

LÅG VASSTAND I BORDALSVATN SOMMAREN 2006; INNVERKNAD PÅ VEKST OG KVALITET HJÅ AURE (*Salmo trutta*).

EFFECTS ON GROWTH AND QUALITY OF BROWN TROUT (*Salmo trutta*) IN THE
RESERVOIR BORDALSVATN DUE TO LOW SUMMER WATER LEVEL IN 2006.

ANNLAUG MELAND

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2008



Føreord

Med denne masteroppgåva innan fiskeforvaltning fullfører eg mitt mastergradstudium ved Institutt for naturforvaltning, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.

Eg vil fyrst takka Arne Magnus Hekne for hjelp og selskap under felt- og laboratoriearbeidet. Det hadde ikkje vore mogleg å gjennomføre innsamling og bearbeiding av materialet utan hans hjelp, og diskusjonane om resultata har vore særst nyttige.

Vidare vil eg takka for økonomisk støtte gjennom prosjektet Hydrofish ved Sigurd Rognerud, NIVA. Takk og til Jostein Kristiansen ved Statkraft region aust som ordna husvære under feltarbeidet, og elles gav mange opplysningar om reguleringsmagasina og tidlegare fiskeundersøkingar. Eg vil og takka John Gunnar Dokk ved Institutt for naturforvaltning for nyttig praktisk opplæring under fyrste del av feltarbeidet.

Tusen takk til grunneigarane ved Bordalsvatn og Ståvatn for fiskeløyve.

Eg vil også retta ein takk til foreldra mine Marta og Mekjell Meland for retting av oppgåva og støtte i skriveprosessen.

Til sist vil eg retta ein stor takk til min vegleiar, professor Reidar Borgstrøm ved Institutt for naturforvaltning. Hans rettleiing, råd og kommentarar har vore særst viktige for å få denne oppgåva til, og det har vore særst nyttig å få ta del i hans fagkunnskapar.

Universitetet for Miljø- og Biovitenskap

Ås, mai 2008

Annlaug Meland

Samandrag

Bordalsvatn og Ståvatn er regulerte fjellmagasin i Vinje kommune i Telemark. Dei har ulik reguleringshøgde, der Bordalsvatn har størst høgd med 39 meter, medan Ståvatn har 12,5 meter. Båe vatna har bestandar av aure (*Salmo trutta*) og ørekyt (*Phoxinus phoxinus*), men ørekyt vart ikkje påvist i Ståvatn før i 2002. Sommaren 2006 hadde Bordalsvatn særst låg sommarvasstand grunna lite snø og nedbør om vinteren og våren føre og dessutan sterk regulering på grunn av stor krafttettspurnad. Vasstanden i Ståvatn vart likevel halde på normalt nivå i 2006. Årsaka til dette er at Statkraft har sjølvpålagte miljørestriksjonar som blant anna sikrar god sommarvasstand i dette magasinet. Det fanga aure av dårleg kvalitet i Bordalsvatn sommaren 2006. Det vart difor gjennomført feltarbeid i desse vatna i 2007 for å finne ut kva verknader den låge sommarvasstanden kunne ha ført med seg. Ståvatn var brukt som kontrollvatn.

Tilveksten for ulike aldersklassar av aure i Bordalsvatn var dårlegare i 2006 samanlikna med dei to føregåande åra. I Ståvatn var det derimot ingen nedgang i veksten frå 2004-2005 til 2006. Snømengde vinteren 2005/2006 var ikkje større enn vanleg, samstundes som temperaturen gjennom sommaren 2006 var høgare enn åra før. Difor skulle ein venta at aureveksten i Bordalsvatn også hadde vore like god eller betre i 2006 samanlikna med åra før, i 2004-2005. Den låge sommarvasstanden i Bordalsvatn i 2006 hadde såleis truleg ein negativ innverknad på tilveksten til auren. Ut frå fangst per innsats og diett er det stor skilnad mellom dei to bestandane. Fisketettleiken ser ut til å vera vesentleg høgare i Bordalsvatn, med særleg meir fisk i den pelagiske sona og eit større innslag av dyreplankton og landinsekt i diett. Auren i Ståvatn har ein annan samansatt diett. Også $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen i kjøtprøver av auren og mengde infiserte aure med fiskandmark (*Diphyllbothrium ditremum*) i Bordalsvatn indikerer at dyreplankton og terrestriske insekt er viktigare her enn i Ståvatn. Sidan bestanden er tettare i Bordalsvatn og kondisjonen sannsynlegvis var dårlegare i utgangspunktet, har truleg den negative verknaden av låg sommarvasstand vore større i Bordalsvatn enn den ville ha vore i Ståvatn. Sjølv om kondisjonen på auren i Bordalsvatn tok seg opp i løpet av sommaren 2007, er likevel hovudkonklusjonen at den låge vasstanden i 2006 har gjeve eit vesentleg tilveksttap og redusert kvalitet på fisken. Det er vidare grunn til å tru at tilsvarande låge sommarvasstandar som i 2006 vil i framtida vil føre til same negative konsekvensar for aurebestanden og for fisket i magasinet som i 2006.

Abstract

The mountain lakes Bordalsvatn and Ståvatn in Vinje municipality in Telemark County were both regulated in 1960. The permitted water level fluctuation is much greater in Bordalsvatn, with 39 meter, compared to Ståvatn with 12.5 meter. The fish species present in lakes are brown trout (*Salmo trutta*) and european minnow (*Phoxinus phoxinus*), but the european minnow in Ståvatn was first recorded in 2002. In winter 2005/2006 the accumulated snow cover was minor, there was little precipitation in the spring 2006, and there was high production of electricity during the whole year. This resulted in a low water level in the lake Bordalsvatn throughout the summer and autumn. This was not the case in Ståvatn, since the power company Statkraft has self-imposed restrictions for the summer regulation of this lake. During the summer and autumn 2006 captured brown trout in Lake Bordalsvatn were in particularly bad condition. This was expected by the landowners and the public to be a result of the low water level. On this background, a study of the brown trout populations in both Bordalsvatn and Ståvatn was conducted in 2007. This with the objective to search for effects of the low summer water level in Bordalsvatn. Results from Ståvatn were used as control estimates.

The annual growth increment of different age-classes in Bordalsvatn was lower in 2006 compared to the previous years, 2004 and 2005. This was not observed in Ståvatn. Since the snow depth during the winter 2005/2006 was not particular high, and the air temperature during the summer was higher than usual, it was expected a relatively high growth rate in both reservoirs in 2006. Since this was not observed in Bordalsvatn, it is reasonable to connect this to the low water level in this reservoir. The catch per unit effort was higher in Bordalsvatn than in Ståvatn, both in the littoral and pelagial gillnets. It is therefore likely to believe that the trout population in Bordalsvatn has a higher density than in Ståvatn. The brown trout diet in Bordalsvatn, with a high value of terrestrial insects and zooplankton, indicate a high fish density and poor feeding conditions. The diet in Bordalsvatn is confirmed by the $\delta^{13}\text{C}$ signature and a high infection by the tapeworm *Diphyllbothrium ditremum*. The brown trout population in Bordalsvatn presumably had a high density, with low condition factor of the individuals, even before the summer 2006. The effects of a low summer water level were probably more pronounced in Bordalsvatn compared to what it would have been, during a similar situation in Ståvatn. Although the condition factor of brown trout in Bordalsvatn improved during the summer 2007, the main conclusion is still that the low summer water level in 2006 has caused a substantial production loss and reduced quality of the brown trout.

Innhald

1.0 Innleiing	1
2.0 Materiale og metodar	3
2.1 Områdeskiltring	3
2.1.1 Bordalsvatn	4
2.1.2 Ståvatn.....	7
2.2 Metodar.....	8
2.2.1 Feltarbeid	8
2.2.2 Analyse av innsamla prøvar	10
2.2.3 Datahandsaming.....	14
3.0 Resultat	15
3.1 Fangst.....	15
3.2 Lengdefordeling.....	16
3.3 Kondisjon.....	18
3.4 Kjønnsmogning	19
3.5 Alder og overleving	19
3.6 Årleg tilvekst	20
3.7 Diett	22
3.8 Stabile isotopar	27
3.9 Dyreplankton	27
3.10 Parasittar	28
4.0 Diskusjon	29
4.1Konklusjon.....	33
5.0 Referansar	34

1.0 Innleiing

Vasskraft er den viktigaste energikjelda i Noreg, og står for heile 98,5 % av elektrisitetsproduksjonen (SSB 2008). Meir enn halvparten av potensielt brukbar vasskraft er utbygd i Noreg (SSB 2006), og av dei er meir enn 800 innsjømagasin brukt til kraftproduksjonen (Borgstrøm & Aass 2000). Innsjømagasina vert tappa ned om vinteren. Då er behovet for elektrisk kraft størst og tilsiget minst (Nøst 1986). Magasinet vert så fylt opp i løpet av sommarhalvåret. Dette gjer at ein er avhengig av mykje nedbør og smeltevatn for at magasina skal fyllast om sommaren. Fylling og tapping av magasina gjer at den naturlege vasspegelen vert heva og senka, og reguleringssona vert utarma grunna stadig tørrlegging, frysing og erosjon (Nøst 1986). Regulering av innsjøar påverkar derfor både planter, evertebratar og fisk som lever i vatnet, og oftast skjer det ei forskyving i artsfordelinga (Grimås 1965, Borgstrøm 1993). For aure (*Salmo trutta*) i reguleringsmagasina er det særleg ein nedgang i tilgjengelege gyteplassar (Borgstrøm 1993) og endringar i byttedyrsamfunna (Grimås 1970b) som er mest negativt. Nedgang i rekrutteringa kan verta kompensert med utsettingar av fisk. Men det vert i alle høve ein redusert fiskeproduksjon fordi næringsmengdene vert reduserte (Nilsson 1964). Etter regulering av innsjøar, vil visse dyregrupper som til dømes fjørmygg vera viktige (Jensen, J. W 1982). Grupper som vårfluger (Tricoptera) og døgnfluger (Ephemeroptera) derimot får ofte både ein absolutt og relativ tilbakegong etter regulering (Dahl 1933, Grimås 1962). Med ei reguleringshøgde på 13 meter i Blåsjön i Sverige, gav langtidsverknaden av reguleringa eit tap på 50 % i tal botndyr (Grimås 1962). Aure prefererer i utgangspunktet store byttedyr som han finn i strandsona (littoralen) framfor andre næringsorganismar (Aass 1991). Det er påvist ei endring i dietten til aure i reguleringsmagasin frå botndyr i littoralen til dyreplankton og terrestriske insekt i dei frie vassmassane (pelagialen) (Nilsson 1961, Aass 1969, 1970, 1991, Borgstrøm et al. 1992). Denne endringa ser ein også i tette aurebestandar der delar av bestanden må nytta pelagialen (Borgstrøm 2000b). Klimatilhøve, tilgangen på byttedyr og konkurranse er viktige komponentar som styrer veksten til fisk (Jensen, K. W. 1984, 1985, Borgstrøm 1994, Hesthagen et al. 2004). Ein nedgang i tilgjengeleg mengder byttedyr gjer fort utslag på individuell vekst og fører til ein tidlegare vekststagnasjon (Garnås & Hesthagen 1982, Brabrand & Saltveit 1988, Borgstrøm 1993). Men regulering av innsjøar treng ikkje å endre populasjonsstorleiken til aure (Grimås 1970a, Brabrand & Saltveit 1988), sjølv om det ofte er registrert ei lågare avkastning ved garnfiske (Garnås & Hesthagen 1982).

Vinteren 2005/2006 var nedbørsfattig, med ei snømengd i fjellet på berre 50 % av normalen (Statkraft 2006). Samstundes var nedbøren om våren og sommaren 2006 særst låg, slik at det totale tilsiget til innsjømagasina berre var 75 % av det normale. Dette førte til at vasstanden i mange magasin vart verande låg gjennom heile sommaren 2006. Ein liknande situasjon var det vinteren 1969/70. Mårvatn på søraustdelen av Hardangervidda fekk difor særleg låg vasstand i heile 1970 (Borgstrøm 1973). I 1971 var garnfangstane i magasinet svært låge. Borgstrøm (1973) konkluderte med at særst låg kondisjon og høg dødelegheit hjå auren truleg skuldast sviktande næringstilførsel. Både mellom anna skjoldkreps og linsekreps vart borte frå dietten. Innsjømagasin i Telemark var særleg utsette for låg sommarvasstand i 2006. Dette fekk mange oppslag i media utover sommaren og hausten det året. Det var difor eit ynskje om å få betre innsyn i kva verknader den låge vasstanden hadde hatt på auren i desse magasin. Bordalsvatn i Vinje i Telemark var eit av magasin som hadde særst låg vasstand, og vart difor valt for undersøking i 2007. Ståvatn i nærleiken hadde nesten normal sommarvasstand i 2006, grunna sjølvpålagte miljørestriksjonar frå regulanten si side (J. Kristiansen pers. medd.). Dette magasinet vart av den grunn brukt som eit kontrollvatn.

Sommaren 2007 vart det difor gjennomført prøvefiske med garn i desse to vatna for om mogeleg stadfesta fylgjande hypotesar:

- Dersom fisketettleiken er den same i dei to magasin, vil auren generelt ha betre tilvekst og kvalitet i Ståvatn enn i Bordalsvatn.
- I Bordalsvatn har auren hatt dårlegare tilvekst i 2006 enn i åra før, medan aureveksten i Ståvatn ikkje endra seg.
- Diett og habitatbruk til auren i dei to magasin vil vere ulik grunna særst forskjellig reguleringshøgde.

2.0 Materiale og metodar

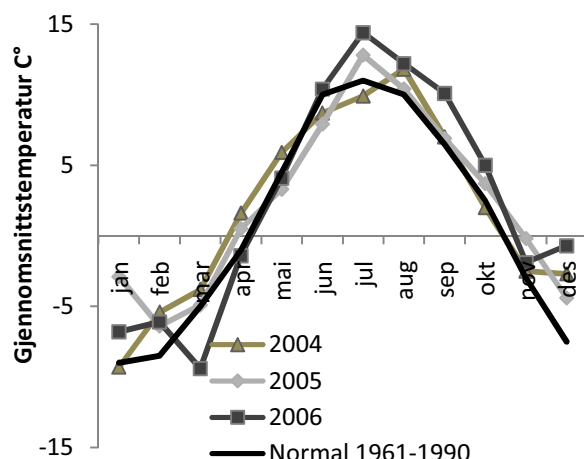
2.1 Områdeskildring

Bordalsvatn og Ståvatn høyrer til øvre delen av Tokke- Vinje vassdraget. Bordalsvatn ligg i Vinje kommune, medan Ståvatn ligg i Odda og Vinje kommunar. Oversiktskart er vist i figur 2.1. Dei er begge oligotrofe innsjøar og er regulerte av Statkraft. Regulering av Tokke- Vinjevassdraget vart vedteke ved Kronprinsregentens resolusjon av 8. februar 1957 (Solhøi 1994). Denne omfatta mellom anna Bordalsvatn og Ståvatn. I 1960 kom det i tillegg ei planendring der ein demning ved Margittjørn vart bygd, som førte til at Bordalsvatn og Margittjørn vart eit magasin. Ved låg vasstand er vatna skilde. Vatnet frå magasinerna Ståvatn, Kjelavatn, Langesæ, Førsvatn og Bordalsvatn blir brukt i Kjela kraftverk, deretter overført i tunnel til Venemo og vidare i tunnel til Totak (Tranmæl & Midttun 2005).

