

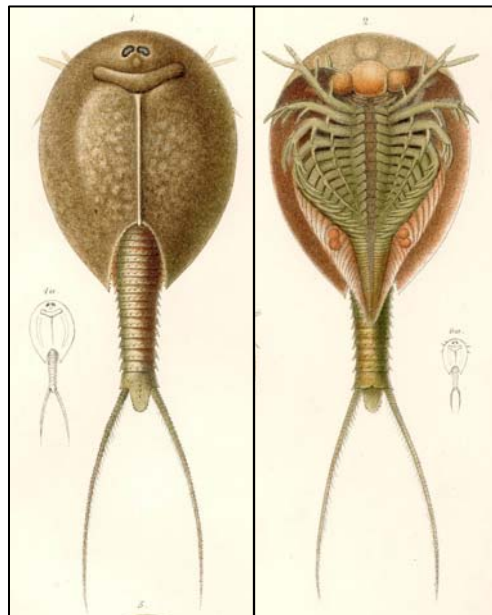
Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

Naturhistorisk museum

Rapport nr. 281 – 2010

ISSN 0333-161x

## Virkning av reguleringshøyde og ulik manøvrering på næringsdyr i reguleringsmagasiner.



Åge Brabrand



Universitetet i Oslo

**Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI),  
Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.**

Postadresse: Boks 1172, Blindern, 0318 Oslo  
Besöksadresse: Zoologisk Museum, Sarsgt. 1, 0562 Oslo.

Tlf. 22 85 17 60.

Telefax 22 85 18 37

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

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ble opprettet i 1969. Laboratoriet skal drive oppdragsforskning på fagområdet ferskvannsekologi, og har spesiell kompetanse på bunndyr og fisk (laks, ørret, sik, abborfisk og karpefisk).

For tiden har laboratoriet oppdrag i forbindelse med:

- Vassdragsreguleringer
- Vassdragskjønn
- Eutrofiering
- Vassdragsovervåking
- Biotopforbedring
- Fiskeforsterkning

Lønn og drift dekkes av de enkelte oppdragsgivere. Arbeidsgiver er Universitetet i Oslo. LFI-Oslo har idag følgende personale:

Forskere:                    cand. real. Åge Brabrand  
                                  dr. philos John E. Brittain  
                                  cand. scient. Trond Bremnes  
                                  Professor II dr. philos Jan Heggenes  
                                  1. amanuensis: cand. real. Svein Jakob Saltveit (leder)

Avdelingsingeniør:    Henning Pavels

Utover laboratoriets faste stab dekkes øvrige tjenester av engasjert personale, eller ved kontakt med annet personale ved Universitetet i Oslo.

Resultater fra undersøkelsene presenteres i egen rapportserie. Forespørsler om rapporter rettes direkte til laboratoriet. Sitat av resultater er ønskelig dersom rapporten refereres. Anvendelse av primærdata til videre publisering ansees som begrenset, og kan eventuelt bare gjøres etter avtale med laboratoriet.

Virkning av reguleringshøyde og ulik manøvrering  
på næringsdyr i reguleringsmagasiner.

Åge Brabrand

**Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske,  
Naturhistorisk museum, Zoologisk museum, Universitetet i Oslo,  
Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo**

## Forord

Denne rapporten omhandler virkninger av vassdragsreguleringer på næringsdyr. Det er forsøkt å foreta generelle vurderinger for ulike grupper av næringsdyr fra reguleringsmagasiner i høyereliggende områder i sør-Norge. Undersøkelsen er todelt og tar for seg virkning av reguleringshøyde og virkning av manøvrering. Virkning av reguleringshøyde er basert på tidligere innsamlet og publisert materiale av Per Aass, der mageprøver fra 38 magasiner er undersøkt. På grunnlag av dette materiale er det satt opp tålegrenser for viktige næringsdyr når det gjelder reguleringshøyde. Virkning av manøvrering tar for seg skjoldkreps og linsekreps og er basert på tidligere fagrapporter, masteroppgaver og pågående undersøkelser. Det er forsøkt å angi tålegrenser for skjoldkreps og linsekreps når det gjelder krav til fylling av magasiner.

Gjennomgangen er basert på fagrapporter og erfaringer fra senkninger og lave sommervannstander, og enkelte resultater fra prøvofiske. Det er i flere av Statkrafts magasiner i Telemark og Buskerud tidligere gjennomført fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med evaluering av utsettingspålegg. Slike undersøkelser ble også gjennomført i flere magasiner i 2006. Det er derfor valgt ut noen magasiner der det foreligger datagrunnlag, og disse magasinene er behandlet spesielt mtp. gjennomgang av sannsynlige virkninger på næringsdyr, fiskens kvalitet og magasinenes totale fiskeproduksjon.

Data fra prøvofiske i forbindelse med utsettingspålegg er stilt til disposisjon fra Per Aass (NHM), forsker Trygve Hesthagen (NINA), professor Reidar Borgstrøm (UMB), masterstudent Annlaug Meland (UMB), masterstudent Arne Magnus Hekne (UMB), prosjektleder Per Øyvind Gustavsen (Gustavsen Naturanalyser), forsker Atle Rustadbakken (Naturkompetanse) og Fylkesmannen i Telemark ved prosjektleder Finn Johansen.

Alle som er kontaktet har umiddelbart stilt materialet til disposisjon, og alle takkes herved.

Data for vannstand er stilt til disposisjon fra Statkraft, Numedalslaugens brukseierforening (NLBB), Glommen og Laagens brukseierforening (GLB), Echo-vannkraft, og det har vært ydet stor innsats for å etterkomme behov for eldre vannstandsdata.

Den foreliggende undersøkelsen er finansiert av forskningsprogrammet "Hydrofish",

Oslo 3.5.2010

Åge Brabrand

## **Innhold**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Innledning.....  | 6  |
| 2     | Vannstandsvariasjon som ytre påvirkning.....                           | 6  |
| 3     | Skjoldkreps og linsekreps i reguleringsmagasiner .....                 | 7  |
| 4     | Mål og forventning .....   | 8  |
| 5     | Materiale og metode .....  | 9  |
| 6     | Resultater .....   | 12 |
| 6.1   | Årviss manøvrering .....   | 12 |
| 6.1.1 | <i>Dominerende næringsdyr</i> .....                                    | 14 |
| 6.1.2 | <i>Grupper med tilhold i strandsonen med liten egenbevegelse</i> ..... | 17 |
| 6.1.3 | <i>Grupper mindre knyttet til bunn og med stor egenbevegelse</i> ..... | 20 |
| 6.1.4 | <i>Planktoniske krepsdyr med tilhold i de frie vannmasser</i> .....    | 22 |
| 6.1.5 | <i>Næringsdyr med bredt habitatvalg</i> .....                          | 24 |
| 6.2   | Manøvrering versus reguleringshøyde .....                              | 27 |
| 6.2.1 | <i>Skjoldkreps</i> .....   | 27 |
| 6.2.2 | <i>Linsekreps</i> .....  | 32 |
| 6.3   | Ørekyte og skjoldkreps.....  | 33 |
| 6.4   | Spredning av skjoldkreps.....  | 34 |
| 7     | Diskusjon.....   | 36 |
| 7.1   | Driv av skjoldkreps.....   | 36 |
| 7.2   | Tålegrenser .....  | 36 |
| 7.2.1 | <i>Reguleringshøyde</i> .....  | 36 |
| 7.2.2 | <i>Manøvrering</i> .....   | 37 |
| 7.3   | Skjoldkreps og ørekyt.....   | 38 |
| 7.4   | Biologisk totalproduksjon.....   | 38 |
| 8     | Litteratur .....   | 39 |

## 1 Innledning

Regulering av vannstanden i innsjøer kan endre forhold for fisk på flere måter, der hovedfokus i fleste tidligere undersøkelser har vært rettet mot rekruttering og produksjon av næringsdyr (Grimås 1962). De mer langsiktige fysiske endringene i reguleringsssonen som utvasking av løsmasser og deponering på dypere vann er mindre dokumentert.

I de fleste reguleringsmagasinene i Norge er det etablert en demning i utløpselva, med en variabel vannstand innenfor dammen. Bassengform og reguleringshøyde vil avgjøre hvordan reguleringen vil påvirke innsjøarealet og arealet av reguleringsssonen. Demningen vil redusere/hindre rekruttering av ørret på utløpselv og neddemning vil kunne redusere rekruttering på innløpselver og bekker, mens selve vannstandsvariasjonen vil påvirke produksjonen av næringsdyr i reguleringsssonen.

I en analyse av totalvirkning på fisk av innsjøreguleringer er det derfor viktig å skille mellom *rekruttering* og *biologisk produksjon*. Dette må knyttes til hva som er den begrensende faktor for bestandene, og det må knyttes til eventuelt nytt innsjøareal og til beskatning/drift. I de langt fleste tiltakene som gjøres i forbindelse med innsjøreguleringer så settes det ut ørret, noe som tar som utgangspunkt at rekrutteringen er den begrensende faktor.

Manøvreringen av de fleste reguleringsmagasinene i Norge gir mer eller mindre jevnt synkende vannstand utover vinteren med laveste vannstand umiddelbart før vårflommen. Oppfylling av magasinene har skjedd i forbindelse med vårflommen og videre gjennom sommer og høst. Uavhengig av selve reguleringshøyden har det vært stor grad av regularitet i selve manøvreringen. Målet har vært å fylle opp magasinene under vårflommen og utover sommeren, med nedtapping utover vinteren og senvinteren.

På tross av regulering av vannstand i innsjøer, til dels med betydelig reguleringshøyde, kan produksjonen av enkelte næringsdyr fortsatt være betydelig og derved gi grunnlag for produksjon av fisk med rimelig god kvalitet. Dette er forårsaket av at den biologiske produksjonen som foregår utnyttes av næringsdyr som i et gitt magasin tåler både **i**) vannstandsamplituden og **ii**) manøvreringen.

Det er imidlertid en del magasinene som ikke er preget av regularitet, og mye tyder på at flere magasinene vil få en mer variabel manøvrering i framtiden. Det vil derfor være av stor betydning å avklare virkningen av selve manøvreringen utover reguleringshøyden på viktige næringsdyr for fisk.

## 2 Vannstandsvariasjon som ytre påvirkning

Vannstandsvariasjon i innsjøer og magasinene er endel av den fysiske variasjonen som enkeltpopulasjoner og biologiske samfunn utsettes for. For å forstå biologiske prosesser ved endringer i vannstanden er det viktig å skille mellom:

- Endret vannstand som en del av en ordinær manøvrering.
- Endret vannstand som sjelden hendelse (i tid).

Dersom oppfylling av magasinene om våren av en eller annen årsak mer eller mindre uteblir, så er dette en sjelden hendelse. En sesongmessig variasjon i vannstand som følger et bestemt

mønster år etter år representerer det motsatte. Endret vannstand som sjelden hendelse vil forekomme uregelmessig og i tilfeldige år, mens endret vannstand som en del av et ordinært regime vil forekomme forutsigbart og ofte.

Det er i biologisk forstand fundamental forskjell på disse to måtene å manøvrere magasiner på, og biologiske samfunn responderer hver for seg på disse to manøvreringsregimene.

På en sjelden hendelse i tid, her vannstandsvariasjon, vil biologiske samfunn og enkeltarter svare på dette som om dette var en (helt) tilfeldig hendelse. Dette kan ha helt uforutsigbare biologiske konsekvenser, fordi det er lite belegg for å hevde at arter har tilpasninger til tilfeldige hendelser (Jennings 1997).

Dersom en endring i vannstanden er en del av et regulært mønster, vil biologiske samfunn og enkeltarter respondere iht. de tilpasninger de måtte ha til regulære hendelser. I motsetning til de tilfeldige hendelsene finnes det stor dokumentasjon om tilpasninger til et variabelt abiotisk miljø.

Av dette følger en forventning om at arter viser adaptasjon mer til årstidsregulære vannstandsvariasjoner enn til årstidsirregulære og tilfeldige vannstandsvariasjoner, noe som også er dokumentert (Decamps et al. 1988, Junk et al. 1989).

I reguleringsmagasiner kan uvanlig senking ha korttidsvirkning og mer langsiktige virkninger på både enkeltpopulasjoner og på hele biologiske samfunn. Virkning på populasjoner er økt tetthet eller andre populasjonsforhold som dødelighet og aldersfordeling, mens virkning på biologiske samfunn inkluderer både korttidsvirkninger og mer langsiktige forhold som reetablering og suksesjon etter komplekse mønstre.

Mens økt dødelighet gir absolutt reduksjon i populasjonstetthet som varer lenger enn selve perioden med lav vannstand, vil redusert vanddekket areal gi en økning i tetthet som bare varer mens det er lav vannstand. Når vannstanden normaliseres, vil det skje rekolonisering og eventuelle suksesjoner. Dette vil skje uavhengig av om senkningen har endret de fysiske forholdene permanent eller ikke.

### **3 Skjoldkreps og linsekreps i reguleringsmagasiner**

I høyfjellsmagasiner er skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) og linsekreps (*Eurycercus lamellatus*) to av de viktigste næringsdyrene for ørret, og begge tåler stor reguleringshøyde. Der de forekommer kan de opptre spesielt tallrik i mageinnhold hos aure i august-september (Aass 1969). I magasiner er forekomsten av skjoldkreps forholdsvis uavhengig av selve reguleringshøyden, men antatt å være mer avhengig av vannstandsmanøvreringen og fisketettheten.

Skjoldkreps er en typisk arktisk art, der kjerneområdet i Sør-Norge er Hardangervidda, Jotunheimen og de sørlige Trøndelagsfjellene. Her ligger de fleste lokalitetene over 900 m o.h., mens lokaliteter med skjoldkreps i Nordland, Troms og Finnmark ligger betydelig lavere. I forbindelse med regulering er det en erfaring at skjoldkreps kan dukke opp i lavereliggende innsjøer der den før regulering ikke var påvist. Den er bl.a. funnet i Volbufjorden (434 m o.h.) i Øystre Slidre (Brabrand og Saltveit 1980), i Pålsbufjorden (750 m o.h.) (Dahl 1932, Aass 1969, Brabrand m. fl. 2003) og i Savalen (706 m o.h.) (Borgstrøm

1997). Det er antatt at denne økte utbredelsen etter regulering har sammenheng med at egg som utsettes for nedkjøling og tørke i reguleringssonen får økt klekkesuksess, selv om dette ikke fullt er klarlagt (Borgstrøm 1997). Forutsetningen for at dette skal kunne skje er imidlertid at egg som har overvintret i reguleringssonen blir vanddekket tidlig nok påfølgende sommer slik at livssyklus kan gjennomføres.

Skjoldkrepser har en ettårig livssyklus og legger eggene på grunt vann i august-oktober. Egg vil derfor utover senhøsten og vinteren ligge på tørt land i reguleringssonen fram til ny fylling vår/forsommer året etter. Dersom magasinet ikke fylles opp til det nivået der eggene ligger innen en viss tid, kan stor andel av skjoldkrepbestanden ikke klekke eller klekke for sent til å sjølv kunne legge egg. Resultatet kan da bli en dramatisk reduksjon i næringstilbudet for fisk (Borgstrøm 1973, Aass 1986). Slike forhold kan opptre både i flerårsmagasiner og i magasiner der manøvreringen varierer fra år til år.

Skjoldkrepser er et forholdsvis stort krepsdyr med lengde opp til 3 cm, og den er følsom for nedbeiting. Både aure og ørekyt (Borgstrøm m.fl. 1985) kan bidra til nedbeiting av skjoldkrepser, og det kan forventes lav tetthet av skjoldkrepser i magasiner med stor fisketetthet og der det er etablert bestander av nye fiskearter, for eksempel ørekyt.

## 4 Mål og forventning

Rapporten omhandler virkning av regulering på viktige næringsdyr for ørret.

Hovedmålsettingen er todelt:

- A. Å belyse virkningen av reguleringshøyder der manøvreringen er preget av regularitet (Fig. 1), og omhandler de grupper av næringsdyr som omtales av Aass (1969).

