

Fiskeribiologisk undersøkelse i Vansjø, Østfold.



Åge Brabrand og Ivar Lien



Universitetets naturhistoriske museer og botaniske hage i Oslo

Fiskeribiologisk undersøkelse i Vansjø, Østfold.

Åge Brabrand ¹⁾ og Ivar Lien ²⁾

¹⁾Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske,
Universitetets naturhistoriske muséer og botanisk hage,
Postboks 1172 Blindern,
0318 Oslo

²⁾ Stiftelsen Norsk Hjortesenter
Kvalstad, 6914 Svanøybukt

<http://www.nhm.uio.no/zoomus/lfi/index.html>

Forord

Den foreliggende undersøkelse omfatter en beskrivelse av fiskesamfunnet i Vansjø, og inneholder forslag til en driftsplan for rovfiskbestandene. Initiativet til undersøkelsen er tatt av Vansjø grunneierlag og Morsa-prosjektet, og prosjektet har hatt en styringsgruppe bestående av:

Øivind Paulshus, Vansjø grunneierlag
Helga Gunnarsdottir, Morsa-prosjektet,
Leif R. Karlsen, Fylkesmannen i Østfold

Undersøkelsen er finansiert av Vansjø grunneierlag (50%), Morsa-prosjektet (25%) og Fylkesmannen i Østfold gjennom midler til helhetlig vannforvaltning 25%).

Det er gjort et omfattende arbeid i regi av Morsa i Vansjø-Hobølvassdraget for å bedre vannkvaliteten. Dette sammen med valg av vassdraget som et demonstrasjonsprosjekt for innføring av EU's vanddirektiv har aktualisert behovet for kunnskap om fiskebestandene i vassdraget og om eventuell forvaltning av bestandene kan påvirke vannkvaliteten. Det er derfor et stort behov for å treffe forvaltningstiltak på faglig riktig grunnlag, slik at beskatning fortsatt sikrer gode rovfiskbestander med ønsket bestandsstruktur som nyttiggjør seg dagens høye produksjon av karpefisk og krøkle. Vansjø grunneierlag har ønsket en fiskerifaglig gjennomgang av status for rovfiskbestandene og anbefalinger for på et senere tidspunkt å utarbeide en driftsplan for bestandene. Utover den foreliggende undersøkelsen er det utarbeidet en rapport om kvikksølv i fisk fra Vansjø (Lien og Brabrand, 2004, LFI-rapport 226).

Vansjø er en av flere Øst-norske lavlandsvassdrag med et stort arts mangfold ferskvannsfisk, der karpefisk, krøkle, gjørs, abbor, hork og gjedde er viktige arter. Vansjø's beliggenhet nær tette befolkningsområder gjør innsjøen til en viktig del av nærmiljøet for mange mennesker. Norge er et av få land i Europa som fortsatt har rimelig intakte karpefisksamfunn, og hvor det er et stort potensiale for stor produksjon og god avkastning av en rekke arter.

Vi takker styringsgruppen for god oppfølging av prosjektet og Øystein Toverud for lokale opplysninger og deltagelse på feltarbeid høsten 2003.

Oslo, 10. juni 2004

Åge Brabrand

Innhold:

Sammendrag.....	5
Innledning.....	8
Områdebeskrivelse	8
Fisk og habitatklassifisering.....	14
Metodikk	15
Fangst	16
Alder og vekst	17
Habitat og næring.....	17
Hydroakustikk	18
Resultater.....	18
Fangst	18
Alder og vekst	21
Habitat og næring.....	25
Hydroakustikk	27
Ekkogrammer	27
Vanemfjorden.....	27
Borgebunnfjorden.....	29
Storefjorden.....	30
Fisketetthet/størrelsesfordeling	31
Diskusjon.....	37
Habitat og dominans.....	37
Dypvann / pelagisk samfunn	38
Gruntvansområder med dominans av karpefisk.....	40
Kvikksølv	41
De enkelte arter rovfisk	42
Gjørs	42
Abbor.....	42
Gjedde	42
Forvaltningsmål og virkemidler	44
Generelle prinsipper for beskatning	45
Beskatning av rovfisk.....	46
Beskatning av karpefisk	47
Litteratur.....	50

Sammendrag

Brabrand, Å. og Lien, I. 2004. Fiskeribiologiske undersøkelser i Vansjø, Østfold fylke. Rapp. Lab. Ferskv.Økol. Innlandsfiske (ISSN 0333-161X). Universitetets naturhistoriske museer, Oslo, 227, 52 s.

Det er gjennomført en fiskeribiologisk undersøkelse i Vansjø, der målsettingen har vært å gi grunnlag for en langsiktig forvaltning av fiskebestandene i Vansjø, primært rovfiskbestandene. Det er innsamlet materiale for aldersbestemmelse av gjørs, gjedde og abbor i 2002, og det er samlet inn materiale separat fra Storefjorden og Vanemfjorden. Tetthet og fordeling av fisk er undersøkt med kvantitativ hydroakustikk i Vanemfjorden, Storefjorden og i Borgebunn-fjorden i 2002 og 2003, og det er parallelt med dette gjennomført et garnfiske for å dokumentere arter og størrelsesgrupper av fisk. På aldersbestemt materiale av gjørs, gjedde og abbor er det foretatt analyse av kvikksølv som er omtalt i egen rapport (Lien og Brabrand 2004).

Aldersfordelingen av **abbor** fanget i 2002 viste dominans av 1994 og 1995 årsklassen både i Vanemfjorden og Storefjorden, dvs. abbor med 7 og 8 vintersoner. Det ble også observert et relativt stort innslag av abbor klekket i 1991 og 1992 i Vanemfjorden, dvs. fisk med 10 og 11 vintersoner. Abbor har god rekruttering, og det kan ikke påvises rekrutteringssvikt i bestanden. Alderssammensetningen viser at 12 årsklasser er til stede i bestanden. Årlig tilvekst er ca 4 cm de 3-4 første år, deretter inntreffer avtagende vekst, spesielt etter 5-6 år. Enkelte individer viste tydelig vekstomslag pga. overgang til fiskediett. Den forholdsvis moderate veksten hos abbor indikerer at forholdene for abbor over store deler av Vanemfjorden ikke kan betegnes som gode. Det er ingenting som tyder på at bestanden er preget av hard beskatning.

Alderssammensetningen for **gjedde** viste dominans av 1996 og 1997 årsklassen i Storefjorden, men utover dette var det relativt jevnstore og mange årsklasser tilstede (dvs. jevn rekruttering) i begge hovedbassengene. Det ble påvist 11 og 12 årsklasser i henholdsvis Storefjorden og Vanemfjorden. Det er ingen ting som tyder på dårlig rekruttering eller hard beskatning, selv om større dødelighet til stor gjedde i Storefjorden kan skyldes beskatning. Innslaget av gammel gjedde må betegnes som høyt, og veksten må betegnes som dårlig. Lengden er 55-60 cm ved 6 års alder.

For **gjørs** var det dominans av 1996 og 1997 årsklassen i Vanemfjorden og av 1994 årsklassen i Storefjorden. Det relative innslaget av gammel fisk var mindre hos gjørs sammenliknet med abbor og gjedde, og fangstdødeligheten ser ut til å være større, spesielt i Storefjorden. Det er ikke noe som tyder på liten rekruttering, og det ble påvist et betydelig antall smågjørs (2-4 år) i de pelagiske områdene av Storefjorden i august 2003. Veksten må betegnes som dårlig, og gjørsen er forholdsvis gammel ved kjønnsmodning (6-8 år, lengde ca 41 cm).

Vansjø kan deles inn i to hovedhabitater for fisk; grunne strandnære områder og åpne pelagiske områder, der artssammensetningen viser egne dominansforhold.

Fisk i grunne strandnære områder.

- Dette fiskesamfunnet observeres i det meste av Vanemfjorden, vestre Vansjø, i Grepperødfjorden og i de strandnære og grunne områdene i Storefjorden. Dette er svært produktive områder for fisk. Fiskesamfunnet består av gjedde, gjørs, abbor, hork og karpefiskartene brasme, flire, mort, laue, sørv og suter (utsatt i seinere tid). Det finnes svært tette bestander av brasme, flire og hork. Disse får økt tetthet ved eutrofiering, og

holder gjerne til både i områder nær land og i åpne grunne områder med bløt mudderbunn uten undervannsvegetasjon. I motsetning til det pelagiske samfunnet utgjør gruntvannsamfunnet flere fiskearter, men gjerne med 2-4 dominante. Brasme og flire (som i Vansjø er svært like når det gjelder utseende) kan stedvis totalt dominere garnfangstene. De tolererer dårlige lysforhold, lave oksygenkonsentrasjoner og de anses som karakterarter for svært eutrofe lokaliteter med lite siktedyp. Dette er høyryggete arter som vanskelig tas av rovfisk, og stor brasme og flire er lite tilgjengelig byttfisk.

- Ved eutrofiering vil gruntvannsamfunnet endre seg mht. artssammensetning og dominans mellom arter etter et komplisert mønster. Fiskesamfunnet endrer seg både på grunn av økt produktivitet og ved at flere arter i gruppen karpefisk klarer seg godt med redusert siktedyp. Bløtbunn sammen med eutrofi akselererer utviklingen. Av rovfisk vil abbor og spesielt gjedde få dårligere habitatforhold, mens gjørs vil kunne profitere på økt eutrofi og redusert siktedyp, så lenge reproduksjonen opprettholdes.
- Forekomsten av krøkle i vestre Vansjø er uklar, og hork og mindre karpefisk er her viktigste byttfisk for gjørs. Området anses som viktig for produksjon av ål, forutsatt oppvandring gjennom Mossefossen.

Fisk i åpne pelagiske områder.

- Dette fiskesamfunnet finnes i Storefjorden (totaldyp ca 41 m) og i de forholdsvis dype (mer enn 20 m) fjordarmene Rosefjorden og Borgebunnfjorden. Fiskesamfunnet har **i**) i øvre vannlag periodevis bestander av laue, flire og mort som foretar horisontal vandring ut fra strandområdene og **ii**) under sprangsjiktet (dypere enn 8-10 m) faste bestander av krøkle, hork, lake og gjørs. Det er videre naturlig å dele dypområdene under sprangsjiktet inn i to habitater; de frie vannmasser (pelagisk sone) og de bunnære områder på dypt vann (profundal sone). Bortsett fra hork/lake i bunnområdene og karpefisk over sprangsjiktet, vil krøkle dominere i de frie vannmassene. Dypområdene i Storefjorden vurderes som viktig for krøkle, hork og lake som foretrekker kaldt vann, spesielt om sommeren. Om vinteren er dypområdene et antatt viktig overvintringsområde for det fiskesamfunnet som om sommeren er på grunt vann.
- Pungreke (*Mysis relicta*) er tidligere påvist på dypt vann i Storefjorden, men dens forekomst er ikke kjent utover dette. Det er imidlertid svært sannsynlig at det fortsatt er bestander av *Mysis* i Vansjø. Det er sannsynlig at *Mysis* utsettes for betydelig fiskepredasjon, og at lavere tetthet av fisk (hork og krøkle spesielt) øker bestanden av *Mysis*. Det gjelder sannsynligvis også i Vestre Vansjø. I tillegg er det meget tett forekomst av fantommygglarven *Chaoborus*, som til dels har et pelagisk levevis.
- Ekkoloddundersøkelsen i Vansjø viste at bestanden i Storefjordbassenget og i Borgebunnfjorden totalt er dominert av småfisk, dvs. fisk i størrelsesgruppen 5-10 cm i vannlag dypere enn ca 10 m. Parallelt garnfiske påviste krøkle, og gjørs tatt på 12-16 m's dyp i Storefjorden hadde spist krøkle med størrelse 48-73 mm i store mengder og noe hork. Det relativt store innslaget av smågjørs (2-4 år) i garnfangstene viser at **gjørs** ➔ **krøkle** her er et dominerende ledd i næringskjeden.

Mens krøkle er byttfisk for gjørs i Storefjorden, er hork og ungstadier av karpefisk de viktigste byttfiskene for gjørs i Vestre Vansjø. Næringsforholdene for gjørs må vurderes som gode, og Vansjø både er og kan ytterligere forbedres for produksjon av gjørs. Forvaltning av gjørs bør utnytte bestanden av krøkle og ungstadier av karpefisk som byttfisk. For å opprettholde god reproduksjon må det være god gytebestand og høy kvalitet på gyteområdene.

Kvikksølvinnholdet hos alle tre artene (abbor, gjedde og gjørs) var sterkt korrelert med lengde. Det ble målt verdier på 0,36 - 1,2 mg/kg hos abbor og for gjedde 0,28 - 1,6 mg/kg . Det

var stor variasjon i kvikksølvinnholdet mellom enkeltindivider. For gjørs ble det registrert mindre variasjon og et lavere *maksimalnivå* ($0,64 \text{ mg/kg}$), og det observerte kvikksølvnivået hos gjørs var høyere i Storefjorden ($0,46 - 0,64 \text{ mg/kg}$) enn i Vanemfjorden ($0,23 - 0,46 \text{ mg/kg}$).

Drift og forvaltning

I Vansjø anbefales at antall stor og gammel fisk i bestandene av fiskespisende fisk beskattes hardt. Hensikten er foryngelse av bestandene, og dette bør skje umiddelbart. Høy andel gamle individer i bestandene av gjedde og gjørs tyder på at beskatningen er liten. Det betyr at hard beskatning tillates etter kjønnsmodning. Dette gjelder spesielt for gjedde, der det bør skje en betydelig beskatning på individer større enn 60 cm. Siden stor gjedde er en utpreget kannibal vil redusert bestand av gammel gjedde gi økt bestand av små- og mellomstor gjedde og mellomstor abbor. Smågjedde og mellomstor gjedde og abbor har preferanse for mindre byttefisk enn stor gjedde, og dette vil gi økt konsum av liten karpefisk. Dette gjelder også for gjørs, der også beskatningen på fisk større enn 60 cm bør økes. Dette tiltaket må foregå kontinuerlig gjennom et årlig organisert fiske. Dersom dette fiske opphører vil bestanden ganske raskt pånytt få en stor andel stor gjedde. Bestandsstrukturen må overvåkes.

Følgende oppnås ved hardt fiske på gammel fisk:

- En større andel av gjedde- og gjørsbestanden vil bestå av yngre fisk i god vekst.
- Redusert kannibalisme gir økt rekrutteringen. Total tetthet av små- og mellomstor gjedde og gjørs vil øke.
- Økt tetthet av fiskespisere gir mulighet for økt beskatning.
- Økt tetthet av små og mellomstor gjedde og gjørs gir høyere predasjon på krøkle, hork og yngre stadier av karpefisk, noe som forventes å ha en bestandsregulerende virkning på bestandene.
- Økt andel yngre individer av gjedde og gjørs vil gi lavere kvikksølvinnhold.

Utover forvaltning av rovfiskbestandene er det diskutert hvorvidt reduksjon av karpefisk kan redusere algemengder. Stort uttak av stor karpefisk (større enn 10 cm) vil kunne øke rekrutteringen av karpefisk fordi det blir mindre næringskonkurranse mellom stor og liten karpefisk. Det betyr at bestanden av tilgjengelig byttefisk for smågjedde øker. Uttak av voksen brasme og flire, som pga. sin høyryggete kroppsfasong er lite egnet som byttefisk, kan derfor gjøre disse bestandene mer tilgjengelige for rovfisk. Nyetablert bestand av suter kan øke betydelig i de nærmeste årene, og suter bør da beskattes på samme måte som brasme.

I Vansjø er det lite sannsynlig at reduserte bestander av karpefisk fører til økt mengde alge-spisende dyreplankton. Dette er forårsaket av at redusert voksenbestand som nevnt kan økt rekruttering, og fordi forekomsten av *Mysis* og krøkle kan øke (reduert nedbeiting av *Mysis* og mindre næringskonkurranse for krøkle). Selv om det kan oppnås høye fangster av stor karpefisk, er det sannsynlig at årssunger allikevel vil dominere i antall og årlig produksjon og at dette sammen med *Mysis* og krøkle opprettholder eller øker nedbeitingen av dyreplankton.

Reduserte bestander av stor bunnspisende karpefisk (brasme, flire, mort) kan imidlertid begrense fiskens resirkulering av fosfor i de grunne områdene av Vansjø (vestre Vansjø), dersom det gjennomføres på bestemte vilkår. Sumeffekten av dette på vannkvaliteten er vanskelig å vurdere, spesielt fordi bidraget fra fisk målt mot interne gjødslingsfaktorer ikke er kjent. Uansett kan det ikke forventes enkle sammenhenger mellom bestandsreduksjon av karpefisk og endret algemengde.

Innledning

Den foreliggende rapport omhandler status for fiskebestandene i Vansjø, og har en todelt målsetting:

- Status og vurdering av fiskesamfunnene i noen hovedområder i Vansjø, knyttet til habitattyper og eutrofi.
- Bestandsstatus for rovfiskbestandene, abbor, gjedde, gjørs og lake, spesielt knyttet til beskatning og utnyttelse.

Rapporten skal gi grunnlag for en langsiktig forvaltning av fiskebestandene i Vansjø, primært rovfiskbestandene. Siden området er preget av tilførsel av næringssalter og høy primærproduksjon, er virkning av dette på fisk omtalt. Rapportens mandat har ikke vært rettet mot endring av fiskebestand for å redusere algebiomasse, men temaet er berørt fordi det ligger tett opp til en riktig forvaltning av rovfiskbestandene.

Utover en todelt målsetting er forvaltningen av fisk i Vansjø knyttet til noen overordnede mål:

- Bevaring
- Opprettholde biologisk produksjon
- Opprettholde høy biodiversitet
- Ivareta rovfiskbestander
- Bruk og utnyttelse

Direktoratet for naturforvaltning gir i sin "Strategiske plan for innlandsfisk" (Direktoratet for naturforvaltning 2002), anbefalinger når det gjelder organisering av fiske og poengterer behovet for en felles plattform for rettighetshavere, brukere og offentlig forvaltning.

Dagens beskatning er vanskelig å få oversikt over. Det foregår en del sportsfiske med stang, og utover dette ble det i perioden 1991-1994 gjennomført et mer omfattende fiske med garn med maskevidde 45 mm og grovere, etter avtale med Vansjø grunneierlag. Det ble i hvert av disse årene tatt opp gjørs (1-3 tonn), gjedde (1-3 tonn), abbor (noen hundre kg), lake (10-20 kg) og en del karpefisk.

Dagens fiskeregler er gjeldende fra 19. jan. 1940 og angir forbud mot garn, not, ruser, teiner og line i perioden 15. juni – 5. juli. Ellers er det forbudt med maskevidde mindre enn 37 mm.

Områdebeskrivelse

Vansjø (10,8571° øst, 59,3846° nord) ligger 23 meter over havet i Østfold fylke, og har et overflateareal på 35,9 km². Nedbørfeltet på 690 km² dreneres av Hobølelva, Veidalselva, Mørkelva (Trollhetta) og Svinna, som alle renner inn i et østlig basseng (kalt Storefjorden). Mosse-elva renner ut fra et vestlig basseng (kalt Vanemfjorden) som eneste utløpselv (Hauger *et al.* 1992). Storefjorden på 23,8 km² og Vanemfjorden på 12,1 km² er forbundet med to smale og grunne sund. Vansjø har 17 registrerte fiskearter, i tillegg til hybrider mellom enkelte arter karpefisk (Tabell 1).

Storefjorden består av store bassenger med største dyp 41 m. Strandsona består for det meste av kupert fjell og er stedvis vindeksponert. Bassenget er grunt (største dyp 16 m), og littoralsona domineres av belter med sumpvegetasjon. Både Storefjorden og Vanemfjorden

er påvirket av jordbruk og kloakk og sterkt preget av dette. Storefjorden har senere temperaturøkning om våren, lavere sommertemperatur og lavere siktedyp enn Vanemfjorden (Fig.1 og 3). Vannkvaliteten i innsjøen har vært systematisk overvåket siden 1976 av Fylkesmannen i Østfold. Innsjøen har blitt sterkt eutrofiert siden 1940-tallet (Holtan 1966, Brettum 1977, Lyche-Solheim et al. 2001).

Utløpselva kalt Mosselva renner fra Vanemfjorden gjennom et kupert skogområde fram til Mossefossen. Vansjø er regulert 1,48 m (HRV: 22,60 m). I forbindelse med ny konsesjon ble det utarbeidet nytt manøvreringsreglement gjeldende fra 1983. I tillegg til kraftproduksjon tas det prosessvann til Peterson & Søn AS. Fram til 1983 var demningen av tre med en viss lekkasje som ga muligheter for oppgang av ål. Etter ny dam i 1983 ble det nærmest umulig for oppgang av ål, idet den nye betongdammen var helt tett (Brabrand 1993). Dagens minstevannføring er på 100 l/s, og det er i oktober 2003 gitt varsel om pålegg fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) for å bedre om oppgang av ål til Vansjø.

Tabell 1. Registrerte fiskearter og hybrider av karpefisk i Vansjø, Østfold.