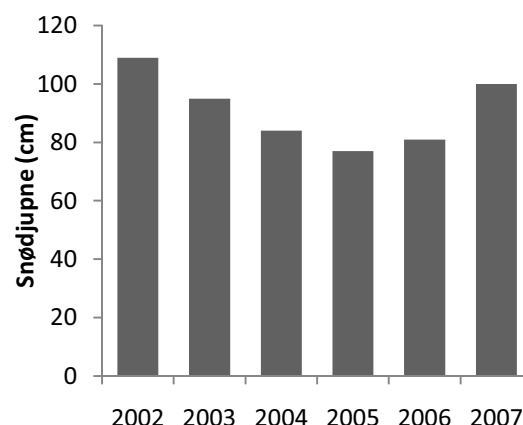


Figur 2.1 Flyfoto av Bordalsvatn og Ståvatn frå juli 2006. (www.norgeibilder.no, www.naturarv.no).

Frå Vågsli verstanjon var gjennomsnittstemperaturen for juli dei siste 14 åra på 11°C, medan gjennomsnittstemperaturen for januar er på -9°C, som høvesvis er varmaste og kaldaste månadane i året (Meteorologisk institutt's klimadata 2008). Året 2006 hadde ein varm sommar, medan resten av året samsvara med normalen frå 1961-1990 (Figur 2.2). Frå ein verstanjon ved Møsvatn, som ligg i nærleiken til Bordalsvatn, var snømengda 31 mars i 2006 heller lita (Figur 2.3).



Figur 2.2 Gjennomsnittleg månadstemperatur for åra 2004, 2005, 2006 og normalen for 1961-1990 ved verstasjonen på Vågsli (www.eklima.met.no).



Figur 2.3 Snødjupne 31. mars for åra 2002 til 2007 ved Møsvatn (www.eklima.met.no).

2.1.1 Bordalsvatn

Bordalsvatn ligg nordaust for Vågsli (UTM 32, 66°31'N, 41°05'E), og Statkraft har ein grusveg som går inn til vatnet. Ved høgaste reguleringshøgde (HRV) ligg vatnet 891 meter over havet (moh), og nedbørsfeltet er 94 km² (Tranmæl & Midttun 2005). Det går bratte fjellsider opp frå vatnet, og fjellbjørka går opp til cirka 950 moh. Berggrunnen er granitt på austsida og augegneis/granitt/foliert gneis vest for vatnet (NGU 2008). Dette er harde og fattige bergartar som ikkje bidreg mykje til gode næringsforhold. Det ligg eit tunt lag med lausmasse oppå berggrunnen.

Bordalsvatnet er kraftig regulert (Tabell 2.1). Med ei reguleringshøgde på 39 meter, kjem store areal fram i dagen ved lågaste reguleringshøgde (LRV) (NVE 2008). På det djupaste er innsjøen 70 meter (målt ved HRV) og magasinvolument er 184 millionar m³.

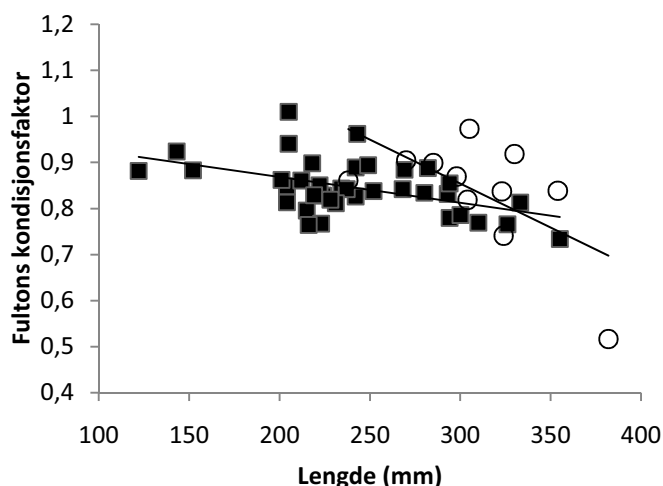
Tabell 2.1 Oversikt over reguleringshøgder, høgaste reguleringshøgde og lågaste reguleringshøgde (Tranmæl & Midttun 2005)

Vatn	Reguleringshøgde	Opp	Ned	HRV (moh)	LRV (moh)
Bordalsvatn	39 m	28,8 m	10, 2 m	891	852
Ståvatn	12,5 m	7 m	5,5 m	978,5	966

I Bordalsvatn er det bestandar av aure og ørekyt (*Phoxinus phoxinus*). Ørekyt vart påvist i Songa i 1982 (Eie 2003), og det er truleg at den kom til Bordalsvatn rundt den tida. Det er store mengder ørekyte i Bordalsvatn.

Frå prøvefisket i 1996 konkluderte Solhøi (1997) med at fiskebestanden var tilfredstillande, trass i at kondisjonsfaktoren (k-faktor) var låg, samt at veksten stagnerte etter 4-5 års alder, og større fisk var mager. Tettleiken til bestanden vart omtalt som låg. I mageprøvane frå 1996 hadde nesten all auren berre ete dyreplankton. Tilbakerekna vekst var gjennomsnittleg 5,1 cm i året for alle fiskane. Nokre hoaurar var kjønnsmodne ved 200 mm lengde, men fleirparten av hofisken frå 1996 var over 300 mm lange ved kjønnsmogning.

Resultat frå prøvefiske i august 2006 gjort av Fylkesmannen i Telemark (upublisert), viste ein gjennomsnittleg k-faktoren på 0,84, og k-faktoren gjekk ned med aukande lengde (Figur 2.4). Fleirparten av fiskane hadde ete mest botndyr, men også terrestriske insekt og dyreplankton førekom i mageprøvane. Eit mindretal av hofisken i 2006 var kjønnsmodne ved 200-333 mm lengde, men storparten var mellom 250-300 mm lange. Eit utval fisk frå Bordalsvatn i oktober 2006 hadde særst låg kondisjon og ein fisk i materialet hadde ein kondisjonsfaktor på 0,52 (R. Borgstrøm pers. medd.) (Figur 2.4).



Figur 2.4 Kondisjon hjå aure i Bordalsvatn teke ved prøvefiske i august 2006 fordelt på ulik lengde frå fisk tatt av Fylkesmannen i Telemark (■) i august 2006 (upublisert) og aure frå oktober 2006 i Bordalsvatn (○) (R. Borgstrøm pers. medd.).

Ei ungfiskundersøking gjort av Tranmæl og Midttun (2005) konkluderte med at gyte- og oppvekstareal for aure i Bordalsvatn var svært avgrensa og at bestanden sannsynlegvis er avhengig av utsetjingar. Elvane Bora og Havråi er truleg dei viktigaste gyteelvane.

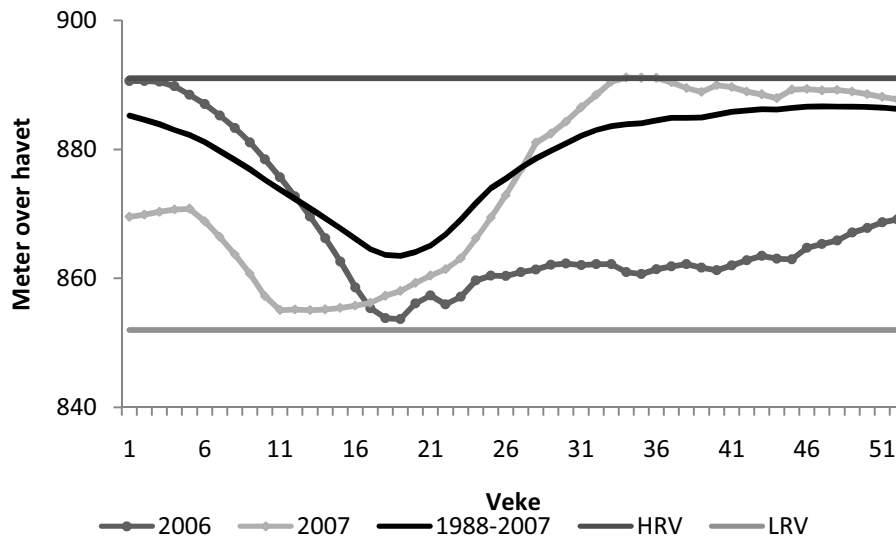
Statkraft har årleg sett ut 3000 eittårig fisk i vatnet, men frå og med 2007 er dette avslutta, fordi eigenrekrutteringa er vurdert som god (J. Kristiansen pers. medd.). I resultata frå prøvefisket i 2006 var 14 % av fangsten utsett fisk.

I 2006 var Bordalsvatn særst nedtappa i sommarhalvåret (Figur 2.5), og overflatearealet var då heilt nede i 3,6 km² (Brabrand 2007). Til samanlikning er overflatearealet ved høgste tilletne vasstand (HRV) 7,69 km².



Figur 2.5 Bordalsvatn 18. august 2006. (www.statkraft.no)

Året 2006 skilte seg kraftig ut frå gjennomsnittverdiene for åra 1988 til 2007. Vinteren 2006-2007 hadde også låg vasstand, og vatnet vart ikkje fylt opp att etter den kraftige nedtappinga i 2006, før i slutten av august i 2007 (Figur 2.6).



Figur 2.6 Vasstandskurver i Bordalsvatn for 2006, 2007 og gjennomsnitt for 1998-2007. Høgste og lågaste tilletne vasstand er vist som horisontale liner (J. Kristiansen pers medd.).

Bordalsvatn har høg rekreasjonsverdi for både grunneigarar og for turistar. Under feltperioden var det nokså stor aktivitet av småbåtar, og det vart fiska ein del. Området rundt vatnet vert nytta til sauebeite.

2.1.2 Ståvatn

Ståvatn ligg ved Europaveg-134 som går over Haukelifjell (UTM 32, 66°32'N, 39°02'E), og fjellstova Haukeliseter ligg like ved. Magasinet omfattar Ståvatn og Ulevåvatn, som heng saman med eit smalt sund og kan reknast som eit magasin etter bygging av Ståvassdemninga i 1960 (Tranmæl & Midttun 2005). Ståvatn ligg over tregrensa ved 975,5 meter over havet ved HRV (NVE 2008). Nordaust for vatnet er bergrunnen granitt, medan resten er fyllitt/glimmerskifer (NGU 2008). Fyllitt og glimmerskifer er lett vitrande og bidreg såleis med næringsrikt tilsig. Ein finn difor kalkkrevjande artar som reinsrose (*Dryas octopetala*) og bergsildre (*Saxifraga sp.*) rundt vatnet (Bakkevig 1990). Både sau og geit beiter rundt vatnet.

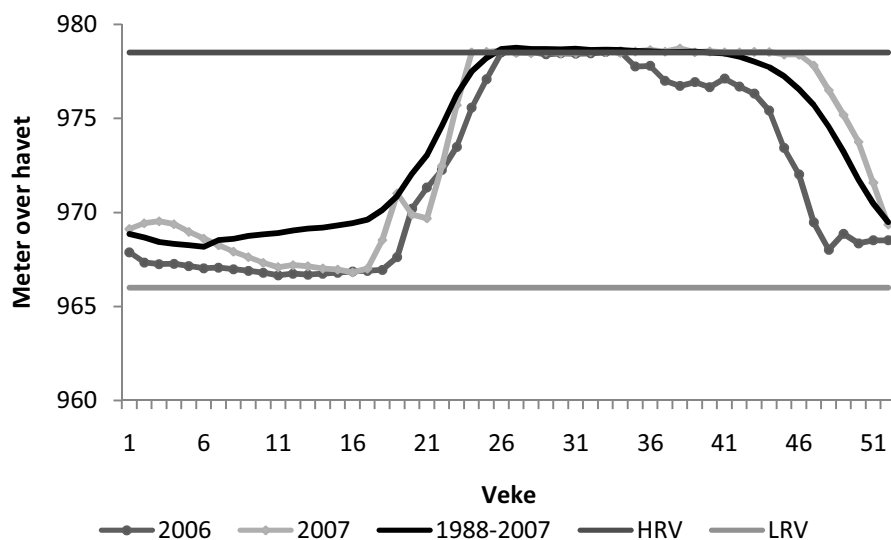
I Ståvatn er det ein bestand av aure, og det har vore trudd at vatnet har vore ørekytfritt, men Tranmæl & Midttun (2005) observerte store stimar av ørekyt i sundet mellom Kistetjørn og Ståvatn. Det er difor truleg at det er ørekyte i Ståvatn òg.

Det vart gjort eit prøvefiske i Ståvatn i august 1991 (Solhøi 1992). Tyngda av fisken var den gong mellom 19-22 cm lange, og gjennomsnittleg årleg tilvekst var 4,4 cm fram til ein alder av 5 vintrar. Ved prøvefisket i Ståvatn i 2000 var størstedelen av fisken mellom 19-24 cm, og gjennomsnittleg tilvekst var 5-6 cm i året (Solhøi 2003). Dette året var ingen hofisk under 280 mm lengde kjønnsmogne, medan det i prøvefisket i 1991 ikkje vart påvist kjønnsmogne hoer i det heile (Solhøi 1992). Auredietten frå desse prøvefiska i Ståvatn var nokolunde like, med linsekrepssom dominerande art, og noko mindre av vasslevande insekt og skjoldkrepssom (Solhøi 1992, Solhøi 2003). Under ungfiskundersøkinga i 2005 vart det konkludert med at det var marginale tilhøve for gyting og dermed dårleg eigenreproduksjon i Ståvatn (Tranmæl & Midttun 2005). Det vert sett ut 6000 eittårig fisk i Ståvatn kvart år, for å sikre eit godt fiske. Det er relativt stort uttak av fisk i vatnet, der mellom anna Haukeliseter fjellstove står for ein god del (Tranmæl & Midttun 2005), men også grunneigarar fiskar (Åsmund Vågslid pers. medd.).

Ståvatn har eit vassareal ved HRV på 6,49 km² og er på det djupaste 50 m (NVE 2008). Magasinvolumet er 48 millionar m³. Sidan fjellstova Haukeliseter ligg ved vatnet, er det mykje folk som ferdast der vinter og sommar. Samstundes er det mykje sjøflytrafikk på vatnet i frå midten av juli og utover hausten. Statkraft har difor ein sjølvpålagt miljørestriksjon om at Ståvatn skal fyllast til HRV i perioden april til juni og skal tappast ned så seint som mogleg på

hausten (J. Kristiansen pers. medd.). Vasstanden skal haldast stabil til etter påske for å sikra trygg is.

Ståvatn hadde i 2006 relativ rask fylling opp til HRV om sommaren, men tappinga starta noko tidlegare enn vanleg (Figur 2.7).



Figur 2.7 Vasstandskurver i Ståvatn for åra 2006, 2007 og gjennomsnittleg vasstand for 1998-2007. HRV og LRV er vist som horisontale liner (J. Kristiansen pers. medd.).

2.2 Metodar

2.2.1 Feltarbeid

For å få prøver av aurebestandane i Bordalsvatn og Ståvatn, vart ein garnserie samansett av seks flytegarn og 10 setjegarn brukt i veke 26, 30 og 36 i 2007. Maskeviddene i millimeter (mm) nytta for flytegarna var 19.5, 22.5, 26, 31, 35 og 45. Desse garna var 25 meter lange og 6 meter djupe, med unntak av garnet med maskevidde 22,5 mm som var 4 meter djupt. Desse vart sett frå overflata over djup på opptil 20 meter i lenker på 3 garn. Setjegarnserien var samansett av fylgjande maskevidder (mm): 16.5, 19.5, 22.5, 26, 29, 31, 35, 39, 45 og 52. Dei var 25 m lange og 1,5 m djupe, bortsett frå garnet med maskevidde 52 mm som var 2 meter djupt.

I kvar periode vart det fiska frå 1 til 3 netter i kvart vatn for å få ein tilfredsstillande mengde fisk til diett- og aldersanalyse (Tabell 2.2). I veke 30 låg den eine flytegarnserien i Bordalsvatn med tre garn i ein vase ute i vatnet med båe ankersteinane på plass, med ingen fangst. Dette kan etter alt å døma vera sabotasje eller skuldast at nokon ved uhell har kome borti garnlenka med båt.