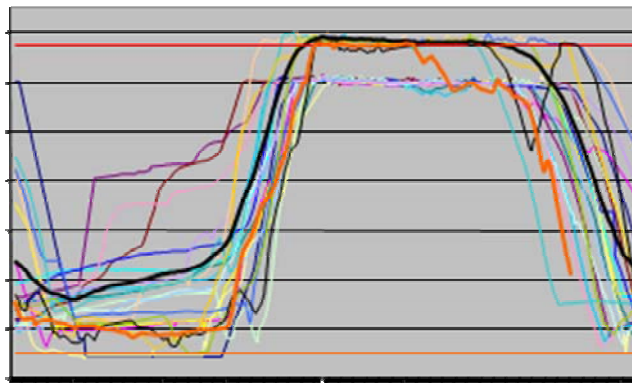


Fig. 1. Tenkt eksempel på årvisse regelmessige senking og fylling av magasin.

Forventning: Regularitet i manøvreringen gir et svekket, men stabilt næringstilbud av enkelte grupper bunndyr fra strandsonen. Stabiliteten er en direkte følge av regularitet. For disse gruppene forventes at avviket fra naturtilstanden er en funksjon av reguleringshøyden. For grupper med stor egenbevegelse og/eller tilhold nedenfor LRV eller i pelagiske områder forventes ikke at avviket fra naturtilstanden er en funksjon av reguleringshøyden. Det er et mål å angi gruppenes tålegrenser mht. reguleringshøyde.



- B.** Å belyse virkningen av selve manøvreringen uavhengig av selve reguleringshøyden, men der fyllingsmønsteret er preget av uforutsigbarhet (Fig. 2). Dette arbeidet har vært konsentrert om forekomsten av viktige næringsdyr for ørret, spesielt skjoldkreps og linsekreps.

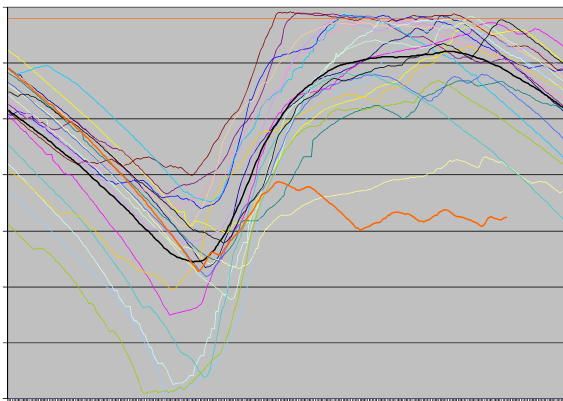


Fig. 2. Tenkt eksempel på uregelmessig senking og fylling av magasin.

Forventning: Det er en sammenheng mellom skjoldkreps i mageinnhold hos ørret og manøvrering av magasiner. Der fylling av magasinet dekker egg raskt vår/forsommer forventes forekomst av skjoldkreps, mens der eggene dekkes sent eller ikke dekkes forventes ikke skjoldkreps. Det er et mål å angi tålegrenser mht. fylling. For linsekreps forventes mindre sammenheng, fordi eggene trolig legges og eventuelt spres mer i magasinet, og fordi linsekreps antas å ha flere generasjoner gjennom sommeren.

## 5 Materiale og metode

Det er arbeidet med reguleringsmagasiner som ligger i høyereliggende områder eller i høyfjellet, dvs. høyere enn 800 m oh., i sør-Norge. Det er både arbeidet med tidligere innsamlet materiale som er rapportert og det er foretatt utfyllende innsamlinger.

**A.** Virkningen av reguleringshøyder der manøvreringen er preget av regularitet er belyst ved å viderebehandle mageanalyser for ørret innsamlet og publisert av Aass (1969). Her ble næringsvalget for ørret innsamlet og klassifisert fra 38 gamle reguleringsmagasiner med reguleringshøyder fra 2,2 m til 35,0 m (Fig. 3). Forutsetningen den gang var at magasinene skulle ligge så høyt at det viktige næringsdyret skjoldkreps (*Lepidurus arcticus* L.) kunne forventes å være tilstede.

Til sammen er mageinnholdet fra 1303 ørret undersøkt av Aass (1969). Innsamling ble foretatt med bunngarn i august-september i perioden 1949-1968, og fiskens størrelse var større enn 25 cm. Mageinnholdet ble til taksonomiske hovedgrupper, og deres betydning (basert på vekt og frekvens) ble angitt etter en relativ skala: Dominant og 3 kategorier med synkende subdominans. Krepsdyr ble behandlet som egen gruppe og artsbestemt, og den relative betydningen av de ulike grupper av krepsyr er angitt som ”Dominant og 4 kategorier med synkende subdominans.



Fig. 3. Mageinnhold for ørret fra 38 reguleringsmagasiner innsamlet i perioden 1949-1968 er publisert av Aass (1969), men er nå digitalisert og behandlet på nye måter.

Tabell 1. Utdrag av primærdata fra 3 magasiner av de til sammen 38 magasiner undersøkt av Aass (1969), der mageprøver av 1303 ørret er undersøkt og arter og taksonomiske grupper er klassifisert etter dominans.

| Innsjø    | L.reg. | Opp  | Ned | Ampl | LRV  | HRV   | A-min | A-maks | Dominant | Dom-crust | crust1 | crust2 | crust3 | sub-dom1 | sub-dom2 | sub-dom3 |
|-----------|--------|------|-----|------|------|-------|-------|--------|----------|-----------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|
| Møsvatn   | 1909   | 12,3 | 2,2 | 18,5 | 900  | 818,5 | 28,3  | 77,7   | chir     | eury      |        |        |        | crust    | terr     | hym      |
| Bygdin    | 1933   | 0,9  | 3,3 | 9,15 | 1047 | 1057  |       |        | chir     | daph      | eury   |        |        | crust    |          |          |
| Vindsjøen | 1958   | 15   | 0   | 15   | 956  | 971   | 3,05  | 4,65   | crust    | Byth      | Daph   | Eury   |        | chir     |          |          |

Aass (1969) oppgir reguleringsår, reguleringshøyde (heving/senking i forhold til naturlig vannstand), høyde over havet og magasinenes minimums- og maksimumsareal der dette finnes, Tab. 1. Her er datasettet supplert i ettertid.

Primærmaterialet fra Aass (1969) er lagt inn på regneark og gir mulighet for å belyse materialet på nye måter.

**B.** Virkning av manøvrering og fyllingsmønter er analysert mht. skjoldkreps og linsekreps. Det er her benyttet utgitte rapporter fra Hesthagen og Johnsen (2006), Borgstrøm (1970, 1973, 1975), Meland (2008), Hekne (2008), Gustavsen (2008), Rustadbakken (2003), Saltveit og Brabrand (2008), Fylkesmannen i Telemark (1996, 1997, 2003), Gustavsen (2008) og L'Abbe-Lund (pers. medd.), der alle har undersøkt mageinnhold hos ørret og der forekomst/fravær av skjoldkreps er kommentert.

Siden skjoldkreps primært legger egg på grunt vann på høsten, vil vannstanden ved egglegging avgjøre hvor i reuleringssonen eggene blir liggende. Følgelig vil fyllingsmønsteret

våren etter avgjøre når eggene dekkes med vann og en ny generasjon skjoldkreps kan utvikle seg.

Analysene er basert på rapportert forekomst/ikke forekomst av skjoldkreps og linsekreps, og fyllingsmønster i magasinet. Det inngår til sammen 53 tilfeller fordelt på 17 magasiner (Tab. 2). For det respektive 53 tilfellene er det innhentet vannstandsdata fra året før da egg av skjoldkreps ble lagt, og for det angjeldende år da skjoldkreps beviselig ble klekket og senere spist.

Det er antatt at egglegging skjer i midten av september og vannstand pr. 15. september er benyttet som eggleggingsvannstand. Det er antatt at egg kan ligge ned til 1 m, 3 m og 5 m's dyp.

Siden klekking skjer etterfølgende vår, er det avlest hvilken dato vannstanden når opp til eggleggingsvannstanden pr. 15 september høsten forut, minus 1 m, minus 3 m og minus 5 m. På denne datoen dekkes egg med vann som ligger på 1 m, 3 m og 5 m's dyp med utgangspunkt i vannstanden 15. september året før.

Videre forutsettes det at skjoldkreps må være voksen og klar til egglegging innen 1. september det året den klekker. Sen fylling vil gi sen vanndekking, og kort periode fram til 1. september. Dersom vekstperioden fram til egglegging blir for kort, er forventningen at skjoldkreps ikke kan forekomme i magasinet.

I analysene av både regulering preget av regularitet og den mer uforutsette irregulære reguleringen er det benyttet mageinnhold hos ørret som et uttrykk for forekomst av bestemte næringsdyr. Dette betyr at forekomst i mageinnholdet beviser at de enkelte næringsdyrene er tilstede i magasinet, mens fravær ikke beviser at de ikke er tilstede. Fravær av næringsdyr i mageinnholdet hos fisk som i utgangspunktet er svært attraktive næringsdyr, er imidlertid sterke indikasjoner på at de har svært lav forekomst i magasinet. Det gjelder for skjoldkreps, linsekreps, snegl og mange grupper større insekter med tilhold i strandsonen.

Fravær av i utgangspunktet attraktive næringsdyr kan føre til at ørret må slå over på alternative og mindre attraktive næringsdyr, noe som i seg selv kan indikere at de attraktive ikke er tilstede eller bare finnes i lite antall.

Når de ulike næringsdyrenes betydning for selve fiskeproduksjonen skal kvantifiseres, må imidlertid næringsdyrenes biologisk produktive areal tas med i vurderingen. Det er summen av det produktive arealet for de enkelte næringsdyrene som avgjør den totale biologiske produksjonen. Det som i neste omgang er tilgjengelig for fisk avgjør den totale fiskeproduksjonen. Det kan derfor være nyttig å skille mellom forekomst i mageinnhold, forekomst i magasinet og det biologisk produktive arealet.

Utover fysiske endringer knyttet til regulering er det selvsagt også andre forhold som avgjør tilstedeværelse eller ikke. For attraktive næringsdyr vil nedbeiting ved høy fisketetthet ha stor betydning, men det antas at dette primært har betydning mer for mengden (tettheten) av næringsdyret enn for forekomst eller ikke. Det betyr at høy fisketetthet og derved stor nedbeiting ikke utrydder næringsdyret fra lokaliteten, men reduserer mengden.

Tabell 2. Det inngår 53 enkeltobservasjoner (17 magasiner) for å belyse sammenhengen mellom manøvrering og forekomst av skjoldkreps og linsekreps i mageinnholdet hos ørret.

| Magasin       | Periode   | Magasin            | Periode   |
|---------------|-----------|--------------------|-----------|
| Møsvatn       | 2005-2006 | Vinstervatn        | 2006-2007 |
| Møsvatn       | 2007-2008 | Vinstervatn        | 1997-1998 |
| Møsvatn       | 1996-1997 | Vinstervatn        | 1998-1999 |
| Møsvatn       | 1997-1998 | Vinstervatn        | 1999-2000 |
| Ståvatn       | 2000-2001 | Vinstervatn        | 2000-2001 |
| Ståvatn       | 1990-1991 | Pålsbufjorden      | 2001-2002 |
| Ståvatn       | 1999-2000 | Pålsbufjorden      | 2002-2003 |
| Ståvatn       | 2006-2007 | Pålsbufjorden      | 2003-2004 |
| Ståvatn       | 2005-2006 | Pålsbufjorden      | 2004-2005 |
| Songa         | 1999-2000 | Pålsbufjorden      | 2005-2006 |
| Songa         | 2006-2007 | Pålsbufjorden      | 2006-2007 |
| Songa         | 2005-2006 | Stolsmagasinet     | 1973-1974 |
| Bitdalsvatn   | 2005-2006 | Gyrinos/Flæ        | 1973-1974 |
| Bitdalsvatn   | 2006-2007 | Ørteren            | 1973-1974 |
| Bordalsvatn   | 2005-2006 | Strandavatn        | 1973-1974 |
| Bordalsvatn   | 2006-2007 | Steinbusj./Øyangen | 1969-1970 |
| Bordalsvatn   | 1995-1996 | Steinbusj./Øyangen | 1970-1971 |
| Kjelavatn     | 2006-2007 | Mår                | 1968-1969 |
| Kjelavatn     | 1994-1995 | Mår                | 1969-1970 |
| Kjelavatn     | 2005-2006 | Mår                | 1970-1971 |
| Botnedalsvatn | 1995-1996 | Mår                | 1971-1972 |
| Botnedalsvatn | 2005-2006 | Kaldhovd           | 1970-1971 |
| Gyrinos/Flæ   | 2006-2007 | Kaldhovd           | 1971-1972 |
| Gyrinos/Flæ   | 2005-2006 | Songa              | 2008-2009 |
| Aursjø        | 2005-2006 | Ståvatn            | 2008-2009 |
| Aursjø        | 2006-2007 | Kjelavatn          | 2008-2009 |
| Aursjø        | 2001-2002 |                    |           |

## 6 Resultater

### 6.1 Årviss manøvrering

De 38 magasinene som inngår i analysen av næringsdyr ligger alle i høyereliggende områder i Sør-Norge, og skjoldkreps forutsettes å kunne være tilstede, dvs. ikke begrenset av magasinets beliggenhet når det gjelder høyde over havet. Fig. 4 viser at magasinene ligger mellom 687 og 1211 m oh., og reguleringshøyden ligger mellom 2,2 og 35 m.

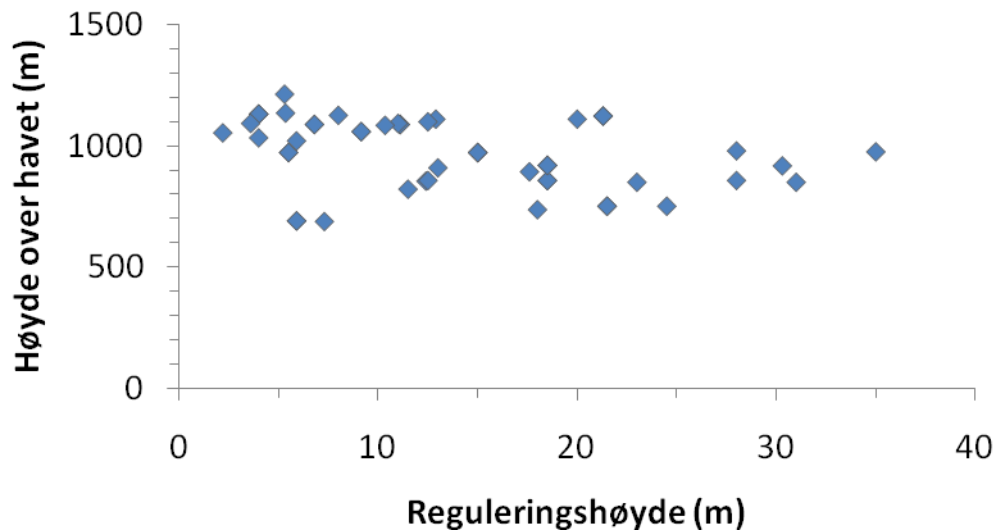


Fig. 4. De magasinene som inngår i analysen av mageinnhold hos ørret ligger mellom 687 og 1211 m oh., og varierer i reguleringshøyde fra 2,2 m til 35 m.