Niøyefam:	Elveniøye, <i>Lampetra fluviatilis</i> (L. 1758) ¹
Laksefam:	Ørret, <i>Salmo trutta</i> (L. 1758) ²
Loddefam:	Krøkle, <i>Osmerus eperlanus</i> (L. 1758) ¹
Gjeddefam:	Gjedde, <i>Esox lucius</i> (L. 1758) ¹
Karpefam:	Sørv, <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L. 1758) ¹
	Mort, <i>Rutilus rutilus</i> (L. 1758) ¹
	Laue, <i>Alburnus alburnus</i> (L. 1758) ¹
	Brasme, <i>Abramis brama</i> (L. 1758) ¹
	Flire, <i>Blicca bjoerkna</i> (L. 1758) ¹
	Suter, <i>Tinca tinca</i> (L. 1758) ³

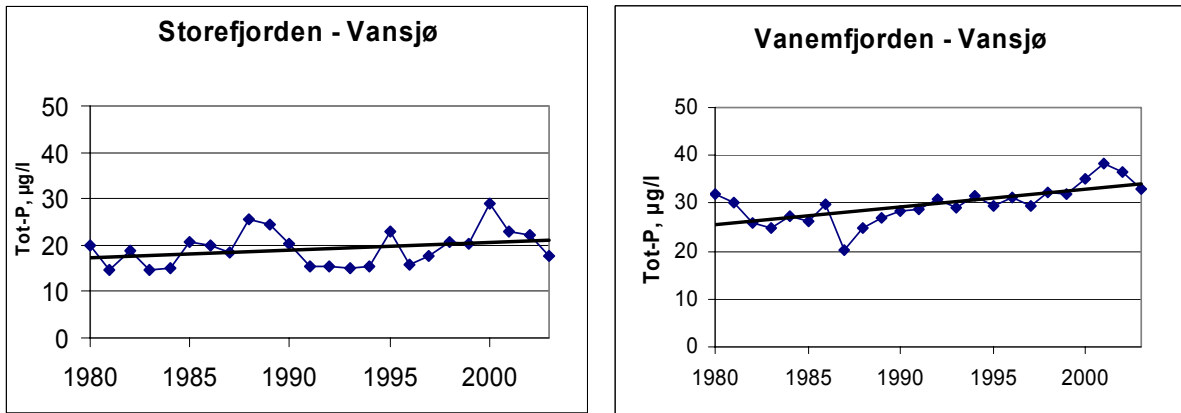
Hybrider	Brasme	Sørv	Mort
Flire	**	**	**
Mort	**	U	-

Ålefam:	Ål, <i>Anguilla anguilla</i> (L. 1758) ¹
Torskefam:	Lake, <i>Lota lota</i> (L. 1758) ¹
Stingsildfam:	Trepigget stingsild, <i>Gasterosteus aculeatus</i> (L. 1758) ^{1,4}
Ulkefam:	Steinsmett, <i>Cottus poecilopus</i> (Haeck. 1836) ²
Abborfam:	Abbor, <i>Perca fluviatilis</i> (L. 1758) ¹
	Gjørs, <i>Stizostedion lucioperca</i> (L. 1758) ¹
	Hork, <i>Acerina cernua</i> (L. 1758) ¹

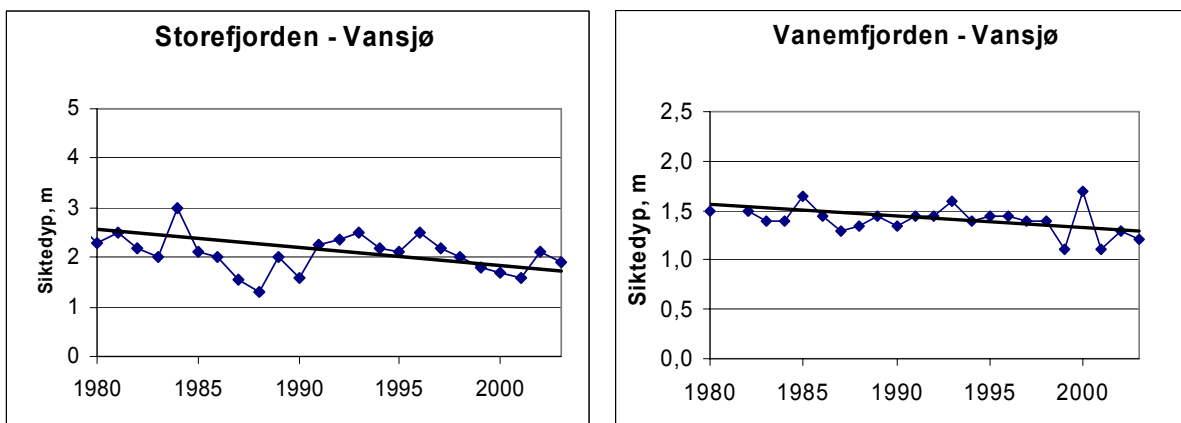
¹⁾ Huitfeldt-Kaas 1918 ²⁾ Hauger et al. 1992 ³⁾ Lien 2003 ⁴⁾ Ikke observert i nyere tid

**⁾ Pethon (1981) ^{u)} usikkert om kryssningen tidligere er registrert

Tilførselen av næringssalter har ført til en sterkere eutrofiering i Vanemfjorden enn i Storefjorden. Dette skyldes ulik direkte avrenning fra landbruk og trolig forskjeller i interne gjødslingsprosesser. Selv om det ikke er dokumentert gjennom målinger, er det sannsynlig at det regelmessig er oksygenvinn i de dypere områdene av Vanemfjorden på ettersommeren og på ettervinteren. Dette vil ha konsekvenser for den vertikale fordelingen av fisk i disse områdene.



Figur 1. Total fosforkonsentrasjon (tot-P) i Vansjø's to hovedbasseng 1980-2003 (Løvstad 2000, Fylkesmannen i Østfold 2001 med suppl. data).



Figur 2. Siktedypet målt i vekstsesongen i Vansjø's to hovedbasseng 1980-2001 (Løvstad 2000, Fylkesmannen i Østfold 2001 med suppl. data).

I 2002-2003 har Niva gjennomført et demonstrasjonsprosjekt i Vansjø-Hobøl-vassdraget for Implementering av EUs Rammedirektiv for vann (Lyche-Solheim, 2003).

Samtlige fiskearter som er påvist i Vansjø er avbildet på følgende sider. Selv om stam og ørekyt ikke er påvist i selve Vansjø er disse også tatt med. Bildene er tatt fra Spindler (1995), Norges dyr (1992), Aquafoto/H. Pavels og Arild Hagen (*Mysis relicta*).

Arter med tvilsom eller svært lave tettheter i Vansjø.



3-pigget stingsild: Konkurransesvak art.



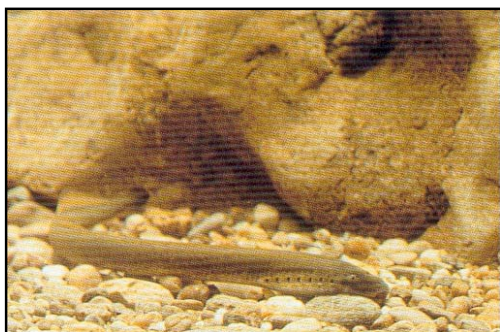
Steinsmett: Finnes i rennende vann, og kan ha høye forekomster ovenfor "brasme-regionen".



Ørekyte: Finnes i klart vann, både i elver, bekker og innsjøer. Kan ha svært høy forekomst, men er konkurransesvak. Finnes i vassdragets øvre deler



Ørret: Ytterst sjelden. Krever klart og hurtigrennende vann. Finnes primært i vassdragets øvre deler.



Niøye: Lever nedgravd i elvebunnen, der denne består av mudder og bløt sand. Sannsynligvis stedvis høy forekomst i Hobølelvas nedre deler.



Stam: Knyttet til svakt rennende vann, og er angitt å forekomme i Hobølelva. Stam er ikke bekreftet registrert i Vansjø. Rovfisk som stor.

Rovfiskarter



Gjørs: Finnes i Storefjorden og Vanemfjorden, spesielt i de "åpne" områder. Typisk rovfisk på små byttefisk (krøkle, laue). Liker høy temperatur og vann med dårlig sikt.



Gjedde: Finnes i grunne områder, både i åpne områder og nær tett strandvegetasjon. Gyter på grunt vann rett etter isløsning. Foretrekker klart vann. Tar større byttefisk enn gjørs.

Arter med forekomst på dypt vann eller med pelagisk levevis



Lake: Rovfisk og bunnfisk på dypt vann. Antagelig forholdsvis liten bestand.



Hork: Liten bunnfisk (8-10 cm) både på grunt og dypt vann, opptrer også sporadisk pelagisk. Finnes i høye tettheter.

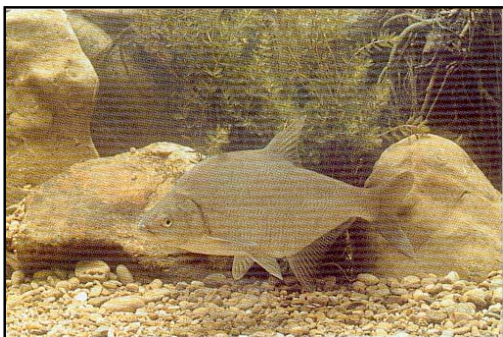


Krøkle: Liten pelagisk art, med gyting om våren på grunt vann.. Viktig pelagisk byttefisk som ellers i året holder til under varmtvannslaget i Storefjorden. Sannsynligvis dominerende art i Storefjordens områder dypere enn 15 m.



Mysis relicta (pungreke): Lite rekeliknende krepsdyr påvist i Storefjorden i 1969. Finnes i pelagiske områder under varmtvannslaget. Tettheten holdes sannsynligvis nede av krøkle og hork.

Arter med forekomst i grunne områder



Brasme: Trives i grunne områder utenfor vegetasjonsbeltet. Kan ha ekstremt store bestander, og dominerer i næringsrike områder, og der siktedypet er lite. Typisk art for grunne områder i Vanemfjorden. Høyrygget kropp og lite utsatt for rovfisk.



Mort: Finnes i områder med og uten vegetasjon, og i pelagiske områder. Viktig byttefisk for rovfisk, og kan dominere fiskesamfunnet totalt, ofte sammen med brasme og flire.



Flire: Likner brasme, men er noe mindre. Finnes utenfor vegetasjonsbeltet. Kan dominere i næringsrike grunne områder sammen med mort og brasme. Typisk art for både Vanemfjorden og Storefjorden. I Vansjø er flire og brasme svært like av utseende.



Laue: Viktig byttefisk med store bestander utenfor vegetasjonsbeltet, ofte i vann med lavt siktedyp. Kan opptre pelagisk.



Abbor: Finnes utenfor vegetasjonsområdene, både på grunt vann og i åpne områder. Kan danne tette bestander. Opptrer også som rovfisk.



Sørv: Karpfisk på grunt vann som er typisk for områder med tett vegetasjon. Forholdsvis konkurransesvak som ikke danner masseforekomst når det finnes mort, brasme og flire.



Suter: Utsatt karpefisk som nå har fast bestand. Trolig nedvandret fra utsetting i Flersjøvannet. Tetthet vanskelig å fastslå, men utsettingen anses som uheldig.



Ål: Forekomsten sterkt redusert pga vandringshinder i Mossefossen. Vansjø har stort potensiale for produksjon av ål.

Fisk og habitatklassifisering

Artsantallet og dominansforholdene som finnes i den enkelte innsjø er generelt sett et resultat av både regionale (innvandring etter siste istid) og lokale prosesser (f. eks. områdevariasjon, eutrofi). Det gjelder også for Vansjø. Avgjørende for artsantall, artssammensetningen og strukturen i fiskesamfunnet (opprinnelig naturtilstand) i Vansjø-Hobølvassdraget er:

- Innsjøstørrelse
- Maksimaldyp og bassengform
- Innvandring, grad av isolasjon og naturlige vandringsbarrierer
- Høyde over havet, herunder beliggenhet i forhold til marin grense
- Eutrofitilstand (næringssalter), inkludert vegetasjonsutvikling i grunne områder
- Siktedyp (erosjon, partikkulær tilførsel)

Denne undersøkelsen skal begrenses til Vansjø, og det er valgt å dele innsjøen i noen hovedområder. Disse hovedområdene har ikke egne isolerte fiskebestander, men de er viktige områder for enkelte fiskearter eller grupper av arter. Til en viss grad kan de forvaltningsmessig behandles som egne fiskesamfunn. Følgende hovedområder er valgt:

- De nedre deler av Hobølelva med Bjørnerødvann. Langsomtrennende elv, med til dels stor partikkeltransport. Fiskesamfunnet har bestander av karpefisk, gjedde, gjørs, abbor og hork og lake.
- Fjordarmene i Storefjorden. Forholdsvis dype (mer enn 20 m) og smale fjordarmer som går ut fra den sentrale Storefjorden. Fiskesamfunnet er dominert av i) karpefisk, abbor og gjedde i grunne områder nær land, og ii) gjørs og krøkle (trolig også hork) mer uavhengig av land.
- Åpne deler av Storefjorden, åpent vannbasseng med holmer og skjær, men med et totaldyp ned til ca 41 m. Fiskesamfunnet er dominert av krøkle (trolig også hork) i dypere vannlag, gjørs og krøkle på mindre dypt vann uavhengig av land, mens karpefisk, gjedde og abbor dominerer i de strandnære områder.

- Vanemfjorden med store grunne områder med velutviklet vegetasjon langs land. Fiskesamfunnet er dominert av karpefisk (spesielt mort, brasme og flire), hork, abbor, gjedde og gjørs. Forekomsten av krøkle i Vanemfjorden er uklar.

Dypområdene i Storefjorden vurderes som viktig for krøkle, hork og lake som foretrekker kaldt vann, spesielt om sommeren. Om vinteren er dypområdene et antatt viktig overvintrings-område for det fiskesamfunnet som om sommeren er på grunt vann, forutsatt tilfredsstillende oksygeninnhold. Det er naturlig å dele dypområdene inn i to habitater: i) en pelagisk sone og ii) en bunnær sone på dypt vann (profundal sone). Utover fisk er pungreke (*Mysis relicta*) påvist på dypt vann i Storefjorden 2. juli 1968 (Aass 1969), mellom Mosserosøya og fastlandet og videre sydover i en renne. Fangsten var forholdsvis liten, og sammensatt av to generasjoner. Dens forekomst er ikke kjent utover dette, og den ble ikke påvist i Vanemfjorden rundt Dillingøy. Det er svært sannsynlig at det fortsatt er bestander av *Mysis* i Vansjø.

I tillegg til fisk er kreps (edelkreps) utbredt i vassdraget (Kragset 2001). Utbredelsen er ikke godt kartlagt, spesielt ikke der bestanden er fåtallig. Kreps nevnes utbredt i Mjør (Fylkesmannen i Østfold), i Hobølelva, og i Svinna oppstrøms Sæbyvann (Toverud 2000).

Metodikk

Det er gjennomført prøvofiske med bunngarn og flytegarn for undersøkelse av artssammensetning, aldersstruktur og vekst hos rovfisk (2002), og hydroakustikk for undersøkelse av

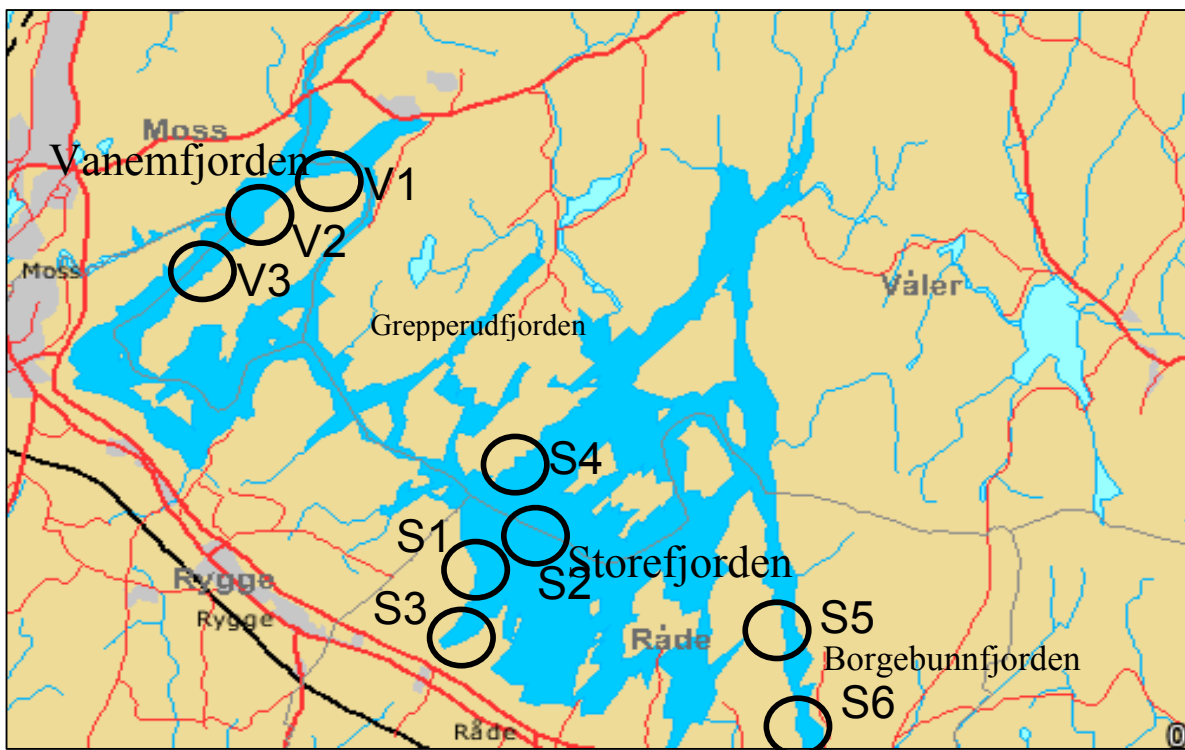


Fig. 3. Lokalteter for garnfiske (V1 og V3, og S1 og S3) i 2002 og for hydroakustikk (V1 - V3 og S1-S5) i 2002/2003. Garnfiske parallelt med hydroakustikk ble i 2003 gjennomført på V1-V3 og på S2, S4, S5 og S6.

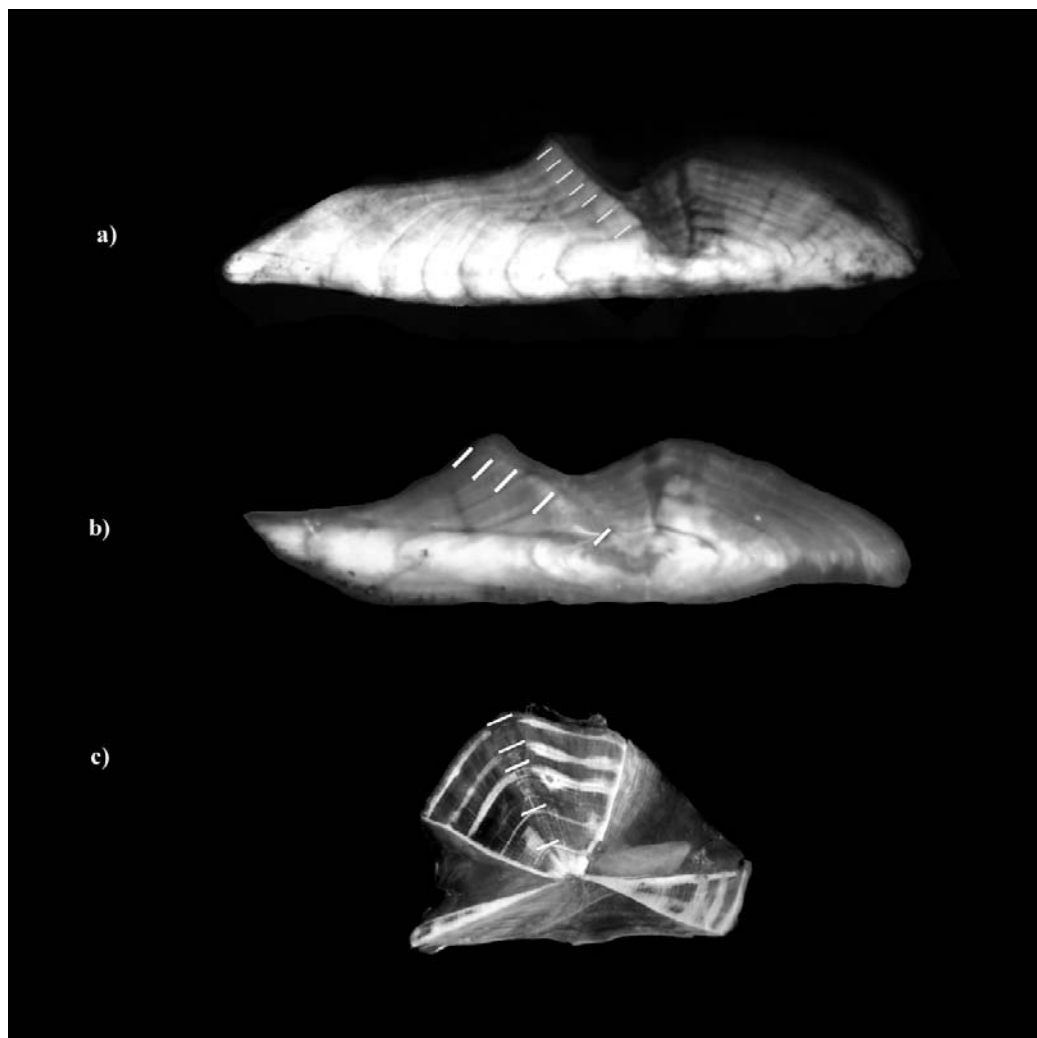


Fig. 4. Vintersoner (markert) på **a**) tverrsnitt gjennom sentrum av knekt og brent øresteinn (otolitt) fra 7 vintre gammel abbor (fanget i august), **b**) tverrsnitt gjennom sentrum av knekt og brent øresteinn fra 5 vintre gammel gjørs (fanget i mai), og **c**) kokt vingebein fra 5 vintre gammel gjedde (fanget i august).

fisketthet i pelagiske områder (2002 og 2003). Parallelt med hydroakustikk i 2003 er det gjennomført garnfiske på dypt vann for dokumentasjon av arter og størrelse av fisk.

Fangst

I 2002 ble det fisket med garn i april/mai, i juni og i juli/august på 2 lokaliteter i Vanemfjorden (V1 og V3) og 2 lokaliteter i Storefjorden (S1 og S3) (se Fig. 3). Det ble fisket utenfor to ulike typer strandsone: lun, langgrunn og vegetasjonsrik, og mer vindeksponert med bart fjell. På disse lokalitetene ble det både fisket nær land (littoralt) og langt fra land (pelagisk). Innen hver lokalitet, strandtype og avstand fra land ble det fisket med enkeltstående garn med maskeviddene 39, 45, 52, og 63 mm. De littorale garna ($2,5 \times 30$ m) ble enten satt utover fra vegetasjonsbeltet, eller fra ~ 2 m dyp ved fravær av sumpvegetasjon. De littorale garna var delt vertikalt inn i fire seksjoner, og avstanden fra land/vegetasjon og dyp ble målt for hver seksjon. De pelagiske flytegarna (3×27 m) fisket fra 1-4 m dyp. Alle garn ble satt på dagtid, og trukket ca 1 døgn senere. Den totale innsatsen (4 garn, 4 lokaliteter med 2 strandtyper i 3 perioder) var 96 garndøgn. Temperatur og siktedyp ble målt. All fanget

fisk ble artsbestemt og lengde, vekt, fangstpunktets dyp og avstand fra vegetasjonsbeltet eller land ble beregnet. All abbor, gjedde og gjørs ble alders- og kjønnsbestemt. All byttefisk i svelg og mage ble målt og artsbestemt ved hjelp av ufordøyde beinstrukturer, hovedsakelig svelgbein, otolitter, kjever og finnestråler.

