og henger trolig sammen med sterk næringskonkurranse både fra andre fiskearter og fra mindre mort som utelukkende ernærer seg av animalsk kost.

Imidlertid vil voksen mort kunne ernære seg utelukkende av zooplankton ved å bevege seg ut i de frie vannmasser. Dette er typisk både i små grunne og i store dype innsjøer ved høyt trofinivå (Svårdson 1976), og skjer tydeligvis også i Vansjø, da det i juni ble påvist særlig store mengder mort i overflate-lagene i de frie vannmasser i Storefjordbassenget. Trolig dreier det seg her ikke om rent pelagiske bestander, men om bestander som beveger seg ut i pelagialen om natten for beiting

på zooplankton som på denne tiden av døgnet foretar vertikalvandringer opp i epilimnion.

Det er spesielt to forhold som tilsier en slik døgnvandring. For det første ble det i juni påvist store forskjeller i fangst gjennom døgnet i pelagialens øvre vannlag med flytegarn. På dagtid ble det heller ikke påvist fisk i metalimnion med ekkolodd, hvilket tyder på at fisken trekker bort fra de frie vannmasser om dagen. Dessuten ble høyere vegetasjon observert i bakre del av tarmkanalen i flere eksemplarer av mort fanget midt i Storefjordbassenget, hvilket betyr at denne fisken de siste 5 - 6 timer må ha beveget seg i bassengets littoralzone.

En liknende døgnvandring synes også å foregå når det gjelder laue. Denne arten er en særlig utpreget zooplanktonkonsument (Wheeler 1969), som i Vansjø er påvist å konsumere store mengder zooplankton både i strandsonen og i de frie vannmasser.

Når det gjelder krøkle er det vanskelig å fastslå hvor stor bestanden er. Det ble muligens fisket med noe for grove garn (10 mm) i pelagialen til at disse fisket krøkle. Imidlertid ble det på ekkolodd i august registrert enkelte stimer på terskelen mot Rosefjorden som ble tolket som krøklestimer. Sannsynligvis holder krøkla seg stasjonær på bestemte steder utenom gytetida, og er trolig ikke like jevnt utbredt i Storefjordbassenget som mort og laue tydeligvis kan være.

#### Fiskens betydning for eutrofieringsforløpet

En stor fiskebestand i eutrofe innsjøer vil kunne påvirke eutrofieringsforløpet gjennom sitt næringsvalg. Her skal tre forhold trekkes fram som kan føre til en slik medvirkning og som trolig er meget aktuelle i Vansjø.

A. Resirkulering av næringsalter. Undersøkelser har vist at flere fiskearter har evne til å trenge dypt ned i bunn-

sedimentene under sitt næringsopptak. På mudderbunn er det eksperimentelt vist at brasme kan trenge ca. 5 cm ned og hork hele 11,0 cm ned i bunnsedimentene (Nikolski 1963). En slik behandling av de øverste sedimentlag vil føre til raskere omsetning av dødt organisk materiale. Resultatet er en økning av oksygenforbruket i de bunnære vannlag, og transport av næringssalter opp i vannmassene. Dette siste henger sammen med at store mengder bunnmateriale passerer fiskens tarm og spres som faeces rundt i vannmassene. At fisk medvirker til økt resirkulering av næringssalter på en slik måte er belyst ved forsøk der en i dammer fant en klar sammenheng mellom fiskebestandens størrelse og mengden blågrønnalger. Videre ble det påvist at fiskens påvirkning av sedimentene var avgjørende i dette tilfellet. En mekanisk omrøring i dammene hadde ingen tilsvarende virkning, og det antas at de anaerobe forhold i fiskens tarm er av betydning for frigjøring av fosfat.

Det må i Vansjø antas at de store mengder bunnspisende fisk som finnes på grunnområdene medvirker til økt frigjøring av næringssalter og til en økning av partikulært materiale i vannmassene.