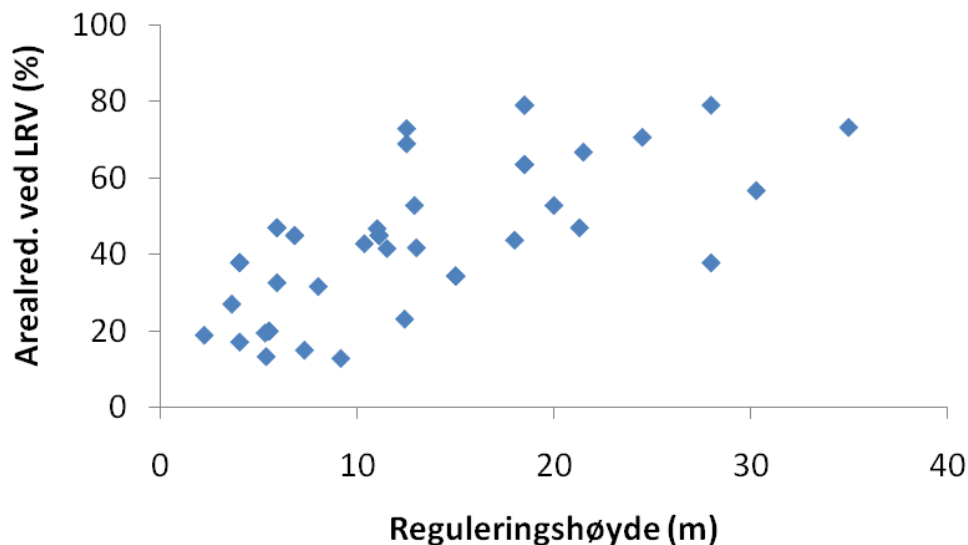


Fig. 5. Sammenheng mellom reguleringshøyde og vanddekket restareal ved LRV for de magasinene som inngår i analyse av næringsdyr.

For de magasiner der det har vært mulig å fremskaffe vanddekket areal for HRV og LRV, er arealreduksjonen beregnet og vist som funksjon av reguleringshøyden (Fig. 5). Ikke uventet er arealreduksjonen størst der det er høyest reguleringshøyde, men den store variasjonen i reduksjonen er forårsaket av stor variasjon i magasinets bassengform. Der det er bratte strender vil stor reguleringshøyde gi mindre arealreduksjon enn der det er langgrunt. Dette vil

ha stor betydning for det biologisk produktive arealet, forholdet mellom strandsonen og frie vannmasser og selvsagt også for hvordan reguleringen påvirker reguleringssonen fysisk. Forekomsten av de næringsdyrene som er funnet i ørret der det har vært regelmessig fylling av magasinet vår og forsommer, og med vanlig nedtapping gjennom vinteren vil bli presentert som funksjon av regleringshøyde og som funksjon av redusert innsjøareal ved nedtapping til LRV.

Det er valgt å klassifisere næringsdyrene etter hvor i magasinet de har tilhold. Følgende kategorier er benyttet:

- Grupper med tilhold i strandsonen med liten egenbevegelse. Her inngår snegl, vårfluelarver, marflo. For disse gruppene forventes negativ respons på regulering.
- Grupper med tilhold både i strandsonen og dypere ned og med stor egenbevegelse. Her inngår linsekreps og skjoldkreps. Det forventes liten eller ingen negativ respons av regulering når det gjelder forekomst i mageinnhold i ørret.
- Planktoniske krepsdyr med tilhold i de frie vannmasser. Her forventes liten eller ingen respons på regulering.
- Grupper med bredt habitatvalg, inkludert dypvannsområder under LRV. Her inngår fjærmygg. Det forventes ingen negativ effekt på regulering

Forekomst (dominant eller subdominant) viser at de er tilstede i magasinet, noe som beviselig er et uttrykk for at de fysiske forholdene, regulering inkludert, er slik at de observerte næringsdyrene kan finnes i lokaliteten.

### **6.1.1 Dominerende næringsdyr**

De næringsdyrene som er vurdert som dominerende er i hovedsak ulike arter krepsdyr. Her inngår både planktoniske småkreps, bunnlevende småkreps, skjoldkreps og marflo, se Fig. 6. I kun ett magasin dominerte vårfluer, og i 2 dominerte fjærmygg, mens fisk og landinsekter dominerte i henholdsvis ett og 4 magasiner.

Det understrekes at dette er de dominerende elementene. Med unntak av vårfluer, har alle de dominerende gruppene forventet forekomst som næring, dels fordi de har tilhold andre steder enn i reguleringssonen (fjærmygg, krepsdyr) eller har stor egenbevegelse (fisk). Det er tydelig at krepsdyr er en viktig gruppe næringsdyr også i magasiner med til dels stor reguleringshøyde.

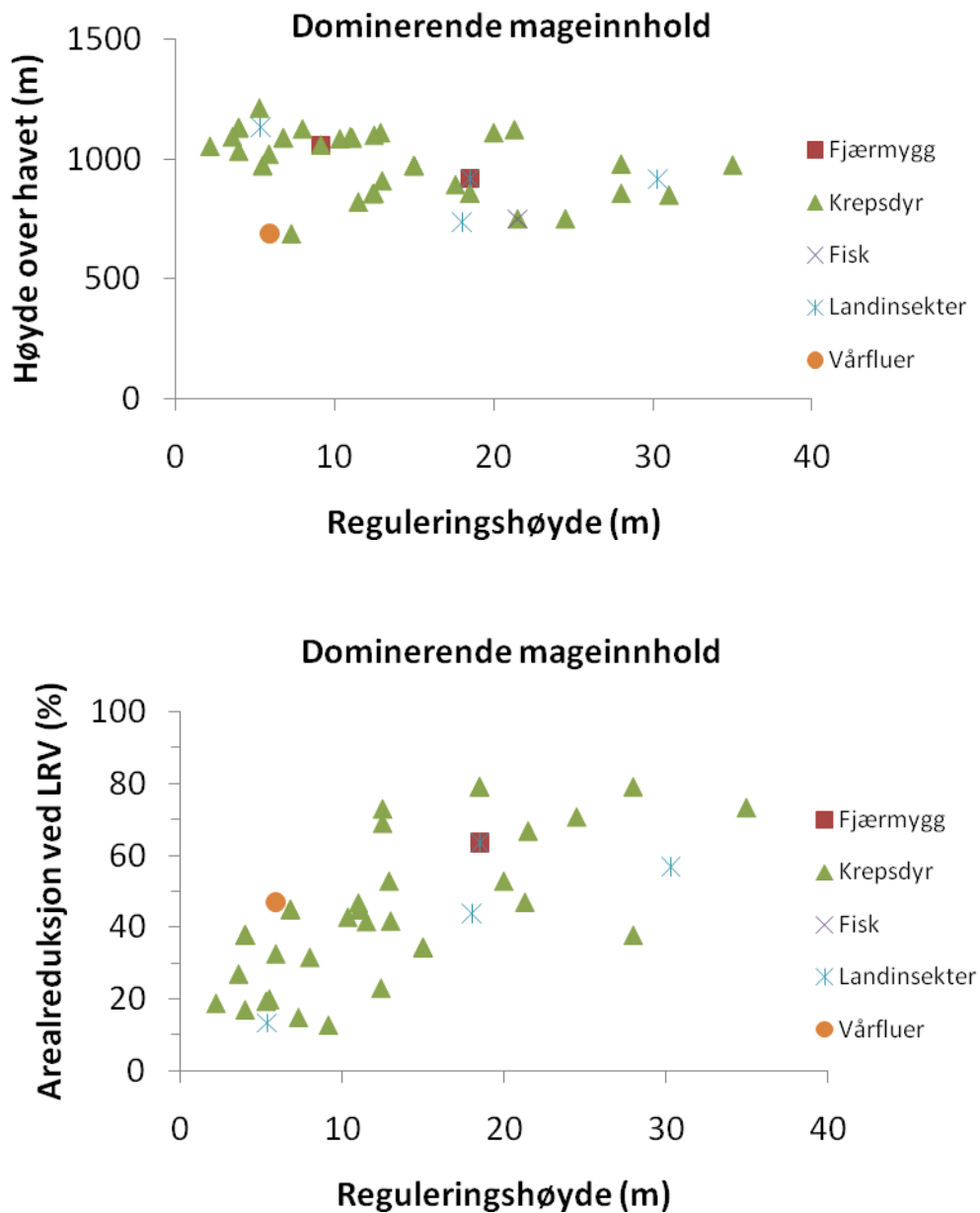


Fig. 6. Dominerende mageinnhold i ørret i 38 magasiner med ulike reguleringshøyde og med årviss manøvrering. Over: I forhold til magasinenes beliggenhet (hoh.). Under: I forhold til arealreduksjon ved LRV.

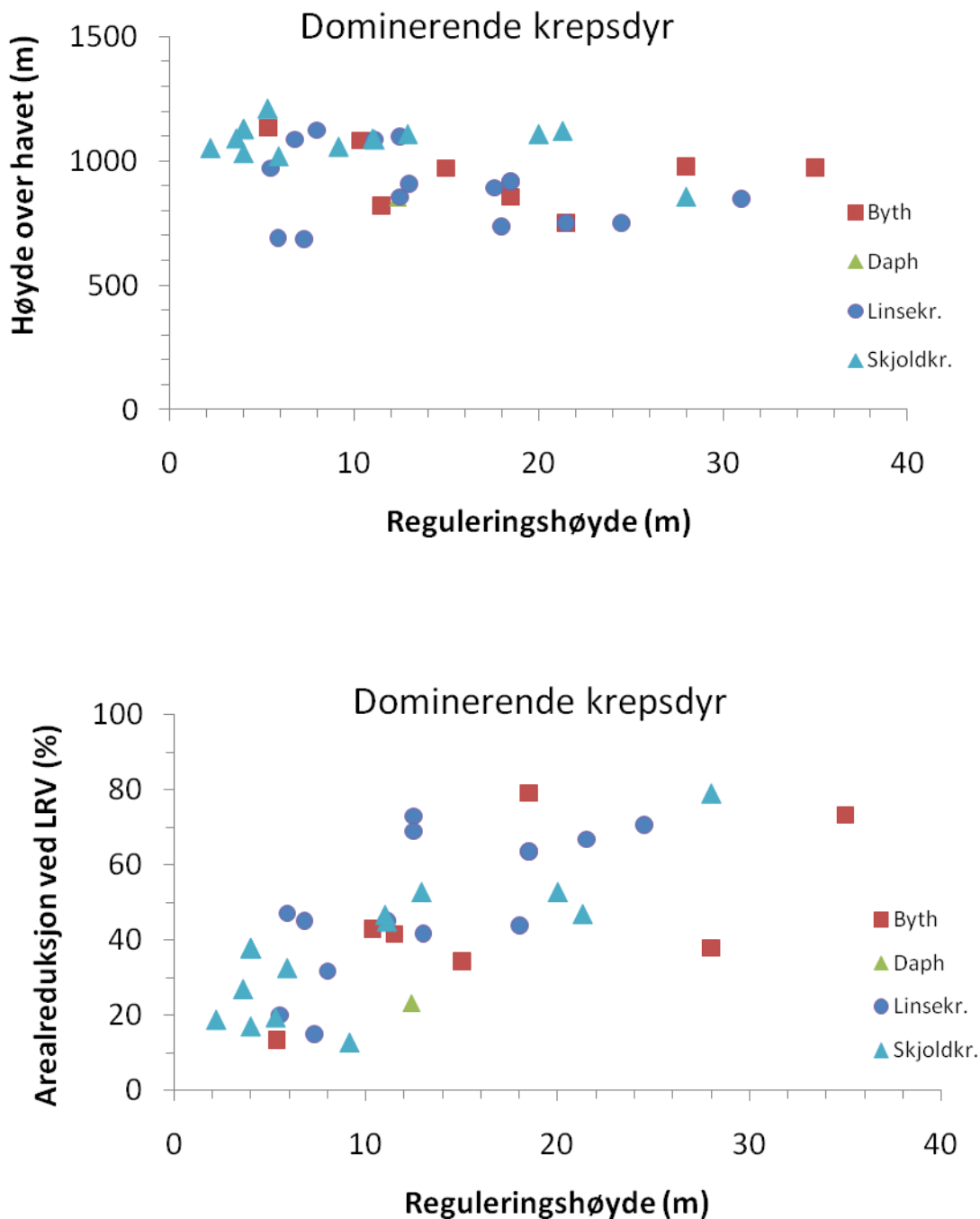


Fig. 7. Dominerende krepsdyr i ørret i 38 magasiner med ulik reguleringshøyde og med årviss manøvrering. Over: I forhold til magasinenes beliggenhet (hoh.). Under: I forhold til arealreduksjon ved LRV.

Videre analyse av gruppen "krepsdyr" viser at *Bythotrephes longimanus*, linsekreps (*Eurycercus lamellatus*) og skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) alle kan dominere, også i magasiner med betydelig reguleringshøyde, mens *Daphnia* sp. bare er funnet som dominerende krepsdyr i ett magasin (Fig. 7). De 3 gruppene er funnet i magasiner som har både relativt liten og relativt stor arealreduksjon ved LRV, og det er ikke noe mønster i hvilke magasiner de 3 gruppene dominerer i.



### 6.1.2 Grupper med tilhold i strandsonen med liten egenbevegelse

Felles for en rekke viktige næringsdyr som snegl og marflo og mange insekter (vårfluer, døgnfluer, biller), er at de har tilhold i strandsonen og derved lett blir påvirket av regulering. Avhengig av selve reguleringshøyden, strandsonens utforming og dyrenes egenbevegelse vil dette slå forskjellig ut, men i hovedsak er dette regnet som reguleringsfølsomme grupper.

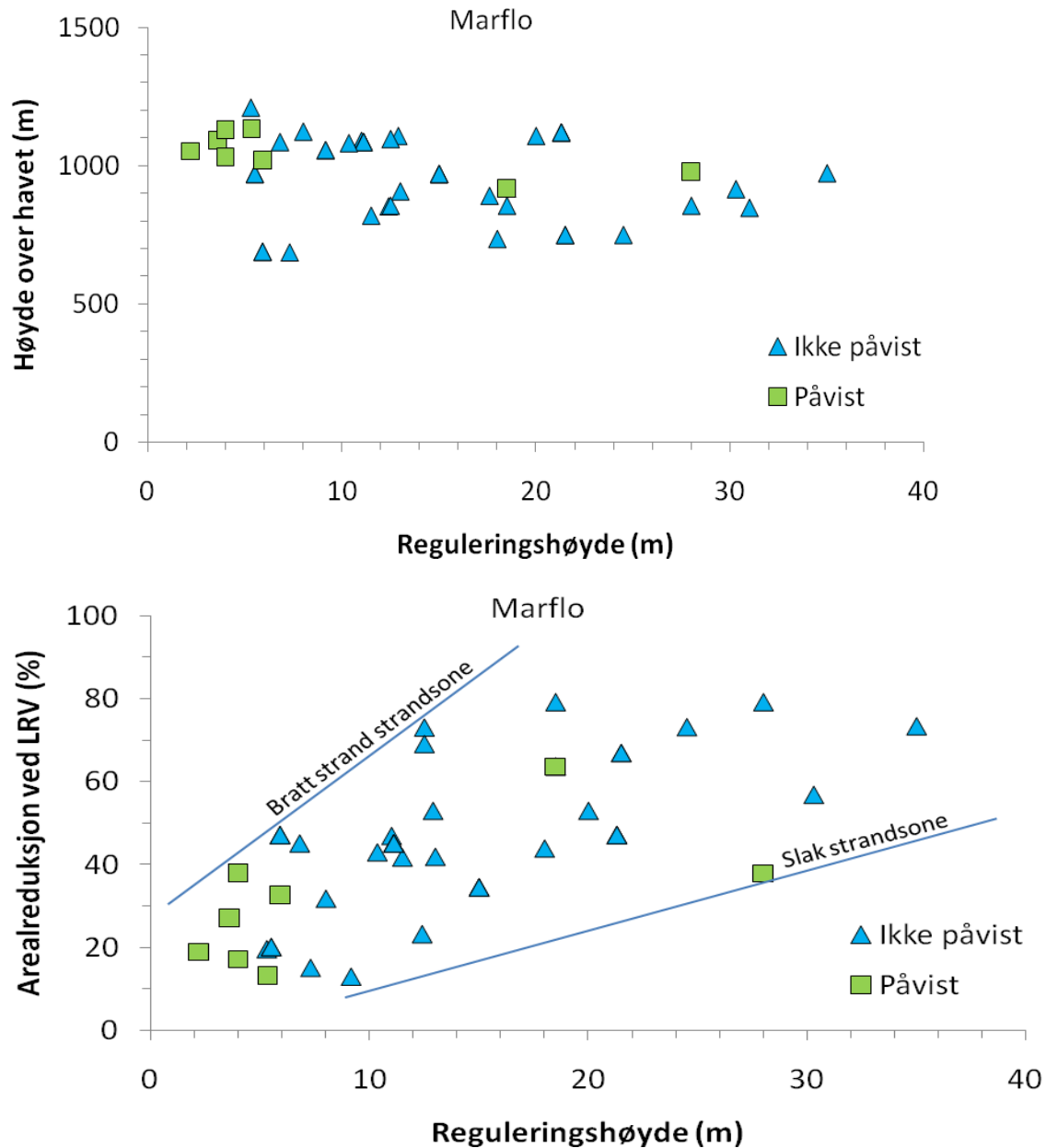


Fig. 8. Forekomst av marflo (*Gammarus lacustris*) i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulik reguleringshøyde.