I september 2003 ble det fisket med bunn garn i Vanemfjorden (dyp: 1-3 m og 12-15 m), i Storefjorden (dyp: 1-3 m og 18-20 m) og i Borgebunnfjorden (dyp: 1-3 m og 15-18 m). Dette fiske ble gjennomført på dagtid og parallelt med ekkoloddregistreringene med 8 garn i lenke med maskevidder: 10, 19.5, 22.5, 26, 31, 35, 45, 52 mm.

Alder og vekst

Gjedde ble aldersbestemt med kokt vingebein (metapterygoid), mens gjørs og abbor ble aldersbestemt med brente ørestein (otolitter) (Fig. 4).

Disse strukturene ble også benyttet til å tilbakeberegne vekst. Øresteinene ble avlest ved et tverrsnitt gjennom sentrum. Dette ble gjort for å ikke miste informasjon om størrelse første vinteren. Vekst av ørestein og beinstrukturer hos fisk vokser kontinuerlig, selv ved vekststagnasjon (Holmgren 1996, Barber & Jenkins 2001). Veksten av øresteinene er derfor avhengig både av alder og lengde, og tradisjonelle metoder for tilbakeberegning av veksten tar ikke hensyn til alderseffekten, og vil overestimere størrelsen til fisk i tidligere perioder med dårlig vekst. Det er derfor benyttet en modell som kompenserer for alderens påvirkning (Morita & Matsuishi 2001). Denne modellen ble benyttet på ørestein fra abbor og gjørs, samt vingebein.

Habitat og næring

Mageinnholdet til abbor, gjedde og gjørs ble undersøkt og byttefisk ble gruppert etter finntype, kroppsform, størrelse og vanligste forventede fødetype i Vansjø (utfra kartlegging av byttefiskens leveområder i Vansjø, Brabrand 1979) (Tabell 3).

Tabell 2. Klassifisering av byttefisk funnet i mageinnholdet hos abbor, gjedde og gjørs i Vansjø sommeren 2002, gruppert etter finntype, kroppsform og vanligste fødetype.

Bytteart→	abbor	brasme	flire	gjedde	gjørs	hork	krøkle laue	Mort	sørv
Piggfinnet	X				X	X			
Bløtstrålet		X	X	X			X	X	X
Høy	X	X	X						X
Langstrakt				X	X	X	X	X	
Fiskeeter				X	X				
bunndyreter		X	X			X		X	X
Planktoneter							X	X	

Forskjeller i habitatbruk ble parvis undersøkt for de vanligste artene i fangstene. Artene ble sammenlignet mellom Storefjorden og Vanemfjorden og littoralt vs. pelagisk. Fangstene fra littoralsona ble sammenlignet mellom ulikt vegetasjonsdekke (sumpvegetasjon vs. bart fjell) og fangststed (avstand fra land/siv og dyp). Fangststetningen var lik for alle variablene unntatt fangststedets dyp, som ikke lot seg kontrollere i forsøksoppsettet. For denne sammenligningen ble det derfor utviklet en preferanseindeks (P), basert på innsatskorrigert fangst ved ulike dybde kategorier.

Av praktiske årsaker ble det benyttet en garnserie med liten fangbarhet for mindre fisk. Karpefisk og individer fra de yngste årsklassene av abbor, gjedde og gjørs vil derfor være underrepresentert i disse fangstene. Tidligere undersøkelser i Vansjø (Pethon 1980, Brabrand 1983), viste stedvis svært høye tettheter av småfisk i innsjøen. Dette er i stor grad hork, krøkle og yngre stadier av karpefisk som er lite fangbare med de maskevidder som er benyttet. Det er derfor viktig å merke seg at resultatene bare omfatter relativt store individer av karpefisk. Fangstene av kjønnsmoden abbor, gjedde og gjørs antas å være representativt fanget i de lokalitetene det ble fisket.

Hydroakustikk

Tetthet, dypdefordeling og fiskens relative størrelse i de dypere områder av Vansjø ble undersøkt med ekkolodd. Det er gjort opptak langs definerte transekter både i Vanemfjorden, i de sentrale deler av Storefjorden og i Borgebunnfjorden med kvantitativt hydroakustisk utstyr. Dette er utført i september 2002 (dag og natt) og i august 2003 (dag). I 2003 ble det gjennomført parallellfiske på dypt vann med flere maskevidder (se pkt. *fangst*), for å dokumentere hvilke fiskearter som ble observert på ekkolodd.

Alle ekkoregistreringer ble gjort med et ekkolodd av type SIMRAD EY-M. Dette ekkoloddet kompensere for lydimpulsens spredning og absorpsjon i vannet. Denne TVG-funksjonen vil gi samme ekkonivå fra en gitt fisk, enten den befinner seg på 10 eller 60 meters dyp, bare den har samme vinkelposisjon i forhold til transducere (Nakken og Olsen 1977). Transducere har en åpningsvinkel på 11 grader og ekkoloddets vertikale oppløsningsevne er på ca. 80 cm. Det vil si at fisk som er atskilt i dyp med mer enn 80 cm, vil bli registrert som to forskjellige fisker.

Effekten av transducerens strålingsdiagram blir fjernet ved hjelp av en statistisk metode lik den som ble beskrevet av Craig og Forbes (1969). Metoden ser ut til å gi god nøyaktighet når tallet i analysen blir større enn 1000. Presisjonen på utstyret er funnet å være bedre enn 10 %. Under dataregistrering i felt ble alle ekkosignalene innspilt på magnetbånd ved hjelp av en kassettpiller av type Sony TCD. Det analoge ekkosignalet ble senere digitalisert, og signalene kan kontrolleres ved at det reproduserer et ekkogram fra den aktuelle kursen.

Ekkosignalstyrkene angir fiskens målstyrke, target strength TS, i desibel (dB). Disse verdiene er en funksjon av fiskens størrelse og kan omregnes til fiskelengde i cm (L). Det er valgt å benytte regresjonen $TS = 20 * \log_{10}(L) - 68$ gitt av Lindem og Sandlund (1984). Denne regresjonen er utarbeidet på grunnlag av ekkolodd/trålundersøkelse på fiskesamfunn bestående av sik, lagesild og krøkle i Mjøsa, og antas å være direkte overførbare til de dypere områder av Vansjø. Imidlertid er det ikke funnet signifikante forskjeller mellom denne regresjonen og regresjoner basert på bestander dominert av mort (Bjerkeng et al. 1991). Regresjonen er derfor også benyttet på fisk som befinner seg nærmere overflaten, idet dette antas i større grad å være karpefisk.

Resultater

Fangst

Det ble fanget flest brasme, deretter abbor, gjørs, gjedde, flire, sørv, mort, lake og suter (Tabell 5). I Storefjorden ble det fanget flest abbor, gjedde, mort og sørv, mens brasme, flire og gjørs ble fanget hyppigst i Vanemfjorden (Fig. 5 og Fig. 6).

Tabell 3. Antall individer av ulike arter fanget med ulike maskevidder (39, 45, 52 og 63 mm) i april/mai, juni og august 2002, samt gjennomsnittlig lengde (mm) og standard avvik (S).

Maskevidde Art	39 mm	45 mm	52 mm	63 mm	Total	Lengde mm ±S
Abbor	45	24	11	3	83	288 ± 42
Brasme	55	27	17	8	107	237 ± 41
Flire	22	12	3	0	37	218 ± 23
Gjedde	31	23	11	5	70	599 ± 152
Gjørs	27	32	17	6	82	436 ± 64
Lake	0	1	0	0	1	480
Mort	4	2	0	0	6	241 ± 11
Suter	0	1	0	0	1	450
Sørv	5	10	1	0	16	174 ± 23
Sum	189	132	60	22	403	

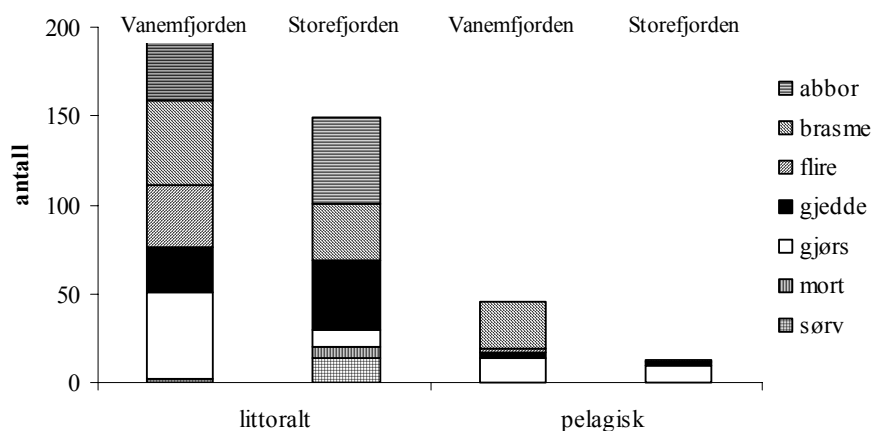


Fig. 5. Antall abbor, brasme, flire, gjedde, gjørs, mort og sørv fanget littoralt og pelagisk i Vanemfjorden og Storefjorden april-august 2002.

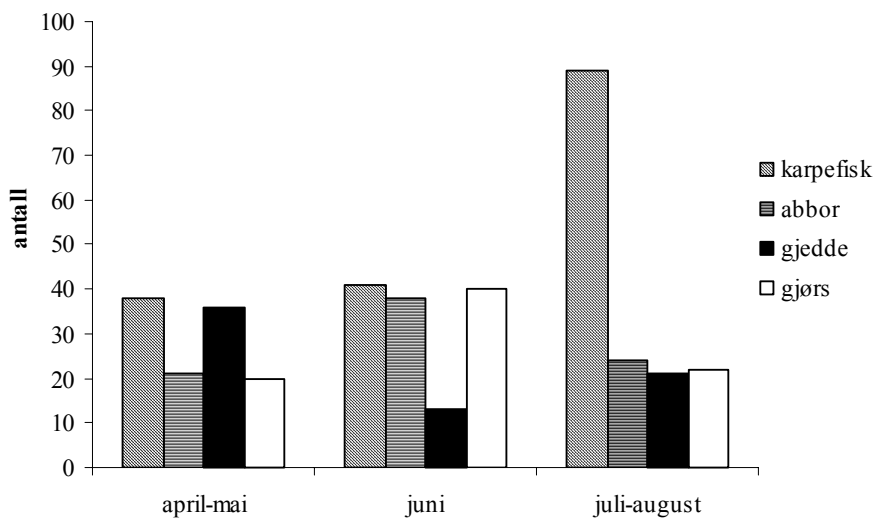


Fig. 6. Antall fanget karpfisk, abbor, gjedde og gjørs fanget i Vansjø april-august 2002.

De littorale fangstene var størst for alle artene (Fig. 5). Fangstene av karpefisk økte med vanntemperaturen, som økte gjennom prøvefiskeperioden. Fangstene var størst i gytetida, for gjedde i april/mai, og for gjørs i juni (Fig. 6).

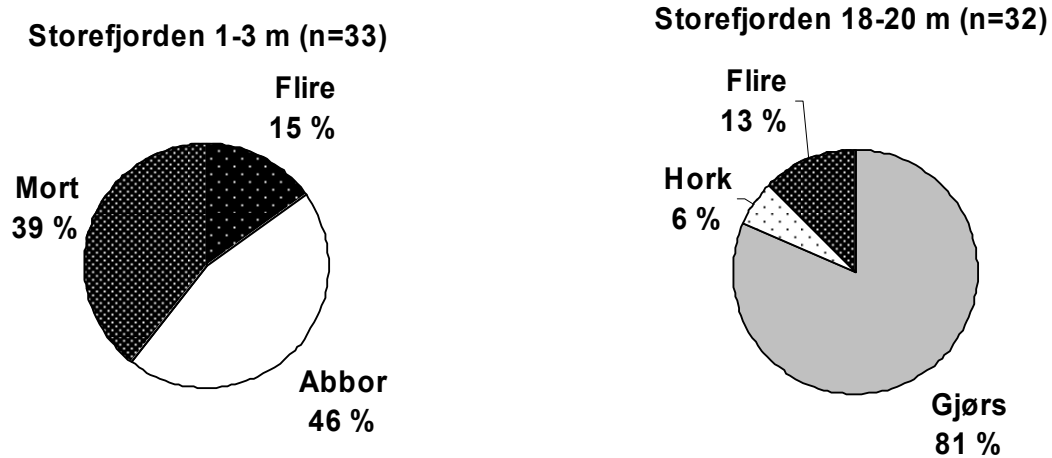


Fig. 7. Fiske med bunngarn i august 2003 i Storefjorden, Vansjø i områder nær land og på 18-20 m's dyp sentralt i storefjordbassenget.

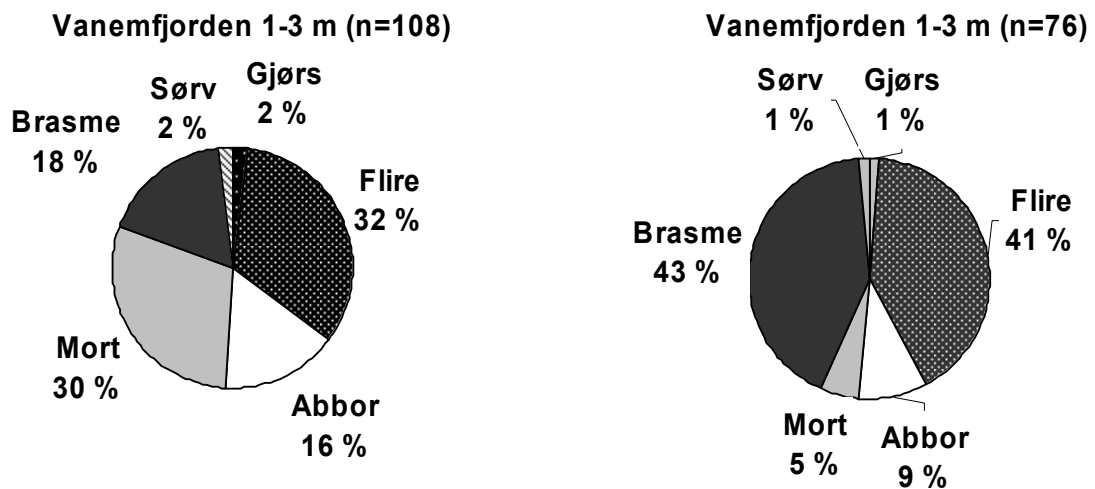


Fig. 8. Fiske med bunngarn i august 2003 i Vanemfjorden, Vansjø i to områder nær land på 1-3 m's dyp.

Vanemfjorden 12-15 m (n=34)

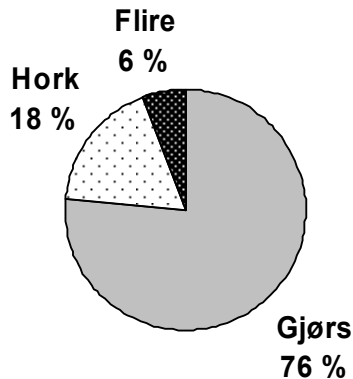


Fig. 9. Fiske med bunngarn i august 2003 i Vanemfjorden, Vansjø på 12-15 m's dyp nordvest for Dillingøy.

Alder og vekst

Aldersfordelingen for abborfangstene viser dominans av 1994 og 1995 årsklassen både i Vanemfjorden og Storefjorden, dvs. abbor med 7 og 8 vintersoner. Det ble observert et relativt stort innslag av abbor klekket i 1991 og 1992 i Vanemfjorden, dvs. fisk med 10 og 11 vintersoner. Det presiseres at dette representerer alderssammensetningen i fangstene, men det må angis at det er høy andel gammel fisk i abborbestanden.

Alderssammensetningen i Storefjorden og Vanemfjorden viser det samme forløpet, og alt tyder på god rekruttering.

Alderssammensetningen for gjedde viser dominans av 1996 og 1997 årsklassen i Storefjorden, men utover dette var det relativt jevnstore årsklasser (dvs. jevn rekruttering) i begge hovedbassengene tilbake til 1990-91 (Fig. 10). Innslaget av gammel gjedde må betegnes som høyt.

For gjørs var det dominans av 1996 og 1997 årsklassen i Vanemfjorden og av 1994 årsklassen i Storefjorden. Det relative innslaget av gammel fisk var mindre hos gjørs sammenliknet med abbor og gjedde. Det er ikke noe som tyder på liten rekruttering, noe som bekreftes ved at det ble tatt et betydelig antall smågjørs (2-4 år) i de pelagiske områdene av Storefjorden i august 2003.

Det var de unge årsklassene som hadde sterkest korrelasjon mellom fjordene, og korrelasjonen avtok med økende alder. Gjedde og gjørs ble eldst i Vanemfjorden, og kjønnsmoden rovfisk hadde størst dødelighet i Storefjorden (Fig. 10).

Variasjonen i aldersfordelingen innen bassenget var størst i Storefjorden for abbor og gjedde (Fig. 10). Gjørs var den arten som hadde størst relativ variasjon mellom årsklassene i begge fjordene.

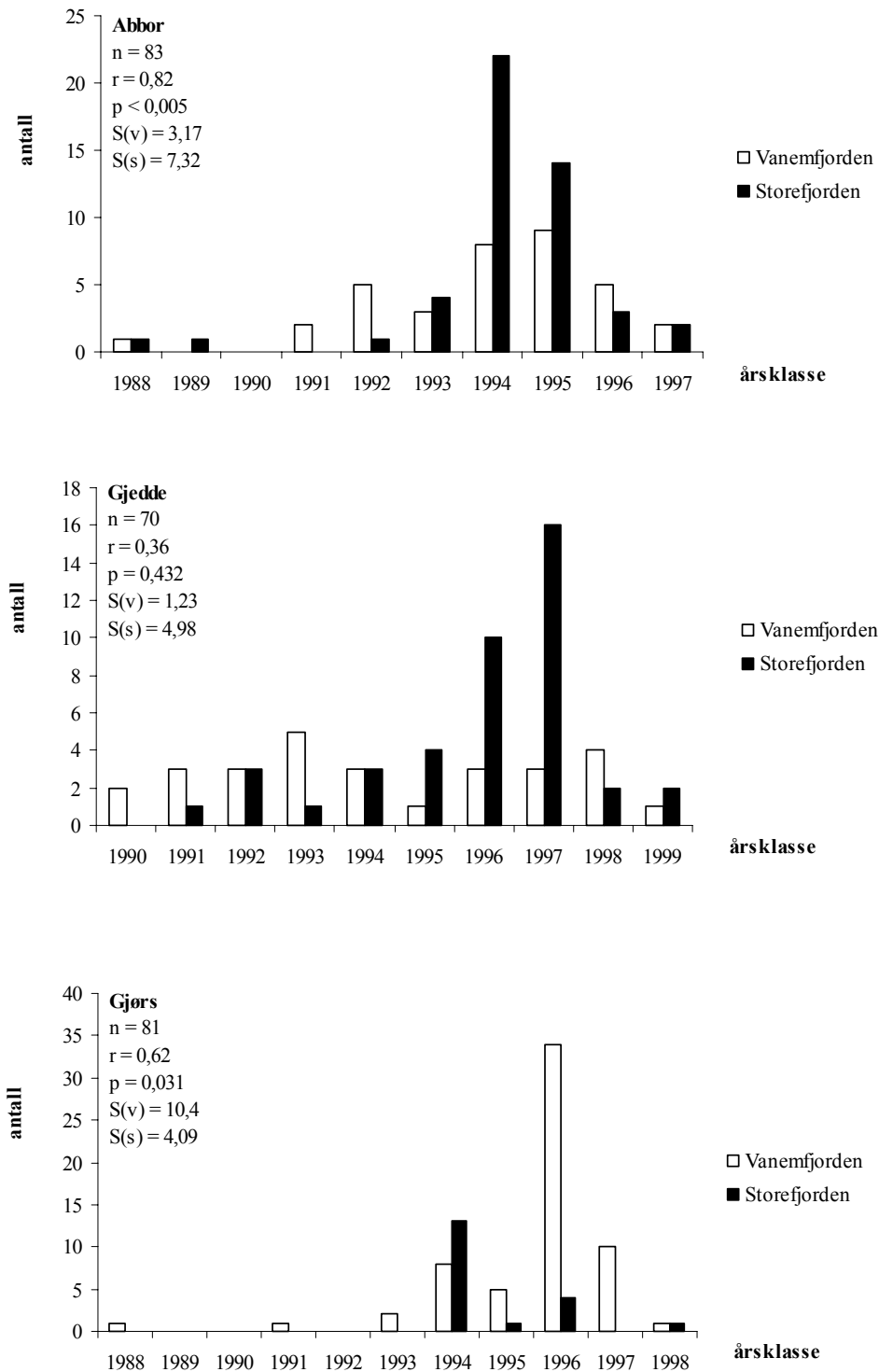


Fig. 10. Antall fanget abbor, gjedde og gjørs i årsklassene 1988-1999 i Vanemfjorden og Storefjorden, korrelasjonen mellom fjordene (Spearman rangert korrelasjonsanalyse), samt standardavviket (S) innen hver av fjordene. Fangståret er 2002.