Tabell 2.2 Fangst og garninnsats i Bordalsvatn og Ståvatn sommaren 2007 fordelt på dei tre innsamlingsperiodane, veke 26, 30 og 36.

Vatn	Periode, vekenummer	Fangst, tal fiskar	Tal fiskenetter	Fisketid samla, tal timar
Bordalsvatn	26	57	1	20
	30	67	2	31.5
	36	37	1	16
Ståvatn	26	31	3	48
	30	34	2	38
	36	43	2	33.5

I kvar periode vart siktedjup og fargen på vatnet registrert med ei Secchiskive med diameter på 24,5 cm. Fargen på vatnet vart registrert mot Secchiskiva på halve siktedjupet. Siktedjupet var omlag likt for båe vatna, med målingar frå 9-12 meter. Bordalsvatn hadde grønleg farge på vatnet, medan Ståvatn hadde meir blå. To planktonprøvar vart samla inn i kvar periode. Eit planktontrekk med maskevidde 90 µm vart brukt til å ta dyreplanktonprøvar. Håven vart drege frå 20 meters djup og opp til overflata. Det vart tilsett ti dråpar med Lugols løysing for å konservere prøva. Ein Tinytag temperaturloggar var festa til eine flytegarnet for å måle vassstemperaturen den tida garnet stod uti, men loggaren slutta å fungere i veke 36.

Totallengda på fisken vart målt i mm frå snuten til enden av halefinnen når finna vart lagt i ”naturleg” stilling (Figur 2.8). Vekta vart målt i gram med ei Laica digitalvekt. Kjønn vart registrert og kjønnsmogningsgrad vart bestemt etter Dahl (1917), men berre kjønnsmogning hjå fisk i veke 36 vart nytta i analysen. Kjøtfargen vart delt inn i kvit, lyseraud eller raud. Synlege cystar av fiskandmark (*Diphyllbothrium ditremum*) vart talde opp, og andre observerte parasittar vart notert. Fiskar som mangla feittfinne vart også registrerte.



Figur 2.8 Måling av lengde på aure frå Bordalsvatn, 30. juni 2007. Foto: Annlaug Meland

Det var ei målsetting at det i kvar periode skulle takast mageprøvar av opp til 20 fisk innanfor kvart av lengdeintervalla 100-199mm, 200-299 mm og 300-399 mm, men det vart samla teke 92 mageprøvar av fisk i Ståvatn og 93 i Bordalsvatn, fordi enkelte lengdegrupper ikkje vart fylt med tilstrekkeleg tal fisk. Mageprøvene vart konserverte i 96 % etanol. Fyllingsgraden i magesekken til kvar enkelt fisk vart registrert i prosent. Otolittar og skjell vart samla inn frå alle fiskane for alders- og tilvekstanalyse.

I den siste perioden, i veke 36, vart også 20 heile fiskar frå kvart vatn frose ned for kjøtprøvar til analyse av stabile isotop. Fiskane til kjøtprøvane vart mest mogleg fordelte etter kjønn, og fordelte innan lengdeintervalla 100-199mm, 200-299 mm og 300-399 mm.

2.2.2 Analyse av innsamla prøvar

Stabile isotopar

Analysen av stabile isotopar vart gjort på isotoplaboratoriet ved Institutt for Plante og miljøvitskap (IPM) ved Universitetet for Miljø- og Biovitskap. Ein skinn- og beinfri prøve på ca 5 gram frå kvar fisk vart teke frå muskelen bakom ryggfinnen på eine sida. Kjøtprøvane vart pakka inn i aluminiumsfolie.

Kjøtprøvane vart så fryseturka og homogenisert i ein Flash Elementanalysator (G. Strømman pers medd.). Eitt milligram av kvar prøve vart veid og lagt inn i ein tinnkapsel. Tinnkapselen vart lukka, og gassane CO₂ og N₂ vart separerte med ei Poraplot Q kolonne, som vidare vart overført til ei Finnigan Delta^{plus} XP continuos-flow isotop ratio massespektrometer for å finne forholdet mellom ¹³C/¹²C og ¹⁵N/¹⁴N. Forholdet mellom desse blir uttrykt som delta-verdiar og vert rekna ut slik:

$$\delta^{15}N \text{ eller } \delta^{13}C (\text{‰}) = \left(\frac{R_{(prøve)} - R_{(standard)}}{R_{(standard)}} \right) \times 1000$$

der R står for høvet mellom tung og lett isotop i prøvane eller i standarden. Standardane som vart nytta var primærstandard, atmosfærisk luft for nitrogen (N) og Vienna Pee Dee Belemnite for karbon (C). Desse standardane omfattar både Det Internasjonale Atomenergibyrået (IAEA) sin referansestandard og ein standard nytta ved isotoplaboratoriet ved IPM av aure (G. Strømman pers. medd.). Alle standardane vart kontrollmålte før kvar test, og seinare for kvar tiande prøve i analysen av stabile isotopar. Verdiane på standardane vart kontrollerte med IAEA-N-1 og IAEA-N-2. Tre blanke prøvar vart brukte i analysen for å korrigere for eventuelle feil med instrumenta.

Ved fotosyntesen skjer det ein karbon- fraksjonering, som gjer at forholdet mellom den tunge isotopen ^{13}C og den lettare ^{12}C vert endra, og forskjellige planter tek opp forskjellige mengder av ^{13}C ut ifrå kor opne systema i fotosyntesen er (Vander Zanden & Rasmussen 1999). Påvekstalger i innsjøar har ganske lukka respirasjonssystem, slik at mengde ^{13}C vert stor og $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen vert liggjande rundt ± 22 til $\pm 18 \text{ ‰}$ (Vander Zanden & Rasmussen 1999). Dei fleste landplanter har $\delta^{13}\text{C}$ signatur som ligg ved ± 29 til $\pm 26 \text{ ‰}$ (France 1995), sidan dei har opne respirasjonssystem (Rognerud et al. 2003). Planktonalger derimot har ein endå lågare $\delta^{13}\text{C}$ -signatur (± 36 til $\pm 30 \text{ ‰}$), fordi dei diffundere ^{13}C rett ut i vatnet (France 1995). $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen fortel kva trofisk nivå fisken er på. Mellom kvart trofisk nivå aukar verdien med $3,4 \text{ ‰}$ (Vander Zanden & Rasmussen 1999).

Aldersbestemming

Aldersbestemminga vart gjort både med otolittar og skjel. Avlesing av alder frå otolitt vil gje den mest korrekte aldersfastesetjinga (Jonsson 1976). Alle otolittar vart delte og brente, og kvar halvdel av otolitten vart sett i plastilina i ei porselensskål med 1-,2- propandiol og snittflata studert under ei Leica MC 5 lupe. Vintersonene kjem tydlegare fram ved brenning fordi dei inneheld meir karbon (Blacker 1974) (Figur 2.9). For fisk samla inn i fyrste perioden, i veke 26, låg siste vintersona heilt i ytterkanten av otolitten. Alder som vart bestemt med otolittar vart kontrollert opp mot alderen på skjela. Det vart funne 10 fisk med hyaline otolittar, og desse kunne ikkje aldersbestemast.



Figur 2.9 Knekt og brend otolitt av 6 år gamal fisk frå Ståvatn sommaren 2007 med avmerkte vintersoner. Foto: Annlaug Meland.

Det vart laga avtrykk av fiskeskjela i ein celluloidstrimmel ved hjelp av ei skjelpresse, og avtrykket vart lese av i ein mikrofيلمlesar av typen Minox.

Kvar vintersone viser seg som tettliggande og gaffeldelte sklerittar, medan sommarsona har klart større avstand mellom sklerittane (Borgstrøm 2000a). Ei papir-remse vart lagt frå sentrum av skjelet og ut for å markera vintersonene.

For å registrera tilveksten for kvart leveår til auren, vart vintersonene avmerka og seinare målt på papirremsa, slik at tilbakerekning av lengde ved alder kunne utførast etter metoden til Lea-Dahl (Dahl 1904, Lea 1910). Denne metoden føreset at storleiken på skjelet er proporsjonal med fiskelengda (Dahl 1904, Lea 1910). Lengda til aure i millimeter ved år n (L_n) vert funnen ved:

$$L_n = \frac{L \times V_n}{LS}$$

der L er lengda på fisken i millimeter ved fisketidspunkt, V_n er avstand frå sentrum av skjelet til vintersona for år n og LS er total avstand frå sentrum av skjelet og ut til ytterkanten (Dahl 1904, Lea 1910). Lengda ved L_{n-1} vart trekt frå lengda ved L_n for å finne kor mykje fisken har vakse i mm kvart år. Fiskar som hadde hyalin otolitt eller hadde stagnert i vekst er ikkje teke med i denne vekstanalysen.

Mageprøvar

Mageprøvane vart analyserte under ei Leica MC 5 lupe. Alle terrestriske insekt vart samla i ei gruppe. Dei ferskvasslevande byttedyra vart delte inn i a) larver, pupper og imago av fjørmygg (Chironomidae), stankelbein (Tipuloidea), vårfluger (Trichoptera), og vasslevande biller (Coleoptera), og b) nymfe og imago av steinfluger (Plecoptera), døgnfluger (Ephemeroptera), nettvinger (Neuroptera) og mudderfluger (Megaloptera). Vidare vart ertemusling (Pisidium), fisk, fåbørstemakk (Oligochaeta), plantemateriale og udefinert materiale samla i eigne grupper. Fylgjande vasslopper vart registrerte: *Daphnia* sp., *Bosmina* sp., *Bythotrephes longimanus* (*B. longimanus*), gelekreps (*Holopedium gibberum*) og linsekreps (*Eurycercus lamellatus*). Hoppekreps vart delt inn i cyclopoide og calanoide. Alle byttedyrkategoriane er framstilt som volumprosent av totalt mageinnhald.

Spesifikk volumprosent ($Sv\%$) for kvar byttedyrkategori i er utrekna etter fylgjande formel:

$$Sv\%_i = \left(\frac{\sum S_i}{\sum S_{ti}} \right) \times 100$$

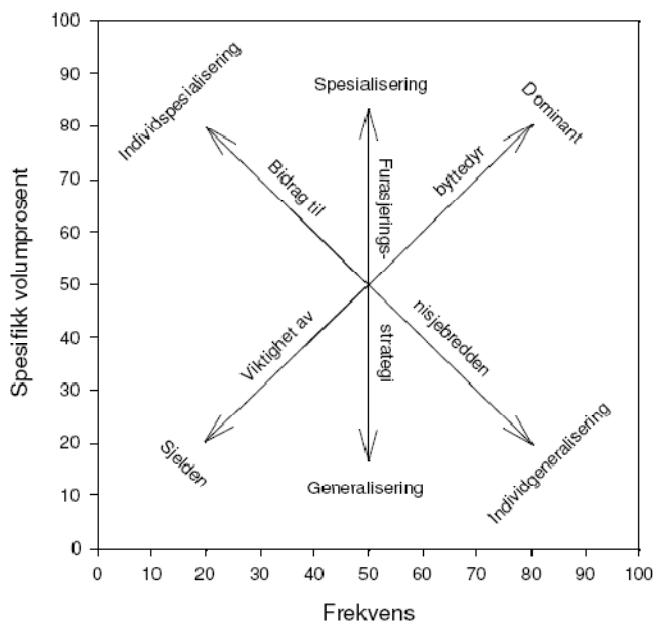
der S_i er fyllingsgraden av byttedyrkategori i og S_{ti} er den totale fyllingsgraden i alle fiskemagar der byttedyrkategori i er til stades (Amundsen et al. 1996).

Frekvensen (F) er gitt ved

$$F = \frac{N_i}{N}$$

der N_i er tal fisk som har ete byttedyrkategori i og N er tal fiskemagar registrerte med dette som mageinnhald (Amundsen et al. 1996).

Samanhengen mellom spesifikk volumprosent (Sv%) og frekvensen (F), viser individuell eller gruppevis spesialisering, eller generalisering for dei ulike byttedyrgruppene (Figur 2.10) (Amundsen et al. 1996).

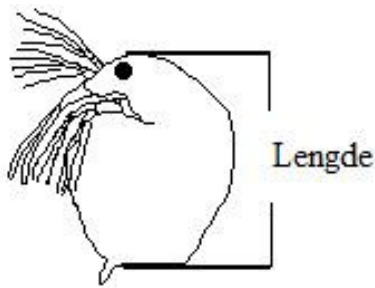


Figur 2.10 Diagram til analyse av diett (Amundsen et al. 1996)

Dyreplanktonanalyse

Dyreplanktonprøven vart rista og ein delprøve vart teke ut med ei pipette for å få ei tilfeldig fordeling av dyreplankton. Planktonprøvane frå kvart vatn vart talde ved hjelp av eit teljebrett med langsgåande render.

Mengda av dei ulike dyreplanktona vart talde opp under ei Leica MS 5 lupe, og *Daphnia* sp., *Bosmina* sp., *B. longimanus*, gelékreps og cyclopoide- og calanoide hoppekreps vart registrerte. Det vart også registrert mengdeforhold mellom dei ulike dyreplanktona i begge prøvane frå kvar periode og kvart vatn. Lengda på *Bosmina* sp. vart målt på dei 50 fyrste individa i prøvane frå kvart vatn og periode som vist i figur 2.11. Det same vart gjort med *Bosmina* sp. i mageprøvar.



Figur 2.11. Lengdemåling av *Bosmina* sp. (Bottrell et al. 1976).

2.2.3 Datahandsaming

Fultons kondisjonsfaktor

For å beskrive forholdet mellom lengde og vekt av fisken, vart Fultons kondisjonsfaktor (k-faktor) nytta (Borgstrøm 2000a). Fisk med k-faktor <0,95 er slank, 0,95-1,05 har normalt god kondisjon og >1,05 er feit fisk. K-faktoren vert utrekna slik:

$$\text{Fultons kondisjonsfaktor} = \frac{\text{vekt (g)}}{\text{Lengde (cm)}^3} \times 100$$

Fangst per innsatseining

Fangst per innsatseining (CPUE) vart rekna ut med fylgjande formel:

$$CPUE = \frac{c \times 12 t \times 100 m^2}{t \times a}$$

der c er fangsten, t er timar garna stod ute i vatnet og a er totalt garnareal i garnserien (Borgstrøm & Qvenild 2000).

Årleg overleving

Årleg overleving (S) vert rekna ut etter Heinckes metode:

$$S = 1 - \frac{N_0}{\sum N}$$

der N_0 er tal fisk av yngste aldersklassa som er fullt fangbar og $\sum N$ er totalt tal fisk frå og med denne aldersklassa (Borgstrøm 2000a).

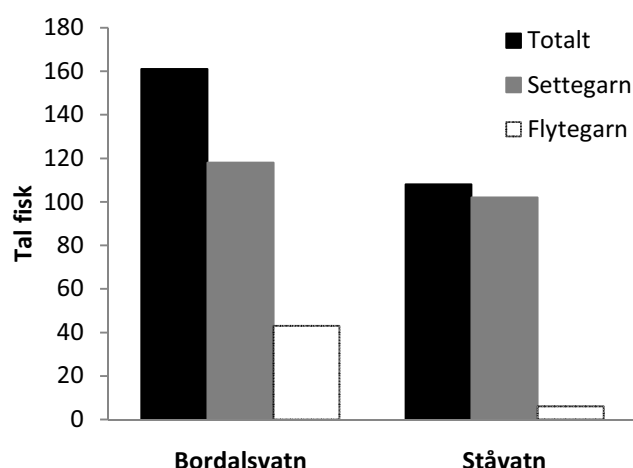
Statistiske metodar

Statistikkprogrammet Minitab 15 vart nytta til statistisk analyse. Testmetodane einvegs ANOVA og T-test vart nytta der det var normalfordelte data, medan Mann-Whitney og Kruskal Wallis vart nytta der det ikkje var normalfordelte data.