Materialet til Aass (1969) viser i Fig.8-10 at marflo, vårfluer og snegl i hovedsak er tilstede i magasiner der det er moderate reguleringshøyder. Marflo er fraværende som næring i de aller fleste magasiner der reguleringshøyden var større enn 6 m, og i bare 2 av 23 magasiner var marflo tilstede i ørretens diett der reguleringshøyden var større enn 6 m. I disse 2 hadde dessuten magasinene (Mår og Møsvatn) større grunne partier med dammer der marflo kan

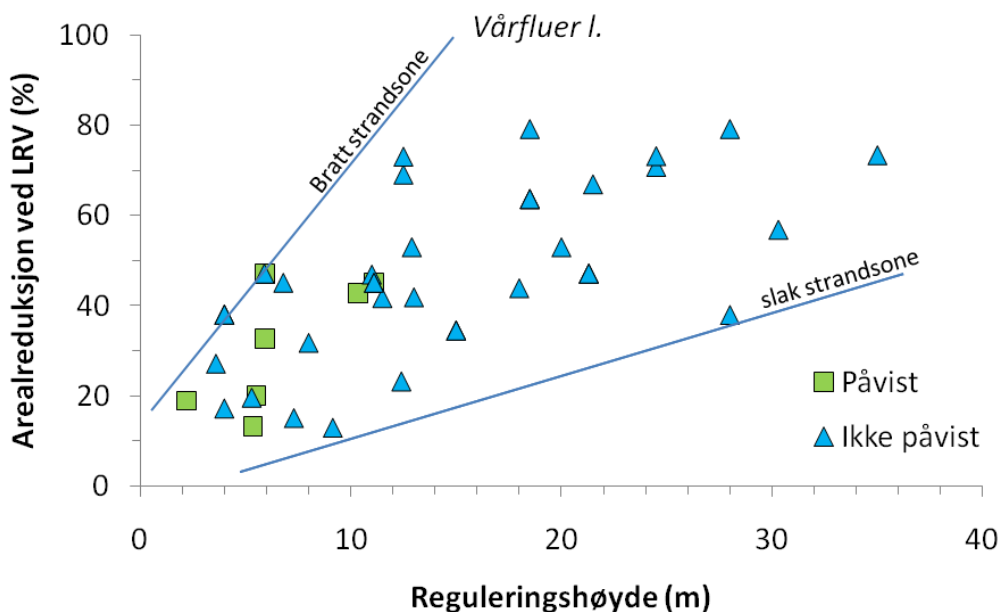
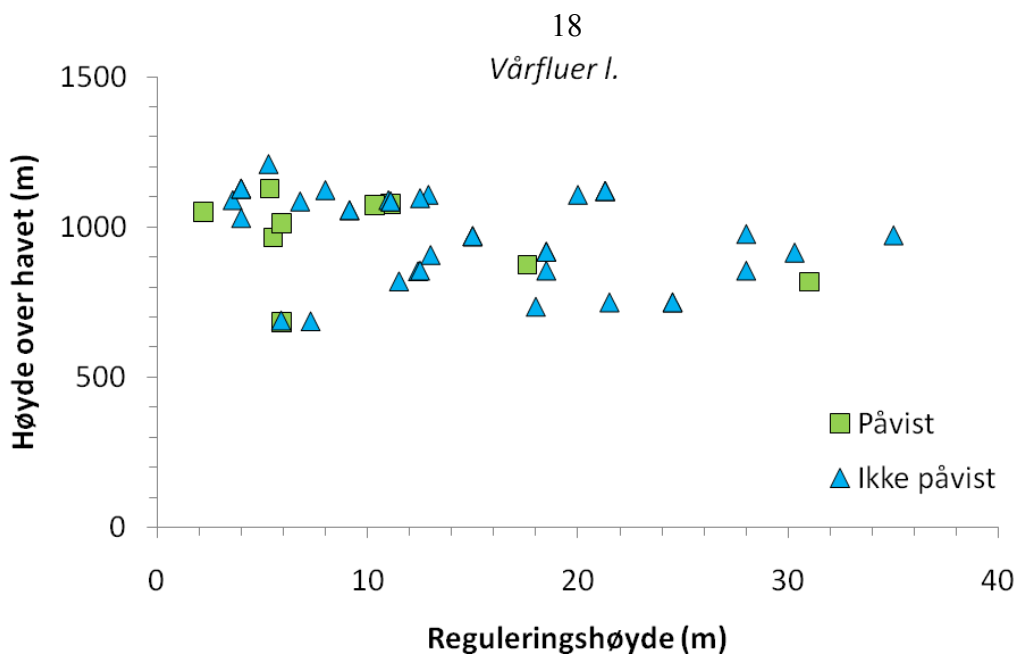


Fig. 9. Forekomst av vårfluelarver i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulik reguleringshøyde.

oppholde seg, slik at den funksjonelle reguleringshøyden i enkelte områder her må betraktes som mindre. Siden marflo er et attraktivt næringsdyr for fisk, er dette med stor sannsynlighet uttrykk for at forekomsten av marflo er svært lav eller ikke tilstede i magasiner med reguleringshøyde større enn 6 m.

Vårfluer og snegl har også størst forekomst som næring for ørret der reguleringshøyden er moderat. Dette er grupper som består av flere arter, og der enkelte arter snegl innen enkelte grupper (Planorbis, Lymnea, Physa) kan overleve perioder i fuktig miljø eller dammer i reguleringssonen, til tross for at egenbevegelsen er lav. I det foreliggende materiale vurderes tålegrensen for snegl til 8 m.

Mens snegl er permanente vanndyr, er vårfluer flyvende insekter som legger egg på vann eller i strandkanten. Spredningsevnen er således helt annerledes enn for snegl, og det er et permanent spredningstrykk fra omkringliggende lokaliteter for nettopp flygende insekter. Tålegrensen for vårfluer som gruppe når det gjelder deres betydning som næring for ørret settes til 10-12 m.

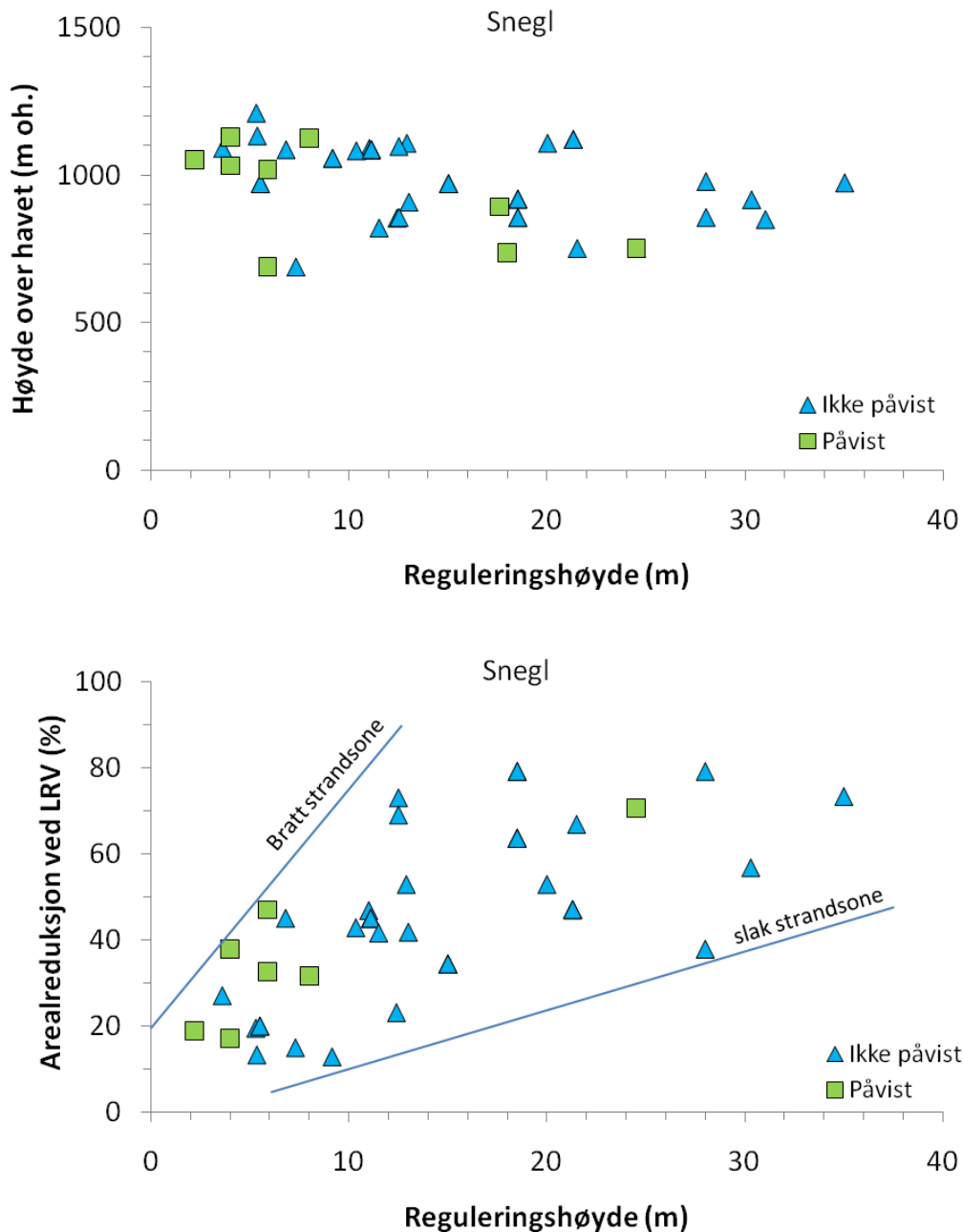


Fig. 10. Forekomst av snegl i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulike reguleringshøyde.

### 6.1.3 Grupper mindre knyttet til bunn og med stor egenbevegelse

I det foreliggende materialet fra Aass (1969) er skjoldkreps og linsekreps med i denne gruppen. Begge er velkjente næringsdyr for fisk i reguleringsmagasiner, for skjoldkreps begrenset til høyfjellet, mens linsekreps har en videre utbredelse.

Skjoldkreps.

Skjoldkreps er observert som en del av mageinnholdet (varierende grad av subdominans) i et langt større antall lokaliteter enn der den er dominant, og det er tydelig at den finnes i magasiner uavhengig av selve reguleringshøyden (Fig. 11). Forutsetningen er at lokaliteten ligger i høyereliggende områder, og det er lite som tyder på at reguleringshøyden avgjør hvorvidt skjoldkreps er tilstede i magasinet eller ikke. Tålegrensen for forekomst av skjoldkreps settes til høyere enn 35,5 m som er største reguleringshøyde i det foreliggende materiale.

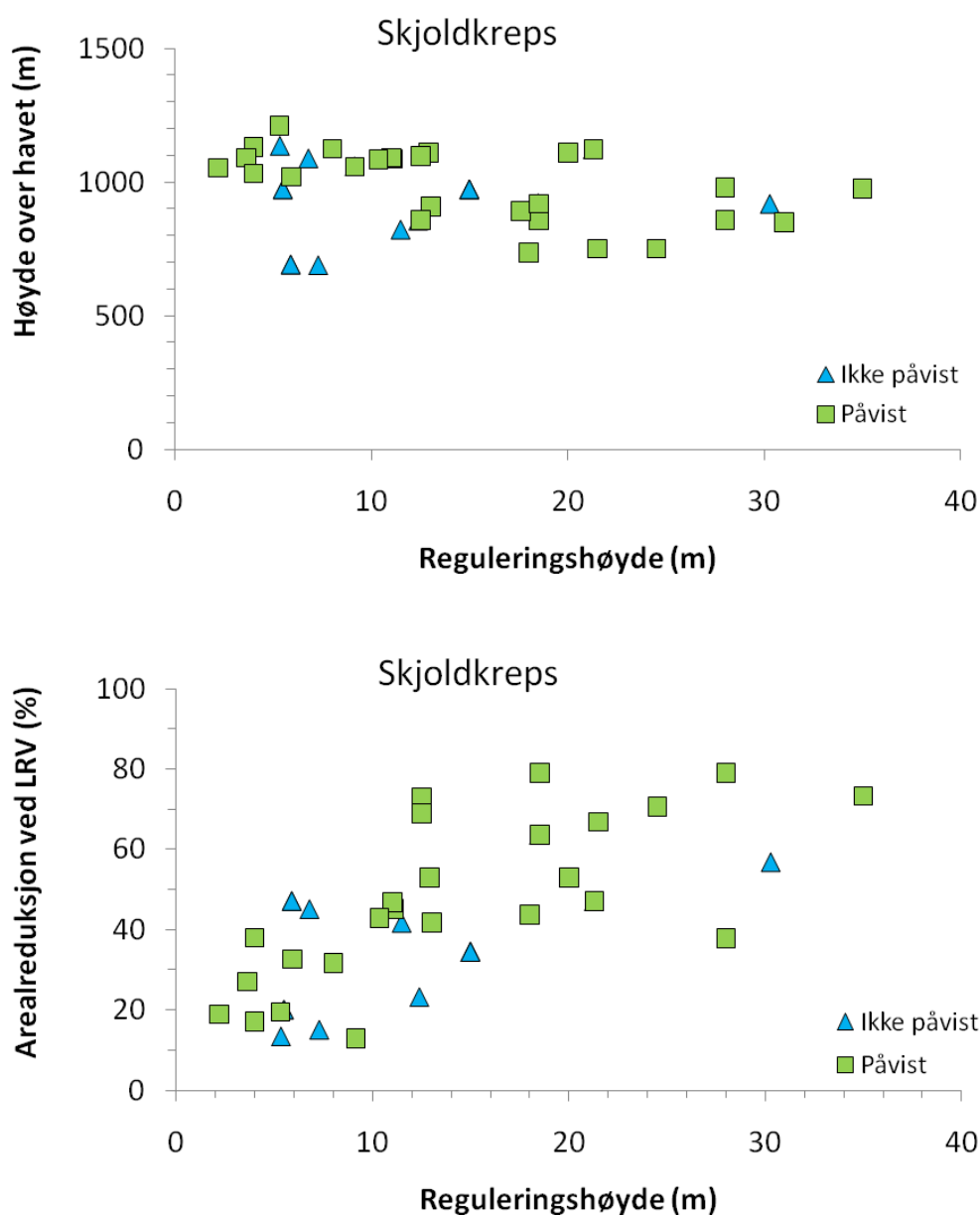


Fig. 11. Forekomst av skjoldkreps i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulik reguleringshøyde.