B. Beiting på vegetasjon. Store mengder næringssalter vil i løpet av vekstsesongen akkumuleres i vegetasjonssamfunnene. Plantespisende fisk vil her være et effektivt overføringsledd mellom produsert organisk materiale og innsjøens øvrige organismer (Brabrand 1978). Fordi fisken utnytter plantematerialet dårlig, kompenseres dette ved at relativt store mengder blir konsumert, sammenliknet med et animalsk næringsopptak. Store mengder finfordelt plantemateriale vil derved bli spredt over store deler av vannsystemet i form av faeces. Dette organiske materialet egner seg særlig godt for videre mikrobiell nedbrytning med påfølgende frigjøring av næringssalter, sannsynligvis i kombinasjon med de andre fiskeartenes påvirkning av sedimentene. En på regne med at fisk i littoralsonen øker mengden partikulært materiale i vannmassene, og at

dette materialet gjøres lettere tilgjengelig for transport ut i de frie vannmasser.

Av særlig interesse er den stofftransporten som sannsynligvis morten selv direkte bidrar med ut i pelagialen i Storefjorden. Plantematerialet som er konsumert i littoralsonen under fiskens opphold her, vil gjennom fiskens vandring bli transportert ut i de frie vannmasser og avlevert her i form av finfordelt faeces. Omfanget av denne stofftransporten er vanskelig å belyse, men er trolig av betydning, fordi det her dreier seg om meget store mengder fisk.

C. Endring av zooplanktonsamfunn. Ved en rekke undersøkelser utført på andre lokaliteter er det tidligere vist at zooplanktonspisende fisk kan ha en meget avgjørende virkning på zooplanktonsamfunnet. Årsaken til dette ligger i at fisken selekterer bestemte grupper zooplankton, og zooplanktonsamfunnet vil derved endre karakter til fordel for de arter som fisken finner mindre attraktive i ernæringsssammenheng. For alle hittil undersøkte zooplanktonspisende fisk er det slik at større arter prefereres framfor små, og ved et sterkt beitepress vil zooplanktonsamfunnet være dominert av små former. Imidlertid finnes det enkelte store zooplanktonarter som selv konsumerer zooplankton, og som også er attraktiv næring for fisk. På eutrofe lokaliteter gjelder dette for eksempel larver av svevemygg (Chaoborus sp.). Denne beiter mindre størrelsesselektivt, men holder seg først og fremst til de små zooplanktonformene. Prinsippet er illustrert i Fig. 14.

Hvor langt ned i størrelse fisken vil kunne predatere zooplankton vil være avhenging av fiskearten og det øvrige næringstilbudet. Mort og laue regnes her som meget effektive zooplanktonkonsumenter, med mulighet for meget hard nedbeiting. Dette henger sammen med at tildels små zooplanktonformer kan utnyttes og at fiskebestandene ofte er meget store. Dessuten kan bestandene også basere seg på annen næring. Dette siste er viktig fordi det betyr at bestanden er større enn det zooplanktonsamfunnet gir næringsgrunnlag for. I en slik situasjon vil nedbeitingen være meget kraftig.

Vanligvis vil dominans av Daphnia cristata og Bosmina sp. indikere hardt beitepress fra fisk (Brooks 1969, Stenson 1975). Dette er nettopp det zooplanktonsamfunnet som dominerer zooplanktonprøvene fra Vansjø. Imidlertid ble det blant Bosmina sp. observert flere arter, som tilsammen indikerer at rask endring mot mer eutrofe forhold finner sted (Nilssen, pers. medd.)

Ikke bare vil fisken preferere de største zooplanktonartene, men også de største individene innen en art. At også dette er tilfelle i Vansjø er vist i Fig. 12 for Daphnia cristata.

Det bør bemerkes at fakultative zooplanktonkonsumenter (fiskearter som også spiser annen næring) som mort og laue, ikke øver like stort beitepress på de cyclopoide Copepoda (hoppekreps). Disse fiskeartene vil etter at større former (Daphnia og calanoide Copepoda) er beitet ned, vanligvis slå over på annen næring (Brooks 1969).