3.0 Resultat

3.1 Fangst

Samla fangst i Bordalsvatn frå veke 26, 30 og 36 var på 161 aurar, og av desse var 43 aurar teken i flytegarn (Figur 3.1). I Ståvatn vart det samla teke 108 aurar, men av desse var berre seks tekne i flytegarn.



Figur 3.1 Samla fordeling av fangsten frå dei tre fiskeperiodane i Bordalsvatn og Ståvatn i 2007, og fangsten fordelt på setjegarn og flytegarn

Fangst per innsatseining (CPUE) både i setjegarna og flytegarna var høgast i alle tre periodane i Bordalsvatnet (Tabell 3.1). Spesielt stor skilnad var det mellom vatna i CPUE i flytegarn. I Ståvatn veke 36 var det ingen fangst i flytegarna, men CPUE var høgare i den siste perioden enn i dei to fyrste periodane fordi fangsten auka i setjegarna. I Bordalsvatn var 12 av 161 aurar i fangsten utsette (7,5 %), medan i Ståvatn var 51 av 108 kontrollerte fisk utsette (47,2 %).

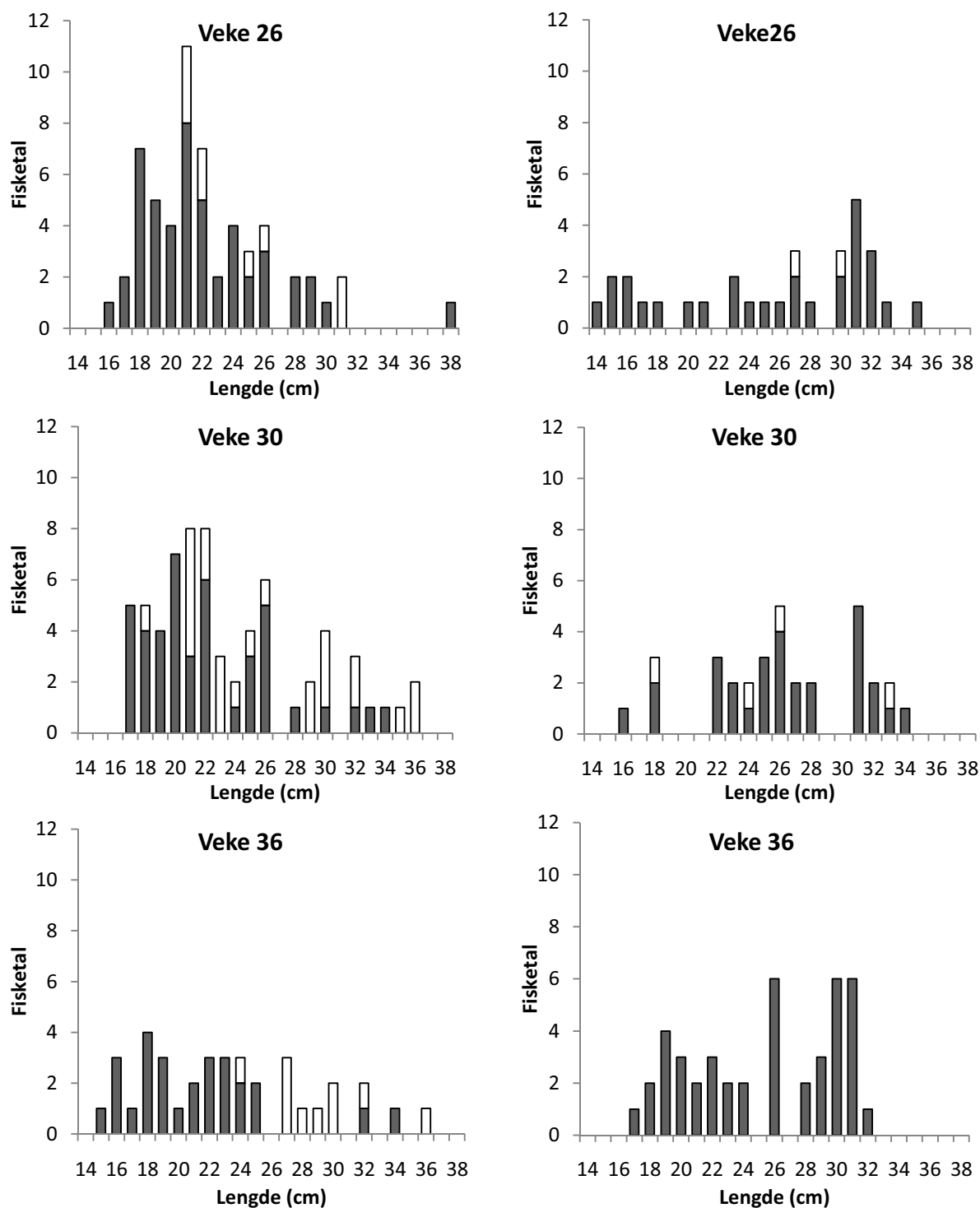
Tabell 3.1 Fangst per innsatseining (tal fisk/12t/100m²) i Bordalsvatn og Ståvatn i veke 26, 30 og 36 i 2007.

Periode (veke)	Bordalsvatn			Ståvatn		
	26	30	36	26	30	36
Fangst setjegarn	48	43	27	29	30	43
Fangst flytegarn	9	24	10	2	4	0
Fangst per innsatseining i setjegarn	7,5	4,7	5,3	1,8	2,5	4
Fangst per innsatseining i flytegarn	0,7	1,1	0,9	0,06	0,15	0

3.2 Lengdefordeling

I fangsten frå Bordalsvatn var det fleire fiskar under 250 mm enn i Ståvatn. I veke 26 og 30 hadde Bordalsvatn klart fleire fisk under 250 mm, medan i veke 36 var fordelinga jamnare fordelt over lengdeklassane (Figur 3.2). Ståvatn hadde ei jamnare fordeling på lengdeklassane i alle periodane, med fleire fiskar over 250 mm (Figur 3.2). I både fyrste og andre perioden var fisken i Ståvatn (veke 26; gjennomsnittslengde ($\bar{L}$) 260mm og veke 30; $\bar{L}$: 264mm) av signifikant større enn fiskane i Bordalsvatn (veke 26; $\bar{L}$: 230 mm og veke 30; $\bar{L}$: 240 mm) (ANOVA, $p = <0,05$). Medan i veke 36 var auren i fangsten frå Ståvatn ($\bar{L}$: 256mm) ikkje signifikant lengre enn i Bordalsvatn ($\bar{L}$: 236mm) (ANOVA, $p > 0,05$).

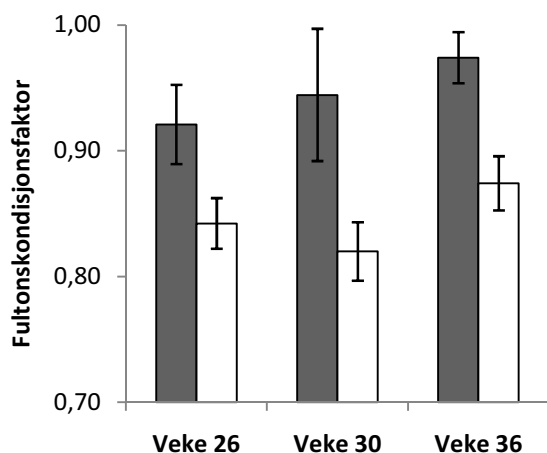
For veke 26 i Bordalsvatn var ikkje lengdefordelinga av fisk fanga i flytegarn og setjegarn signifikant ulik (t-test, $p = > 0,05$), medan i veke 30 var fisken signifikant lengre i flytegarn enn i setjegarn (Mann-Whitney, $p = < 0,05$). Det same gjaldt for veke 36 (t-test, $p = 0,000$). Lengda til fisken i Ståvatn var ikkje signifikant ulike i setjegarna og flytegarna (t-test, $p = >0,05$).



Figur 3.2 Lengdefordeling (cm) av aure fanga i setjegarn (grå) og flytegarn (kvit) i veke 26, 30 og 36 i Bordalsvatn (figurar til venstre) og Ståvatn (figurar til høgre) sommaren 2007.

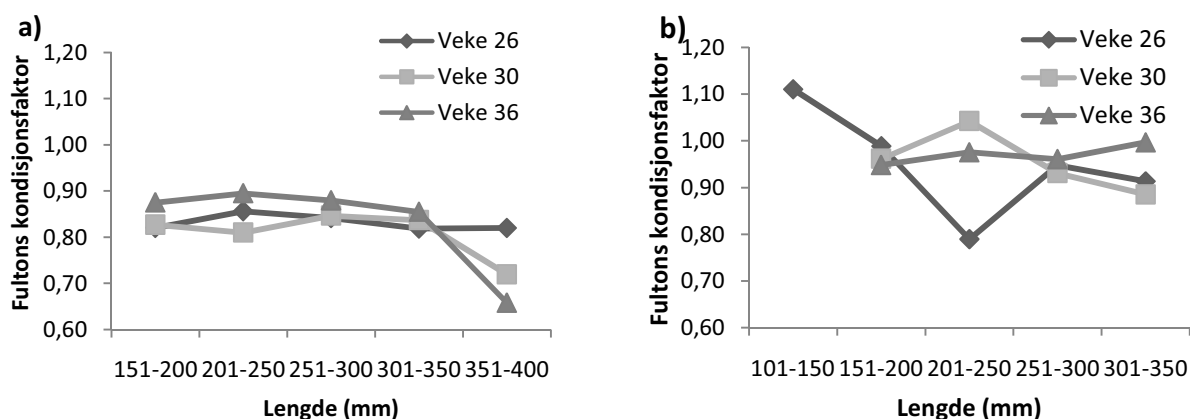
3.3 Kondisjon

Auren i Ståvatn hadde signifikant betre kondisjon (ANOVA $p = 0,000$) enn fisken i Bordalsvatn, for alle tre innsamlingsperiodane (veke 26, 30 og 36) (Figur 3.3). I Ståvatn auka k-faktoren utover vekstsesongen, medan i Bordalsvatn minka kondisjonsfaktoren i veke 30 i høve til veke 26, men auka att i veke 36.



Figur 3.3. Gjennomsnittleg Fultons kondisjonsfaktor med konfidensintervall på 95% for aure fanga i Bordalsvatn (kvite kolonnar) og Ståvatn (gråe kolonnar) i dei tre fiskeperiodane i 2007.

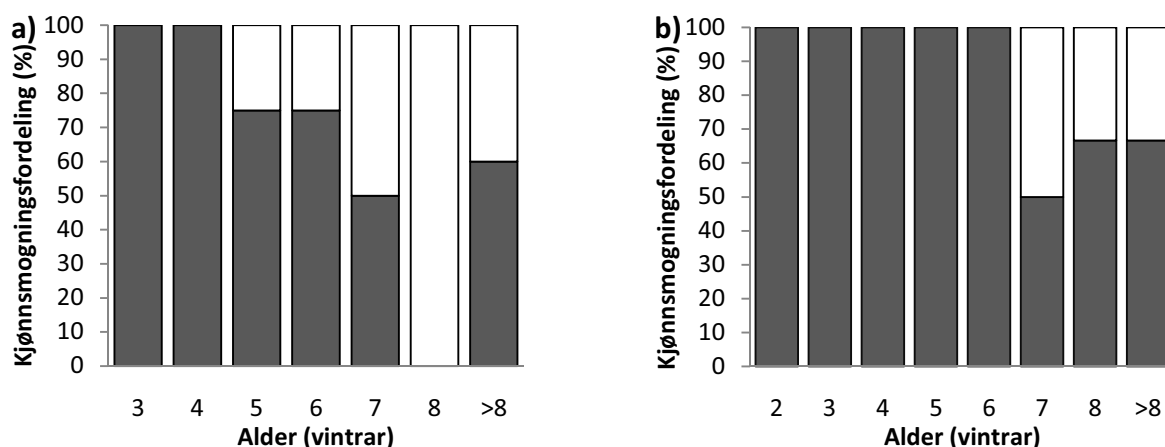
Gjennomsnittleg k-faktor for dei ulike lengdeklassane var høgare i Ståvatn enn i Bordalsvatn i alle periodane, med unntak av veke 30 for lengdeklassa 201-250 mm (k-faktor: 0,79) (Figur 3.4 a og b). Då hadde auren i Bordalsvatn betre kondisjon med k-faktor på 0,857. Gjennomsnittleg k-faktor minka med auka lengde på fisken i Bordalsvatn med den denne var ikkje signifikant i nokon av periodane (regresjon: $p > 0,05$). I Ståvatn var gjennomsnittleg k-faktoren meir uregelmessig ved auka lengde, men i veke 30 var det signifikant nedgang i k-faktor ved auka lengde (regresjon: $y = 1,06 - 0,000542x$, $df = 31$, $p < 0,05$). Den lågaste k-faktoren for aure frå Bordalsvatn var 0,47, medan den høgaste var 1,14. I Ståvatn var den lågaste k-faktoren 0,7, og høgaste 1,1.



Figur 3.4 Gjennomsnittleg Fultons kondisjonsfaktor for ulike lengdeklassar (mm) av aure for veke 26, 30 og 36 i a) Bordalsvatn og b) Ståvatn i 2007.

3.4 Kjønnsmogning

I fangsten frå Bordalsvatn var det 88 hofiskar og 73 hannfiskar, medan det i Ståvatn var 57 hoer og 51 hannar. I Bordalsvatn var den yngste kjønnsmogne hofisken fem år (lengde: 243 mm), medan i Ståvatn var dei yngste kjønnsmogne fiskane sju år (lengde: 317mm og 302 mm) (Figur 3.5 a og b). I Bordalsvatn var 66,6% av hofiskane som var åtte år eller meir, umogne, men samla tal var berre fem fisk. Den yngste registrerte kjønnsmogne hannen i båd vatna var seks år.



Figur 3.5 Prosentvis fordeling av mogne (kvit) og umogne (grå) hoer fanga i veke 36 i a) Bordalsvatn med data frå 23 fisk og b) Ståvatn med data frå 24 fiskar.

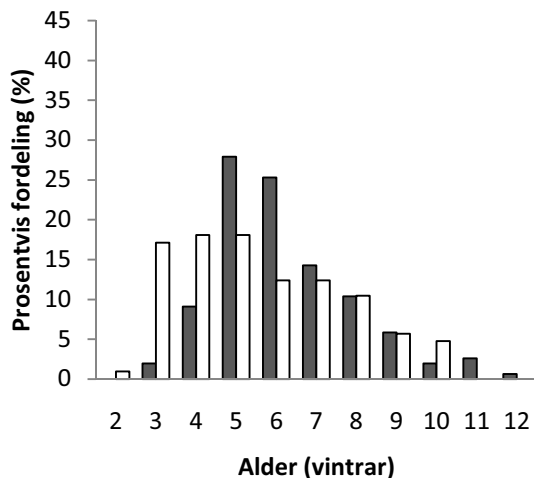
3.5 Alder og overleving

I Bordalsvatn var auren i fangsten frå 2007 signifikant eldre enn i Ståvatn (Mann-Whitney $p = 0,004$). Bordalsvatn hadde flest fisk i aldersklassane 5 (årsklasse 2002) og 6 år (årsklasse 2001) (Tabell 3.2), og desse skilde seg ut med størst prosentdel av totalt fiske tal (Figur 3.6). I Ståvatn var det ingen årsklassar som skilde seg spesielt ut, men dei største årsklassane var frå 1999, 2000 og 2001 (tre, fire og fem år gamle) (Tabell 3.2), og hadde også størst prosentvis del av den totale fangsten (Figur 3.6). I tredje fangstperiode var det ein mykje større del med treåringar i fangsten i båd vatna enn i dei to fyrste periodane. Etter Heinckes metode var overlevingsraten for fisk frå seks- til tolvårs alder på 0,58 i Bordalsvatn, medan i Ståvatn var overlevingsraten for fisk frå fem- til tiårs alder på 0,72.