Linsekreps er også tilstede som næring uavhengig av reguleringshøyden som sådan (Fig. 12). Linsekreps også tilstede i lavereliggende magasiner, men magasiner som inngår i materialet til Aass (1969) er innsamlet spesielt med tanke på mulig forekomst av skjoldkreps. Lavereliggende magasiner inngår derfor ikke i dette materialet. Tålegrensen for linsekreps settes som for skjoldkreps høyere enn 35,5 m

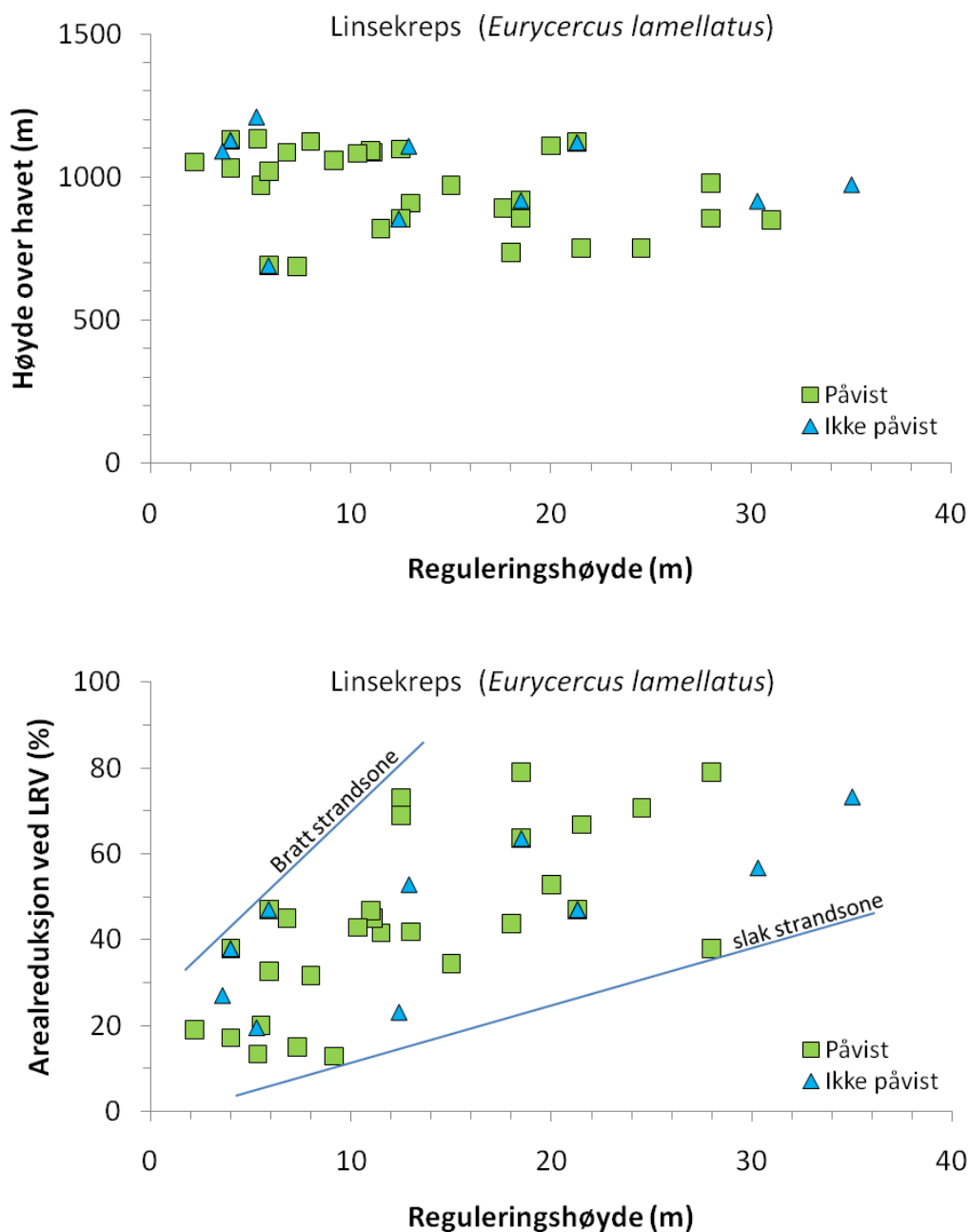


Fig. 12. Forekomst av linsekreps i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulike reguleringshøyde.

### 6.1.4 Planktoniske krepsdyr med tilhold i de frie vannmasser.

Dette er i utgangspunktet næringsdyr som lever fritt i vannmassene over hele innsjøarealet, og det biologiske produksjonsarealet for planktoniske krepsdyr er derfor betydelig større enn for bunndyr i reguleringssonen. På den annen side er dette relativt små organismer som er tilstede som mulig næring i en relativt kort tidsperiode, gjerne ettersommer og tidlig høst.

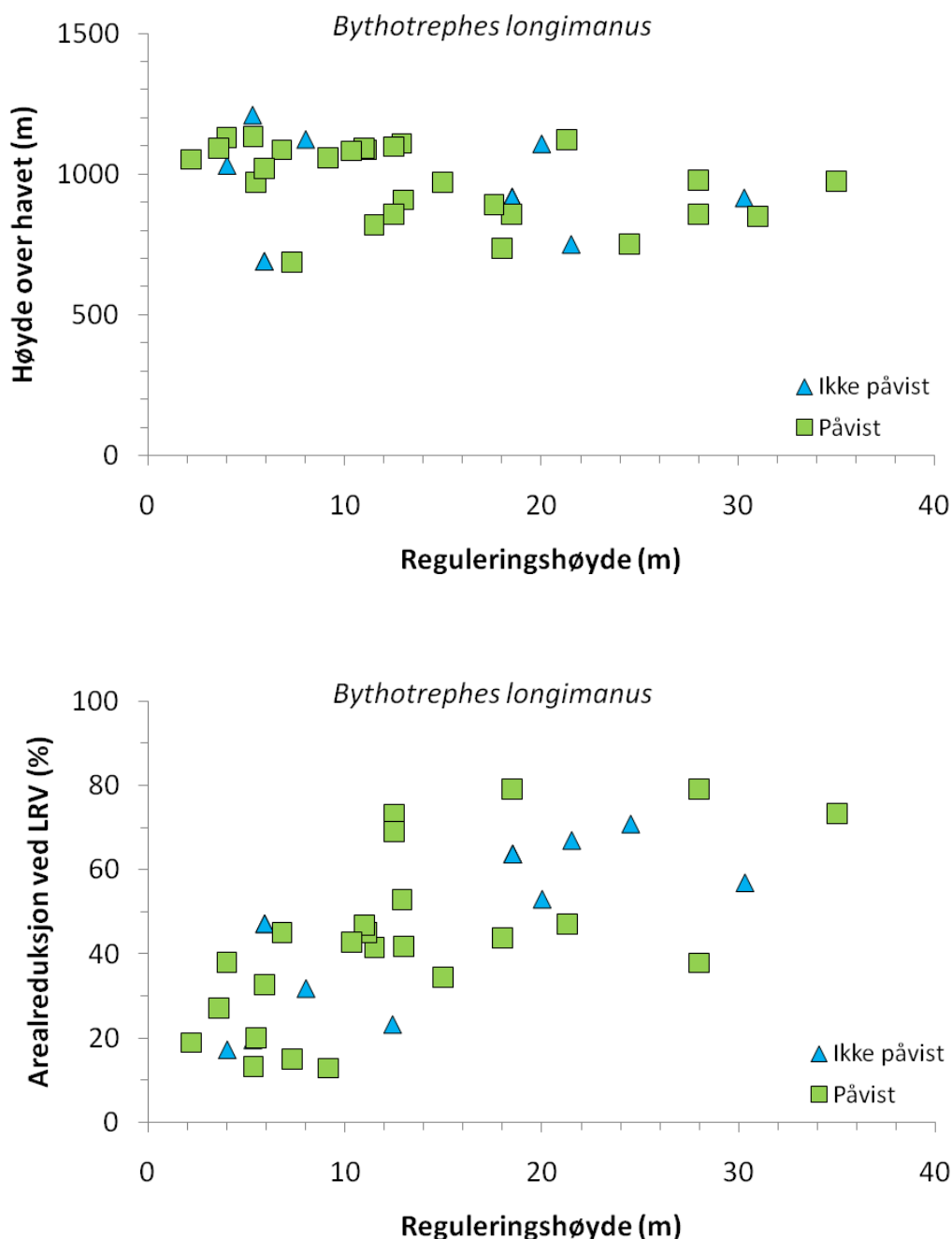


Fig. 13. Forekomst av planktonkrepsen *Bythotrephes longimanus* i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulik reguleringshøyde.

I materialet til Aass (1969) inngår *Bythotrephes longimanus*, gelekrepseren *Holopedium gibberum*, og vannloppen *Daphnia sp.* Deres forekomst som næring i de undersøkte magasiner er vist i Fig. 13-15. Ingen av disse tre artene viser systematisk forekomst relatert til reguleringshøyde. *Bythotrephes longimanus* er et preferert næringsdyr for planktonspisende fisk (relativt stor og synlig) og er funnet i magasiner med reguleringshøyde opp til 35,5 m. Tålegrensen som næring for fisk settes høyere enn 35,5 m.

En liknende forekomst kan sees for *Daphnia sp.*, med forekomst i mageprøver hos ørret i hele spekteret av reguleringshøyder, og tålegrensen settes også her høyere enn 35,5 m. For gelekrepser er materialet lite og den er i denne undersøkelsen påvist i få magasiner. Det kan skyldes at den faktisk spises i mindre grad når det finnes alternativ næring, men gelekrepser er lett å overse fordi den lett utsettes for nedbrytning og er i utgangspunktet relativt gjennomsliktig.

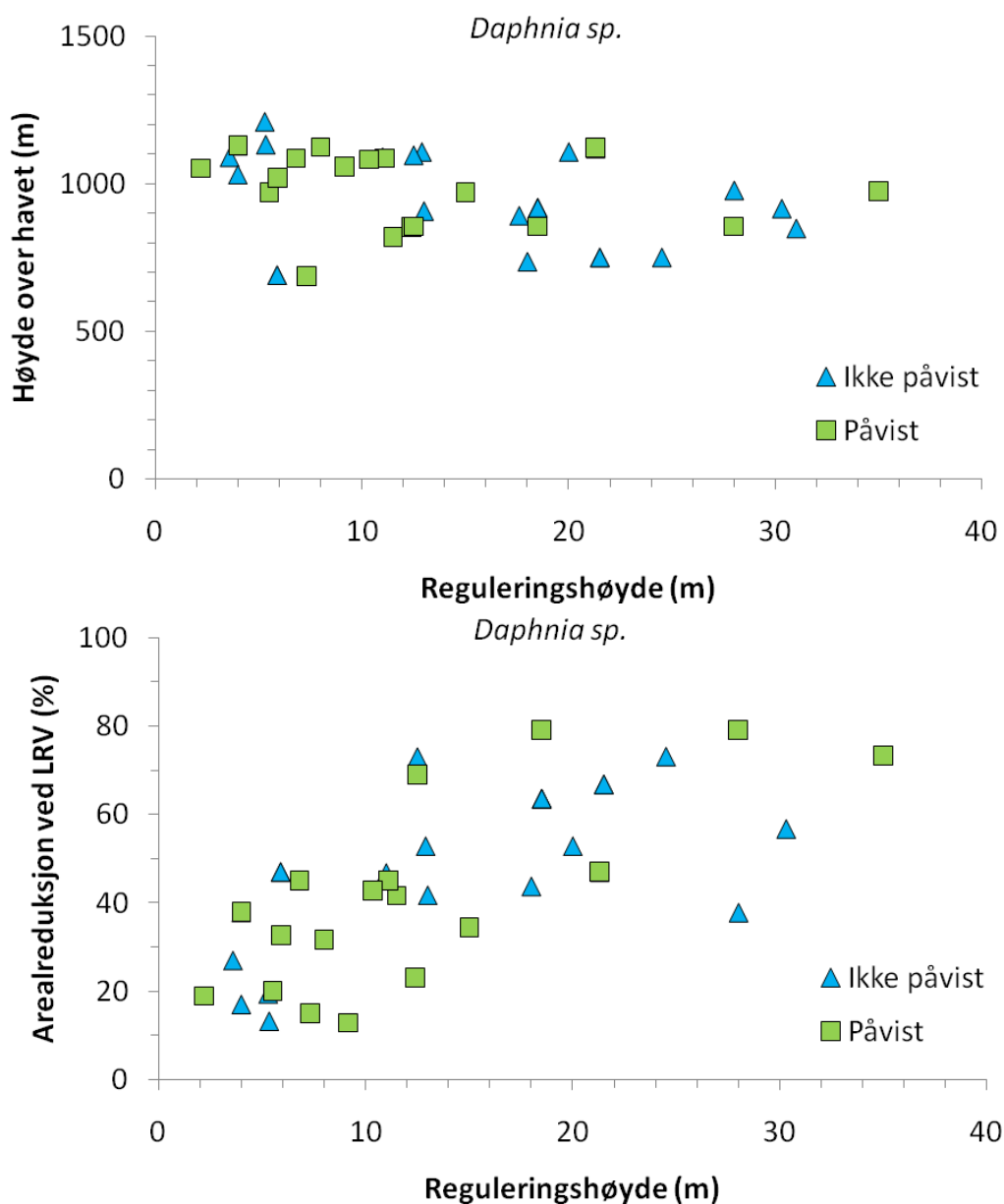


Fig. 14. Forekomst av *Daphnia sp.* (vannlopper) i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulik reguleringshøyde.

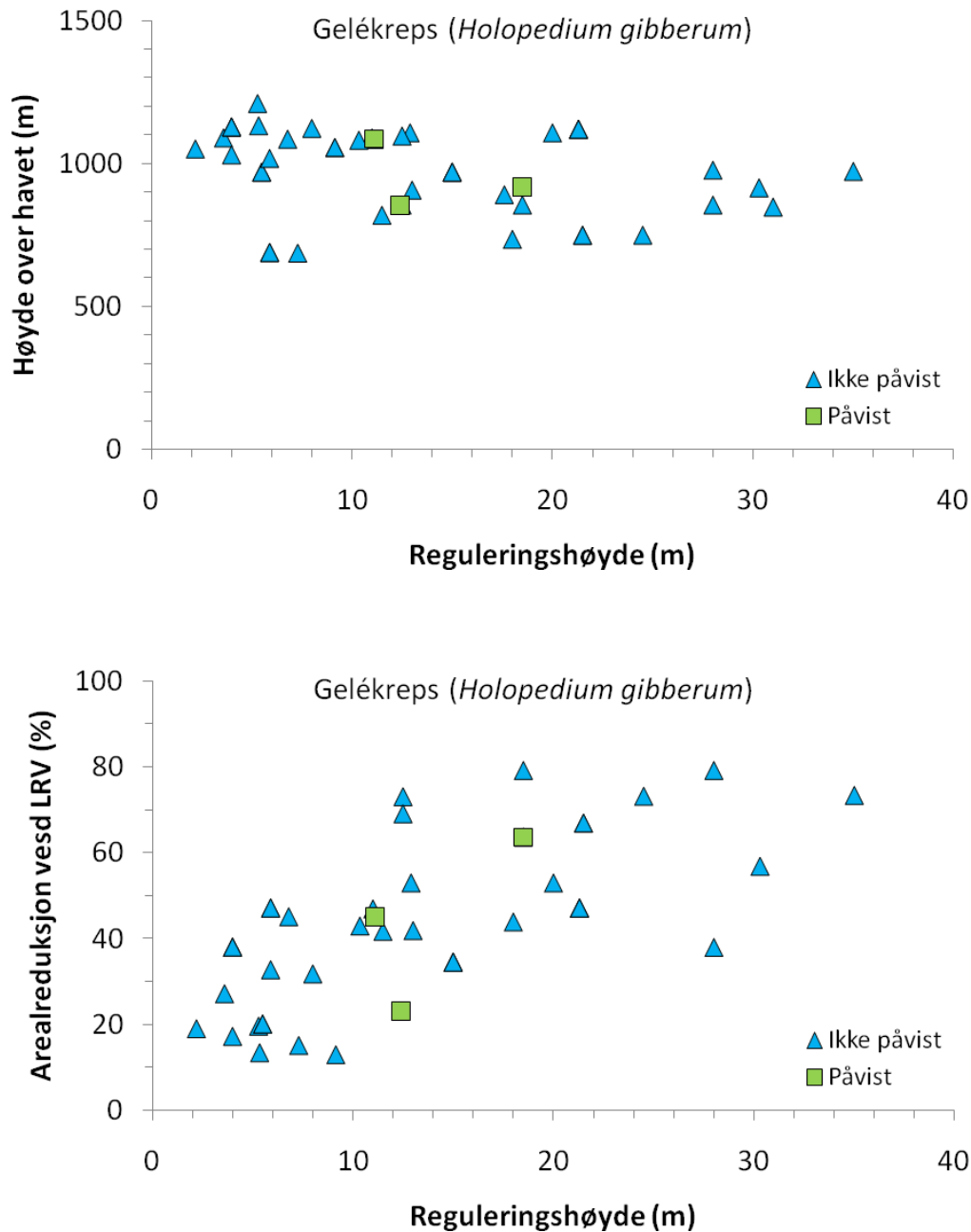


Fig. 15. Forekomst av gelekreps i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulike reguleringshøyde.