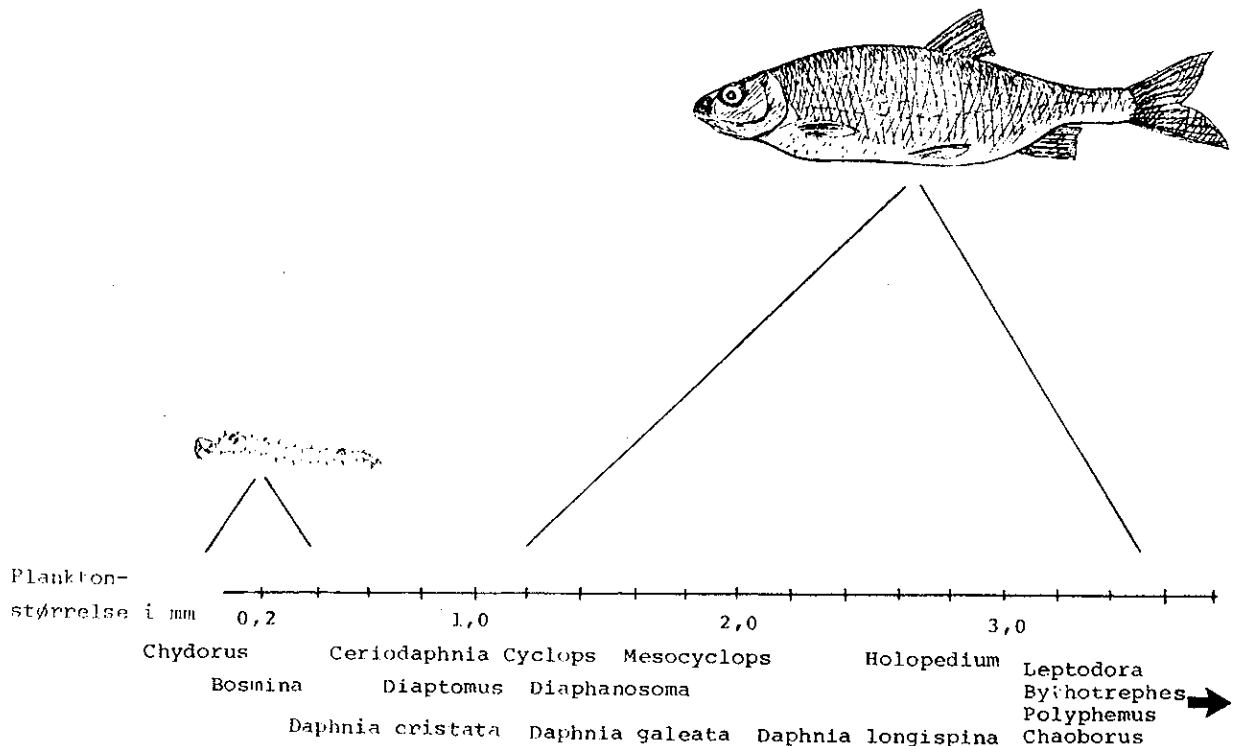


Fig. 14. Skjematisk oversikt som viser fiskens preferanse av større zooplanktonformer. Rovformenes (her: Chaoborus) opptak av mindre zooplanktonformer er vist til venstre i figuren.

En endring i zooplanktonsamfunnet kan ha virkninger på algesamfunnene, både kvalitativt og kvantitativt. Dette er forårsaket av at de største zooplanktonformene er de mest effektive algespiserne, både fordi de konsumerer mer og fordi de tar næringspartikler innenfor et større spektrum. I et åpent pelagisk vannsystem hvor beiting på zooplankton er størrelsesselektiv, vil følgende hovedprinsipper gjelde (Brooks & Dodson 1965):

- 1) Planktoniske algespisere vil konkurrere om partikulært materiale (1 - 15  $\mu$ )
- 2) Store zooplanktonformer konkurrerer mer effektivt og kan ta større partikler
- 3) Når beitepresset er lavt, vil store zooplanktonformer konkurrere ut de mindre, og samfunnet vil bestå av store vannlopper (Cladocera) og hoppekreps (calanoide Cyclopoda)
- 4) Ved hardt beitepress vil størrelsesselektiv beiting eliminere de store zooplanktonformene, og samfunnet vil bestå av små former

I vannsystemer med store algemengder og hardt beitepress på zooplankton, slik forholdene er i Vansjø, vil algemengdene kunne reduseres ved å øke forekomsten av store algespisende zooplanktonformer. Dette kan oppnås ved å redusere beitepresset fra fisk, hvilket vil si ved en kontrollert beskatning av fiskebestanden.