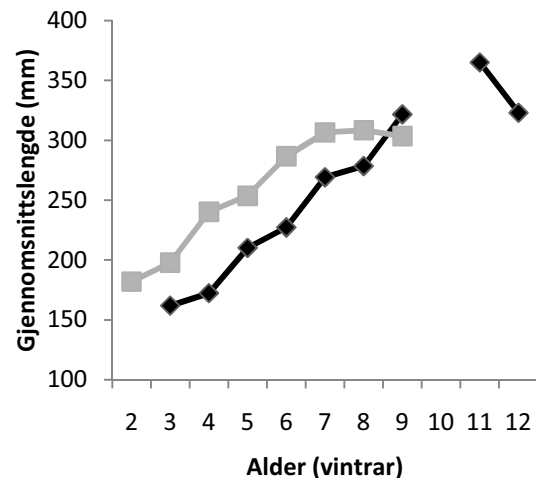
Tabell 3.2 Tal fisk innan kvar aldersklasse (vintrar) i garnfangstar frå Bordalsvatn og Ståvatn i 2007

Alder(vintrar)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bordalsvatn		3	14	43	39	22	16	9	3	4	1
Ståvatn	1	18	19	19	13	13	11	6	5		

Den eldste fisken i Bordalsvatn var 12 år, medan dei eldste fiskane i Ståvatn var 10 år (figur 3.6). I veke 36 var gjennomsnittslengda fordelt på alder lengre i Ståvatn enn i Bordalsvatn (Figur 3.7). Den same trenden såg ein også for dei to føregåande periodane.



Figur 3.6. Prosentvis aldersfordeling av totalfangsten teken ved garnfiske i Bordalsvatn (grå) og Ståvatn (kvit)



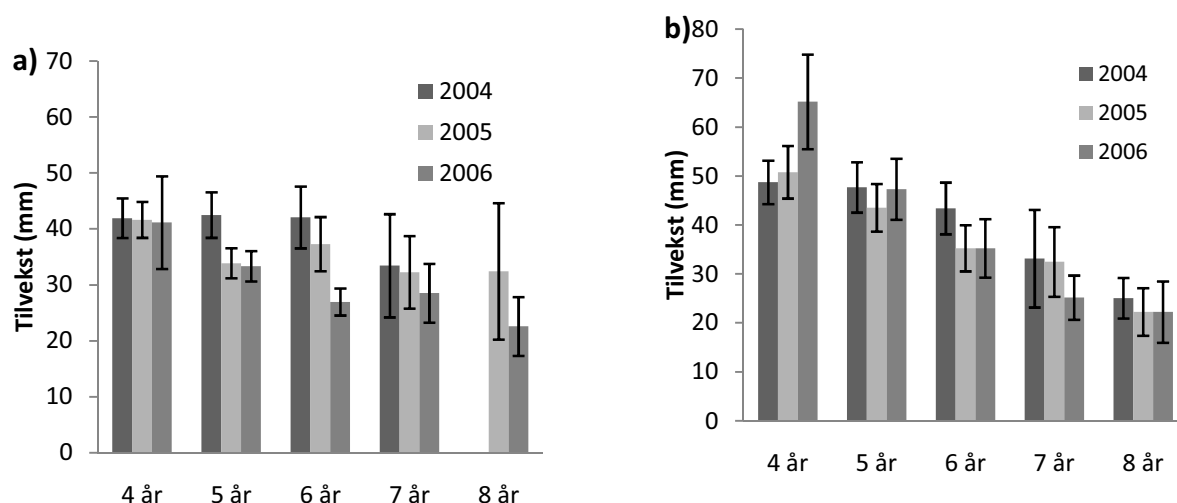
Figur 3.7. Gjennomsnittleg lengde (mm) for kvar aldersklasse (vintrar) for veke 36 i Bordalsvatn (svart) og Ståvatn (grå) i 2007.

3.6 Årleg tilvekst

I 2006 var tilveksten for fire, fem og seks år gamal fisk i Ståvatn signifikant større (t:test $p = < 0,05$) enn for dei same aldersklassane i Bordalsvatn. Det var ikkje signifikant skilnad mellom sju og åtte åringar i dei to vatna i 2006 (t:test $p = > 0,05$). I Bordalsvatn hadde 14 av 161 fiskar stagnert i vekst, og desse hadde stagnert ved seks til ni års alder, medan i Ståvatn stagnerte 4 av 108 fiskar ved 6 og 8 år.

Femåringar i Bordalsvatn hadde signifikant større tilvekst i 2004 enn i 2005 og 2006 (t:test $p = < 0,05$) (Figur 3.8 a). For seksåringar var det signifikant mindre tilvekst i 2006 enn i 2004 og 2005 (t:test $p = < 0,05$). For dei andre aldersklassane var det ikkje noko signifikant forskjell på veksten i dei ulike åra (ANOVA $p = > 0,05$), men gjennomsnittleg vekst var dårlegare i 2006 enn i åra før.

I Ståvatn var det signifikant større tilvekst for 4 åringar i 2006 enn i 2004 og 2005 (t:test $p = < 0,05$), og for 6 åringar var det signifikant større vekst i 2004 enn i 2005 og 2006 (t:test $p = < 0,05$) (Figur 3.8 b). For dei resterande aldersklassane var det ikkje noko signifikant skilnad på veksten i dei ulike åra (ANOVA $p = > 0,05$).



Figur 3.8 Årleg tilvekst (mm) i åra 2004-2006 ved 4-8 (vintrar) alder med 95 % konfidensintervall i a) Bordalsvatn og b) Ståvatn.

Gjennomsnittleg årleg tilvekst for dei ulike aldersklassane i Bordalsvatn var mindre enn i Ståvatn (Tabell 3.3). I Bordalsvatn hadde 2-4 vintrar gamal fisk best vekst (Tabell 3.4). Den beste tilveksten i Ståvatn var ved 3 og 4 vintrar gamal aure.

Tabell 3.3 Årleg tilvekst hjå dei enkelte årsklassane i Bordalsvatn. n = tal fiskar.

Årsklasse	n	1 år	2 år	3 år	4 år	5 år	6 år	7 år	8 år	9 år
2004	3	39	55	52						
2003	14	28	52	49	38					
2002	43	34	43	42	41	33				
2001	39	32	42	45	41	33	26			
2000	22	31	40	44	37	41	36	27		
1999	13	28	39	38	41	33	39	30	21	
1998	7	27	40	31	44	38	30	33	32	15
Gjennomsnitt		32	43	43	40	34	32	29	25	15

Tabell 3.4 Årleg tilvekst hjå dei enkelte årsklassane i Ståvatn. n = tal fiskar

Årsklasse	n	1 år	2 år	3 år	4 år	5 år	6 år	7 år	8 år	9 år	10 år
2005	1	44	101								
2004	16	41	44	76							
2003	20	42	40	62	65						
2002	19	39	41	61	51	47					
2001	13	41	53	58	49	44	35				
2000	13	48	42	49	48	48	36	25			
1999	10	37	36	47	43	46	43	33	22		
1998	5	30	32	52	37	32	46	33	22	14	
1997	4	30	37	46	37	33	30	36	25	24	18
Gjennomsnitt		41	42	59	51	44	38	30	23	19	18

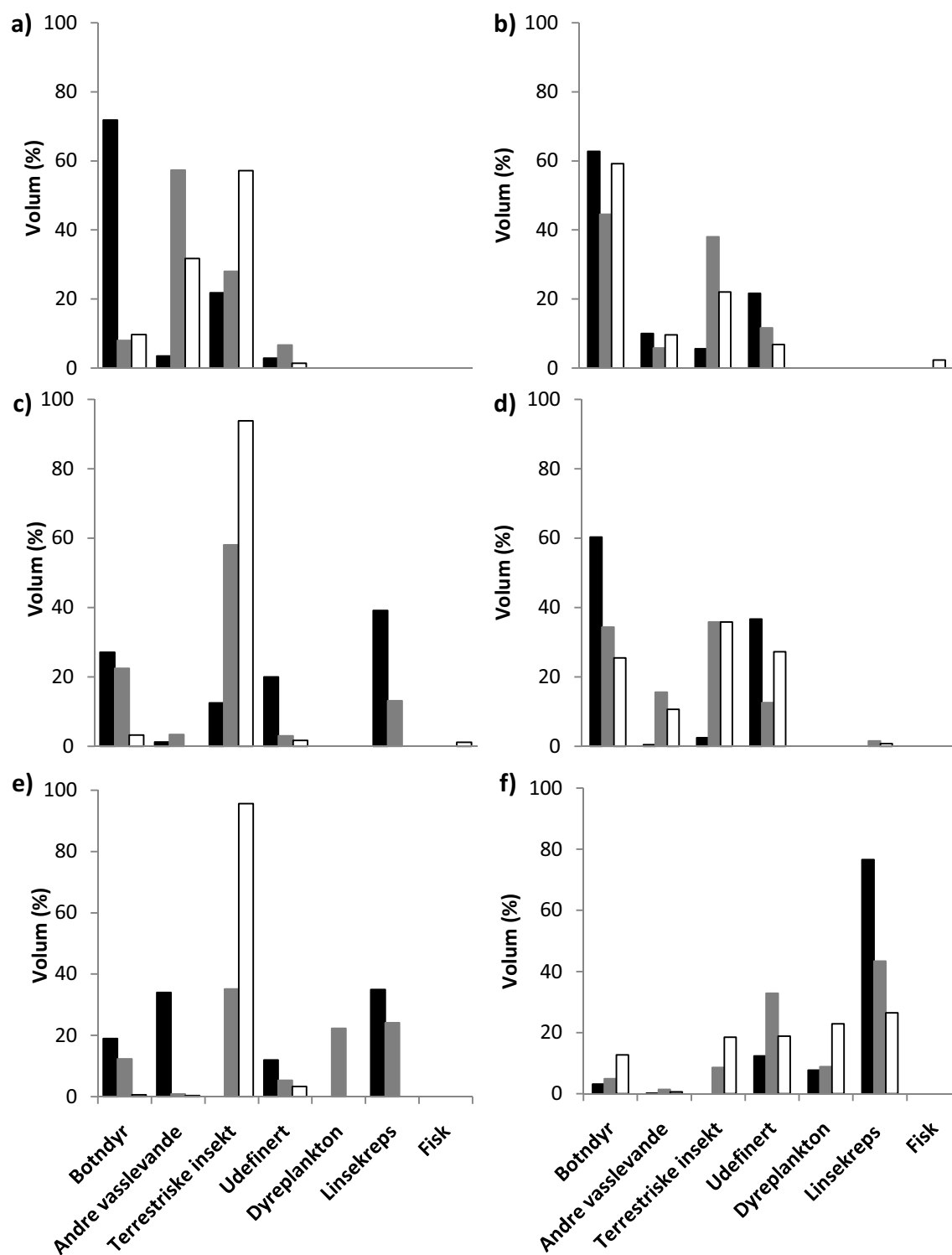
3.7 Diett

Gjennomsnittleg fyllingsgrad i dei analyserte mageprøvane frå Bordalsvatn for alle periodane var 38%, medan det var 27 % i Ståvatn. Fiskane med mest mageinnhald hadde for det meste ete terrestriske insekt, særleg i Bordalsvatn.

Mangfaldet var stort i mageprøvane. I Bordalsvatn vart det registrert *Bosmina sp.*, *B. longimanus*, calanoide- og cyclopoide hoppekreps, gelékreps, linsekreps, fjørmygg, steinfluger, vårfluger, døgnfluger, mudderfluger, stankelbein, vasslevande biller, terrestriske insekt, fisk, ertemusling, fåbørstemakk, plantemateriale og gruskorn. I Ståvatn vart det same registrert, bortsett frå *Bosmina sp.* og stankelbein. I den vidare framstillinga av prøvane er plantemateriale og stein samla under udefinert.

Dietten endra seg ein del mellom lengdeklassar og dei ulike fangstperiodane i Bordalsvatn i 2007 (Figur 3.9 a, c og e). Mengde terrestriske insekt i dietten auka med storleiken i alle periodane, medan botndyr minka med aukande storleik. Linsekreps var ete mest av fisk i storleiksgruppene <200 mm og 200-299 mm, men kom fyrst inn i dietten i veke 30. Dyreplankton kom fyrst inn i dietten i veke 36, og bestod av calanoide hoppekreps og *B. longimanus* (Figur 3.9 e). I veke 26 og 30 var det hovudsakleg fjørmyggelarver frå botndyrgruppa, medan i veke 36 var det ein del innslag av vårflugelarver. Innan kategorien andre vasslevande byttedyr er ertemusling, fåbørstemakk og vasslevande biller plassert. I denne kategorien i veke 26 hadde fiskar mindre enn 200 mm ete mest fåbørstemakk, 200-299 mm hadde ete mest ertemusling, og fisk >299 mm hadde ete mest vasslevande biller. Innan lengdeklasse >299 mm i veke 30 vart det påvist ein fiskeetar i Bordalsvatn.

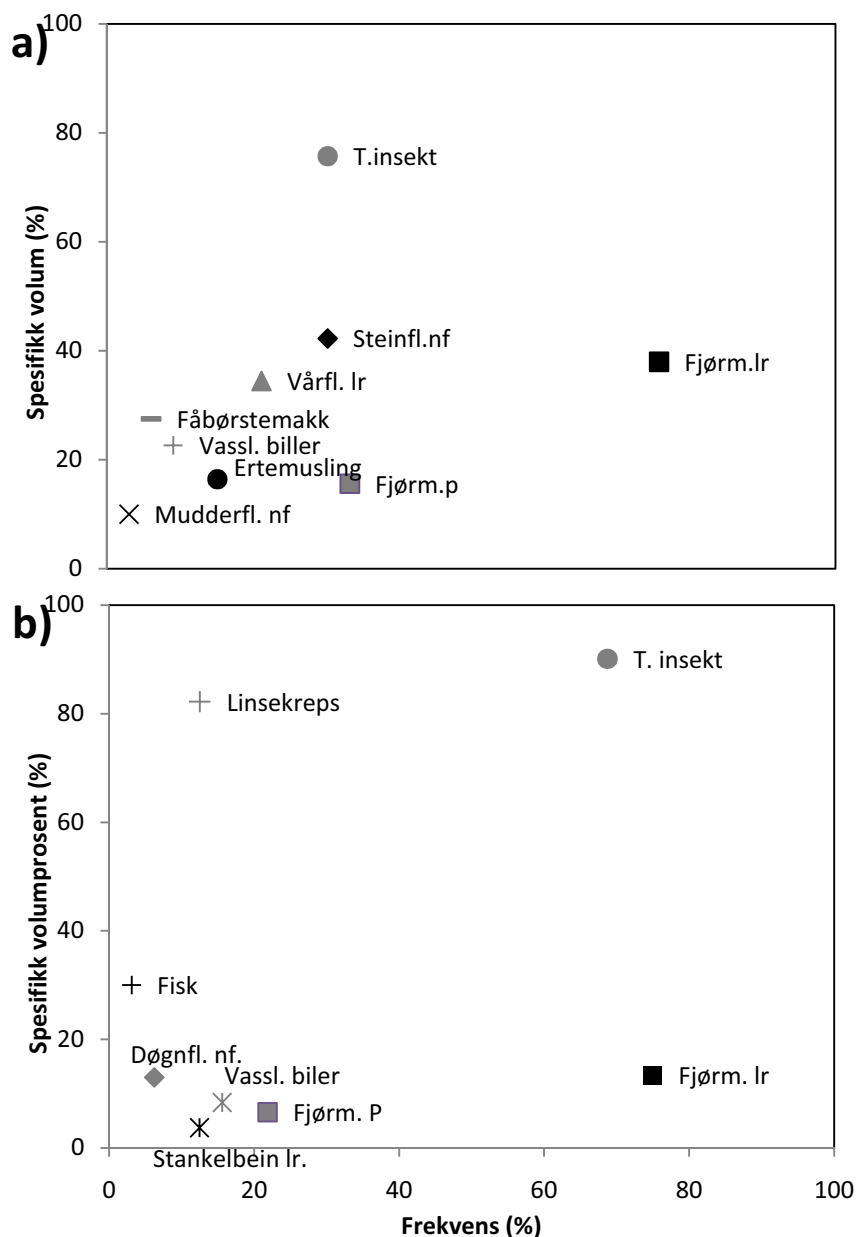
I Ståvatn endra dietten seg òg utover sommaren, men også noko mellom lengdeklassane (Figur 3.9 b, d og f). Botndyr dominerte mest dei to fyrste periodane, med hovudsakleg fjørmyggelarver (Figur 3.9 b og d). I veke 36 var det mest fjørmyggpupper i gruppa botndyr (Figur 3.9 f). Terrestriske insekt i dietten var mest vanleg i veke 26 og 30, og innan kategorien andre vasslevande byttedyr var storparten ertemusling. Linsekreps kom i Ståvatn også fyrst inn i dietten i veke 36, men dominerar i dietten i spesielt dei to minste lengdeklassane. Dyreplanktona som var representert i dietten i veke 36 var calanoide og cyclopoide hoppekreps, gelékreps og *B. longimanus*. I veke 26 hadde to aurar på over 300 mm ete fisk, men det var ikkje mogeleg ut frå fiskerestane å bestemma dei til art.