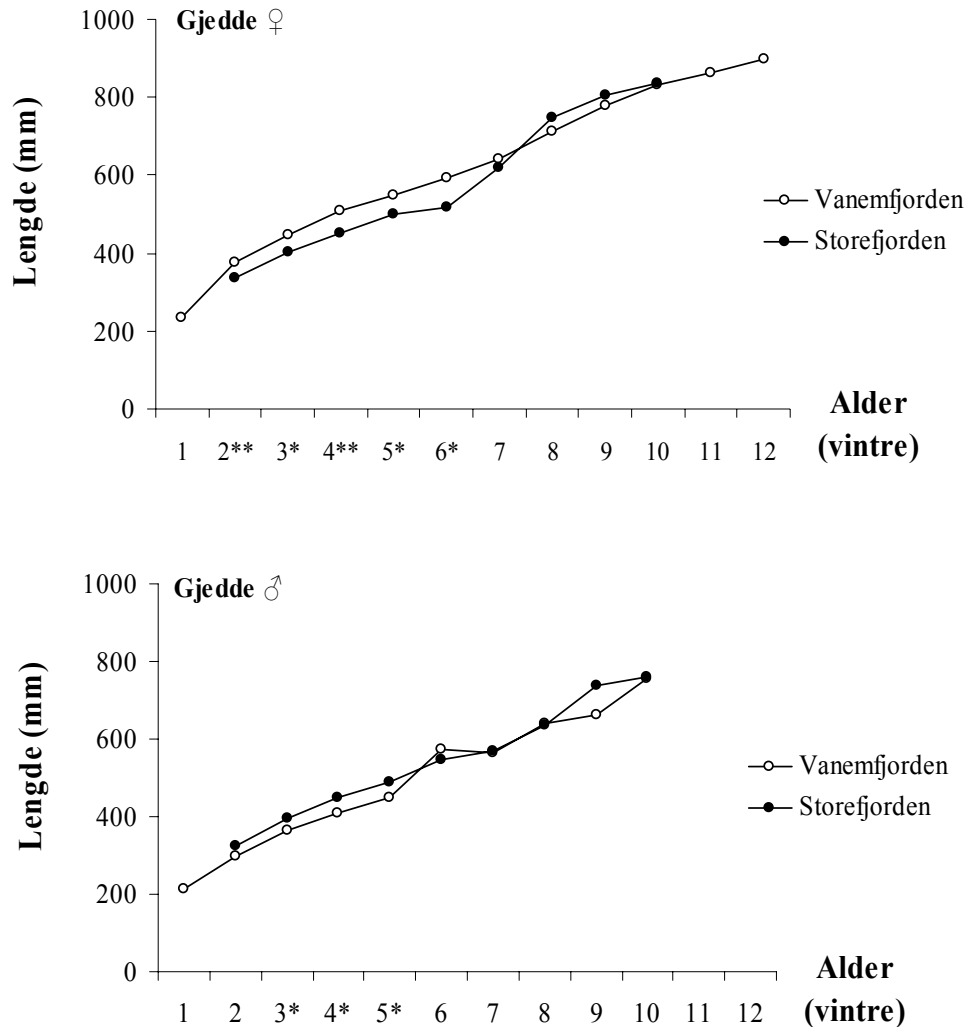


Fig. 11. Tilbakeberegnet vekst hos gjedde (♀ og ♂) våren 2000, 2001 og 2002 i Vanemfjorden og Storefjorden. Signifikant forskjell (t-test) mellom fjordene: * $p < 0,5$ ** $p < 0,05$.

Fram til 7 års alder var ikke vekstraten hos hunnabor forskjellig mellom Storefjorden og Vanemfjorden. Etter dette var vekstraten signifikant høyere i Vanemfjorden (Fig. 12), og beregnet maksimal lengde var også størst i dette bassenget. Hunngjedder var større i Vanemfjorden enn i Storefjorden fram til 6 års alder (Fig. 11). Utenom dette var det ingen signifikant forskjell i størrelse mellom fjordene hos gjedde, og det var liten forskjell i beregnet maksimal lengde for begge kjønn av gjedde (Fig. 11). Gjørs i Vanemfjorden hadde stabil og god vekst hele livet (Fig. 12), mens veksten i Storefjorden var ulik for hanner og hunner. Hanngjørs i Storefjorden var signifikant mindre enn i Vanemfjorden de første leveårene, før en midlertidig økning i veksten kompenserte for forskjellene. Hunngjørs var størst i Vanemfjorden hele livet, og forskjellene øker med alderen. Beregnet maksimal lengde var størst i Vanemfjorden for begge kjønn av gjørs (Fig. 12).

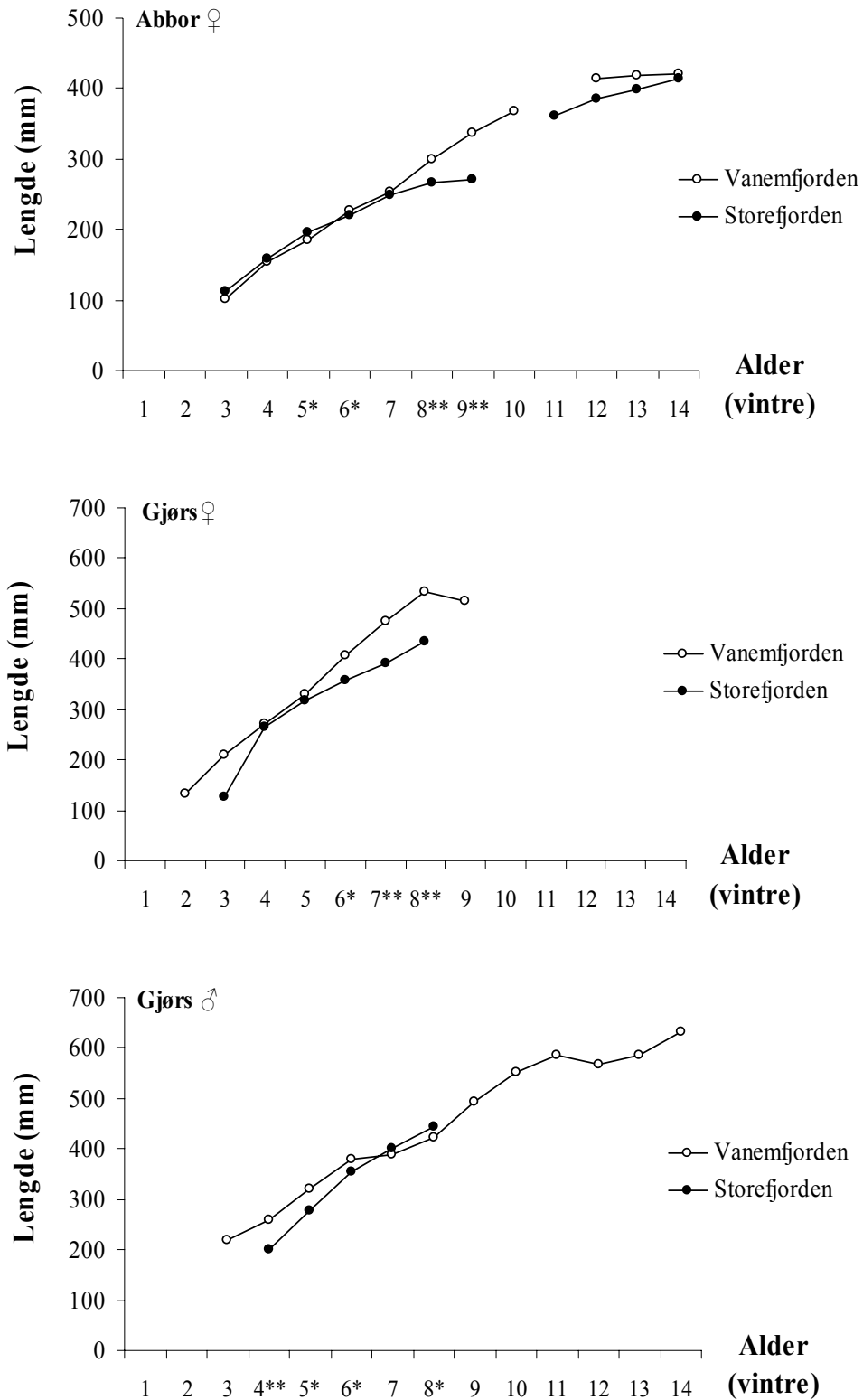


Fig. 12. Tilbakeberegnet vekst hos abbor (♀) og gjørs (♀ og ♂) våren 2000, 2001 og 2002 i Vanemfjorden og Storefjorden. Signifikant forskjell (t-test) mellom fjordene: * $p < 0,5$ ** $p < 0,05$.

Habitat og næring

Av 217 undersøkte rovfisk innsamlet i 2002 hadde 61 % ikke spist den siste tiden før fangst (innskrunpet magesekk). 14 % hadde mageinnhold som var totalfordøyd, og det ble bestemt byttefisk hos 25 % av de tre rovfiskartene sett under ett. Brasme dominerte registreringene av mageinnhold fra Vanemfjorden, unntatt i juni. I juni dominerte laue. I dette bassenget ble brasme, mort og gjørs registrert som byttefisk i alle periodene. I Storefjorden var nesten alle registrerte bytter i april-mai piggfinnefisker (trolig abbor eller hork). I juni ble det her registrert omlag lik fordeling av fortærte piggfinnefisker og karpefisker (brasme var fraværende). I august 2002 dominerte krøkle sammen med karpefiskene sørv, brasme og mort som bytter for rovfisk fanget i Storefjorden. I august 2003 ble det i smågjørs tatt pelagisk i de sentrale områdene av Storefjorden på 15-18 m dyp utelukkende funnet småkrøkle (lengde 63 mm \pm 12,1 (95 % K.L.)), og hork.

De dominerende byttefiskene for abbor, gjedde og gjørs (separat) ved innsamling i 2002 var henholdsvis abbor, hork og laue. Gjedde og abbor hadde fortært færrest arter (henholdsvis 5 og 6), mens gjørs hadde fortært 10 ulike fiskearter. Gjørs hadde fortært vesentlig flere byttearter i Vanemfjorden sammenlignet med Storefjorden (henholdsvis 10 og 2 arter). Variasjonen i registrerte byttearter var mindre hos gjedde (henholdsvis 5 og 3 arter) og abbor (henholdsvis 3 og 5 arter).

De tre artene hadde fortært signifikant ulik andel byttefisk med hensyn på byttenes finntype, fødekategori og størrelse (Tabell 4). Gjørs hadde spist en høyere andel bytter med myke finner enn gjedde, mens gjedde tok større andel byttefisk med piggfinner (Tabell 8 og 9). Abbor hadde tatt mest fiskepisende byttefisk, gjedde mest bunndyretene og gjørs mest planktonetere (Tabell 4 og 5). Abboeren var hovedsakelig kannibal, og det ble registrert abbor tatt av abbor som igjen hadde tatt abbor.

Tabell 4. Antall bytter delt inn i 4 kategorier for abbor, gjedde og gjørs, samt signifikansnivået til forskjellen innen en kategori (χ^2 -test). Bør vanskelige ord forklares eller bruke norske fiskepisende, bunndyrspisende og planktonspisende?

Bytte	Abbor	Gjedde	Gjørs	
Finner***	piggfinnet	8	20	6
	bløtstrålet	16	9	23
Kroppsform ^{i.s.}	Høy	15	14	11
	langstrakt	9	15	18
Funksjonell gruppe**	piscivor	8	8	4
	bentivor	10	21	16
	planktivor	6	0	9
Størrelse**	<60 mm	5	5	7
	65-80 mm	13	12	5
	85-115 mm	5	3	14
	>120 mm	5	9	5

i.s) ikke signifikant ** p<0,05 *** p<0,005.

Det ble registrert store skader på stor gjørs og brasme i flytegarna etter angrep fra både gjedde og gjørs (identifisert med karakteristiske bittmerker). Selv om gjørs hadde tatt gjennomsnittlig større bytter enn gjedde, var ikke denne forskjellen signifikant. Fordelingen av størrelsen på bytter tatt av gjedde og gjørs var signifikant ulik over de fire størrelsesgruppene (Tabell 4 og 5). De største byttene ble registrert hos gjedde. Det ble funnet en gjørs på ~55 cm (estimert til

1,2 – 2,0 kg) i magesekken på en 6 kilos gjedde. Dette mønsteret endret seg ved sammenligning av predatorenes relative størrelse i forhold til byttet. Ved samme størrelse tok abbor signifikant større bytte enn både gjørs og gjedde (Tabell 10).

Tabell 5. Sammenlikning mellom relativ størrelse på byttefisk tatt av abbor, gjedde og gjørs.

Art	Gjørs ¹	Gjedde ²
Abbor større bytter enn →	***	***
Gjørs større bytter enn →	-	i.s.

i.s) ikke signifikant *** p<0,005 1) T-test 2) Mann-Whitney test

Hos de artene som ble fanget både littoralt og pelagisk, var individer fanget pelagisk generelt størst. Av rovfiskene gjaldt dette gjedde ($p = 0,0154$) og gjørs ($p = 0,008$). Det ble bare fanget 1 abbor pelagisk. Av karpefiskene ble kun store brasmer og flirer (høyryggede) fanget pelagisk. Størrelsen på individer fanget littoralt økte med avstanden fra land. Hos rovfisken var denne korrelasjonen signifikant hos gjedde ($r = 0,26$, $p = 0,028$) og gjørs ($r = 0,30$, $p = 0,01$). Det var bare gjedde, gjørs og brasme som ble fanget pelagisk i begge bassengene. For disse artene var pelagisk fangede individer gjennomsnittlig minst i Storefjorden, men forskjellen var bare signifikant hos gjedde ($p < 0,005$). De minste gjeddene fanget pelagisk i Vanemfjorden og Storefjorden var henholdsvis 860 mm og 530 mm.

Gjørs og brasme ble fanget oftere pelagisk enn de andre artene (Fig. 13a). Denne forskjellen var signifikant sammenlignet med abbor og gjedde. I tillegg var fordelingen parene flire-brasme og sørv-gjørs signifikant ulik. All mort ble fanget littoralt, men forskjellen var ikke signifikant på grunn av lite datamateriale. Gjørs, sørv og mort ble oftest fanget i strandsoner uten sumpvegetasjon, mens de resterende artene ble fanget oftere i områder med slik vegetasjon (Fig.13b). Forskjellen var signifikant mellom flire og gjørs/sørv.

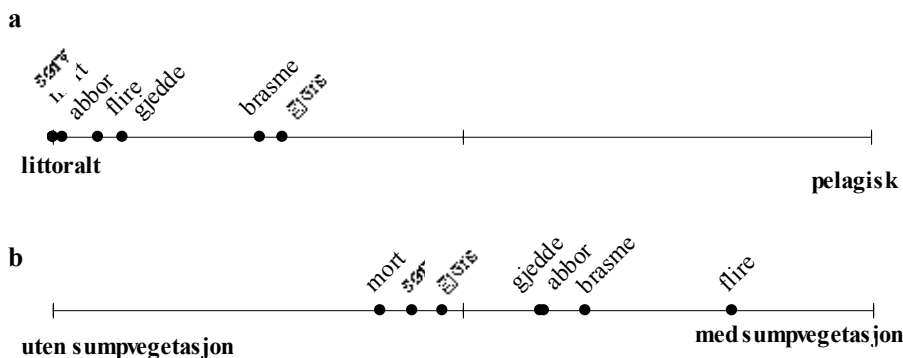


Fig. 13. Prosentvis fordeling av antall individer innen artene abbor, brasme, flire, gjedde, gjørs, mort og sørv fanget i ulike områder (a) og strandsonetyper (b). Midtstreken angir lik fangst mellom kategoriene. *) Stor dekning av flytebladplanter på dominerende fangstlokalitet.

I fangstene fra littorale garn økte fangstene av gjørs med avstand fra land. Abbor prefererte områder nær land (ca 10 m) eller et stykke fra land (ca 30 m), mens gjedde prefererte området i mellom. Sørv var den eneste av karpefiskene som viste sterk preferanse for områder nær land/vegetasjon. I littoralsona ble gjørs og mort fanget oftest i garn som stod dypere enn 3 m. Gjørs ble fanget signifikant dypere enn samtlige andre arter unntatt mort. Abbor, gjedde, sørv, brasme og flire ble oftest fanget i garn som stod grunnere enn 3 m. Gjeddene ble signifikant oftere fanget dypere enn sørv og grunnere enn mort. Flire ble fanget oftere på

dyp >4 m enn abbor og brasme, mens sørv stod grunnere enn brasme (forskjellen var signifikant).

Hydroakustikk

Ekkogrammer

Den fordelingen av fisk som går igjen på ekkogrammene på dagtid er store stimer på 10-12 m's dyp eller 12-16 m's dyp. Dette er et helt gjennomgående trekk både i Vanemfjorden, i Borgebunnfjorden og i det sentrale området av Storefjorden. I tillegg til dette er det stedvis stimer av fisk på 5-8 m's dyp, med en tendens til at dette forekommer i nærheten av land og der det ikke er for dypt. I Vanemfjorden ble det i dybdesjiktet 5-8 m, og samtidig med ekkoloddundersøkelsen, påvist et typisk varmtvannssamfunn bestående av karpefisk, abbor og gjedde. Av karpefisk ble det påvist dominans av brasme, mens flire og mort ble påvist. Det er svært sannsynlig at også hork er en viktig del av dette fiskesamfunnet. Stimer i dette dybdesjiktet ble observert både i 2002 og 2003.

På dypt vann (områder som er dypere enn 20-22 m) i Storefjordens sentrale områder og i Borgebunnfjorden, ble det observert betydelig tetthet av partikler som kan være fisk. Hvorvidt dette også er andre organismer kan ikke utelukkes, men at en stor del av dette er småkrøkle og hork er svært sannsynlig. Garnfanget gjøres på 16-20 m's dyp i Storefjordens sentrale områder der ekkoloddopptakene er utført hadde i august 2003 nærmest utelukkende spist småkrøkle, noe som indikerer at det i disse vandypene er store mengder småkrøkle. Høy tetthet av fisk i dypere vannlag ble også funnet i Borgebunnfjorden. Garnfangstene var her svært små, men det ble påvist krøkle i dyplagene også her. Når det gjelder andre fiskearter som kan forekomme i store mengder på dypt vann i næringsrike innsjøer bør hork nevnes. Denne burde imidlertid være påvist på finmaska garn dersom den hadde vært tilstede i store mengder, men forekomsten indikeres ved at gjøres tatt på 16-20 m's dyp i Storefjorden hadde spist hork i tillegg til krøkle.

Utover fisk er pungreke (*Mysis relicta*) påvist i Storefjorden (Aass 1969), men dens forekomst er ikke kjent utover dette. Tett forekomst av *Mysis* kan på ingen måte utelukkes. I august 2003 ble det med finmaska håv dessuten påvist store mengde larver av fantommygg (*Chaoborus* sp.). Denne har luftblærer i kroppen og kan reflektere ekkosignaler når den forekommer i store mengder. En del av det som observeres i dyplagene kan derfor være en blanding av småkrøkle, hork og mygglarver. I motsetning til fisk overlever *Chaoborus* lange perioder i oksygenfattig vann.

Vanemfjorden

Reproduserte ekkogrammer fra dagopptak i Vanemfjorden er vist i Fig.14. Ved alle observasjonene ble det påvist både enkeltfisk og stimer. Enkeltfisk ble hovedsakelig observert uavhengig av land og på relativt dypt vann. Stimer ble klassifisert til to hovedtyper, i) på relativt grunt vann (2-4 m's dyp) og ii) i de dypere områdene og forholdsvis nær bunnen (10-13 m's dyp). I august 2003 var de to dybdesjiktene med fisk særlig tydelige, og lite fisk nær bunnen kan indikere oksygenvinn nær bunnen i august 2003. Dette var hovedbildet i Vanemfjorden både i slutten av september 2002 og i midten av august 2003.

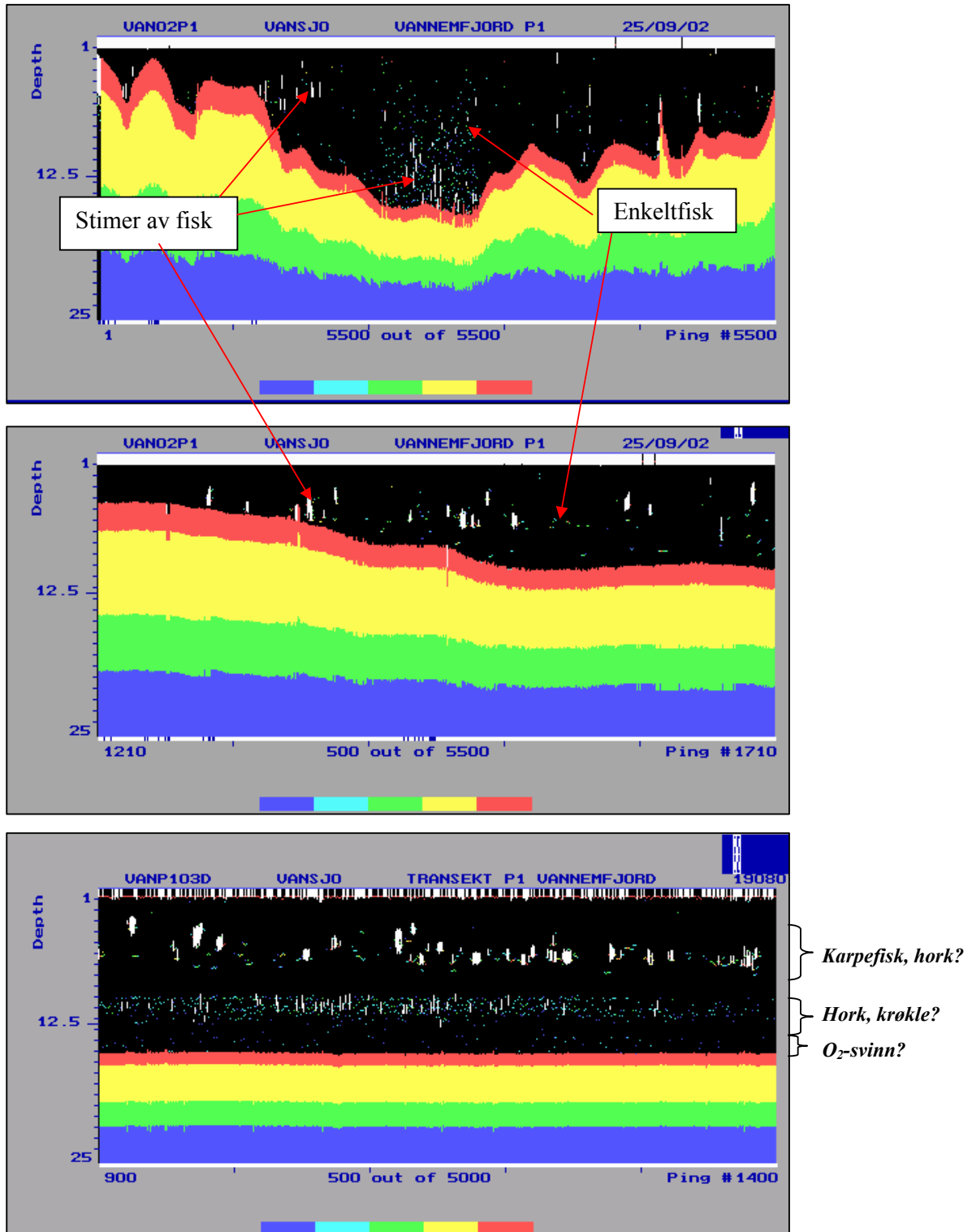


Fig. 14. Over: Ekkogrammer fra Vanemfjorden, Vansjø, 25.09.02 på dagtid. Det vises både enkelt fisk og stimer av fisk. Under: Vanemfjorden 19.08.03 på dagtid. Det vises et markert sjikt med stimer i dypområdet 3-7 m under overflaten og et sjikt på 10-12 m's dyp.