Ved reduksjon av fiskebestanden vil dessuten også beitepresset fra fisk på rovformer i zooplanktonsamfunnet bli redusert. En vil derfor måtte vente en økning i bestanden av for eksempel Chaoborus sp., noe som vil forsterke den ønskede virkningen på zooplanktonsamfunnet til større former, da disse rovformene først og fremst øver et beitepress på små former (Stenson & al. 1978).

## FISKERIBIOLOGISKE TILTAK

Idag foregår det endel fiske etter ål, lake, gjedde, gjørs og abbor i Vansjø. Det er vanskelig å få oversikt over fiskets omfang, da en stor del av dette fisket foregår med sportsfiske-redskap. Imidlertid foregår det idag et ensidig fiske etter rovfisk, uten at de mindre attraktive fiskeartene som laue, mort, brasme, flire, sørv og hork blir beskattet i nevneverdig grad. Denne ensidige beskatningen av rovfiskene fører derfor til en ytterligere overbefolkning av spesielt karpefisk som utgjør hovednæringen for rovfisk i slike innsjøer. Trolig kan også mort i slike situasjoner ernære seg av årsyngel av spesielt gjedde, og derved redusere gjeddass rekruttering.

Flere av karpefiskene viser idag vekststagnasjon ved en lengde som viser overbefolkning. Det bør derfor settes igang et organisert fiske i stort omfang som også vil beskatte disse fiskeartene. Dette vil både være en riktigere driftsform og en må regne med at dette også vil ha en dempende virkning på det videre eutrofieringsforløp, gjennom redusert resirkulering av næringssalter fra sedimentert materiale og makrovegetasjon, og gjennom gjenetablering av store algespisende zooplanktonformer ved redusert beitepress fra fisk. Resultatet vil her i stor grad være avhengig av at fisket foregår i stort nok omfang og drives på de riktige arter og årsklasser.

Det er fram til idag foretatt meget få biomassemålinger av fisk i innsjøer som Vansjø kan sammenliknes med. For allikevel å kunne gi inntrykk av hvilke størrelsesordner fiskebestandene i Vansjø ligger på, er det foretatt en meget grov biomasseberegning på grunnlag av tallmateriale fra Årungen i Ås utført av høgskolelektor Reidar Borgstrøm (Institutt for naturforvaltning, NLH, Ås). Denne innsjøen er dominert av mort og abbor, og bare bestanden av mort ble her beregnet til ca. 1000 kg/ha. Det må presiseres at sammenlikningen med Årungen kan diskuteres da Årungen er mer næringssaltbelastet og betraktes som mer eutrof enn Vansjø. På den annen side er det langt flere fiskearter i



Vansjø, noe som generelt sett fører til bedre utnyttelse av næringstilbudet og høyere totalbiomasse av fisk. Hvis vi derfor setter fiskebestanden i Vansjø's grunnområder (Vanemfjorden) til 1000 kg/ha og i de øvrige områdene til 500 kg/ha, fører dette til en biomasse av fisk av størrelsesorden 2000 tonn for hele innsjøen.

Under forutsetning av at bestanden nå ikke er gjenstand for nevneverdig beskatning, vil årlig utbytte på lang sikt kunne være av størrelsesorden 500 - 1000 tonn/år, eller i overkant av 1/3 av dagens fiskebestand.