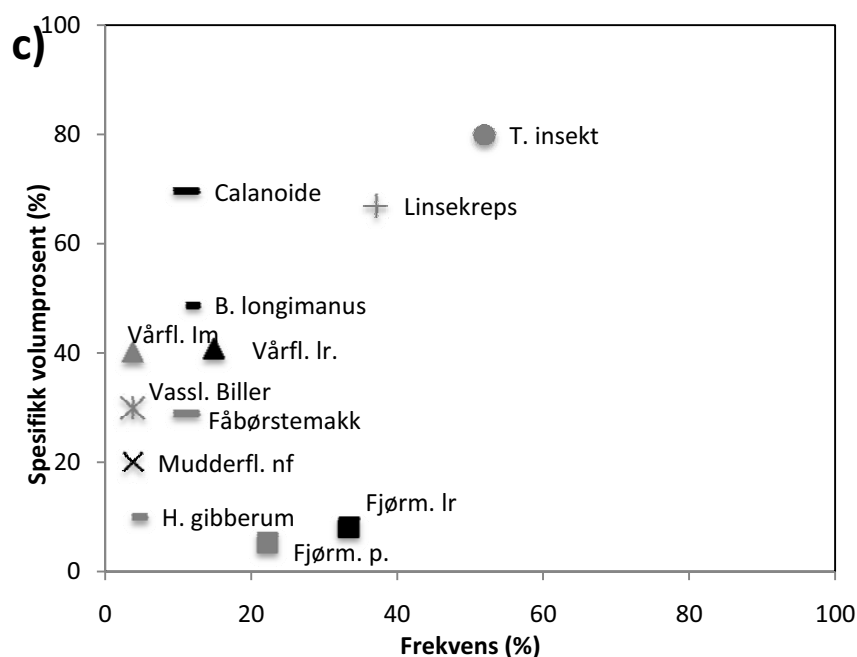
Figur 3.9 Fordeling av diett (volumprosent) hjå aure <200 mm (svart), 200-299 mm (grå) og >299 mm (kvit) i veke 26 (a og b), veke 26 (c og d) og veke 36 (e og f) i Bordalsvatn (figurar til venstre) og Ståvatn (figurar til høgre) i 2007.

Byttedyr med frekvens og spesifikk volumprosent under 10 % er ikkje teke med i figur 10 og 11.

I veke 26 og 30 hadde fjørmygglarver høgast frekvens i båe vatna, men denne gruppa hadde ikkje høg spesifikk volumprosent (Figur 3.10a, b og 3.11a, b). I Bordalsvatn var terrestriske insekt viktige i dietten. I veke 26 var det lågare frekvens av terrestriske insekt men med høg spesifikk volumprosent (76 %) (Figur 3.10 a). Medan i veke 30 var inntaket av terrestriske insekt dominerande for auren i Bordalsvatn, med frekvens på 68, 8 % (Figur 3.10 b). I dei to siste periodane var fleire individ spesialiserte på linsekreps, og i veke 36 også på calanoide hoppekreps (Figur 3.10 c). Resten av byttedyra i mageprøvane var for det meste sjeldne i frekvens og spesifikk volumprosent.

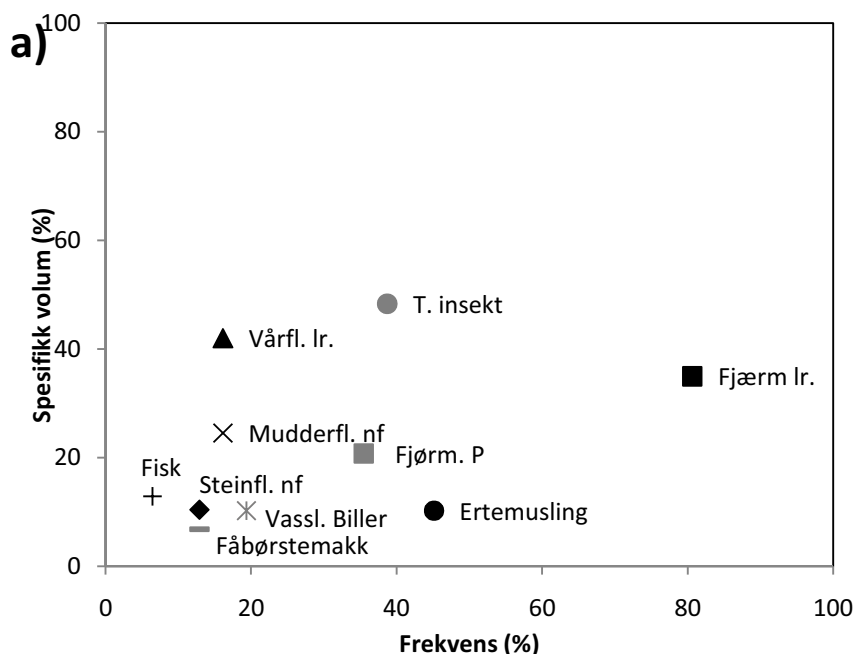


Figur 3.10 Diett til aure i Bordalsvatn frå veke a) 26, b) 30 og c) 36 i 2007, framstilt som frekvens av ulike byttedyr i dietten versus spesifikk volumprosent. Fjorm. lr= fjørmygg larve, Fjorm. p =fjørmyggpuppe, Steinfl. nf =steinfluge nymfe, Vårfl. lr= vårfluge imago, Mudderfl. Nf = mudderfluge nymfe, Vassl. biller = vasslevande biller og T. insekt = terrestriske insekt.

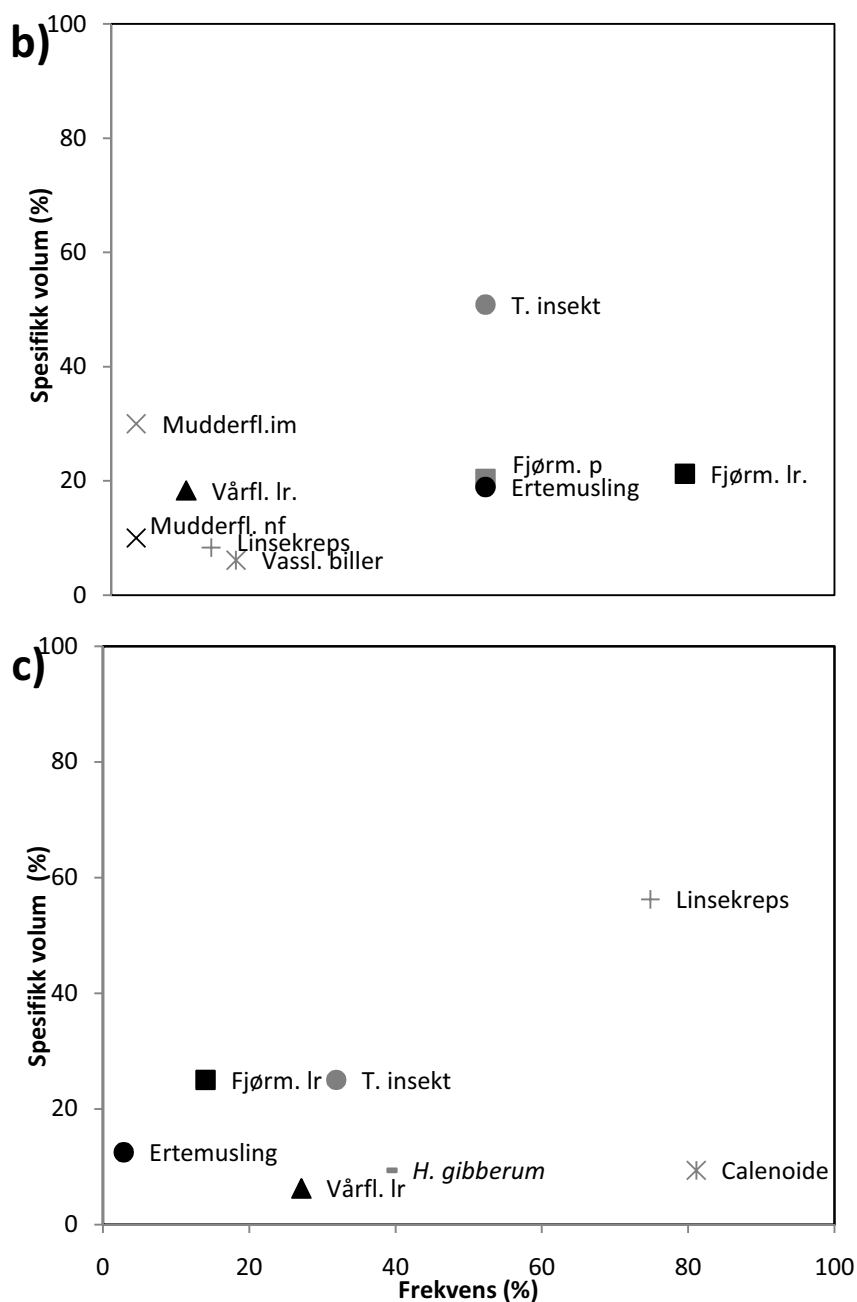


Figur 3.10 framhald.

I Ståvatn var terrestriske insekt middels viktige i dei to fyrste periodane (Figur 3.11 a og b), med middels frekvens og spesifikk volumprosent. Ingen byttedyr hadde spesielt høg spesifikk volumprosent (Figur 3.11 a, b og c), men i siste periode hadde calanoide hoppekreps høg frekvens (81 %) (Figur 3.11 c). Linsekreps hadde relativt høg frekvens i veke 36 (75 %) (Figur 3.11c). Dei resterande byttedyra var sjeldne, med liten frekvens og spesifikk volumprosent i alle tre periodane (Figur 3.11 a, b og c).



Figur 3.11 Diett til aure i Ståvatn frå veke a) 26, b) 30 og c) 36 i 2007, framstilt ved frekvens av ulike byttedyr i dietten versus spesifikk volumprosent. Fjorm. lr= fjørmygg larve, Fjorm. p =fjørmyggpuppe, Steinfl. nf =steinfluge nymfe, Vårfl. lr = Vårfluge larve, Vårfl.Im =vårfluge imago, Mudderfl. Nf = mudderfluge nymfe, Vassl. biller = vasslevande biller og T. insekt = terrestriske insekt.

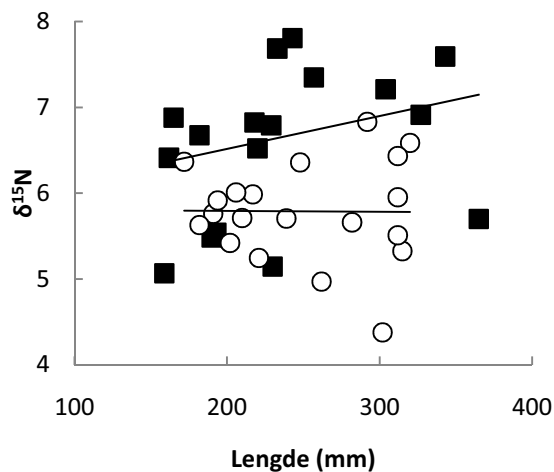


Figur 3.11 framhald.

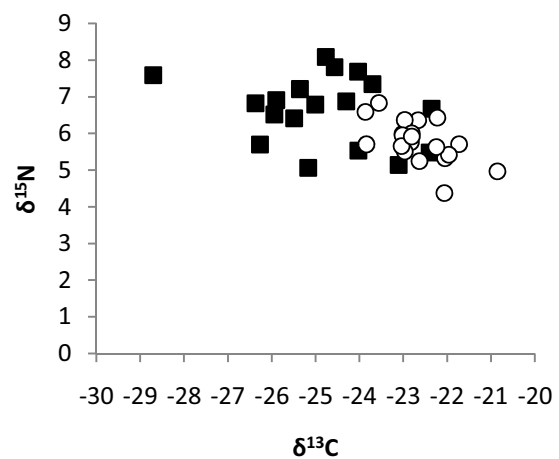
Berre to fiskar frå Bordalsvatn hadde nok *Bosmina sp.* i magen til at lengdemålingar kunne gjennomførast, Begge desse var frå veke 30. Ved samanlikning av lengda til *Bosmina sp.* mellom planktontrekk og mageprøvar i veke 30 var *Bosmina sp.* frå mageprøvar signifikant lengre enn individ frå planktontrekket (t:test, $p = < 0,05$).

3.8 Stabile isotopar

Innan same lengdegrupper hadde dei fleste fiskane frå Bordalsvatn høgare $\delta^{15}\text{N}$ -verdi enn i Ståvatn (Figur 3.12). Den høgaste verdien i Bordalsvatn var 8,08 ‰ og lågaste 5,61 ‰ medan i Ståvatn var den høgaste 6,83 ‰ og lågaste verdi 4,38 ‰. Det er ein liten auke i $\delta^{15}\text{N}$ med auka lengde på fisken i Bordalsvatn, men den er ikkje signifikant (regresjon: $y = 5,75 + 0,0038x$, $df = 16$, $p = > 0,05$) (Figur 3.12), medan det er ein liten, men ikkje signifikant negativ trend i Ståvatn (regresjon: $y = 5,81 - 0,00008x$, $df = 18$, $p = > 0,05$) (Figur 3.12). Samanhengen mellom $\delta^{15}\text{N}$ og $\delta^{13}\text{C}$ viser at auren i Bordalsvatn hadde lågare verdi av $\delta^{13}\text{C}$ enn dei fleste fiskane i Ståvatn (Figur 3.13). Særskilt ein fisk i Bordalsvatn skilde seg ut med $\delta^{13}\text{C}$ på -28,706 ‰.



Figur 3.12 Samanhengen mellom $\delta^{15}\text{N}$ og lengda til auren i Bordalsvatn (■) og Ståvatn (○).



Figur 3.13 Biplott for $\delta^{15}\text{N}$ og $\delta^{13}\text{C}$ for auren i Bordalsvatn (■) og Ståvatn (○)

3.9 Dyreplankton

Dyreplankton som vart registrert var *Daphnia* sp., *Bosmina* sp, *B. longimanus*, gelékreps, og cyclopoide- og calanoide hoppekreps. I veke 26 dominerte gelékreps i både vatna, der Bordalsvatn hadde størst frekvens (Tabell 3.7), men den minka både i mengde og frekvens utover i sesongen i både vatna. I periode to og tre dominerte cyclopoide hoppekreps i både vatna (Tabell 3.7). Frekvensen var likevel høgast i Ståvatn.