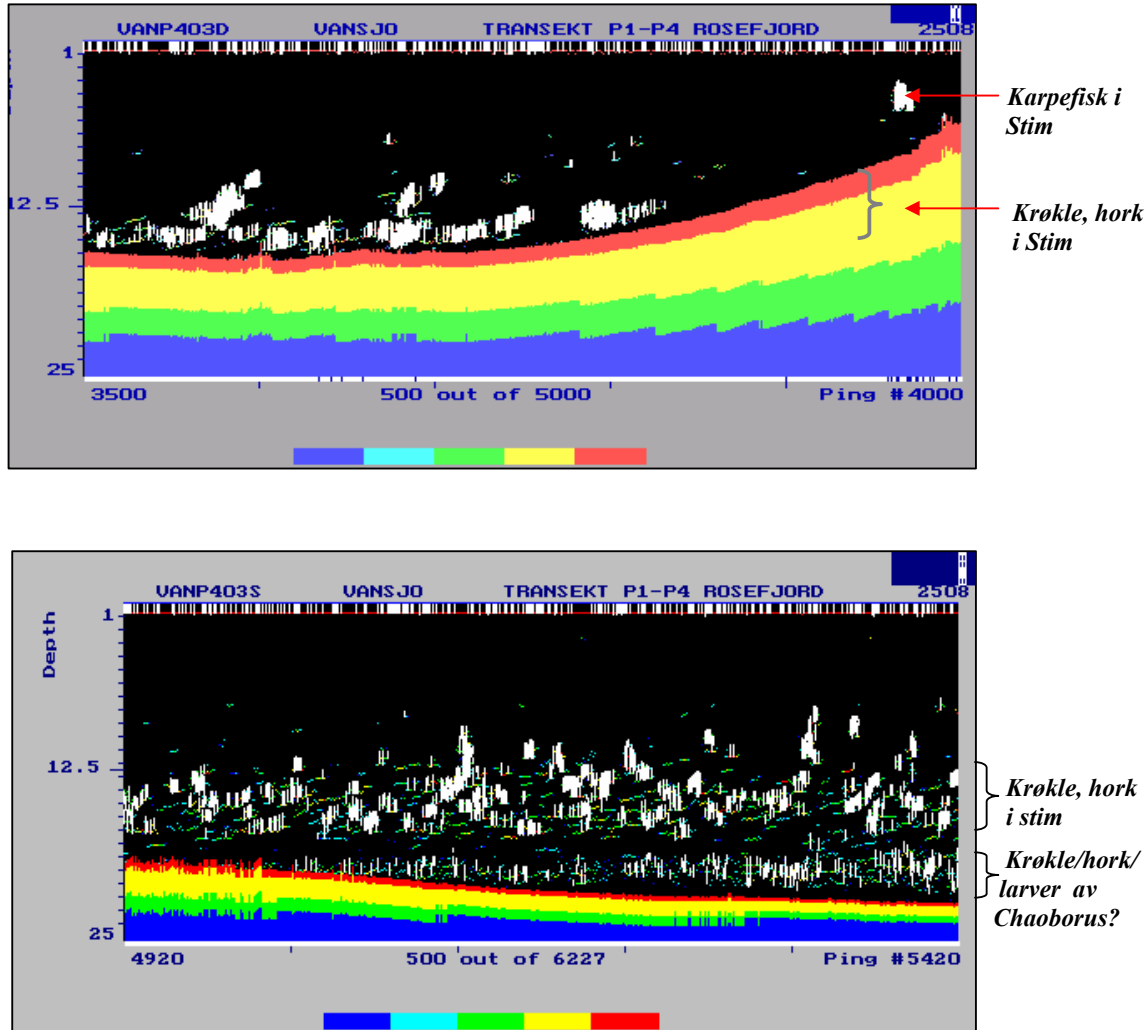


Fig. 15. Ekkogrammer fra Borgebunnfjorden, Vansjø, 25.08.03 på dagtid. Det vises jevn forekomst av stimer i dyp 12-16 m's dyp.

Borgebunnfjorden

Ekkogrammer fra Borgebunnfjorden viste store mengder fisk i to dybdesjikt, i hovedsak fisk som sto i stim (Fig. 15). Et markert dybdesjikt med fisk sto på 12-16 m's dyp, og ytterligere viste reflekterte signaler at det sto betydelig mengder fisk og eventuelt andre ting i vannlag fra ca 20 – 22 m, til dels svært nær bunnen, men ikke på bunnen (muligens oksygensvinn). Store mengder *Chaoborus* ble påvist på og i bunnen. Dette var det gjennomgående bildet i hele Borgebunnfjorden.

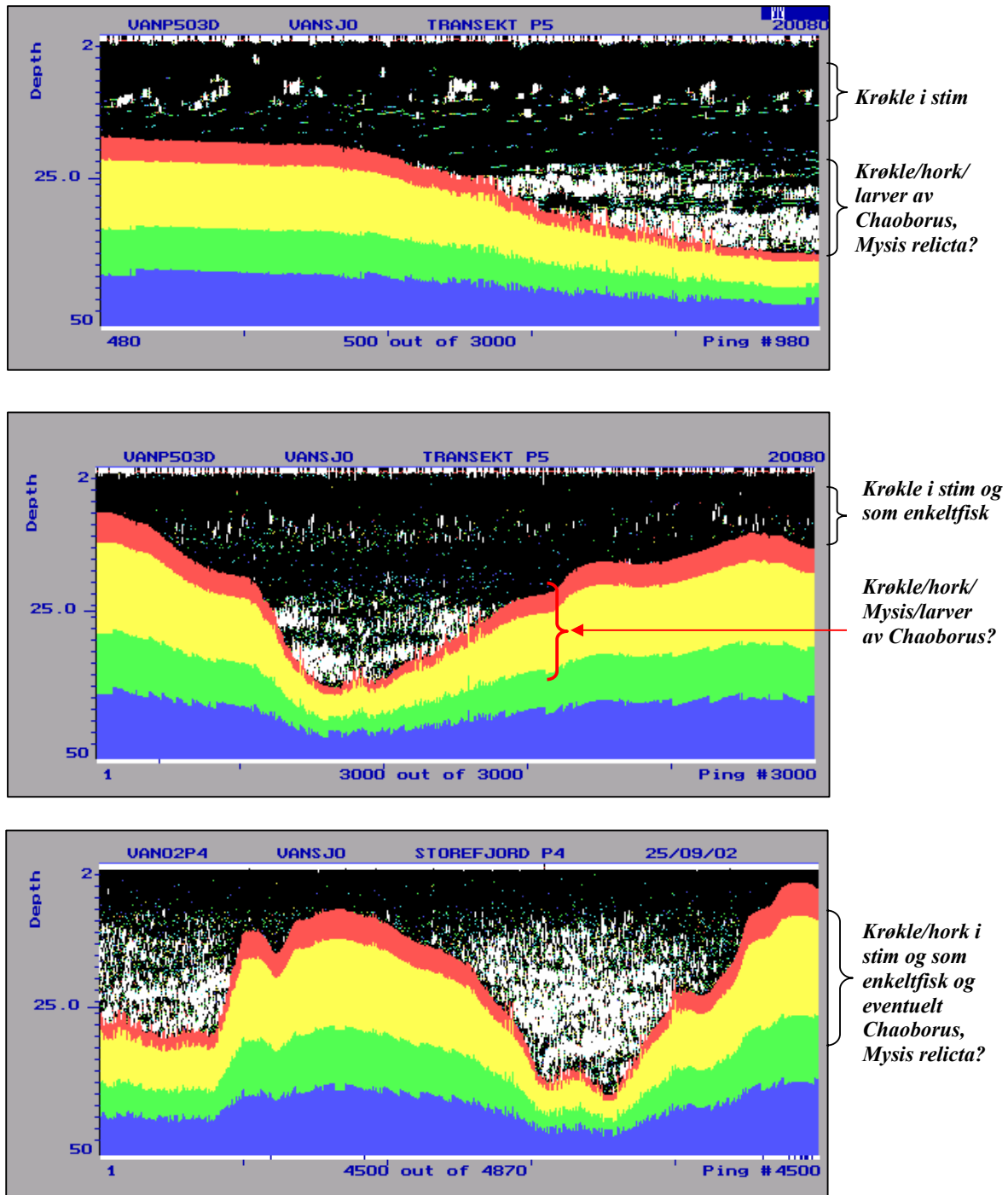


Fig. 16. Ekkogrammer fra Storefjorden, Vansjø, 20.08.03 på dagtid og 25.09.02 etter mørkets frambrudd. Det vises jevn forekomst av stimer i områder som er dypere enn ca 12 m på dagtid, og noe nærmere overflaten etter mørkets frambrudd.

Storefjorden

I Storefjordens åpne hovedbasseng ble det i september 2002 observert betydelige mengder fisk i stim i dypområdene både på dagtid og etter mørkets frambrudd (Fig. 16). Som i Borgebunnjorden ble stimer observert i områder der totaldypet var større enn ca 12 m. På dagtid sto stimer dypere enn 12 m, dvs. fra 12 m og dypere. Etter mørkets frambrudd i 2002 var stimer noe mer oppløst i enkeltfisk, og de sto noe nærmere overflaten. I august 2003 ble

stort sett det samme bildet observert, med store mengder fisk i stim i dybdesjiktet 12-15 m's og dypere på dagtid.

Fisketetthet/størrelsesfordeling

Tettheten av fisk i de pelagiske områdene av Vanemfjorden, Borgebunnfjorden og de sentrale områdene av Storefjorden er beregnet for hvert 2 m dybdeintervall, og oppgitt som antall fisk /ha innsjøoverflate. Det var til dels svært høy fisketetthet nær overflaten i Vanemfjorden (Fig.17) og i dypområdene i Storefjorden (Fig. 19), noe som til dels skyldes store stimer. I Vanemfjorden kan denne variasjonen forklares ved at fisk på grunt vann på dagtid av og til oppholder seg i stim i pelagiske områder. I dypområdene i Storefjorden (og Borgebunnfjorden, Fig.18) er det sannsynligvis både fisk og fantommygglarver, noe som kan gi svært store tettheter av mottatte ekkosignaler. Det er overveiende sannsynlig at fisk i dypområdene er dominert av krøkle og hork.

Utover disse anledningene lå beregnet fisketetthet på 14.100 – 16.700 fisk/ha både i Vanemfjorden, Borgebunnfjorden og i de sentrale områdene av Storefjorden. Det var liten forskjell mellom tetthet beregnet dag og natt, noe som sannsynligvis skyldes dominans av krøkle på dypt vann som blir registrert uansett tid på døgnet. Det var forventet å finne større forskjell mellom Vanemfjorden og Storefjorden pga. forskjell i eutrofigrad.

Den relative størrelsesfordelingen er vist i Fig. 20-22. Denne er kun basert på enkeltfisk, og vil derfor totalt sett vise et mindre antall fisk enn beregnet fisketetthet, som også inkluderer fisk i stim. I dypområdene (dypere enn ca 10 m) er det i alle dybdesjikt dominans av signalstyrker som indikerer småfisk, dvs. fisk i lengdegruppen 4-10 cm. Dette er en typisk størrelse for krøkle og hork, og som også er registrert størrelse på krøkle i mageinnhold hos gjørs tatt i disse områdene i Storefjorden. Dette forsterker antagelsen om at det er krøkle som er registrert som dominerende art. Men det er også tydelig at det observeres små partikler i dypområdene, spesielt i Vanemfjorden, som kan være fantommygglarver (*Chaoborous*) eller *Mysis relicta*.

I dybdesjikt grunnere enn ca 10 m i Vanemfjorden og i Borgebunnfjorden ble det også registrert større fisk, fra ca 10 cm og opp mot 40-50 cm i Vanemfjorden og 30-40 cm i Borgebunnfjorden. Det er sannsynligvis innslaget av karpefisk, abbor og gjedde som gir en slik fordeling (se fangst). I de sentrale delene av Storefjorden var det mindre forskjell i beregnet fiskestørrelse mellom dypt og grunt vann. I de fleste dybdesjikt var det dominans av fisk i lengdeintervallet 5-10 cm, med en maksimalstørrelse på 20-30 cm. Det er sannsynligvis småkrøkle og hork som igjen gir denne fordelingen, med noe forekomst av "kongekrøkle" (påvist på garn i Borgebunnfjorden) og yngre årsklasser av gjørs som predatorfisk.

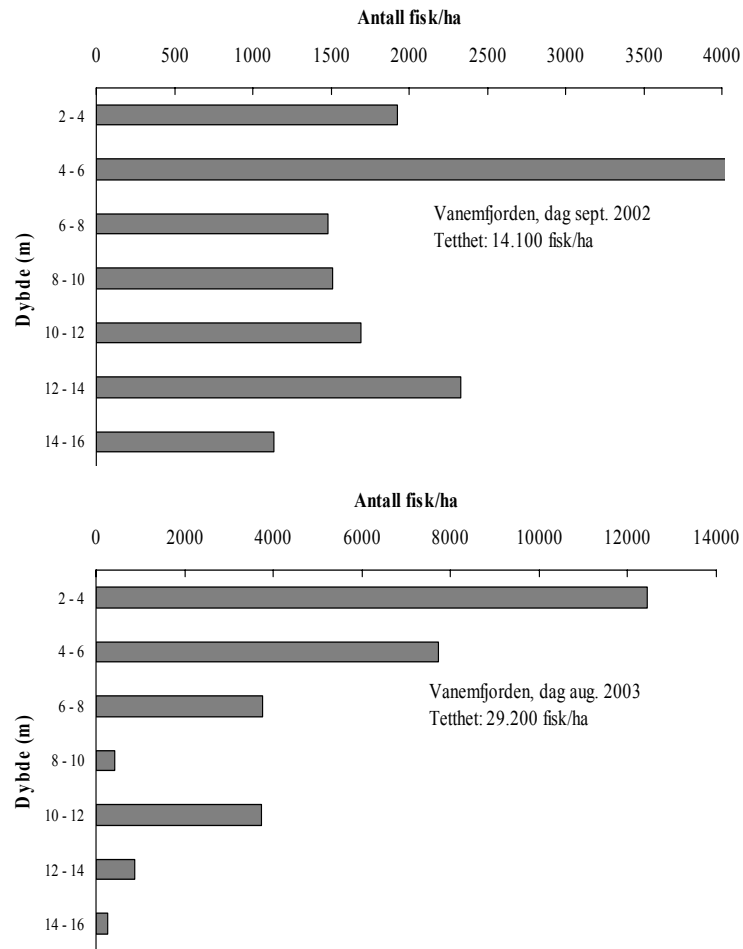


Fig. 17. Fordeling av fisk i 2 m dybdesjikt i Vanemfjorden i september 2002 (dag) og august 2003 (dag) beregnet ved hydroakustikk.

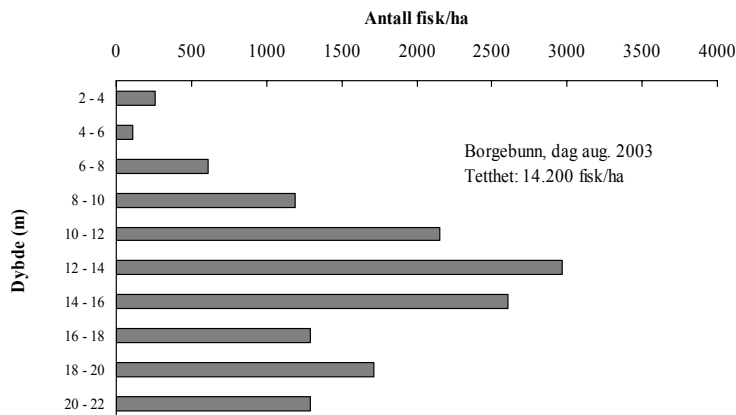


Fig. 18. Fordeling av fisk i 2 m's dybdesjikt i Borgebunnfjorden i august 2003 beregnet ved hydroakustikk.

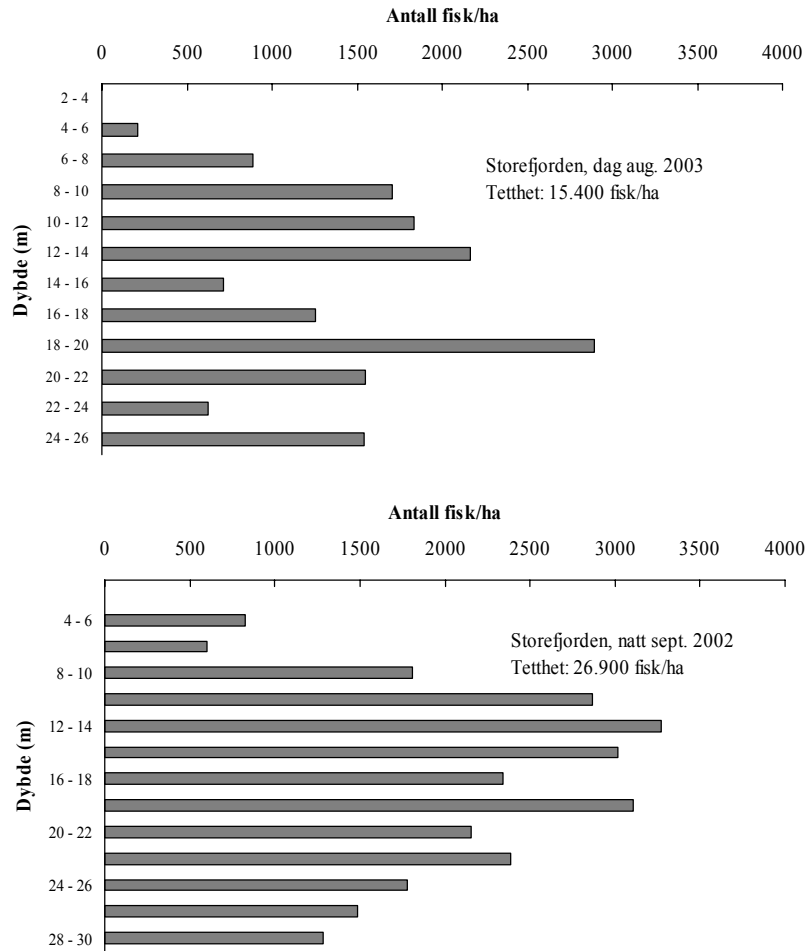


Fig. 19. Fordeling av fisk i 2 m's dybdesjikt i de sentrale områdene av Storefjorden i september 2002 (natt) og august 2003 (dag) beregnet ved hydroakustikk.

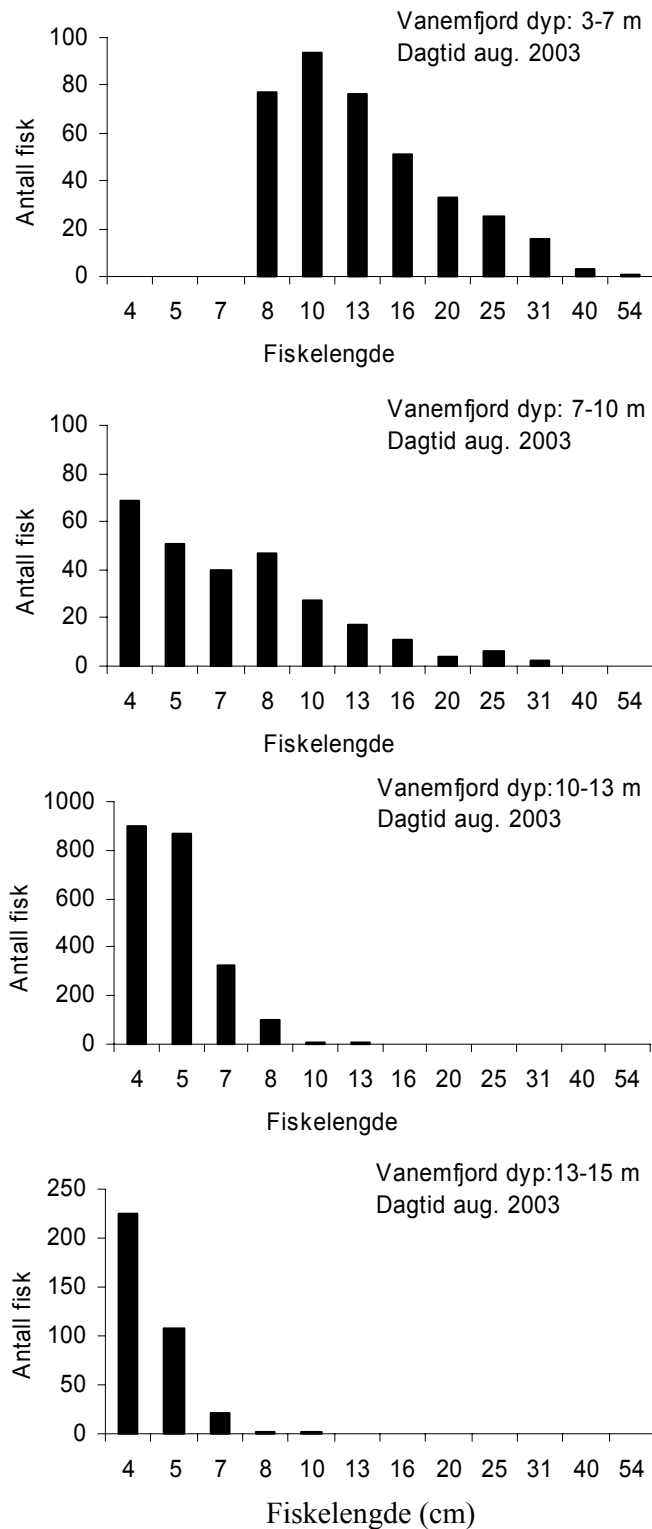


Fig. 20. Lengdefordeling av fisk i Vanemfjorden beregnet ved hydroakustikk. Beregningene er basert på sammenheng mellom mottatt ekkosignalstyrke og fiskestørrelse etter Lindem & Sandlund (1984).