### 6.1.5 Næringsdyr med bredt habitatvalg

Landinsekter fra omkringliggende områder (Fig. 16) og fjærmygg (Fig. 17) er to viktige grupper av næringsdyr i reguleringsmagasiner. Landinsekter er næring som er produsert utenfor magasinet.



Fjærmygg har larve og puppestadiet i vann, og inngår som næring som larve eller oftest som puppe ifb. klekking. En del arter har relativt synkron klekking og kan ha stor tilgjengelighet i korte intense perioder. Fjærmygg lever i bunnen over hele innsjøarealet, dvs. også lavere enn reguleringssonen. I reguleringssonen kan enkelte arter leve både i vann og i fuktig bløtbunn. Fjærmygg er derfor næring som produseres både i deler av reguleringssonen og på innsjøarealet under LRV.

I materialet inngår de som næring i hele spekteret av reguleringshøyder som inngår i materialet, og for ingen av disse gruppene settes det tålegrense mht. reguleringshøyde.

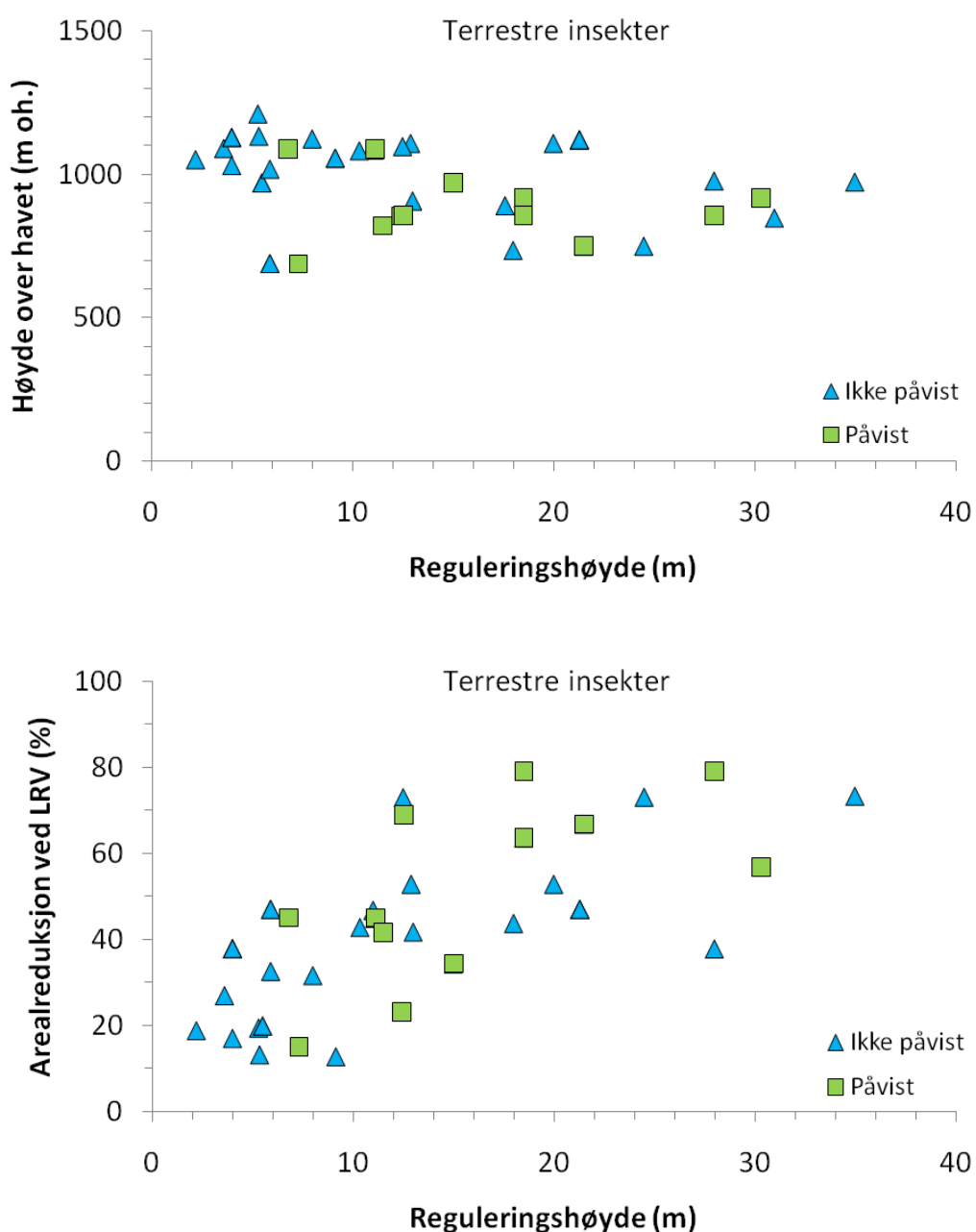


Fig. 16. Forekomst av landinsekter i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulik reguleringshøyde.

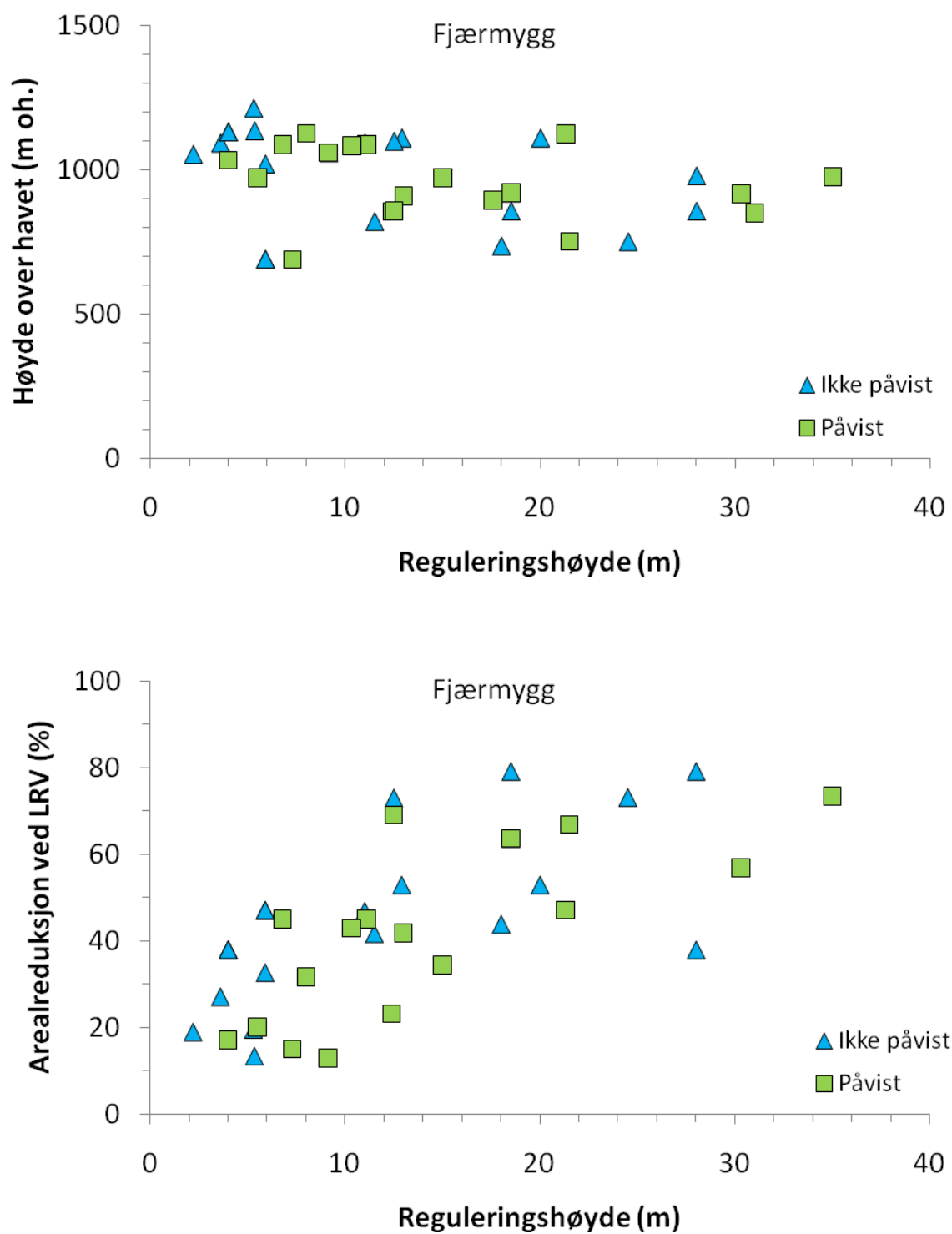


Fig. 17. Forekomst av fjærmugg (larver og pupper) i mageinnhold hos ørret i 38 reguleringsmagasiner med ulik reguleringshøyde.

## 6.2 Manøvrering versus reguleringshøyde

En del av de magasinene som er undersøkt har vært utsatt for en ”tilfeldig og sjelden” hendelse i form av irregulær senking. Sammen med magasiner som har en uregelmessig fylling og andre som har regelmessig fylling, kan virkningen av manøvrering utover selve reguleringshøyden på skjoldkreps og linsekreps undersøkes.

Forekomsten av skjoldkreps og linsekreps i disse magasinene er vist i Fig. 18. Som forventet ut fra tidligere resultater og angitte tålegrenser er begge næringsdyrene tilstede også der det er stor reguleringshøyde, her opptil 34 m for skjoldkreps og 39 m for linsekreps, og det er ikke grunnlag for å hevde at reguleringshøyden er begrensende faktor for forekomst.

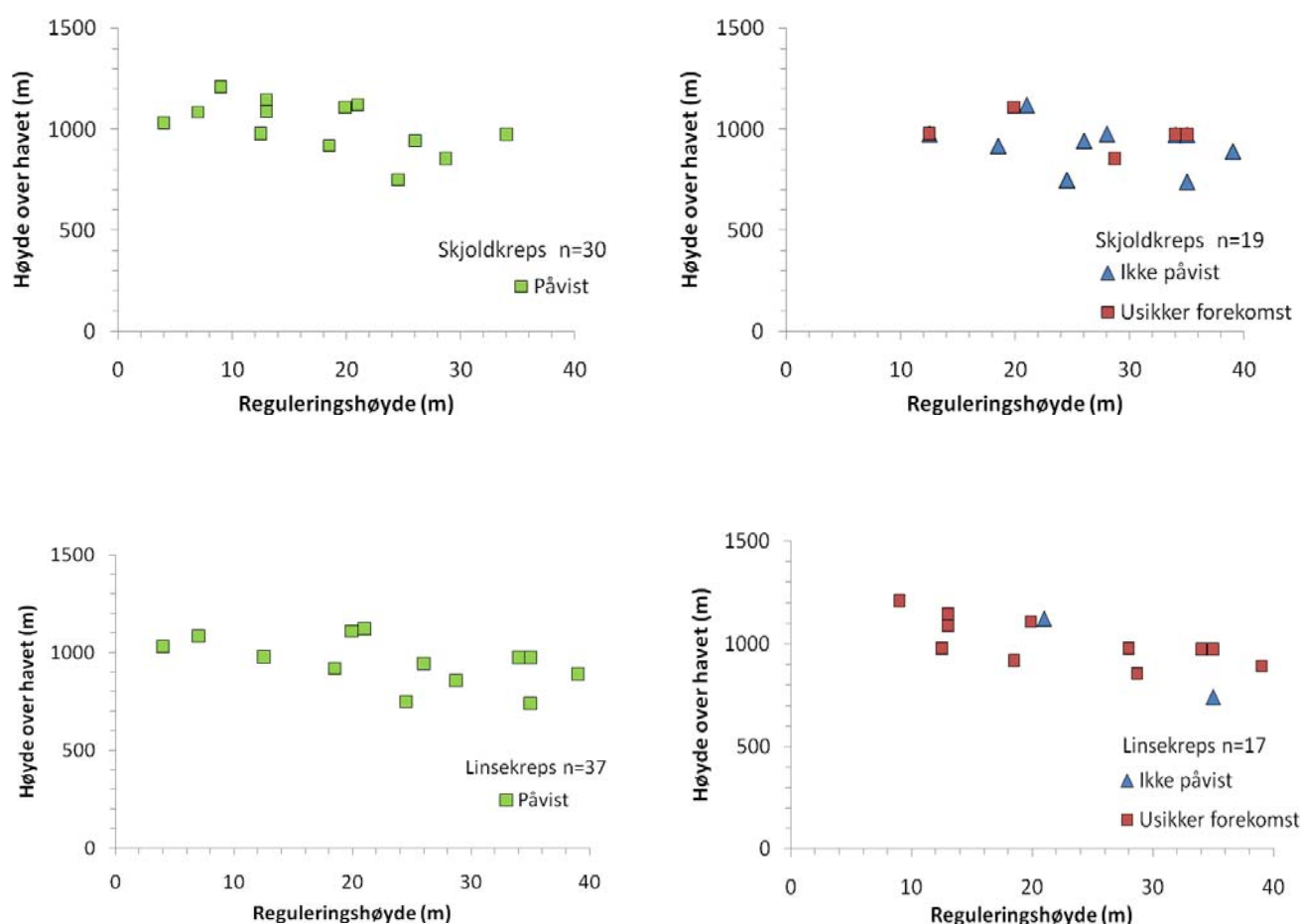


Fig. 18. Forekomst av skjoldkreps (over) og linsekreps (under) i henholdsvis 49 og 54 tilfeller av manøvrering i til sammen 17 magasiner i perioden 1968-2009.

### 6.2.1 Skjoldkreps

Når det gjelder manøvrering viser materialet at det er en sammenheng mellom fylling av magasinet og forekomst av skjoldkreps i mageinnhold hos ørret. Fyllingen relateres ikke til HRV, men til det nivået vannstanden var høsten under egglegging året før.

Med de forutsetninger som er gitt under kap. Materiale og metode er forekomst/ikke forekomst av skjoldkrepss vist for ulik grad av fylling vår og forsommer, med henholdsvis 1 m, 3 m og 5 m under høst vannstanden (se Fig. 19-21).

I hovedsak er skjoldkrepss påvist som næring i ørret i de magasiner og under de manøvreringer der magasinet fylles relativt tidlig. Avhengig av hvilket dyp som er lagt til grunn må magasinet fylles opp til minimum 5 m lavere enn det vannstanden var høsten året før, innen 15. juli, for at skjoldkrepss skal klekke og vokse fram til den selv kan legge egg før det blir for sent. Dersom vanddyptet settes til 3 m under høst vannstanden må magasinet fylles innen 21. juli og for 1 m finnes skjoldkrepss i enkelte magasiner som først fylles ut i oktober.