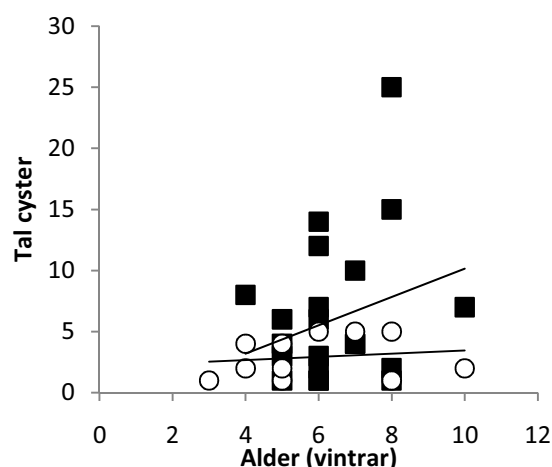
Tabell 3.3 Fordeling (%) av dyreplankton i planktontrekkprøvar tatt i Ståvatn og Bordalsvatn i veke 26, 30 og 36 i 2007

Veke	Bordalsvatn			Ståvatn		
	26	30	36	26	30	36
Gelekreps	80	16	3	70	27	9
Bosmina sp.	7	19	6	21	7	12
Daphnia sp.	0,5	1		1		
Calanoide	5	14		6	5	
Cyclopoide	7	50	91	2	61	79
B. longimanus	0,5					
Totalt tal talde dyr	550	624	909	637	906	127

I veke 26 og 30 var *Bosmina sp.* i planktontrekka frå Ståvatn signifikant lengre enn i Bordalsvatn (t:test, $p = 0,000$), medan i veke 36 var det omvendt. Då var *Bosmina sp.* signifikant lengre i Bordalsvatn enn i Ståvatn (t:test, $p = 0,000$). Frå Ståvatn i veke 36 var det berre 15 *Bosmina sp.* i planktontrekket.

3.10 Parasittar

Det vart registrert fiskandmark og bendelmakken *Eubotrium sp.* i b  e vatna. I Bordalsvatn var 27 av 161 fisk (16,8 %) infisert med fiskandmark, og i St  avatn 11 av 108 fisk (10,8 %). I Bordalsvatn var det h  ogaste registrerte cystetalet med fiskandmarklarver 25, og nest h  ogaste 15, medan i St  avatn var det h  ogaste tal cystar fem, som tre fiskar hadde (Figur 3.14). Dei to fiskane i Bordalsvatn med h  ogast tal cystar p      esvis 305 mm og 338 mm, var b  e   tte   r gamle. Tal cystar varierte mellom   rsklassane, og mengda sterkt infiserte individ auka litt med aukande alder p   infisert fisk i Bordalsvatn (regresjon: $y = -1,46 + 1,16x$, $df = 26$, $p = >0,05$), men mindre i St  avatn (regresjon: $y = 2,13 + 0,1316x$, $df = 11$, $p = >0,05$) (Figur 3.14).



Figur 3.14 Tal cystar av fiskandmark (*Diphyllobothrium ditremum*) i parasitterte aure med alder fr   3 til 11 vintrar i Bordalsvatn (  ) og St  avatn (  ) i St  avatn.

4.0 Diskusjon

Snørike vintrar gjer at snøen og isen på vatna ligg lengre utover sommaren, og årleg vekst hjå aure i høg fjellet går då ned (Borgstrøm 2001). Ved optimalt fødeopptak er veksten til fisken betre ved høgare vasstemperatur, med størst tilvekst rundt 13°C (Elliott 1975, 1976). Trass i at snømengda i fjellet var relativt lita vinteren 2005/2006, og lufttemperaturen i Vinje var høgare enn vanleg sommaren 2006, var tilveksten hjå aure i Bordalsvatn lågare denne sommaren enn i åra før. Veksten til aure i Ståvatn var derimot relativ lik i åra 2004-2006. Ut frå temperaturdata og snømengder er det difor ikkje nokon grunn for å tru at den dårlegare veksten i 2006 skuldast desse faktorane. Auren skulle truleg ha vokse betre i Bordalsvatn sommaren 2006, slik det vart sett ein tendens til i Ståvatn.

Fangst per innsats kan vera eit mål på relativ fisketettleik i eit vatn (Borgstrøm & Qvenild 2000). Sidan fangsten per innsats i både pelagialen og littoralen var større i Bordalsvatn enn i Ståvatn, kan dette tyda på at bestandstettleiken også er større i Bordalsvatn enn i Ståvatn. Ved tette bestandar er det vist at delar av bestanden brukar dei frie vassmassane (Borgstrøm 2000b). Dette kan vere noko av grunnen for at det er meir fisk i pelagialen i Bordalsvatn enn i Ståvatn. Fisketilveksten går ofte ned når bestandstettleiken er stor (Jensen 1977; Hesthagen og Johnsen 1992). Mykje tyder på at den tette bestanden i Bordalsvatn, saman med stor reguleringshøgde, har ført til låg årleg tilvekst i 2006 og andre år. Denne dårlegare veksten verkar til å ha påverka kjønnsmodningsalderen i Bordalsvatn med ein seleksjon mot tidlegare kjønnsmodning, då hoer er kjønnsmodne rundt 2 år før Ståvatn. Ved å reprodusere ved ein tidlegare alder er det større sannsyn for å kunne reprodusere fleire gonger og dermed få fleire avkom (Jonsson og Borgstrøm 2000). Ventar auren med å bli kjønnsmoden til høg alder, er den likevel ikkje blitt særleg større grunna dårleg vekst, men kan ha mista fleire års produksjonsmogelegheiter. Det har vore sett ut mykje aure i Bordalsvatn, sjølv om eigenrekrutteringa ser ut til å vere god med berre 7,5 % merka fisk i fangsten. Stor naturleg rekruttering kan difor vera noko av grunnen til at det er større tettleik i Bordalsvatn enn i Ståvatn. Gytetilhøva for aure i Bordalsvatn var marginale i følge ungfiskundersøkinga (Tranmæl & Midttun 2005), men det kan ha vore ei underestimering. Dessutan er det observert innsjøgyting i fleire reguleringsmagasin, blant anna i Røldalsvatn og Ringedalmagasinet i Odda (Brabrand et al. 2002, Lehmann & Wiers 2004). Tilsvarande kan det tenkjast at det også er slik i Bordalsvatn. For å få stadfesta dette, må dette undersøkjast nærmare.

I 2007 var kondisjonen til fisken i Ståvatn signifikant betre enn i Bordalsvatn. Årsaka til dette kan kome av at det var betre beitetilhøve i Ståvatn. K-faktor heilt nede i 0,47 slik det vart registrert i Bordalsvatn i 2007, og ein aure frå oktober 2006 med k-faktor på 0,53 (R. Borgstrøm pers. medd.). Dette er ein svært låg verdi, og så låg at det truleg kan gje auka dødelegheit (Reimers 1957). Truleg har det vore mange fiskar med liknande låge k-verdiar i Bordalsvatn i 2006-2007 og dermed døydd grunna avmagring.

Overlevingsrata for auren i Bordalsvatn var vesentleg lågare enn i Ståvatn. Dette kan koma av eit større fiskeuttak eller meir truleg på grunn av at den eldste fisken i Bordalsvatn fekk auka dødelegheit grunna avmagring. Eitt år etter den låge sommarvasstanden i Mårvatn var kondisjonsfaktoren spesielt låg for fisk større enn 25 cm, truleg grunna lite tilgang på føde (Borgstrøm 1973). Det er vanleg at k-faktoren går ned når bestandstettleiken aukar (Borgstrøm & Dokk 2003a, 2003b, 2004b, 2004a), men dersom dei ekstra låge kondisjonsverdiane for aure i Bordalsvatn skuldast i fyrste rekkje den låge sommarvasstanden i 2006, vil sannsynlegvis k-faktoren verta høgare sommaren 2008 enn det den var i 2006 og 2007.

I prøvefisket frå Bordalsvatn gjort i byrjinga av september i 1996, hadde auren nesten berre ete dyreplankton og litt botndyr (Solhøi 1997). Til forskjell var vasslevande insekt viktigaste i dietten til aure men også terrestriske insekt, linsekrepss og dyreplankton var til stades i prøvefisket som vart gjennomført i midten av august i 2006 av Fylkesmannen i Telemark (upublisert). Det er ikkje oppgjeve kva som inngår av insekt i grupperinga med vasslevande insekt frå dette prøvefisket i 2006. Men dette er truleg fjørmygglarver og pupper sidan dei dominerar så mykje i gruppa botndyr i dietten til auren i Bordalsvatn i 2007. Det var større innslag av terrestriske insekt i dietten til aure i Bordalsvatn frå 2007 enn ved tidlegare prøvefiske, medan botndyr var ikkje like viktige i 2007 som i 2006. Året etter den låge sommarvasstanden i Mårvatn (i 1971) bestod dietten til aure mest av fjørmygg. Men mengde botndyr i dietten minka i volumprosent to år etter den låge sommarvasstanden, då dyreplankton vart viktigare (Borgstrøm 1973). Dette er motsett av kva som vart observert i Bordalsvatn i 2007. Det kan skuldast at bestanden er tett og at terrestriske insekt såleis vil vera viktige i dietten fordi det er så lite botndyr tilgjengeleg.

Utanom fjørmygg inngår døgnfluger, mudderfluger og steinfluger meir i dietten i Ståvatn enn i Bordalsvatn. Ein kan forvente at mengde botndyr i littoralsona vil vere høgare i Ståvatn enn i Bordalsvatn grunna mykje større reguleringshøgde i Bordalsvatn. I tillegg var aurebestanden

truleg større i Bordalsvatn, med større nedbeiting av botndyr. Sidan Bordalsvatn har større reguleringshøgde og tettare aurebestand, er det såleis meir naturleg at dietten består av terrestriske insekt og dyreplankton enn i Ståvatn. Bordalsvatn ligg dessutan i bjørkebeltet. Forsøk i Irland har vist at det var mest terrestriske insekt (i biomasse) på elveoverflata i open lauvskog samanlikna med enger og lukka bjørkeskog (Dineen et al. 2007). Det kan såleis tenkjast at det er meir terrestriske insekt tilgjengeleg for fisken i Bordalsvatn.

Skjoldkreps vart observert i Ståvatn av Borgstrøm et al. (1976) og likeins ved prøvefisket i 1991 og i 2000 (Solhøy 1992, Solhøy 2003). Men ingen fiskar i fangsten frå 2007 hadde ete skjoldkreps. Skjoldkreps vart heller ikkje observert i mageprøvar frå tidlegare prøvefiske i Bordalsvatn (Solhøy 1997). Ørekyte predaterer på skjoldkreps (Borgstrøm & Saltveit 1975, Borgstrøm et al. 1985). Det er difor mogeleg at mangelen på skjoldkreps i mageprøvar i båe vatn kan skuldast førekomst av ørekyte, og at skjoldkrepsen difor var nedbeita. Dokumentasjonen av ørekyte i Ståvatn (Tranmæl & Midttun 2005) kan forklare at det vart registrert skjoldkreps i 2000, men ikkje i 2007. I Bordalsvatn ville nok ein bestand av skjoldkreps vore redusert i 2006 grunna stranding av egg. Skjoldkreps var truleg ikkje viktig i dietten i Bordalsvatn, sidan den heller ikkje vart observert ved dei tidlegare prøvefiska.

Sidan dyreplankton dominerte i dietten til aure i Bordalsvatn i 1996 (Solhøy 1997), er det her allereie eit teikn på at dyreplankton er viktig og at pelagialen vert nytta, sjølv om bestanden ikkje var spesielt stor i 1996 (Solhøy 1997). I mageprøvane til nokre få fiskar fanga i august 2006 var det litt dyreplankton. Dyreplankton aukar oftast i dietten til aure på seinsommaren og hausten (Klemetsen 1968), slik det òg vart funne i båe vatna i 2007. Ein skulle såleis ha forventet meir innslag av dyreplankton i dietten frå prøvefisket i midten av august i 2006 i Bordalsvatn. Ved låg vasstand i Ringedalsmagasinet i 1985 var det høg turbiditet, og vasslopper gjekk sterkt attende (Borgstrøm et al. 1992). Dersom det òg hadde vore auka turbiditet i Bordalsvatn sommaren 2006 kan dette tilsvarande ha ført til at vasslopper vart negativt påverka.

Mageprøvar er berre eit augneblikksbilete av kva fisken et, medan stabile isotop av nitrogen (N) og karbon (C) kan gje eit integrert bilete av kva som har vore dei grunnleggjande næringskjeldene for fisk (Vander Zanden & Rasmussen 1999). $\delta^{13}\text{C}$ signaturen hos auren i Bordalsvatn var for det meste under -24‰ , medan den i Ståvatn var over -24‰ . Dette indikerar at dietten var ulik i dei to vatna, fordi karbonkjelda må ha vore forskjellig. $\delta^{13}\text{C}$ -verdiane for auren i Bordalsvatn kan tyda på at fisken har ete mykje byttedyr som har levd av

terrestrisk karbon (landplanter) og planktonalger. Dyreplankton som held til i den frie vassmassen lev i stor grad av planktonalger, og terrestriske insekt får si karbonkjelde frå landplanter (Rognerud et al. 2003).

I Ståvatn derimot indikerar $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen at karbonkjelda til byttedyra som inngår i dietten til aure kjem frå påvektstalger. Blant anna vasslevande insektslarver og linsekreps lever i stor grad av påvektstalger (Rognerud et al. 2003). Diettanalysen viste også at det i Ståvatn inngår spesielt mykje fjørmyggelarver og pupper og andre vasslevande insekt og linsekreps.

$\delta^{15}\text{N}$ -signaturen fortel kva trofisk nivå fisken er på, og mellom kvart trofisk nivå aukar verdien med 3,4 ‰ (Vander Zanden & Rasmussen 1999). I mageprøvane frå aure i 2007 i både vatna var det særleg lite innslag av fisk, og $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen i fisken tyder heller ikkje på at fisk har vore viktig i dietten. Nitrogen vert ikkje fraksjonert når planter tek opp næringssaltet nitrat, og den tilgjengelege kjelda for nitrat går uendra inn i planta (Rognerud et al. 2003). Kjelda til nitrat avgjer forholdet mellom den tyngre isotopen ^{15}N og den lettare ^{14}N . Kvar innsjø har såleis eit forskjellig utgangspunkt for $\delta^{15}\text{N}$ signatur, og $\delta^{15}\text{N}$ signaturen til botnlinja i næringskjeda burde ha vore analysert i Bordalsvatn og Ståvatn. Om ein går ut frå at lågaste observerte verdi av $\delta^{15}\text{N}$ i både vatna var verdien til sekundærkonsumentane, låg ikkje høgaste observerte verdi 3,4 ‰ høgare, og dermed ikkje eit trofisk nivå over. Det er såleis ingen teikn til at trofisk posisjonen endrar seg med auka lengde på fisken i nokon av vatna og dermed utelukkar at fiskediett vert meir vanleg når auren vert større.