En slik hard beskatning vil også i seg selv representere et uttak av næringssalter. I dette tilfelle vil næringssalter bli fjernet i form av biomasse, representert ved fisk. Fosforinnholdet i fisk ligger ifølge Kitchell & al. (1975) på mellom 4 % og 5 % av tørrvekten. Regner vi med et tørrstoffinnhold i fisk på 30 %, vil et årlig uttak av fisk på 500 - 1000 tonn/år representere et uttak av fosfor (P) på mellom 7.5 og 15 tonnpr. år.

Mesteparten av dette utbyttet vil være representert ved karpefisk. Fisket etter gjørs bør drives med forsiktighet, da denne fiskearten lett kan overbeskattes. Gjørsen er en elvegyter, og forurensningen i Vansjø's tilløpselver kan ha ført til redusert reproduksjon. Gjørsbestanden bør derfor følges spesielt nøye ved et organisert fiske i større omfang.

LITTERATUR

- Brabrand, Å. 1977. Næringsvalg hos fire karpefisker, mort (*Rutilus rutilus* (L.)), vederbuk (*Leuciscus idus* (L.)), brasme (*Abramis brama* (L.)) og flire (*Blicca bjoerkna* (L.)) i Nordre Øyeren, med spesiell vekt på inter-spesifikk næringskonkurransen. Upubl. hovedfagsoppgave. Zoologisk museum, Universitetet i Oslo. 131s.
- Brabrand, Å. 1978. Karpefisk renser vassdrag og øker fiskeproduksjonen. Forskningsnytt 1978(5): 29-33
- Brooks, J.L. 1969. Eutrophication and changes in the composition of the zooplankton, pp.236-255 in: Eutrophication; causes, consequences, correctives. Washington, Nat.Acad.Sci. 661pp.
- Brooks, J.L. & Dodson, S.I. 1965. Predation, body size, and composition of plankton. Science 150: 28-35
- Hansen, L.P. 1978. Forekomst og fordeling av noen fiskearter i Nordre Øyeren. Fauna 31: 175-183
- Hartmann, J. 1977. Sukzession der Fischerträge in kulturbedingt eutrophierenden Seen. Fishwirt 27(6):35-37
- 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 of fishes. J. anim. Ecol. 19: 36-58
- Kitchell, J.F., Koonce, J.F. & Tennis, P.S. 1975. Phosphorus flux through fishes. Verh. Int. Verein. theor. angew. Limnol. 19: 2478-2484
- Larkin, P.A. & Northcote, T.G. 1969. Fish as indices of eutrophication, pp.256-273 in: Eutrophication; causes, consequences, correctives. Washington, Nat. Acad. Sci. 661pp.
- Nikolski, G.V. 1963. The ecology of fishes. London, Acad. Press. 352pp.

- NIVA. 1966. Vansjø - En limnologisk undersøkelse utført i tidsrommet januar 1964 - januar 1965. O - 5/64.
- NIVA. 1968. Resipientundersøkelser i Søndre Follo. Hølenelv-, Hobølelv- og Årungenelvvassdragene. O - 107/64.
- NIVA. 1977. Vansjø - Undersøkelse 1976-77. O - 87 75.
- NIVA. 1978. Planteplanktonutviklingen i Vansjø 1978. Foreløpig utkast. 11s.
- Stenson, J. 1975. Fish predation effects on the species composition of the zooplankton community in eight small forest lakes. Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 52: 132-147
- Stenson, J.A.F., Bohlin, T., Henrikson, L., Nilsson, B.I., Nyman, H.G., Oscarson, H.G. & Larsson, P. 1978: Effects on fish removal from a small lake. Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol. 20: 794-801
- Svårdson, G. 1976. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 55: 144-171
- Wheeler, A. 1969. The fishes of the British Isles and north-west Europe. London, Macmillan. 613pp.

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. Oppsamlingsskjønn 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. Fløvatn/Gyrinosvatn, Vavatn, Stolsmagasinet og Bergsjø.
- 24, 1975. Fisket i Glåma på strekningen Hommelvold - Telneset. Virkninger ved utbygging av Tolgafallene.
- 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 Grøssæ.
- 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. Gauslåfjorden, 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 Øyangen, Volbufjorden 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.