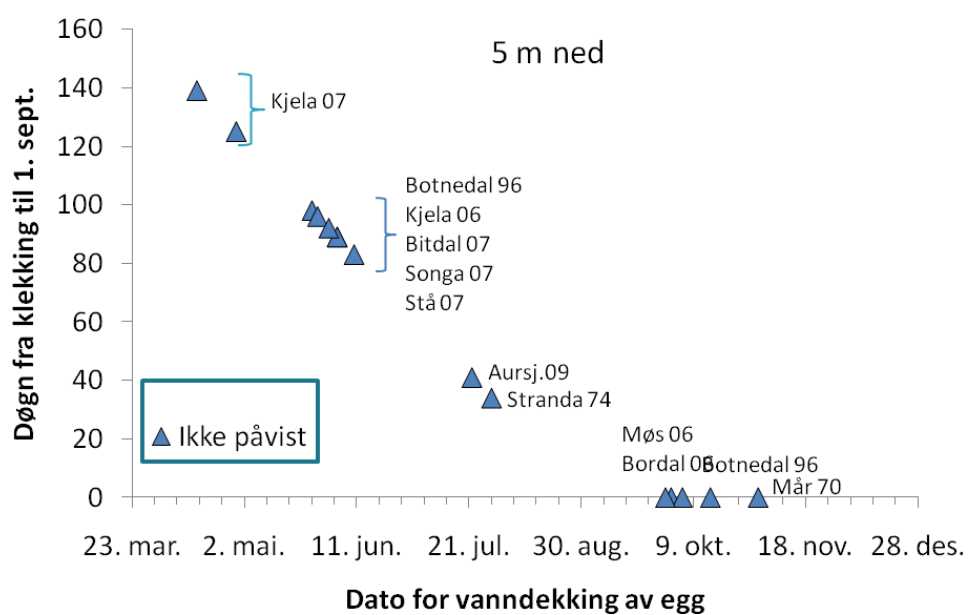
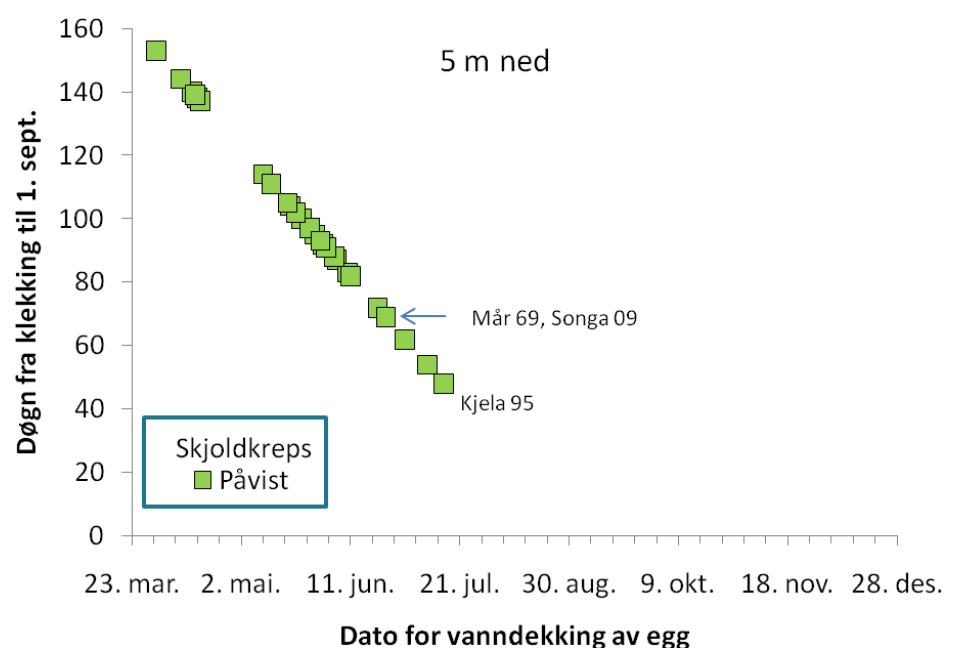


Fig. 19. Dato for vanddekkning av skjoldkrepss egg som ligger 5 m lavere enn vannstanden under egglegging høsten året før, der skjoldkrepss er påvist i ørret (over) og der skjoldkrepss ikke er påvist (under).

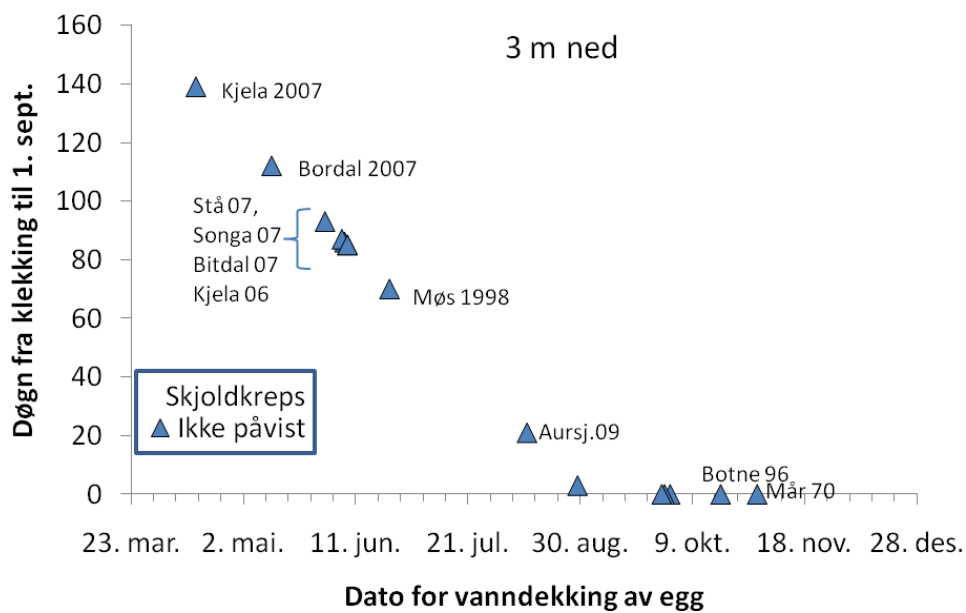
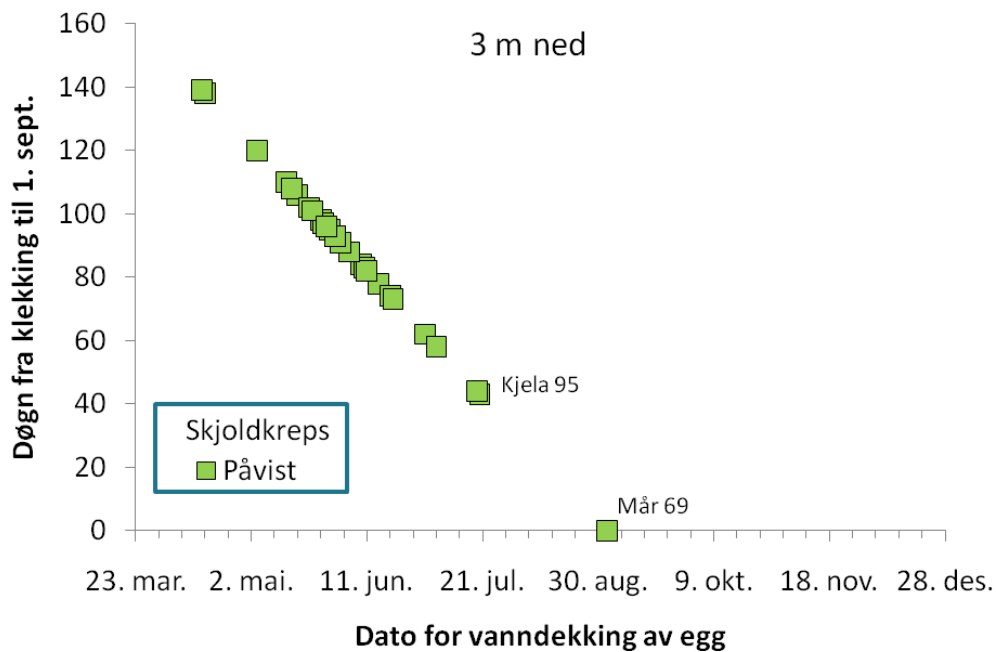


Fig. 20. Dato for vanndekking av skjoldkrepsegg som ligger 3 m lavere enn vannstanden under egglegging høsten året før, der skjoldkrepss er påvist i ørret (over) og der skjoldkrepss ikke er påvist (under).

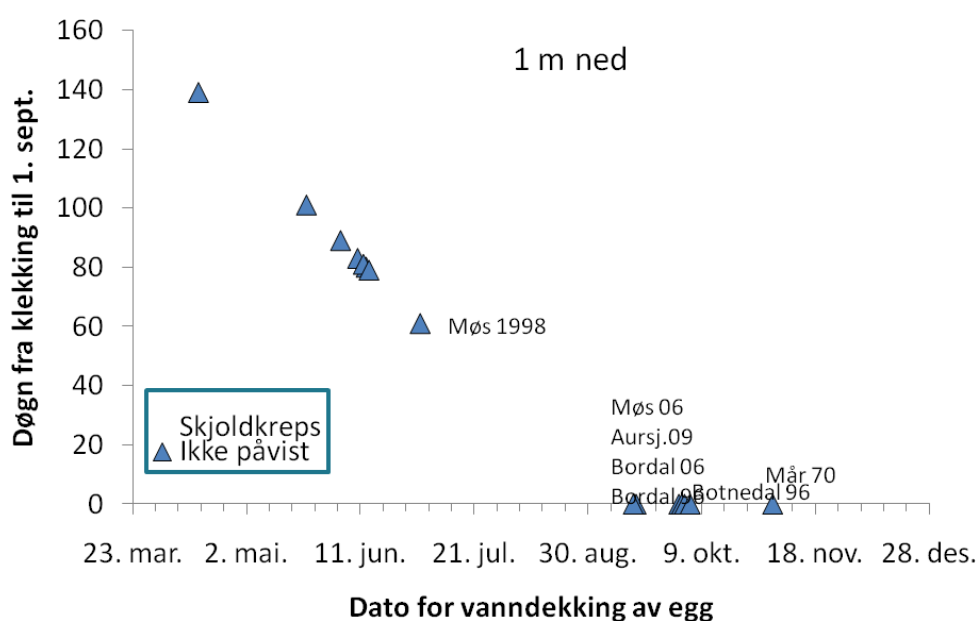
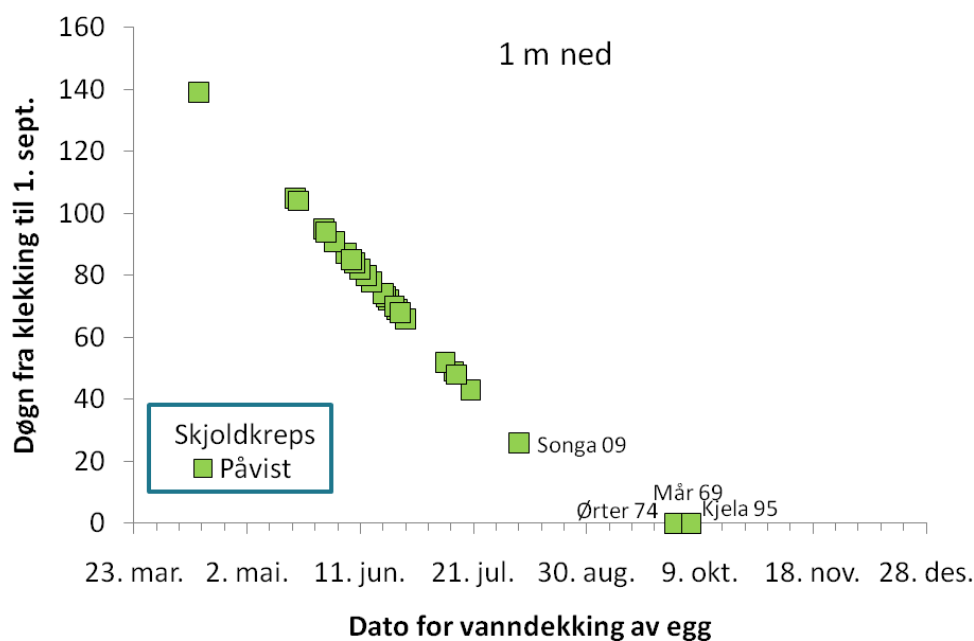


Fig. 21. Dato for vanndekking av skjoldkreps egg som ligger 1 m lavere enn vannstanden under egglegging høsten året før, der skjoldkreps er påvist i ørret (over) og der skjoldkreps ikke er påvist (under).

Påvisning av skjoldkreps i magasiner med sen fylling til 1 m og 3 m lavere enn vannstanden under egglegging skyldes opplagt at egg også ligger dypere enn henholdsvis 1 og 3 m's dyp.

Mange magasiner der skjoldkreps ikke ble påvist (ikke alle, se neste avsnitt) hadde sen fylling. Det ble funnet signifikante forskjeller mellom magasiner der skjoldkreps ble påvist og der skoldkreps ikke ble påvist for fylling opp til 5 m under høstvannstanden ( $104$  vekstdøgn  $\pm 11,5$  og  $59$  vekstdøgn  $\pm 26,5$  (95% C.L.)) (Fig. 22).

Det mest iøynefallende i materialet er magasiner der skjoldkreps ut fra manøvrering det siste året tilsier at skjoldkreps burde være tilstede (dato for fylling til 5 m, 3 m og 1 m), men ikke er det, se Fig. 23. I disse tilfellene kan ikke manøvreringen i perioden fra egglegging 15. september et år og fram til klekking året etter forklare fraværet. De fleste av disse magasinene har imidlertid hatt senking eller sen fylling året forut.

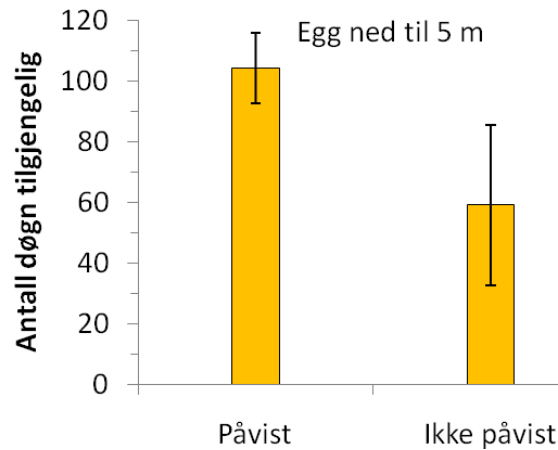


Fig. 22. Gjennomsnittlig antall vekstdøgn ( $\pm 95\%$  C.L.) for skjoldkreps fra vanndekking av egg og fram til 1. september der skjoldkreps er påvist og der skjoldkreps ikke er påvist. Det er signifikante forskjeller mellom antall tilgjengelig vekstdøgn der skjoldkreps er påvist og der skjoldkreps ikke er påvist ( $p < 0,05$ ).

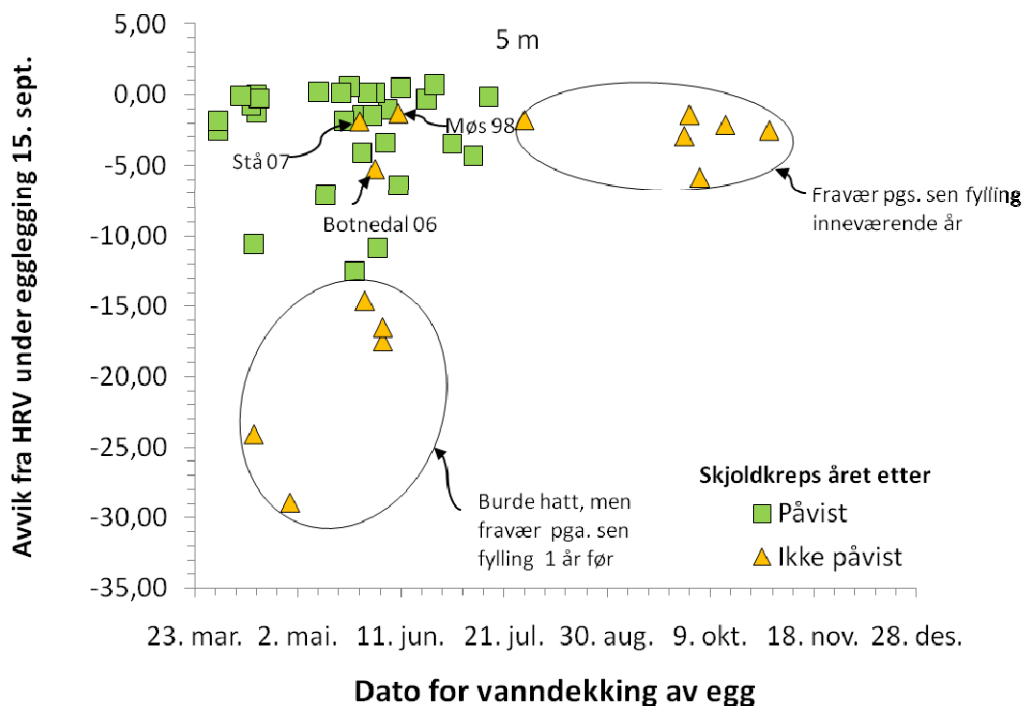


Fig. 23. Forekomst av skjoldkreps i mageinnhold hos ørret relatert til avvik fra HRV under egglegging om høsten og dato for vanndekking påfølgende forsommer for egg som forutsettes å ligge 5 m lavere enn vannstanden under egglegging.