Mengda av *Bosmina sp.* var signifikant større i planktonprøvane frå Ståvatn enn i Bordalsvatn i dei to fyrste periodane. Ved sterk predasjon vert dei største individa fyrst fjerna, og ein ser ein forskyving i storleiken mot mindre individ (Brooks & Dodson 1965). Dette ser ein klart ved at *Bosmina sp.* frå mageprøvar i Bordalsvatn var signifikant større enn individ frå planktontrekket, og større enn i mageprøvane frå Ståvatn. Det kan tyda på at det var ein større predasjon på *Bosmina sp.* og truleg også anna dyreplankton i Bordalsvatn enn i Ståvatn. Predasjon på hoppekreps i Bordalsvatn vert bekrefta ved at det var fleire aurar som var infiserte av fiskandmark enn i Ståvatn, samtidig hadde den infiserte auren fleire cystar i Bordalsvatn. Fiskandmark har fyrste utviklingsstadium i hoppekreps, andre stadium i fisk og siste i fugl (Halvorsen 2000). Sterkt infiserte individ er enten kannibalar, gamle og /eller et mykje hoppekreps. Ein kan difor slå fast at både mageprøver, infeksjonsgrad og $\delta^{13}\text{C}$ -verdiar for auren i Bordalsvatn i 2007 antyder ein større bruk av terrestriske insekt og dyreplankton

enn kva som var tilfelle i Ståvatn. Dette er truleg eit resultat av stor fisketettleik og stor reguleringshøgde.

4.1 Konklusjon

Tilveksten for ulike aldersklassar av aure i Bordalsvatn var dårlegare i 2006 samanlikna med dei to føregåande åra. I Ståvatn var det derimot ingen nedgong i veksten frå 2004-2005 til 2006. Truleg hadde den låge sommarvasstanden i Bordalsvatn i 2006 negativ innverknad på tilveksten til auren. Likevel kan ein ikkje sjå vekk ifrå at utgangspunktet til dei to vatna var ulikt, og ein eventuell låg sommarvasstand sannsynlegvis ville hatt mindre effekt i Ståvatn grunna lågare fisketettleik og mindre reguleringshøgde. Den større fisketettleiken i Bordalsvatn har sannsynlegvis vore medverkande til at tilveksten vart ekstra dårleg på grunn av stor næringskonkurranse. Dersom den låge sommarvasstanden i 2006 ikkje vert repetert i dei næraste åra, vil sannsynlegvis kondisjon og årleg tilvekst til aure i Bordalsvatn ta seg opp att etter nokre år slik som det vart observert i Mårvatn (Borgstrøm 1973). Stor fisketettleik og stor reguleringshøgde er likevel ikkje eit godt grunnlag til å få fram fisk av god kvalitet. Det kan eventuelt hjelpe noko å redusera bestandsstorleiken, både ved utfisking og ved all stans i utsettingar.

5.0 Referansar

- Amundsen, P. A., Gabler, H. M. & Staldvik, F. J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data - Modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, 48 (4): 607-614.
- Bakkevig, S. (1990). Et botanisk grenseland. *Stavanger turistforenings årbok*, 1989. 2 s.
- Blacker, R. W. (1974). Recent advances in otolith studies - s 67-90. I: Harden Jones, F. R. (red.) Sea fisheries research: in honour of Michael Graham Elek Science, London.
- Borgstrøm, R. (1973). The effects of increased water level fluctuation upon the brown trout population of Mårvann. *Norwegian Journal of Zoology*, 21 (2): 101-112.
- Borgstrøm, R. & Saltveit, S. J. (1975). Skjoldkreps, *Lepidurus arcticus* Pallas, i regulerte vann. (II) Ørekyte og ørrets beiting på skjoldkrepslarver. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfisk, Oslo. 22: 12 s.
- Borgstrøm, R., Brittain, J. & Lillehammer, A. (1976). Evertebrater og surt vann - Oversikt over innsamlingslokaliteter, SNSF-prosjektet, Oslo. 21 TN21/76: 33 s.
- Borgstrøm, R., Garnås, E. & Saltveit, S. J. (1985). Interactions between brown trout, *Salmo trutta* L., and minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.) for their common prey, *Lepidurus arcticus* (Pallas). *Verh. Internat. Verein. Limnol*, 22: 2548-2552.
- Borgstrøm, R., Brabrand, Å. & Solheim, J. T. (1992). Effects of siltation on resource utilization and dynamics of allopatric brown trout, *Salmo-trutta*, in a reservoir. *Environmental Biology of Fishes*, 34 (3): 247-255.
- Borgstrøm, R. (1993). Innlandsfisk, s 280-309. I: Faugli, P. E., Erlandsen, A. H. & Eikenæs, O. (red.) Inngrep i vassdrag; konsekvenser og tiltak - En kunnskapsoppsummering, Vassdragsregulantenenes forening & Norges Vassdrags- og Energiverk.
- Borgstrøm, R. (1994). Dynamiske endringer i ørretbestander - s 57-66. I: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J. H. (red.) Ferskvannsfisk - Økologi, kultivering og utbytting, Norges Forskningsråd, Oslo.
- Borgstrøm, R. (2000a). Alder vekst og dødelighet - s 179-193. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) Fisk i ferskvann - Et samspill mellom bestander og forvaltning, Landbruksforlaget, Oslo.
- Borgstrøm, R. (2000b). Fiskesamfunn i sørnorske høyfjellssjøer - s 74-82. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) Fisk i ferskvann - Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning, Landbruksforlaget, Oslo.

- Borgstrøm, R. & Aass, P. (2000). Miljøendringer- Vassdragsregulering - s 216-229. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) Fisk i Ferskvann - Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning, Landbruksforlaget, Oslo.
- Borgstrøm, R. & Qvenild, T. (2000). Beregning av bestandsstørrelse, produksjon og avkastning - s 205-215. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) Fisk i ferskvann - Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning, Landbruksforlaget, Oslo.
- Borgstrøm, R. (2001). Relationship between spring snow depth and growth of brown trout, *Salmo trutta*, in an alpine lake: Predicting consequences of climate change. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 33 (4): 476-480.
- Borgstrøm, R. & Dokk, J. G. (2003a). Nedre Bjørnevatn 2003. Faktaark - Aurebestandar i Ullensvang statsallmenning, Institutt for naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole. 2: 2 s.
- Borgstrøm, R. & Dokk, J. G. (2003b). Øvre Bjørnavatn 2003. Faktaark - Aurebestandar i Ullensvang statsallmenning, Institutt for naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole. 3: 2 s.
- Borgstrøm, R. & Dokk, J. G. (2004a). Aurebestandane i Kvennsjøen, Litlosvatn og Kollsvatn. Faktaark - Aurebestandar i Ullensvang statsallmenning, Institutt for naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole. 2: 6 s.
- Borgstrøm, R. & Dokk, J. G. (2004b). Auren i Krokavatn, Skavatn, Ambjørgsvatn og Grøndalsvatn. Faktaark - Aurebestandar i Ullensvang statsallmenning, Institutt for naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole. 3: 6 s.
- Bottrell, H. H., Duncan, A., Gliwicz, Z. M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P. & Weglenska, T. (1976). Review of some problems in zooplankton production studies. *Norwegian Journal of Zoology*, 24 (4): 419-456.
- Brabrand, Å. & Saltveit, S. J. (1988). Feeding behavior and habitat shift in allopatric and sympatric populations of brown trout (*Salmo trutta* L.): effects of water level fluctuations versus interspecific competition, Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfisk, Oslo. 102: 13 s.
- Brabrand, Å., Koestler, A. G. & Borgstrøm, R. (2002). Lake spawning of brown trout related to groundwater influx. *Journal of Fish Biology*, 60 (3): 751-763.
- Brabrand, Å. (2007). Virkning på fisk av lav sommervannstand i reguleringsmagasiner, Rapp.Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfisk, Oslo. 249: 54 s.
- Brooks, J. L. & Dodson, S. I. (1965). Predation body size and composition of plankton. *Science*, 150 (3692): 28-35.

- Dahl, K. (1904). Alder og vekst ho laks og ørret belyst ved studiet av deres skjæl, Centraltrykkeriet, Kristiania.
- Dahl, K. (1933). Vassdragsreguleringers virkninger på fisket i innsjøer, J. W. Cappelens Forlag, Oslo. 120 s.
- Dineen, G., Harrison, S. S. C. & Giller, P. S. (2007). Seasonal analysis of aquatic and terrestrial invertebrate supply to streams with grassland and deciduous riparian vegetation. *Biology and Environment-Proceedings of the Royal Irish Academy*, 107B (3): 167-182.
- Eie, J. E. (2003). Ørekyte: Vurdering av mulig spredning av ørekyte via regulantpålagte utsetninger av ørret fra A/L Settefisk, Promitek as (Drammen). 78 s.
- Elliott, J. M. (1975). Growth-rate of brown trout (*Salmo-trutta* L) fed on reduced rations. *Journal of Animal Ecology*, 44 (3): 823-842.
- Elliott, J. M. (1976). Body composition of brown trout (*Salmo-trutta* L) in relation to temperature and ration size. *Journal of Animal Ecology*, 45 (1): 273-289.
- France, R. L. (1995). Differentiation between littoral and pelagic food webs in lakes using stable carbon isotopes. *Limnology and Oceanography*, 40 (7): 1310-1313.
- Garnås, E. & Hesthagen, T. (1982). The population of brown trout, (*Salmo trutta*) in some regulated lakes in southern Norway. *Institute of Freshwater Research Drottningholm*, 60: 25-30.
- Grimås, U. (1962). The effect of increased water level fluctuation upon the bottom fauna in Lake Blåsjön, northern Sweden. *Institute of Freshwater Research Drottningholm*, 44: 14-41.
- Grimås, U. (1965). The short-term effects of artificial water fluctuations upon the littoral fauna of Lake Kultsjön, northern Sweden. *Institute of Freshwater Research Drottningholm*, 46: 5-21.
- Grimås, U. (1970a). Generelle betrakninger om innsjøregulering - s 44-48. I: Elgmork, K. (red.) Kraft og miljø nr 1, Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen, Oslo.
- Grimås, U. (1970b). Reguleringens virkninger på bunnfaunaen - s 16-22. I: Elgmork, K. (red.) Kraft og miljø nr 1, Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen, Oslo.
- Halvorsen, O. (2000). Parasitter hos ferskvannsfisk - s 154-171. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) Fisk i ferskvann - Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning, Landbruksforlaget, Oslo.
- Hesthagen, T., Forseth, T., Hegge, O., Saksgard, R. & Skurdal, J. (2004). Annual variability in the life-history characteristics of brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr

- (*Salvelinus alpinus*) in a subalpine Norwegian lake. *Hydrobiologia*, 521 (1-3): 177-186.
- Jensen, J. W. (1985). The potensial growth of salmonids. *Aquaculture*, 48: 223-231.
- Jensen, K. W. (1984). Ørret - s 799-814. I: Jensen, K. W. (red.) Sportsfiskerens leksikon, Kunnskapsforlaget, Oslo.
- Jonsson, B. (1976). Comparison of scales and otoliths for ages-determination in brown trout, *Salmo trutta*. *Norwegian Journal of Zoology*, 24 (4): 295-301.
- Jonsson, B. & Borgstrøm, R. (2000). Fiskesamfunn i lavlandsjøer i Vest- og Midt-Norge - s 83-88, I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) Fisk i ferskvann- Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning Oslo, Landbruksforlaget.
- Klemetsen, A. (1968). On the feeding habits if the population of the brown trout (*Salmo trutta* L.) in Jølstervann, West Norway, with special reference to the utilization of planktonic crustaceans. *Nytt magasin for Zoologi*, 15: 50-67.
- Lea, E. (1910). On the methods used in herring investigations. *Publs. Circonst. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 53: 7-174.
- Lehmann, G. B. & Wiers, T. (2004). Fiskeundersøkelser i regulerte innsjøer og vassdrag i Hordaland, juli 2002 - april 2003, Rapport Miljøvernavingdelinga, Fylkesmannen i Hordaland, Bergen. 1: 77 s.
- Nilsson, N. A. (1961). The effect of water-level fluctuations on the feeding habits of trout and char in the Lakes Blåsjön and Jormsjön, North Sweden. *Institute of Freshwater Research Drottningholm*. 43: 238-261.
- Nilsson, N. A. (1964). Effects of impoundment on the feeding habits of brown trout and char in Lake Ransaren (Swedish Lappland). *Internationale Verhandungen Vereinigung Limnologie*, 15: 444-452.
- Nøst, T. (1986). Vassdragsreguleringer og ferskvannsinvertebrater: en oversikt over kunnskapsnivået, Økoforsk utredning, Trondheim 1: 80 s.
- Reimers, N. (1957). Some aspects of the relation between stream foods and trout survival. *California Fish and Game*, 43: 43-69.
- Rognerud, S., Borgstrøm, R., Qvenild, T. & Tysse, Å. (2003). Ørreten på Hardangervidda. Næringsnett, kvikksølvinnhold, ørekytespredning og klimavariasjoner - følger for fiske og forvaltning, Norsk Institutt for Vannforskning, Rapport LNR. 4712: 68 s.
- Solhøi, H. (1992). Rapport fra prøvefiske i Ulevåvatn og Ståvatn 1991, Rapport Miljøvernavingdelingen, Fylkesmannen i Telemark, Skien. 21: 21 s.

- Solhøi, H. (1994). Vassdragsreguleringer i Telemark - En oversikt over anlegg, konsesjoner, pålegg og fiskeundersøkelser, Rapport Miljøvern avdelingen, Fylkesmannen i Telemark, Skien. 2: 74 s.
- Solhøi, H. (1997). Fiskeressurser i regulerte vassdrag i Telemark: fagrapport 1996, Rapport Miljøvern avdelingen, Fylkesmannen i Telemark, Skien. 2: 174 s.
- Solhøi, H. (2003). Fiskeressurser i regulerte vassdrag i Telemark. Samlerapport 2000-2003, Rapport Miljøvern avdelingen, Fylkesmannen i Telemark, Skien. Ikkje paginert.
- Tranmæl, E. & Midttun, L. (2005). Ungfiskundersøkelser i regulerte magasin i Tokke og Vinje kommune, Rapport Statkraft SF, region aust. 58 s.
- Vander Zanden, M. J. & Rasmussen, J. B. (1999). Primary consumer delta C-13 and delta N-15 and the trophic position of aquatic consumers. *Ecology*, 80 (4): 1395-1404.
- Aass, P. (1969). Crustacean, especially *Lepidurus arcticus* Pallas, as brown trout food in Norwegian mountain reservoirs. *Rapport Institute for Freshwater Research Drottningholm*, 49: 183-201.
- Aass, P. (1970). Virkninger av reguleringer på fiskebestander - s 23-34. I: Elgmork, K. (red.) Kraft og miljø nr 1, Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen, Oslo.
- Aass, P. (1991). Økologiske forandringer og fiskeriproblemer i regulerte fjellvann. *Fauna*, 44: 161-172.

Internettreferansar

- Meteorologisk institutt's klimadata. (2008). Tilgjengelig fra: <http://eklima.met.no>. (lest 15.04.08).
- NGU. (2008). Berggrunnsgeologidatabasen. Norges Geologiske undersøkelse online database. Tilgjengeleg frå: <http://www.ngu.no/kart/bg250/> (lest 15.03.08).
- NVE. (2008). NVE atlas. Norges vassdrags- og energidirektorat & Geodata AS online database. Tilgjengeleg frå: <http://arcus.nve.no/website/nve/viewer.htm> (lest 15.03.08).
- SSB. (2006). Nyttbar, utbygd og ikke utbygd vannkraft, Statistisk sentralbyrå. Tilgjengeleg frå: <http://www.ssb.no/aarbok/2006/tab/tab-025.html> (lest 15.04.2008).
- SSB. (2008). Produksjon, import, eksport og forbruk av elektrisk kraft, Statistisk sentralbyrå. Tilgjengeleg frå: <http://www.ssb.no/emner/10/08/10/elektrisitet/tab-2008-04-10-01.html> (lest 15.04.2008).
- Statkraft. (2006). Vær forsiktig i nedtappede magasin. Tilgjengeleg frå: http://www.statkraft.no/pub/vannkraft/reportasjer/V_r_forsiktig_i_nedtappede_magasin.asp (lest 01.03.08).