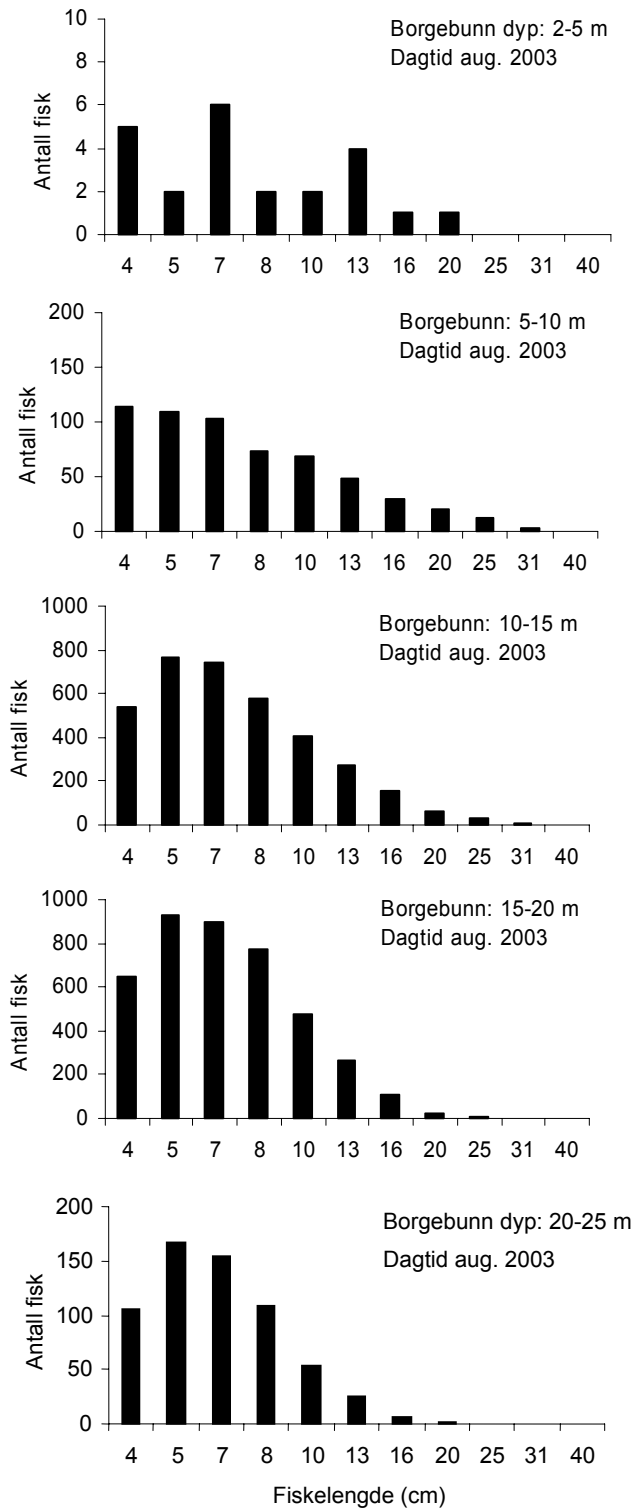


Fig. 21. Lengdefordeling av fisk i Borgebunnfjorden beregnet ved hydroakustikk. Beregningene er basert på sammenheng mellom mottatt ekkosignalstyrke og fiskestørrelse etter Lindem & Sandlund (1984).

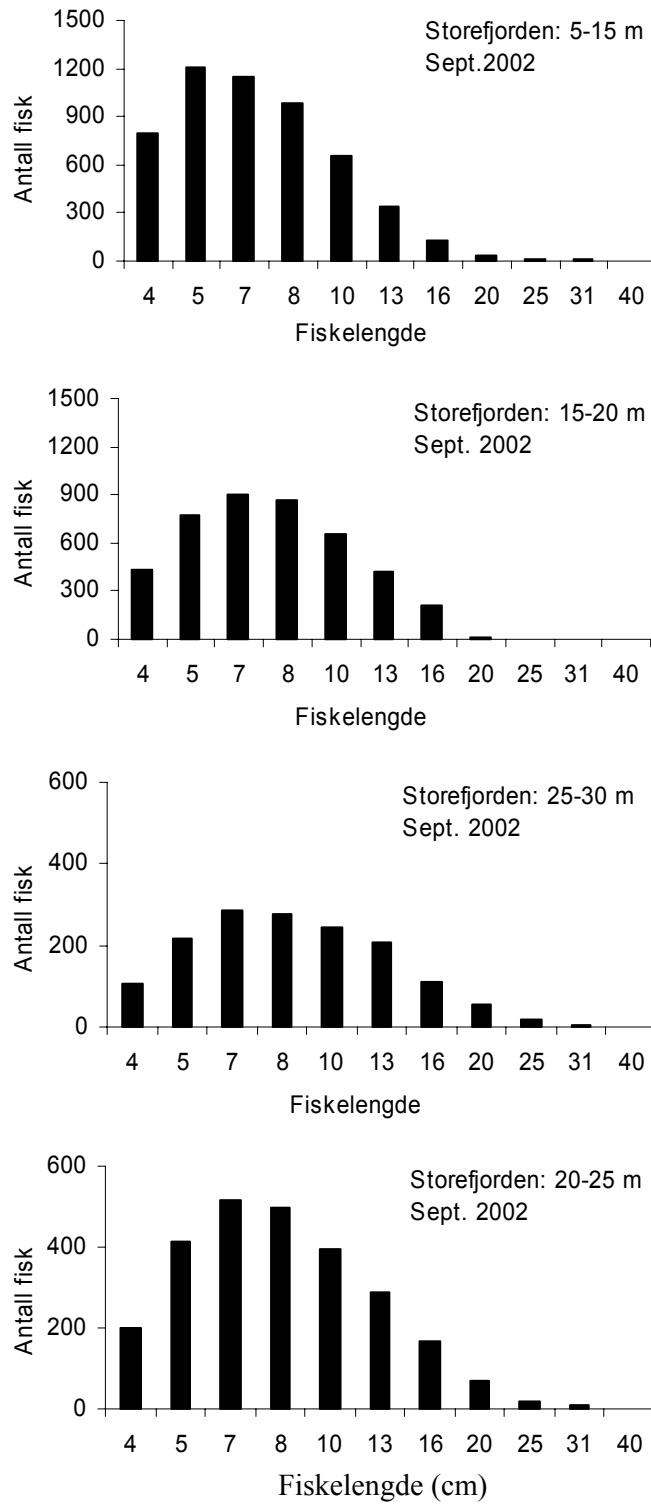


Fig. 22. Lengdefordeling av fisk i Borgebunnfjorden beregnet ved hydroakustikk. Beregningene er basert på sammenheng mellom mottatt ekkosignalstyrke og fiskestørrelse etter Lindem & Sandlund (1984).

Diskusjon

Habitat og dominans

Vansjø har relativt store arealer dypere enn ca 10 m, og har derved en veldefinert dypvannssone med kaldt vann. Det gjelder spesielt i de sentrale delene av Storefjorden, i Rosefjorden og i Borgebunnfjorden, der bratte strender med steinbunn og grunnfjellsskrenter er hyppig forekommende strandtype. Men også her er det stedvis store forholdsvis grunne områder nær land med velutviklet strandvegetasjon, spesielt i den sydlige delen av Storefjordbassenget. Det er derfor både et pelagisk habitat i hovedbassengene, bestående av et øvre vannlag med høy sommertemperatur, og et kaldtvannslag i dypområdene, mens det nær land stedvis er typiske gruntvannsområder. I Vestre Vansjø er det betydelig grunnere, og store områder har bløt mudderbunn på 1-5 m's dyp, med velutviklet vegetasjon langs land, men uten undervannsvegetasjon. Det gjelder hele Grepperødfjorden, store deler av Vestfjorden, Sperrebotn og Lødengfjorden. Årvollfjorden vest for Dillingøya har et noe dypere område, der totaldypet strekker seg ned til ca 15-16 m. Selv om det ikke er påvist oksygenvinn i dypområdene i Vestre Vansjø er dette sannsynlig pga. høy primærproduksjon og termisk sjiktning. Dette vil selvsagt ha betydning for vertikalfordelingen av fisk.

Følgende faktorer avgjør hvilket fiskesamfunn som dominerer i de ulike delene av Vansjø.

- Totaldypet
- Bassengenes utforming
- Eutrofieringsgrad, herunder indirekte faktorer som siktedyp og forhold mellom alger og bunnfast vegetasjon

Forskjellene mellom Vanemfjorden og Storefjorden i dominans mellom i) abbor, gjedde og gjørs, ii) vekst hos gjørs, ung gjedde og eldre abbor og iii) maksimalstørrelsene (lengde ved vekststagnasjon) til de tre artene, kan skyldes flere forhold. Bassengene kan enten ha atskilte populasjoner med ulikt antall gytefisk eller ulik dødelighet hos yngel/ungfisk, eller fisk kan vandre mellom bassengene. Flere ting tyder på at det ikke er utpreget vandring mellom de to bassengene. Det gjelder aldersfordelingen for alle de tre artene, og vekst hos gjørs, som var signifikant forskjellig mellom Storefjorden og Vanemfjorden. Kvikksølvanalyser (Lien og Brabrand 2004) tyder også på at gjørs i Vestre Vansjø og Storefjorden ikke vandrer i særlig grad mellom bassengene. Kvikksølvkonsentrasjonene i gjedde støtter også resultatene om to atskilte bestander av gjedde i Vestre Vansjø og Storefjorden. De små forskjellene i kvikksølvinnholdet og veksten hos mindre abbor (som ble sparsomt fanget i denne undersøkelsen) kan enten skyldes at arten vandrer betydelig mellom bassengene, eller at forholdene for arten er like i de to bassengene.

Resultatene støttet forventningen om at tidlig temperaturøkning om våren i Vestre Vansjø gir bedre vekst for gjørs her enn i Storefjorden. Gjørsen vokser raskere, har større stagnasjonslengde, og har mer stabil rekruttering i Vestre Vansjø enn i Storefjorden. Det er kjent at rekruttering hos gjørs er følsom for variasjon i vårtemperatur (Buijse & Houthijzen 1992, Craig *et al.* 1995, Wysujack *et al.* 2002). Men dette kan også skyldes fangstdødelighet, uten at totalt fangstutbytte er kjent eller hvordan dette fordeler seg på Vestre Vansjø og Storefjorden.

Mens gjørs vokste dårligere i den kjøligere Storefjorden de første årene, var det ingen forskjell i vekst mellom bassengene for abbor opptil 7 år. Forskjellen i vekst for abbor eldre enn 8 år kan skyldes at stor abbor i Storefjorden følger krøklestimene på kaldere dypt vann. Det er også kjent at gjørs oppholder seg på vann under sprangsjiktet i Storefjorden, der den

beiter på stimene av krøkle. Krøkla er bløtstrålet, langstrakt og planktivor, og er angitt i litteraturen som et høyt preferert bytte for gjørs (Knight *et al.* 1984, van Densen & Grimm 1988). Valg av krøkle som byttedisk kan derfor føre til opphold i vann med lavere temperatur.

Selv om vekstsesongen er lengst i Vestre Vansjø for alle de tre undersøkte artene, hadde ikke gjedde (med unntak av unge hunngjedder) vokst raskere i dette bassenget. Årsaken er trolig at byttetilgangen for gjedde er redusert på grunn av liten sikt (Craig & Babaluk 1989). At gjedde heller ikke vokser dårligere i Vestre Vansjø kan henge sammen med at økt vekstsesong og at høy byttetetthet kompenseres for redusert sikt, slik at den årlige energibalansen ikke er forskjellig for gjedde i de to bassengene.

Dødeligheten til stor gjørs og gjedde var klart høyest i Storefjorden (sammenlignet med Vestre Vansjø). Det er sannsynlig at beskatning er årsaken til den høyere dødeligheten på stor fisk i dette bassenget. Dette støttes også av at stor gjørs i Storefjorden vokser godt. Dersom dødeligheten skyldes beskatning, gir dette bedre næringstilgang og økt vekst.

Dypvann / pelagisk samfunn

Dette fiskesamfunnet befinner seg i de pelagiske områdene av Vansjø, og dominerer i det sentrale området av Storefjorden, i Rosefjorden og i Borgebunnfjorden. Bortsett fra krøkle som nærmest permanent er en pelagisk art, kan hork og lake utnytte bunnområder på dypt vann. I det varme overflatelaget kan karpesik, som primært har tilhold på grunt vann, foreta horisontale døgnvandring ut i Storefjordbassenget, slik det tidligere er påvist for mort og laue i Vansjø (Brabrand 1983), og som for øvrig er et generelt mønster hos mort (Bohl 1980, Brabrand og Faafeng 1993).

Bortsett fra hork og lake i bunnområdene og periodevis karpesik i de øvre vannlag, vil store pelagiske områder ha store tettheter av krøkle. Dette er et gjennomgående mønster som kan observeres i Øyeren, Hemnessjøen, Rødnessjøen, Asperen og Isesjø (Brabrand 2002, Brabrand 1993, Niva 1993). I fravær av sik og lagesild, slik som i Vansjø, vil krøkle være den eneste art som kan utnytte produksjonen av zooplankton i disse områdene. Fiskesamfunnet her er nærmest uavhengig av grunne områder rundt, spesielt i sjøer der dypområdene har gode oksygenforhold (Svårdson 1976).

Hork utgjør et spesielt innslag i dette bildet. Arten er nært knyttet til bunnen, spesielt bløtbunn, og kan opptre med svært store bestander, spesielt i middels og næringsrike sjøer (Bergmann 1990). Når det gjelder dype sjøer er eksempelvis hork en av de dominerende arter i Mjøsa (Sandlund og medarb. 1980) og i Hjälmaren (Brabrand 1985). I Øyeren er hork påvist i store tettheter i gruntvannsområder der vannvegetasjonen ikke er for tett (Andersen 1980). Arten har lett for å bli undervurdert i økologisk sammenheng. Hork er en viktig art fordi den kan opptre i store tettheter i både dype og grunne områder, og dessuten tåler stor variasjon når det gjelder eutrofi og vannets siktedyp. Forekomst av hork på forholdsvis dypt vann i Storefjordens sentrale områder er dokumentert ved at den er funnet i mageinnhold fra gjørs i dette området. I Vanemfjorden var hork og abbor de to dominerende artene i trålfangster på vegetasjonfrie områder på grunt vann (5-6 m dyp), og det ble fanget hork i størrelse 40-90 mm (Pethon 1980). I denne undersøkelsen ble det gjennomført ekkoloddundersøkelse parallelt, og det var samsvar mellom trålfanget småhork og stimer av fisk nær bunnen på 5-6 m's dyp. Det er derfor sannsynlig at grunnområdene i Vestre Vansjø domineres av hork. Det er også viktig å merke seg at krøkle ikke ble påvist i disse trålfangster fra Vestre Vansjø.

Krøkle og hork er på hver sin måte såkalte «bufferarter». De er både næringskonkurrenter til andre arter, men også viktige byttefisker for predatorarter. Forholdene for hork i dypvannsområdene i Vansjø antas som gode, idet det er store områder med kaldt vann med redusert konkurranse fra andre arter (Bergman 1987). Dessuten vil drift/sedimentering av organisk materiale og bunndyr fra grunnområder med bløtbunn gi gode næringsforhold som hork kan utnytte (Bergman 1987).

Mens hork er knyttet til bunnområder, er krøkle en typisk pelagisk art. Arten har vanligvis et vertikalt døgnvandringsmønster. De oppholder seg i stim i dypområdene på dagtid og mer spredt forekomst høyere opp i vannmassene om natta. Hvorvidt krøkle foretar vandring opp i epilimnion (øvre vannlag) varierer. Northcote og Rundberg (1970) konkluderte i sin undersøkelse fra Mälaren at krøkle vanligvis holder seg under sprangsjiktet.

Ekkoloddundersøkelsen i Vansjø viste at den relative størrelsesfordelingen i Storefjordbassenget og i Borgebunnfjorden totalt er dominert av småfisk, dvs. fisk i størrelsesgruppen 5-10 cm i vannlag dypere enn ca 10 m. Garnfangstene påviste at gjørs tatt på 12-16 m's dyp i Storefjorden hadde spist store mengder krøkle med størrelse 48-73 mm (gjennomsnitt 63 mm \pm 12,1, 95 % K.L.) og noe hork. Det relativt store innslaget av smågjørs (2-4 år) i garnfangstene i disse områdene tyder på at

gjørs ➔ krøkle

her er et dominerende ledd i næringskjeden. Det samme innslaget av smågjørs ble funnet på de samme vanddyp i Øyeren. Også der var mageinnholdet totalt dominert av småkrøkle, og pelagiske områder med krøkle må anses som svært viktige oppvekstområder for gjørs. Undersøkelser av gjørs viser at dersom krøkle er tilgjengelig, vil denne bli foretrukket som byttefisk (Linfield and Rickards 1979). I innsjøer der krøkle ikke er til stede eller har lav tetthet vil først og fremst hork og ungstadier av karpefisk inngå i føden.

Ekkoloddundersøkelsen viser at det er stor tetthet av småfisk i størrelser som er potensiell byttefisk for gjørs, og det er antatt at dette domineres av krøkle i Storefjorden og ungstadier av karpefisk i Vanemfjorden. Næringsforholdene for gjørs må vurderes som gode. Forvaltning av dette fiskesamfunnet bør utnytte bestanden av krøkle som byttefisk for gjørs, og legge til rette for produksjon av gjørs. Forutsetningen er å opprettholde god reproduksjon (god gytebestand og kvalitet på gytehabitat), og ha en ønsket bestandsstruktur, dvs. ikke for mye gammel fisk.

Tettheten av lake i Vansjø er lite kjent, men stor tetthet av byttefisk og store bunnarealer gjør at lakebestanden i Vansjø kan være større enn antatt. I Hemnessjøen og Rødnessjøen i Haldensvassdraget (begge dype og pelagisk/profundalt fiskesamfunn dominert av krøkle/hork) fant Vøllestad (1992) relativt store tettheter av lake, og av byttefisker var det stor dominans av krøkle og hork. Opplysninger fra lokale fiskere angir små fangster av lake både i Vestre Vansjø og i Storefjorden, men at lake forekommer de fleste steder.

I flere innsjøer under marin grense i Østfold og Hedmark finnes krepsdyret pungreke, *Mysis relicta*, bl.a. i Haldensvassdraget (Hessen m. medarb. 1994). *Mysis* har en størrelse på 1-2 cm og kan opptre i store tettheter i pelagiske områder, spesielt i dype sjøer. *Mysis* ble påvist i Vansjø av Per Aass (1969) i en dyp renne i Storefjorden. Forekomsten for øvrig er ikke kjent, men dens tilstedeværelse i Vestre Vansjø kan ikke utelukkes, selv om den her må forventes å ha lav tetthet fordi det her er grunnere, og fordi den her er mer utsatt for fiskepredasjon.

Gruntvannsområder med dominans av karpfisk

Dette omfatter et fiskesamfunn som kan observeres på grunt vann, mer eller mindre nær land, og ofte rett utenfor vegetasjonsbeltet. I motsetning til det pelagiske samfunnet består gruntvannsamfunnet vanligvis av langt flere fiskearter, men gjerne med 2-4 dominante. Her finnes gjedde, gjørs, abbor, hork og et stort innslag karpfiskarter. De er forholdsvis varmekrevende og vil vanligvis ha et strandnært habitatvalg eller holde til i åpne gruntvannsområder. Dette fiskesamfunnet observeres i det meste av Vestre Vansjø, i Grepperødfjorden og i de strandnære og grunne områdene i Storefjorden. Garnfangstene i Vanemfjorden (2002-2003) og i Storefjorden (2003) bekreftet dette samfunnet slik det også ble funnet i 1978 (Brabrand 1983).

Ved eutrofiering vil dette gruntvannsamfunnet endre seg mht. dominans mellom arter etter et komplisert mønster, der både direkte og indirekte faktorer spiller inn. Vannets siktbarhet som direkte faktor og gjennom endring av undervannsvegetasjon er her helt vesentlig når det gjelder konkurranseforholdet mellom arter (Coble et al. 1972, Persson 1983, Bninska 1985). En skjematisk oversikt er satt opp i Tabell 6. Ved økt eutrofi vil fiskesamfunnet endre seg i retning av økt dominans av karpfisk. Ved de fleste regionale studier på suksesjonendringer og fiskesamfunn er redusert siktedyp assosiert med økt produktivitet, og økt dominans av karpfisk kan tilskrives både økt produktivitet i seg selv og ved at flere arter i gruppen karpfisk klarer seg godt med redusert siktedyp (Grande 1987). Redusert siktedyp uten tilsvarende økt produktivitet, f. eks. ved partikkulær tilførsel, gir vanligvis tilsvarende endringer, spesielt dersom utgangspunktet er i den produktive delen av skalaen. Homogen bløtbunn sammen med eutrofi akselererer også utvikling mot nivå III.

Tabell 6. Skjematisk oversikt over endring i flerartssamfunn på gruntvann eller strandnære områder ved endring i vannvegetasjon. Basert på denne undersøkelsen og data fra Grande (1987). Kun arter som finnes i Vansjø er tatt med..

Nivå I: Mye vegetasjon Siktedyp > 2 m	Nivå II: Redusert vegetasjon Siktedyp < 2 m	Nivå III: Vegetasjonsfritt Siktedyp < 0,5 m
Brasme	Brasme	Brasme
Flire	Flire	Flire
Laue	Laue	Laue
Mort	Mort	Mort
Sørv		
Suter*	Suter*	Suter*
Abbor	Abbor	
Gjedde		
Hork	Hork	Hork
Gjørs	Gjørs	Gjørs

* Suter er utsatt i senere tid og bestand forventes å øke.

For abborfisk vil abborbestanden bli redusert, mens hork og gjørs vil øke sin relative forekomst. For karpfisk vil brasme og småvokst flire øke sin forekomst ved høy totalproduksjon på bekostning av mort.

For abbor kan bestandsstrukturen endres ved at andelen fiskespisere i bestanden endres. I næringsfattige innsjøer kan andelen fiskespisere være lav, men den vil øke til et maksimum i litt næringsrike innsjøer. I sterkt næringsrike innsjøer vil andelen fiskespisere gå dramatisk ned (Persson et al. 1988).

Store deler av Vestre Vansjø har et fiskesamfunn som må karakteriseres å være i nivå III, med spesielt stor dominans av brasme. Brasme og flire (som i Vansjø når det gjelder utseende er svært like) kan stedvis totalt dominere garnfangstene. De tolererer dårlige lysforhold, lave oksygenkonsentrasjoner og de anses som karakterarter for svært eutrofe lokaliteter (Bninska 1985). Dette er høyryggete arter som vanskelig tas av rovfisk, og på mange måter vil stor brasme og flire være unntatt fra næringskjeden. I tillegg er det svært sannsynlig med store forekomster av hork (Pethon 1980). Forekomsten av krøkle i Vestre Vansjø er som nevnt ikke godt dokumentert, men fravær av krøkle i mageinnhold, mens karpefisk og hork er funnet, tyder på at bestanden av krøkle i Vestre Vansjø er langt lavere enn i Storefjorden.

Som nyetablert art er det sannsynlig med økt bestand av suter de kommende år, spesielt i grunne, vegetasjonsrike områder. Suter må regnes som høyrygget karpefisk som lett kan danne tette bestander.

Kvikksølv

Kvikksølvinnholdet hos abbor, gjedde og gjørs ble undersøkt på fisk innsamlet i april-august 2002, og totalt foretatt på 35 abbor, 45 gjedder og 35 gjørs. Resultatene er gitt i egen rapport (Lien og Brabrand 2004). Her gjengis de viktigste resultatene, fordi driftsplan og beskatning må sees i sammenheng med innholdet av kvikksølv.

Kvikksølvinnholdet hos alle tre artene var sterkt korrelert med lengde. Det ble målt kvikksølvverdier på 0,36 - 1,2 mg/kg hos abbor, og 0,28 - 1,6 mg/kg for gjedde. Det var stor variasjon i kvikksølvinnholdet mellom enkeltindivider hos disse artene. For abbor og gjedde var det små forskjeller i kvikksølvinnholdet mellom de to bassengene. For gjørs ble det registrert mindre variasjon og et lavere *maksimalnivå* (0,64 mg/kg), og det observerte kvikksølvnivået hos gjørs var høyere i Storefjorden (0,46 - 0,64 mg/kg) enn i Vanemfjorden (0,23 - 0,46 mg/kg). Sammenlignet ved samme lengde (50 cm) var gjennomsnittlig beregnet kvikksølvinnhold hos abbor 1,3 mg/kg (begge basseng), gjedde 0,64 mg/kg (begge basseng), gjørs i Storefjorden 0,62 mg/kg, og gjørs i Vanemfjorden 0,37 mg/kg. Resultatene viser at kvikksølvforurensing er et viktig tema knyttet til høsting av fiskeressursene. I Norge og Eu er grenseverdien for innholdet av kvikksølv i fisk ved omsetning til konsum satt til 1 mg/kg for gjedde og 0,5 mg/kg for andre arter. Innenfor de gjeldende grensene er det i tillegg etablert kostholdsråd for ferskvannsfisk.

Undersøkelsen viste at veksten påvirker kvikksølvnivået, fordi lengde og alder til en viss grad gjenspeiler hvor mye føde en fisk har tatt til seg. Det ble også registrert stor variasjon i kvikksølvkonsentrasjoner blant individer av samme art innen innsjøen. Undersøkelsen belyste vesensforskjeller i nivå og variasjon av kvikksølv mellom abbor, gjedde og gjørs. Gjerdde i Vansjø oppnår høye verdier av kvikksølv fordi den blir stor og gammel, mens små abborhanner kan oppnå høye konsentrasjoner av kvikksølv ved stagnasjon i vekst (dvs. gammel, men liten). At gjørs hadde vesentlig lavere kvikksølvinnhold i Vanemfjorden enn i Storefjorden, og at nivået i gjørs var lavt i forhold til abbor og gjedde, kunne ikke forklares ved forskjeller i lengde eller alder (vekst). Byttefiskens innhold av kvikksølv ble ikke målt i denne studien, men forskjeller i fødeinntak (kvantitet eller kvalitet) kan være årsaken til

nivåforskjellene. Resultatene antyder at byttefiskens plass i næringskjeden var mer avgjørende for kvikksølvnivået i predatoren enn byttefiskens størrelse, og at *bytteart* derfor kan være viktigere enn *byttestørrelse* for akkumuleringen av kvikksølv.

De enkelte arter rovfisk

Gjørs

Både i de sentrale delene av Storefjorden og i Vanemfjorden var det rimelige store fangster av gjørs under prøvefisket i 2002, og det var et høyt innslag av smågjørs i begge bassengene i 2003. Sammen med aldersfordelingen av materialet viser dette ingen tegn til rekrutteringssvikt. Innslaget av smågjørs på relativt dypt vann i Storefjorden indikerer denne delen som viktig oppvekstområde for gjørsunger, og at krøkle er viktigste byttefisk i disse områdene.

For gjørs er det imidlertid helt avgjørende at den oppholder seg der den kan ernære seg av krøkle. Garnfangster etter predatorarter som utnytter krøkle som förfisk vil her kunne bli store, spesielt av gjørs før kjønnsmodning. Det er dokumentert at dette området gir meget gode fangster av gjørs ved bruk av bunngarn, både gjennom næringsfiske og gjennom fiske fra gammelt av.

Aldersfordelingen viser at bestanden av gjørs har god rekruttering, og det kan ikke påvises rekrutteringssvikt. Veksten må imidlertid betegnes som dårlig, og nær identisk med det funnet av Hansen 2000). Gjørsen er forholdsvis gammel før kjønnsmodning.

Gjørs er en art som er tilpasset lavt siktedyp (Ali et al. 1977, Sonesten 1992), og forventningen er derfor at bestanden av gjørs vil være uforandret eller øke ved redusert siktedyp. Responsen på eutrofi vil derfor være svært forskjellig hos gjørs og gjedde. Konklusjonen er derfor at så lenge det er god rekruttering og gjørs ikke beskattes før kjønnsmodning (lengde ca 41 cm), vil bestanden tåle høy bekatning, og høyere enn dagens nivå.

Abbor

Abbor har god rekruttering, og det kan ikke påvises rekrutteringssvikt i bestanden. Alderssammensetningen viser at opp til 12 årsklasser er til stede. Årlig tilvekst er ca 4 cm de 3-4 første år, deretter inntreffer avtagende vekst, spesielt etter 5-6 år. Enkelte individer har tydelig vekstomslag, noe som indikerer overgang til fiskediett.

Store deler av grunnområdene i Vestre Vansjø har dårlig utviklet undervannsvegetasjon. Dette er forhold som favoriserer karpefisk på bekostning av abbor (se omtale av fiske-samfunn på gruntvann). Den stedvis lave forekomsten av abbor er trolig forårsaket av dette. Den forholdsvis moderate veksten hos abbor indikerer også at forholdene for abbor over store deler av Vestre Vansjø ikke kan betegnes som gode. Det er ingenting som tyder på at bestanden er preget av beskatning. Det kan derfor etableres langt større fiske etter abbor.

Gjedde

I store deler av Vansjø er andelen av gjedde i fangstene lav utenom gytetida. Det gjelder spesielt i Vestre Vansjø og på lokaliteter som har dårlig undervannsvegetasjon og lavt siktedyp. Samtidig er mange årsklasser tilstede i bestanden og rekrutteringssvikt anses ikke å være årsaken til lav tetthet av fangbar gjedde. Veksten må betegnes som dårlig, og sammenliknbar med det som er funnet i Øyeren (Brabrand 2002). Lengden er 55-56 cm ved 6 års alder. I Øyeren i 1994-2000 var lengden 51-53 cm ved samme alder, mens den på slutten av

1950 tallet var 63,5 cm. I Årungen var lengden ved 6 års alder 74,3 cm for hunner og 66,5 cm for hanner (Flygind og Hoen 1998) etter en periode med høy beskatning på gammel gjedde og med påfølgende økt rekruttering. Forskjellene i vekstforløp tilskrives i) habitatforhold, ii) tilgjengelighet av byttefisk og iii) aldersstrukturen i bestanden.

For å kunne vurdere forholdene for gjedde er det valgt å se nærmere på habitatkrav for denne arten. Det er særlig lagt vekt på gytehabitat, habitat for årsunger (0+), habitat for ung og voksen gjedde. *Gytehabitat* hos gjedde er knyttet til grunt vann over vegetasjon på våren kort tid etter isløsning, etter at disse gruntvannsområdene har nådd en temperatur på 6-10 °C. Gjeddene vandrer da inn over disse oversvømmede områdene, og optimalt gytesubstrat er oversvømmet vegetasjon. Gress og starr er foretrukket, men også annet gytesubstrat benyttes (Inskip 1982, Lapinska et al. 2001). Høy vannstand i selve gyteperioden, og stabil høy vannstand i eggutviklingsperioden og tiden etterpå assosieres vanligvis med gytesuksess eller sterke årsklasser hos gjedde (Johnson 1957). Små vannstandsvariasjoner gir liten yngelproduksjon, spesielt dersom vannstandsvariasjonen er liten ved lav vannstand (Inskip 1982, Gravel og Dube 1980).

Studier og modellforsøk viser imidlertid at arealet av optimalt gytehabitat ikke trenger å være stort før et område blir «mettet» med rekrutter (Minns et al. 1996). Det skal derfor små gytearealer til før det er andre faktorer som er begrensende.

Andre miljøfaktorer er også av betydning for selve overlevelsen for egg og larver. Spesielt er gjeddelarver følsomme for sedimentering, der bølgebevegelse og strømforhold lokalt kan gi ugunstige forhold. Sedimentering av finpartikkulært materiale på 1 mm/døgn gir dødelighet på over 97 % (Hassler 1970).

Men det er sannsynligvis vannets siktedyp som har størst betydning for gjedde, spesielt i Vestre Vansjø. Dårlig vekst henger sannsynligvis sammen med habitatforhold, og mange årsklasser og eldre fisk gir grunnlag for kannibalisme. *Optimalt habitat* for gjedde første sommer er grunt vann med totaldyp mindre enn ca 2 m, med siktedyp > 2 m og med 40-90 % vegetasjonsdekning, der både undervanns- og flytebladvegetasjon inngår. I slike områder er årsveksten større, og overlevelsen tildels betydelig større enn i områder med mindre vegetasjonsdekning (Holland og Huston 1984). Videre er optimalt habitat for *unggjedde og voksen gjedde* fortsatt områder med 30-80 % vegetasjon, men med et totaldyp ned mot 4 m (Grimm og Backx 1990, Casselman og Lewis 1996). God vegetasjonsdekning reduserer kannibalisme, en faktor som er vist å ha svært stor betydning for overlevelse av gjeddeunger fram til fangbar størrelse (Brabrand og Borgstrøm 2000).

Selve siktedypet har også direkte innflytelse på vekst og kondisjon hos gjedde, der Craig og Babaluk (1989) fant at økt siktedyp ga økt vekt og kondisjon hos gjedde innenfor skalaen for siktedyp 1-3 m. Dette skyldes sannsynligvis at siktedyp påvirker tilgjengeligheten av byttefisk både direkte, og mer indirekte ved økt tetthet av brasme og flire ved lavt siktedyp.

Hovedkonklusjonen er at optimalt habitat for gjedde, både for årsunger og eldre, er områder med siktedyp større enn 2 m og med godt utviklet undervannsvegetasjon. I slike områder vil overlevelsen første sommer øke. Store områder i Vestre Vansjø har ikke slike kvaliteter, og tetthet og vekst antas begrenset av dette.

Forhold for gjedde i Vansjø kan derfor oppsummeres slik:

- Gjedde benytter grunne områder primært til gyting og ungene har opphold her første sommer
- Gunstige områder for årsunger er lokalisert til (ekstremt) grunne områder med tett strandvegetasjon. Disse områdene vurderes som «mettet» med gjeddeunger. Høy tetthet kan gi lav vekst eller utvandring til mindre gunstige områder
- Gjedde har dårlig vekst
- Stor andel gammel gjedde gir kannibalisme

Dersom gjeddebestanden var rekrutteringsbegrenset skulle det forventes god vekst, mens det motsatte er tilfelle. Dårlig vekst indikerer derimot at vekstbetingelsene ikke er optimale. Dårlig vekst betyr høyere dødelighet når årsungene skal forlate oppholdssted første sommer, og det betyr seinere kjønnsmodning. Det er ingen ting som tyder på at bestanden er rekrutteringsbegrenset. Forvaltning av gjeddebestanden i Vansjø må ha som primær målsetting å øke overlevelsen hos gjeddeungene, smågjedde og mellomstor gjedde, og å øke veksten. Følgende kan bidra til dette:

- *Bedre siktedyp.* Dette vil øke arealet av og bedre kvaliteten på habitat for gjedde, både for årsunger og eldre gjedde før kjønnsmodning
- *Økt tilgjengelighet* til grunne områder vil sikre gyting og områder for vekst første sommer
- *Økt beskatning* på gammel gjedde
- *Økt beskatning* på nye sterke årsklasser
- *Redusert bestand* av stor brasme og flire gir større tetthet av byttefisk (se s. 47)

Konklusjonen er derfor at gjeddebestanden ikke er rekrutteringsbegrenset, men begrenset av vekst (bestemt av siktedyp og vegetasjonsdekning) og kannibalisme.

Gjeddebestanden både tåler og bør beskattes. Det anbefales et betydelig uttak av stor (over ca 60 cm) og gammel gjedde. Siden stor gjedde er en utpreget kannibal vil redusert bestand av gammel gjedde øke overlevelsen til små- og mellomstor gjedde og mellomstor abbor. Uttak av gammel gjedde som er større enn 60 cm vil derfor øke mengden av små- og mellomstor gjedde og mellomstor abbor. Smågjedde og mellomstor gjedde og abbor har preferanse for mindre byttefisk enn stor gjedde, og dette vil gi økt konsum av liten karpefisk (småmort, laue, ungstadier av brasme og flire). Dette forventes å ha en bestandsregulerende virkning på karpefisk.

Forvaltningsmål og virkemidler

En forvaltningsplan for fisk må basere seg på tre forhold:

- *Definerte mål.* Innenfor biologiske rammer må rettighetshavere, forvaltning og brukere klargjøre hvilke mål som bør settes for bestandene. Disse kan ikke løsrives fra målsetting om andre forhold i vassdraget, f. eks. vannkvalitet.
- *Bestandsstatus og flaskehals.* Hvilke forhold er begrensende for enkeltbestander og hele fiskesamfunn og hvordan disse endrer fiskesamfunn over tid?
- *Tiltak og virkemidler.* Her kan det benyttes tiltak direkte mot fiskebestanden gjennom beskatning og fiskeregler, men for fisk i denne type vassdrag må det presiseres at indirekte faktorer som vannkvalitet, partikkelinnhold, manøvrering av vannstand og

vandringshindere er helt avgjørende for hvilke fiskearter som dominerer. Tiltak og virkemidler skal ivareta målsettinger (nasjonale og lokale).

- **Direkte tiltak.** Sikre rekruttering eller endre beskatning av bestemte arter eller årsklasser.
- **Indirekte tiltak.** Påvirker bestandene via abiotiske faktorer (vannkvalitet, vannstand) og/eller biotiske faktorer. Dette vil være årsakskjeder av typen:
 - Vannkvalitet ➡ vannvegetasjon ➡ kvaliteten på oppvekstområder
 - Vannkvalitet ➡ siktedyp ➡ predasjonsrisiko

Følgende **målsetting** bør settes opp for fisk i Vansjø (enkeltestander og fiskesamfunn):

- Rovfiskbestandene skal ikke være rekrutteringsbegrenset, dvs. fangbar bestand skal ikke være begrenset av selve gytearealet. Det skal være vellykket klekking og store nok arealer med gode oppvekstbetingelser.
- Rovfisk skal ha rask vekst og skal ha en alders- og størrelsesfordeling som kan utnytte unge stadier av karpefisk.
- Fiskesamfunnet skal ikke endres over tid til stadig større dominans av mort og laue eller brasme og flere som er lite egnet som byttefisk.
- Vandringshinder for ål løses.

Et vanskelig, men viktig forvaltnings spørsmål i flerartsbestander er forholdet mellom arter, kanskje spesielt når det gjelder å forstå hvorfor noen arter dominerer, mens andre er subdominante og sjeldne (uten å være truet).

På samme måte som plantesamfunn tar i bruk hogstflater eller områder etter skogbranner, vil også fiskesamfunn ta i bruk «nye» ressurser (habitat, næring) etter forutsigbare mønstre. Hvilken fiskeart som «stikker» av med gevinsten følger prinsippet om r- og K-selektive arter. De r-selektive artene blir tidlig kjønnsmodne, har høy reproduksjonsrate og kort livslengde (f. eks. krøkle), mens de K-selektive blir seinere kjønnsmodne og har et lengre livsløp (f. eks. brasme). De r-selektive arter er de som raskt er ute på banen for å utnytte en tilgjengelig (ny) ressurs, f. eks. en varm sommer. Slike arter er laue, krøkle og abbor. De K-selektive, f. eks. brasme, er ikke så raske, men de opererer mer «langsiktig».

Generelle prinsipper for beskatning

Artsrike fiskesamfunn har et stort potensiale for både fritidsfiske og næringsfiske. I fritidsfiske inngår mange arter (Aas og van den Hemel 1995), og et fiskesamfunn med stor diversitet og store individer vil være viktig for flere grupper av fritidsfiskere. Et næringsfiske vil erfaringsmessig konsentrere fangsten om gjedde, gjørs, abbor, lake og ål, og fra et kommersielt synspunkt vil stor produksjon av jevnstore individer være ønskelig. Beskatning av fisk i Vansjø kan ikke sees isolert fra andre inngrep og tiltak. En viktig årsakskjede er hvordan vannkvalitet virker inn på dominans mellom fiskearter:

1. Vannkvalitet ➡ habitatforhold ➡ overlevelse og vekst

Mens vannkvalitet er ytre rammer for fiskebestandene, vil beskatning endre enkeltestandene etter flere mulige årsakskjeder:

Mulige endringer innen den enkelte fiskeart som følge av hard beskatning:

- 2. Beskatning av voksen karpefisk ➡ mindre konkurranse ➡ sterk årsklasse ➡ økt mengde byttefisk**
- 3. Beskatning gamle individer (rovfisk) ➡ færre kannibaler ➡ sterke årsklasser ➡ økt konsum av små byttefisk**
- 4. Beskatning av unge individer ➡ redusert rekruttering ➡ økt vekstrate**

Beskatning av rovfisk

Hard beskatning av predatorartene gjørs, abbor, lake og gjedde kan være i konflikt med vannkvalitetsorienterte mål *dersom* beskatningen reduserer rekrutteringen, og predatorbestanden reduseres av denne grunn. Hvis derimot beskatningen gjennomføres på en slik måte at rekrutteringen øker, vil andelen av ung rovfisk i rask vekst øke. Dette vil igjen øke predasjonen på krøkle, hork og årsunger / ungfisk av karpefisk. Og det er gjennom økt utnyttelse av årsunger og unge stadier av karpefisk som byttefisk for rovfisk det er mulig å regulere bestanden av karpefisk. Beskatningen er derfor et vesentlig redskap for å styre alders- og størrelsesfordelingen i rovfiskbestandene og derved indirekte hvilke størrelsesgrupper av byttefisk som utnyttes. For gjeddebestanden er det derfor et mål å ha tilstrekkelig antall gytere, gode gyte-/oppvekstområder og en gjeddebestand uten stor andel gamle individer som er kannibaler. Uttak av gammel gjedde skaper derfor nye sterke årsklasser av gjedde. Det er derfor viktig at det etter hvert også skjer beskatning på de yngre årsklassene.

I Vansjø anbefales derfor at stor (over ca 60 cm) og gammel gjedde beskattes hardt. Dette gjelder for hele Vansjø, både Vestre Vansjø og Storefjorden. Dette må skje årlig gjennom et organisert fiske. Dersom dette fiske opphører vil bestanden ganske raskt ha en stor andel stor gjedde, som pånytt gjennom kannibalisme holder nede bestanden av ung og mellomstor gjedde. Bestandsstrukturen bør overvåkes, og det bør være rutine for innrapportering av fangster for de som driver systematisk fiske. Dette gjelder også for gjørs.

Hensikten er foryngelse av bestandene, men uttaket må ikke gi lavere rekruttering. Felles for disse bestandene i Vansjø er at det er forholdsvis mange gamle individer i bestandene, noe som tyder på at beskatningen på eldre fisk er liten. Det betyr at hard beskatning tillates etter kjønnsmodning. Følgende oppnås:

- En større andel av gjedde- og gjørsbestanden vil bestå av yngre fisk i god vekst.
- Kannibalismen reduseres og rekrutteringen vil øke. Andel og total tetthet små- og mellomstor gjedde og gjørs vil øke.
- Økt tetthet av rovfisk gir mulighet for økt beskatning av mellomstor gjedde og gjørs, mens det vil bli lavere tetthet av stor gjedde og gjørs.
- Økt tetthet av små- og mellomstor gjedde og gjørs fører til høyere predasjon på krøkle, hork og yngre stadier av karpefisk som förfisk. En større andel karpefisk utnyttes derved som förfisk, og dette forventes å ha en bestandsregulerende effekt.
- Økt andel yngre individer betyr lavere kvikksølvinnhold (Lien og Brabrand 2004).

Beskatning av karpefisk

Karpefisk kan øke eller opprettholde produksjonsforhold for alger. Det er godt dokumentert at det er to hovedmekanismer for dette (Andersson et al. 1978, Brabrand et al. 1990, Hansson 1998):

- Fiskens resirkulering av sedimentbundet fosfor. Her er stor bunnspisende karpefisk (brasme, flire, til dels mort) av betydning.
- Fiskens nedbeiting av algespisende dyreplankton. Her er ungfisk av mange arter viktige, samt voksen laue, mort og krøkle, og ikke minst *Mysis relicta*.

I Vansjø er det lite sannsynlig at fiskens nedbeiting av algespisende dyreplankton kan reduseres ved å endre fiskebestandene, mens beskatning av stor bunnspisende karpefisk kan redusere fiskens resirkulering av fosfor. Beskatning av stor bunnspisende karpefisk kan imidlertid i neste ledd lett gi økt rekruttering, fordi det blir mindre næringskonkurransen mellom store og små individer (**årsakskjede 2, se s. 46**). Selv om det kan oppnås høye fangster av stor karpefisk, vil årsunger allikevel lett dominere (antall og i årlig produksjon).

Det som derfor *kan* oppnås er at fiskens resirkulering av fosfor begrenses noe, men at nedbeiting av algespisende dyreplankton opprettholdes eller øker. Uansett kan det ikke forventes enkle sammenhenger mellom uttaksmengde av karpefisk og endret algemengde, og det frarådes å sette igang et uorganisert fiske etter karpefisk.

Det er gitt en del vilkår (Hansson 1998) som øker sannsynligheten for at reduksjonsfiske kan redusere algemengder, der de viktigste som berører fisk er:

- Bestandsreduksjon på 75 % eller mer
- Bestandsreduksjon må gjennomføres raskt, helst på 1-2 år
- Kontroll med nyrekruttering av karpefisk (se økt bestand av smågjedde)

Dersom uttak av stor brasme, flire og mort oppnås på disse vilkårene kan tre virkninger forventes:

- Økt mengde yngel og unge individer
- Økt bestand av hork
- Redusert resirkulering av fosfor fra fisk

Hard beskatning av *store individer* av karpefisk kan som nevnt øke mengden småfisk i disse bestandene (**årsakskjede 2, se s. 46**), noe som kan anses som en fordel når det gjelder å utnytte brasme og flire som byttefisk. Dersom produksjonen av rovfisk skal opprettholdes eller øke er det en forutsetning at byttefisk er tilgjengelig. Mens stor brasme og flire i liten grad inngår som byttefisk for rovfisk (høyryggete), vil derimot årsunger og ett år gammel fisk være potensiell byttefisk.

En reduksjon i andel *stor* brasme og flire vil redusere disse bestandenes resirkulering av fosfor. Dette vil kunne være aktuelt for Vestre Vansjø som er et grunt, næringsrikt område med store bestander av brasme, flire og mort. På den annen side kan dette gi økt mengde årsunger (reduisert næringskonkurransen mellom store og små individer) som kan opprettholde eller øke inntaket av dyreplankton. Reduserte bestander av stor brasme og flire vil sannsynligvis også øke bestanden av hork, fordi det er næringskonkurransen mellom

Tabell 7. Beskatning av aktuelle fiskearter i Vansjø.

	Nytteverdi	Beskatning	Gytehabitat	Oppholdshabitat	Byttefisk
Gjørs	Sportsfiske Næringsfiske	Økt beskatn. På fisk eldre enn 5 år og > 60 cm. Minste-mål 42 cm vurderes.	Hobøelva (gyting må sikres), Storefjorden, Vestre Vansjø.	Pelagisk, åpne områder.	Primært krøkle, men også hork og liten karpfisk
Gjedde	Sportsfiske Næringsfiske	Økt beskatn. På fisk eldre enn 6 år og > 60 cm.	Laguner, viker med vann-/strandvegetasjon i apr./ mai	Grunt vann og pelagisk	Karpfisk, smågjedde, abbor
Abbor	Sportsfiske Næringsfiske	Økt beskatning på alle årsklasser	Laguner, viker med vann-/strandvegetasjon i mai	Grunt vann	Karpfisk (mort, laue), abborunger
Lake	Sportsfiske Næringsfiske	Økt beskatning på alle årsklasser	Ukjent, gyting i jan/febr.	Dypområde > 20 m	Ukjent
Ål	Sportsfiske Næringsfiske	Avhengig av Oppvandring*		Ukjent, trolig grunne og pelagiske områder	Ukjent
Krøkle	Byttefisk		Grunnområder i juni	Pelagisk, dominerende art i Storefjorden	-
Mort	Byttefisk	**	Grunnområder i mai	Grunt vann og pelagisk	-
Laue	Byttefisk	**	Grunnområder i mai/juni	Grunt vann, rennende vann og pelagisk	-
Hork	Byttefisk		Grunnområder i mai	Dype og grunne områder med bløtbunn	-
Brasme	Sportsfiske	Alle årsklasser**	Grunnområder i mai/juni	Grunne åpne områder uten vegetasjon	-
Flire	Sportsfiske	Alle årsklasser**	Grunnområder i mai/juni	Grunne åpne områder uten vegetasjon, noe pelagisk	-
Sørv	Sportsfiske	Alle årsklasser	Grunnområder i juni	Grunne områder med tett vegetasjon	-
Suter	Sportsfiske	Alle årsklasser	Grunnområder i juni	Grunne områder	-

* Pålegg om bedret oppvandring forutsettes gjennomført.

** Ensidig stor beskatning på voksen fisk kan gi økt tetthet av ungfisk. Reduksjonsfiske kan på bestemte vilkår gi redusert resirkulering av fosfor i bunnsedimenter.

brasme/flire og hork. Men mens brasme, flire og til dels mort ernærer seg ved stort konsum av sedimenter som frigjør mye fosfor, er hork mer selektiv på bunndyr og i mindre konsumerer sediment. Summen av dette på vannkvaliteten er vanskelig å vurdere, spesielt fordi bidraget fra andre interne tilførsler ikke er kjent. Selv om det periodevis er antatt oksygenfrie forhold i bunnområdene deler av Vestre Vansjø, er det fram til i dag ikke gjennomført måleprogram som eventuelt kan fange opp dette.

Fiskesamfunnet i Vansjø har mange av de samme artene som Mjøsa og flere innsjøer i Haldensvassdraget, der både krøkle og *Mysis relicta* er viktige konsumenter av dyreplankton (Hessen og Kjellberg 1994). Felles for sør-øst norske sjøer med *Mysis* er den predatorkontroll som utøves på *Mysis* fra et fiskesamfunn med hork og lake i bunnområdene og med spesielt krøkle noe høyere opp i vannmassene (Fig. 23). Regionale studier i det naturlige utbredelsesområdet viser også at tettheten av *Mysis* er langt lavere i grunne sjøer (uten kaldtvann i dypet)

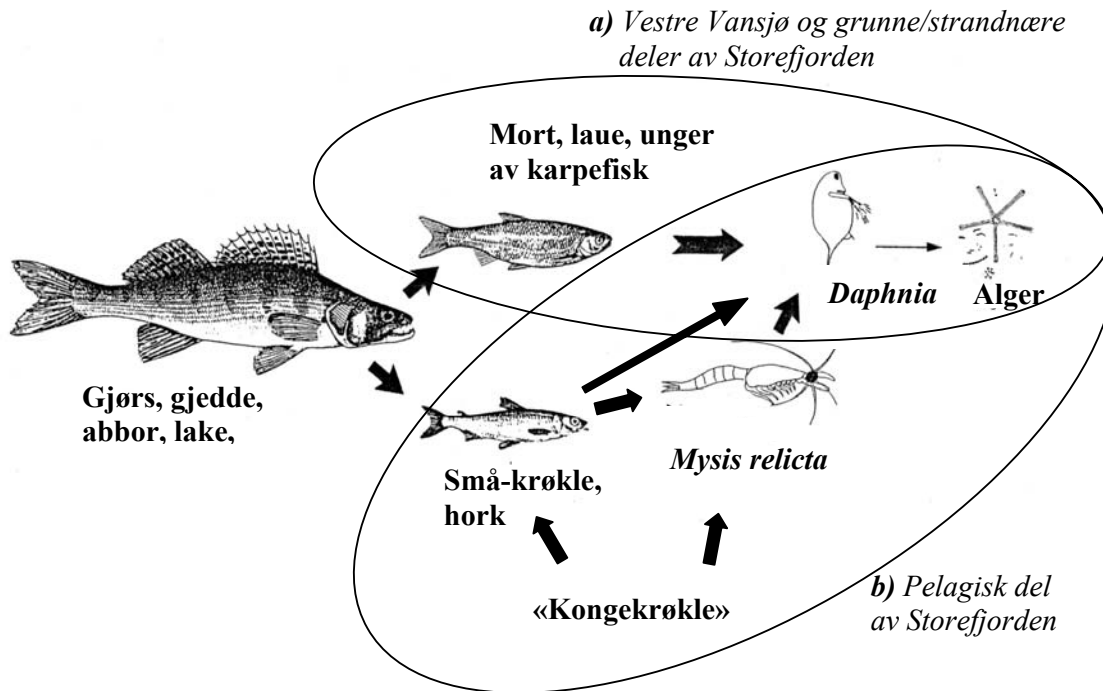


Fig. 23. Skisse over pelagisk næringsnett i a) Vestre Vansjø og grunne/strandnære områder i Storefjorden med topp-predator gjørs, gjedde, abbor og lake. b) pelagisk del i Storefjorden med gjørs som viktigste topp-predator.

sammenliknet med dype sjøer, der *Mysis* kan ha et kaldtvannsrefugium med mindre fiskepredasjon. Dette i motsetning til de innsjøer der *Mysis* er utsatt og der fiskesamfunnet består av få fiskearter og med liten fiskepredasjon. Her er bestanden av *Mysis* langt større og har et betydelig konsum av algespisende dyreplankton (Hessen og Kjellberg 1994).

Det antas at bestanden av *Mysis* i Vansjø holdes nede av fisk, og at redusert bestand av hork og krøkle i Storefjorden sannsynlighet vil øke bestanden av *Mysis*. I Vestre Vansjø er forekomsten av *Mysis* ikke dokumentert og det er antatt liten bestand av krøkle. I Vanemfjorden kan store forekomster av hork og karpefisk alene forklare fravær eller svært lav forekomst av *Mysis*. Responsen på algespisende dyreplankton ved en reell nedgang i bestandene av krøkle, hork og karpefisk (alle størrelsesgrupper) er usikker, fordi redusert fiskebestand kan føre til økt bestand av *Mysis*. Dersom bare stor karpefisk beskattes forventes som nevnt mengden byttefisk å øke, og dersom beskatning av brasme og flire gir reell nedgang i disse bestandene må det som nevnt forventes økt bestand av hork og redusert mengde resirkulert fosfor.

Litteratur

- Andersson, G., Berggren, H., Cronberg, G. and Celin, C. 1978. Effects of planktivorous and benthivorous fish on organisms and water chemistry in eutrophic lakes. *Hydrobiologia* 59, 9-15.
- Barber MC & Jenkins GP. 2001. Differential effects of food and temperature lead to decoupling of short-term otolith and somatic growth rates in juvenile King George whiting. *J. Fish. Biol.* 58:1320-1330.
- Bergmann, E. 1987. Temperature-dependent differences in foraging ability of two percids, *Perca fluviatilis* and *Gymnocephalus cernuus*. *Environmental Biology of Fishes*, 19:45-53
- Bergmann, E. 1990. Effects of roach *Rutilus rutilus* on two percids, *Perca fluviatilis* and *Gymnocephalus cernuus*: importance of species interactions for diet shifts. *Oikos* 57: 241-249
- Bjerkeng, B., Borgstrøm, R., Brabrand, Å. og Faafeng, B. 1991. Fish size distribution and total fish bio-mass estimated by hydroacoustical methods: a statistical approach. *Fisheries Research*, 11, 41-73.
- Bninska, M. 1985. The possibilities of improving catchable fish stocks in lakes undergoing eutrophication. *J. Fish. Biol.* 27 (Suppl. 1):253-261.
- Brabrand Å. 1979. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med eutrofiering av Vansjø, Østfold. Rapport nr 40-1979. Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Zoologisk museum, Univ. i Oslo, 44 s.
- Brabrand Å. 1983. Fordeling av fisk, samt ernæring hos mort, laue, brasme, og hork i Vansjø, Østfold, Fauna 36, 57-64.
- Brabrand Å & Faafeng BA. 1993. Habitat shift in roach (*Rutilus rutilus*) induced by pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) introduction: Predation risk versus pelagic behavior. *Oecologia* 95:38-46.
- Brabrand, Å. 1993. Tetthet, dybdefordeling og biomasse av fisk i Bjørkelangen og Hemnessjøen, Haldensvassdraget. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, 141, 19 s.
- Brabrand, Å., Faafeng, B.A. and Nilssen, J.P. 1990. The relative importance of phosphorus supply to phytoplankton production – fish excretion versus external loading. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 364-372
- Brabrand, Å. 1993. Vandring av ålelarver i Mossefossen, Østfold. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, 139, 14 s.
- Brabrand, Å. 2000. Komplekse fiskesamfunn dominans av karpfisk, abbor og gjedde. I: Borgstrøm, R. og Hansen, L.P. (eds.). Fisk i ferskvann - Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget. pp 130-145.
- Brabrand, Å. 2002. Miljøfaglige undersøkelser i Øyeren 1994-2000: Langtidsutvikling og forvaltning av fiskesamfunn - Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske. (ISSN 0333-161X). Universitetets naturhistoriske museer og botaniske hage, Oslo, 207: 88
- Brettum P. 1977. En undersøkelse av Vansjø, 1976-1977. LNR O-87/75, Norsk institutt for vannforskning.
- Buijse AD, Houthijzen RP. 1992. Piscivory, growth and size-selective mortality of age 0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) *Can. J. Fish. Aquatic. Sci.* 49 894-902.
- Coble DW. 1972. Ecological significance of vegetation to northern pike, *Esox lucius*, spawning. *Trans. Am. Fish. Soc.* 117: 495-502.
- Craig JF & Babaluk JA. 1989. Relation of condition of walleye (*Stizostedion vitreum*) and northern pike (*Esox lucius*) to water clarity, with special reference to Dauphin lake, Manitoba. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 1581-1586.
- Craig JF, Babaluk JA, Stevenson SG, Williams PC. 1995. Variation in growth and reproduction of walleye (*Stizostedion vitreum*) in three Manitoba lakes. *Can. J. Zool.* 73: 367-372.
- Craig, R.E. og Forbes, S.T. 1969. Design of a sonar for fish counting. *Fiskeridiv. Skr. Ser. Havunders.* 15, 210-219.
- Direktoratet for naturforvaltning, 2002. Strategisk plan for innlandsfisk 2002-2006. DN-rapport 2002-2, 21 s
- Flygind, S.K. og Hoen, O.H. 1998. Bestanden av gjedde (*Esox lucius*) i den eutrofe innsjøen Årungen. Konsum av fisk og potensiale for biomanipulasjon. Hovedoppgave i naturforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole, 64 s.
- Fylkesmannen i Østfold, 2000. Rapport nr.3-2000. "Vannkvalitetsovervåking i Østfold 1980-1999". Miljøvernavdelingen i Østfold.
- Faafeng B.A. & Oredalen T.J. 1999. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Oppsummering av første fase av undersøkelsen 1988-1998. Rapport for Statlig program for forurensningsovervåking 782/ 99, LNR 4120, Norsk institutt for vannforskning.
- Grande, M. 1987. Virkning av partikler på fisk. I: (Nicholls, M. og Erlandsen, A.H.), Partikler i vann. Foredrag 22.-23. mai 1986, Norsk Limnologforening.
- Gravel, Y. and Dube, J. 1980. Les conditions hydriques et le role de la vegetation dans une frayere a grand brochets, *Esox lucius* linne. *Eau Que.* 13: 229-230
- Grimm, M.P. & Backx, J.J.G.M. 1990. The restoration of shallow eutrophic lakes, and the role of northern pike, aquatic vegetation and nutrient concentration. *Hydrobiologia* 200/201: 557-566.
- Hansen, H. 2000. Infection of haemoflagellates (Protozoa, Kinetoplastida) in freshwater fish from the lake Vannsjø, Norway. Hovedoppgave i biologi (Cand.scient.) - Universitetet i Oslo, 39 s

- Hansson, L.A. 1998. Biomanipulering som restaureringsverktøy for næringsrike sjøar. En kunnskapssammanstilling. Naturvårdsverket förlag, 108 s.
- Hassler, T.J. 1970. Environmental influence on early development and year-class strength of northern pike in Lakes Oahe and Sharpe, South Dakota. *Trans. Am. Fish. Soc.* 99: 369-375
- Hauger T, Bjørndalen K & Warendorph H. 1992. Vansjøboka, Valdisholm forlag
- Hessen, D.O. og Kjellberg, G. 1994. Krepssdyret *Mysis relicta* i sitt naturlige miljø. I: Borgstrøm, R., Jonsson, B. og L'Abée-Lund (eds.). Ferskvannsfisk – Økologi, kultur og utnytting. Sluttrapport fra forskningsprosjektet "Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag" (FFT), pp.167-173.
- Holland, L.E. and Huston, M.L. 1984. Relationship of young-of-the-year northern pike to aquatic vegetation types in backwaters of the upper Mississippi River. *North Am. J. Fish. Manage.* 4:514-522
- Holmgren K. 1996. Otolith growth scaling of eel, *Anguilla anguilla* (L.), and back-calculation errors revealed from alizarine labeled otoliths. *Nord. J. Freshw. Res.* 72: 71-79.
- Holtan H. 1966. Vansjø. En limnologisk undersøkelse utført i tidsrommet januar 1964 - januar 1965. LNR O-5/64. Norsk institutt for vannforskning. 37s.
- Huitfeldt-Kaas H. 1918. Ferskvandfiskenes utbredelse og indvandring i Norge. Centraltrykkeriet, Kristiania. 106 s.
- Inskip, P.D. 1982. Habitat suitability index models: northern pike. FWS/OBS-82/10.17. U.S. Fish and Wildlife service.
- Johnsen, F.H. 1957. Northern pike year-class strength and spring water levels. *Trans. Am. Fish. Soc.* 86:285-293
- Knight RL, Margraf FJ & Carline RF. 1984. Piscivory by walleye and yellow perch in western Lake Erie. *Trans. Am. Fish. Soc.* 113:677-693.
- Kragset, V. 2001. Krepse- og fiskeribiologiske undersøkelser i Langenvassdraget, Ski kommune, Akershus. Utmarksavdelingen i Akershus og Østfold. Utført på oppdrag fra Ski kommune. Intern rapport, 16 s.
- Lapinska M, Frankiewicz P, Dabrowski K & Zalewski M. 2001. The influence of littoral zone type on presence of YOY pike (*Esox lucius* L.) on growth and behaviour of YOY pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) – consequences for water quality in lowland reservoirs. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 3: 355-372.
- Lien, I. 2003. Effekter av eutrofiering på vekst, habitatbruk, næring og kvikksølvinnhold hos gjedde (*Esox lucius* L.), gjørs (*Stizostedion lucioperca* L.) og abbor (*Perca flavescens* L.) i Vansjø i Østfold, en innsjø med stor miljøvariasjon. Hovedoppgave i naturforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole, 41 s + Vedlegg.
- Lien, I. og Brabrand, Å. 2004. Kvikksølv i gjedde, gjørs og abbor i Vansjø, Østfold. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske (ISSN 0333-161X). Universitetets naturhistoriske museer og botaniske hage, Oslo, 207: 88
- Lindem, T. og Sandlund, O.T. 1984. Ekkoloddregistrering av pelagiske fiskebestander i innsjøer. *Fauna* 37, 105-111
- Linfield, R.S.J. and Rickards, R.B. 1979. The zander in perspective. *Fish management*, 10: 1-26
- Lyche-Solheim, A., A., Vagstad, N., Kraft, P., Løvstad, Ø., Skoglund, S., Turtumøygard, S. & Selvik, J.R. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobøl-vassdraget). Sluttrapport. NIVA-report 4377: 104 pp.
- Lyche-Solheim, A. Borgvang, S.A., Vagstad, N., Barton, D., Øygarden L., Turtumøygard S., Brabrand Å., Røhr, P.K. 2003. Vedleggsrapport for Demonstrasjonsprosjekt for Implementering av EUs Rammedirektiv for vann i Vansjø-Hobøl-vassdraget: Fase II - Skisse til veileder for karakteriseringsoppgavene i 2004, samt forslag til overvåkingsprogram. NIVA-rapport 4737 og 4738 (Vedleggsrapport): 121 s.
- Løvstad, Ø. 2000. Vannkvalitetsovervåking i Østfold 1980-1999. Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernnavd. Rapport nr. 3/2000. 29 s.
- Minns, C.K., Randall, R.G., Moore, J.E. and Cairns, V.W. 1996. A model simulating the impact of habitat supply limits on northern pike, *Esox lucius*, in Hamilton Harbour, Lake Ontario. *Can. J. Fish. Aquatic. Sci.* 53 (suppl. 1) 20-34
- Morita K & Matsuishi T. 2001. A new model of growth back-calculation incorporating age effect based on otoliths. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 1805-1811.
- Nakken, O. and Olsen, K. 1977. Target strength measurements of fish. *Rap. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 170, 52-69. Fevrier 1977.
- NIVA, 1993. Isesjø i Østfold: tiltak for bedring av vannkvaliteten. Norsk institutt for vannforskning, rapport O-91121, 66.
- Northcote, T. and Rundberg, H. 1970. Spatial distribution of pelagic fishes in Lambarfjärden (Mälaren, Sweden) with particular reference to interaction between *Coregonus albula* and *Osmerus eperlanus*. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 50: 133-167
- Persson, L. 1983. Food consumption and the significance of detritus and algae to intraspecific competition in roach *Rutilus rutilus* in a shallow eutrophic lake. *Oikos* 41: 118-125.
- Persson, L. 1988. Asymmetries in predatory and competitive interactions in fish populations. I: Ebenman, B. og Persson, L. (eds.), *Size-structured populations: ecology and evolution*. Springer, Berlin, 203-218.

- Pethon, P. 1980. Beskrivelse av noen erfaringer med bunntål for ferskvannsbruk. Fauna 33: 29-33
- Pethon P. 1981. Four natural cyprinid hybrids recorded from Lake Vansjø, SE Norway. Fauna nor. Ser. A. 2: 28-33.
- Sandlund, O.T., Hagen, H., Klyve, L. og Næsje, T.F. 1980. Prøvefiske i Mjøsa 1978-79. DVF - Mjøsuundersøkelsen. Rapport nr. 1. 48 s.
- Sonesten, L. Gøsens biologi - en litteratursammanställning. Information från Sötvattens laboriet - Drottningholm, 1, 89 s.
- Svärdson G. 1976. Interpopulation dominance in fish communities of Scandinavian lakes. Inst. Fresh. Res. Drottningholm Report 55: 144-171.
- Toverud, Ø. 2000. Elektrofiske i Våler, Ski, Hobøl og Enebakk kommuner. Utmarksavdelingen i Akershus og Østfold. Rapport nr. 1.
- Van Densen WLT & Grimm MP. 1988. Possibilities of Stock enhancement og Pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in Order to Increase Predation on Planktivores. Limnologia (Berlin) 19(1) 45-49
- Vøllestad, A. 1992. Age, growth and food of the burbot *Lota lota* in two eutrophic lakes in southeast Norway. Fauna norv. Ser. A. 13, 13-18.
- Wysujack K, Kasprzak P, Laude U & Mehner T. 2002. Management of a pikeperch stock in a long-term biomanipulated stratified lake: predation vs. low recruitment. Hydrobiologia 479: 169-180.
- Aas, Ø og Madelein van den Hemel, 1995. Fritidsfisket i Nordre Øyeren: Omfang, fordeling og fiskernes holdninger til forvaltning og inngrep. Østlandsforskning rapport 27/95, 30 s