Det gjelder en rekke magasiner i 2007, som altså hadde lav vannstand i 2006. Til tross for god fylling i 2007 i forhold til egglegging 2006 ble skjoldkreps ikke påvist i 2007, noe som indikerer at effekten et år strekker seg utover det året vannstanden/fyllingen var lav. Det er derfor sannsynligvis snakk om en flerårseffekt, og at det skal optimal fylling til over flere for å bygge opp bestanden.

I Fig. 23. Fremkommer to grupper magasiner som ikke hadde skjoldkreps, <sup>i)</sup> magasiner med sen fylling i undersøkelsesåret, og <sup>ii)</sup> magasiner med sen fylling året forut. Av 14 magasiner der skjoldkreps ikke ble påvist lå 11 magasiner i disse to gruppene til sammen, mens dette ikke kan forklare fraværet i tre, nemlig Ståvatn 2007, Møsvatn 1998 og Botnedal i 2006.

### 6.2.2 Linsekreps

Linsekreps ble påvist i mageinnholdet hos ørret i nær alle magasiner, og det ble ikke påvist noen sammenheng mellom forekomst og vannstand sent på høsten og fyllingsmønster sommeren etter, selv der man legger til grunn at eggene legges grunt og derved blir dekket med vann sent året etter (Fig. 24). Linsekreps ble påvist både det året det var sen fylling og påfølgende år.

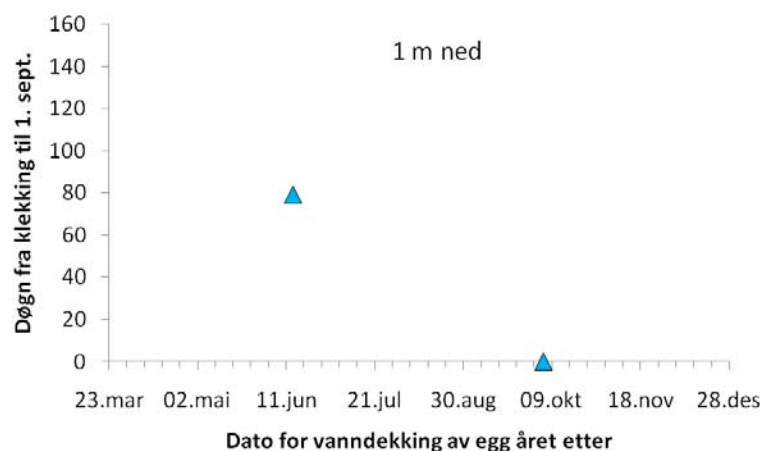
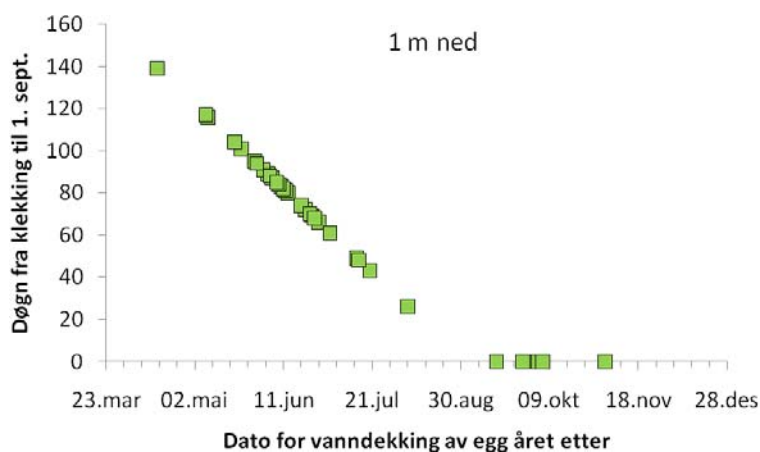


Fig. 24. Dato for vanndekking av linsekreps-egg som ligger 1 m lavere enn vannstanden under egglegging høsten året før, der linsekreps er påvist i ørret (over) og der linsekreps ikke er påvist (under).



### 6.3 Ørekyte og skjoldkrepss

Av de 17 magasinene som inngår i undersøkelser er ørekyte utbredt i 11, mens de øvrige har bare bestand av ørret. Magasiner med ørekyte omfatter reguleringshøyder fra 4 til 39 m (Fig. 25).

Ørekyte og skjoldkrepss sameksiterer i 8 av de 11 magasinene, og de sameksiterer i magasiner med reguleringshøyde fra 4 til 35 m. Det er derfor ingenting som tyder på at ørekyte utrydder eller forårsaker totalt fravær av skjoldkrepss.

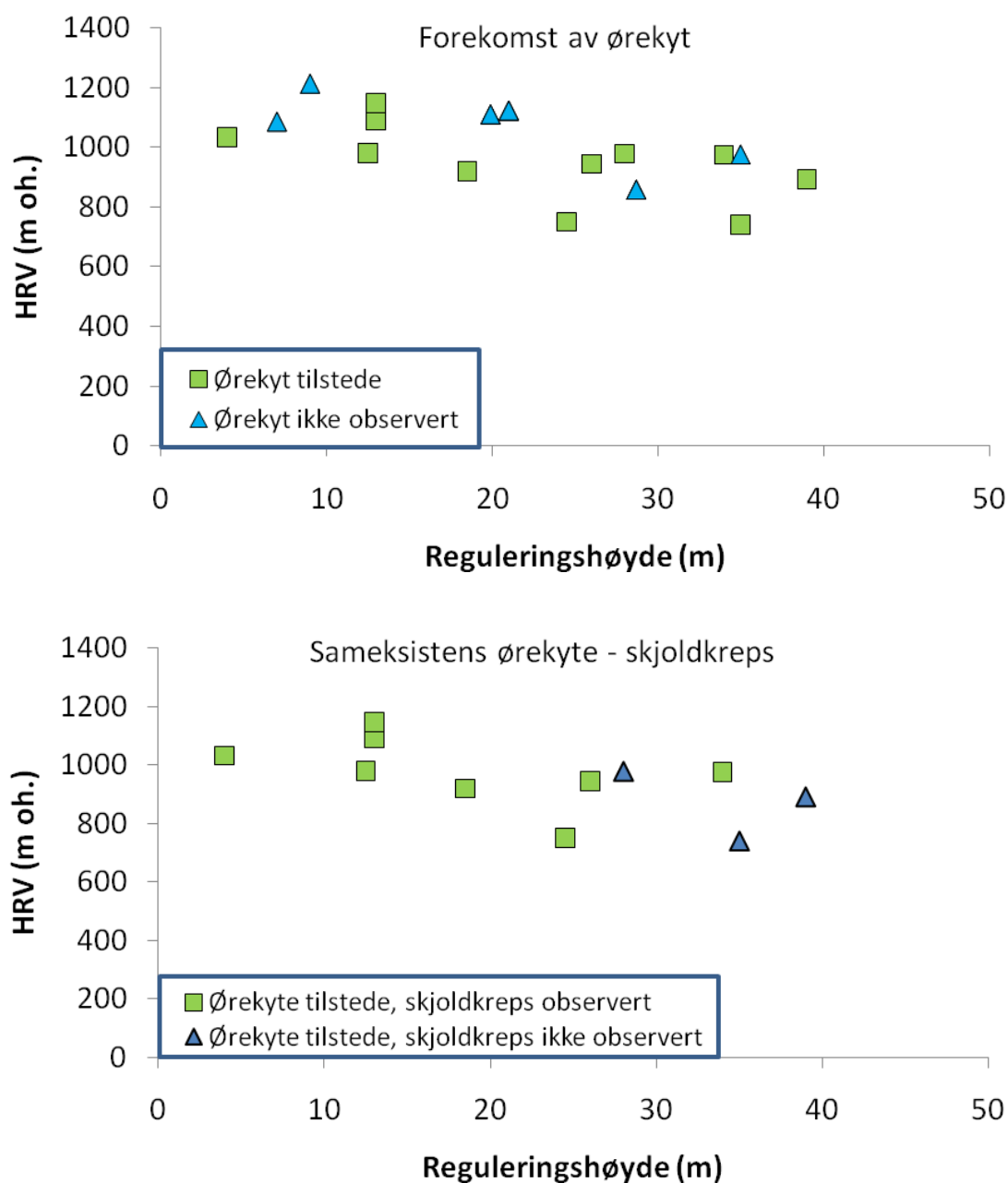


Fig. 25. **Over:** Forekomst av ørekyte i 17 undersøkte magasiner. **Under:** Det er sameksistens mellom ørekyte og skjoldkrepss i 11 av 17 magasiner.

#### 6.4 Spredning av skjoldkreps

Nedvandring fra ovenforliggende vann ble angitt av Borgstrøm (1973) som en mulig forklaring på hvordan skjoldkreps kan spre seg. Slik spredning kan også bidra til at skjoldkreps blir en del av aurens diett uten at lokaliteten selv nødvendigvis har store bestander av skjoldkreps. Slik spredning kan også bidra til gjenoppbygging av skjoldkrepsbestander etter enkeltår med lav fylling.

Dette ble forsøkt å dokumentere spredning gjennom driv inn til Vinsteren i 2007. Vinsteren har et betydelig antall innløpsbekker med forskjellig opphav, bl.a. fra Rjupen (1210 m o.h.) og flere større innsjøliknende dammer på Valdresflya (Fisketjerni: 1330 m o.h.), til små innsjøer som Sandalstjern (1038 m o.h.) på omtrent samme kotehøyde som Vinsteren. I utgangspunktet må flere av de mindre grunne dammene og småtjerna på Valdresflya anses som fisketomme, og derved potensielt ha tette bestander av skjoldkreps. Det opplyses imidlertid at det her settes ut fisk, og fisketettheten her er derfor sannsynligvis høyere enn naturtilstanden.



Fig. 26. Vinsteren med tilløpsbekker fra Rjupen og Fisketjerni, med inntegnet lokaliteter for drivfeller (D,E,F,G,H,I) etter skjoldkreps i juli, august og oktober 2007.

Drivundersøkelser ble foretatt i begynnelsen av juli, i midten av august og i midten oktober 2007, se Fig. 26.

Det ble plassert drivfeller på st. D-I, der maskevidden var tilpasset størrelsen på nyklekkete skjoldkreps og de planktoniske stadiene i begynnelsen av juli. Det ble da brukt drivfeller med diameter 9,8 cm og maskevidde 0,2 mm. Disse ble plassert i tilløpsbekker nær Vinsteren i 8 timer. I august og oktober ble det brukt feller med diameter 80 cm og maskevidde 1 mm. Alt innhold ble fiksert og analysert i lupe. Det var betydelige nedbørmengder og stor lokal flom under innsamling i juli og august.

Det ble påvist to unge individer av skjoldkreps i drivprøven i bekken fra Nordre Rjupen 3. juli 2007 (st. E), se Fig. 27. Lengden på disse var 2,5 mm, og de var i det planktoniske stadium 3.

Begge var intakte og alt tydet på at de var en del av det ordinære drivet. Det ble ikke påvist skjoldkreps i driv fra andre bekker, verken i juli, august eller oktober.

I driv fra bekker som kom fra innsjøer (Rjupen, Fisketjerni, Sandalstjernet) var det i tillegg et betydelig innslag av zooplankton. Det ble påvist linsekreps (*Eurycercus lamellatus*), *Bythotrephes longimanus* og gelekreps (*Holopedium gibberum*). Det må angis at det fra Fisketjerni i august ble funnet svært store mengder gelekreps i drivprøven.

I driv fra bekker som ikke kom fra innsjøer, ble kun insektlarver påvist i drivet.

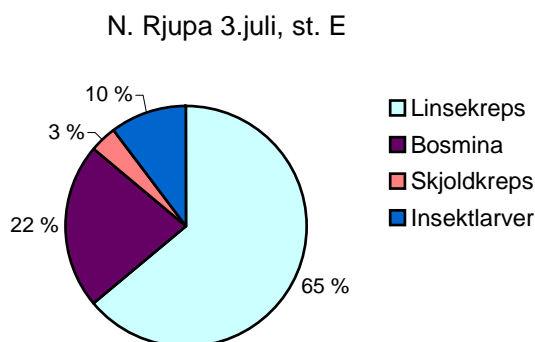


Fig. 27. Prosentvis sammensetning (basert på antall) av driv i innløpsbekk til Vinsteren i 3-4. juli 2007, der larver av skjoldkreps ble påvist i driv fra Rjupen.

Påvisning av skjoldkrepslarver i driv fra en høyereliggende innsjø og ned i et reguleringsmagasin gjennom en 2 km lang bekkestrekning må betegnes som en svært interessant observasjon. Flom i perioden og tetting av sileduken har medført at antallet trolig er et minimumsestimat for det antallet som har vært til stede i det avsilte vannet. I tillegg er det fortsatt ukjent om driv av skjoldkreps følger noen form for døgnvariasjon, om det er bestemte ungtadier som driver, og over hvor lang periode dette kan skje.

Selv om det bare ble påvist 2 individer vil avsilte vannmengde i forhold til totalvolumet av bekken tilføre i størrelsesorden  $2 \times 10^3$  larver pr. døgn i dette tilfellet. Det må derfor foregå en betydelig spredning av unge skjoldkrepsstadier fra ovenforliggende innsjøer og nedover i vassdragene. Dette innebærer at dersom forholdene i magasinet et eller flere år er svært ugunstige, så kan det skje en rask nyetablering gjennom driv der dette er mulig.

Omfanget må uansett være slik at en nyetablering av en utradert bestand lett kan skje. I tillegg kan fåtallig forekomst av skjoldkreps i dietten hos ørret kunne forklares ved beiting på enkelt dyr som er kommet inn i magasinet gjennom driv.

## 7 Diskusjon

Næringsdyr i mageprøver hos ørret slik de er benyttet til å angi tålegrenser for reguleringshøyde og for manøvrering baserer seg bare på om de forekommer eller ikke i mageinnholdet hos ørret. Slik sett angis ikke næringsdyrets betydning når det gjelder hvor stor tetthet som finnes eller hvilken mengde som er tilgjengelig for fisk.

Men når et næringsdyr forekommer vites det med sikkerhet at de fysiske forholdene i magasinet gir levelige forhold i slike mengder at det <sup>i)</sup> finnes i magasinet og <sup>ii)</sup> i tilstrekkelig antall og <sup>iii)</sup> med en slik tilgjengelighet at det inngår i dietten.

Når et næringsdyr ikke forekommer, kan det imidlertid ikke konkluderes med at det ikke finnes i magasinet, og tolkningen om fravær i mageprøver kan selvsagt skyldes reelt fravær i magasinet, men også at annen næring kan være mer attraktiv. Så ligger det selvsagt en usikkerhet i selve mageanalysene, der det forutsettes at et tilstrekkelig antall fisk er undersøkt og at det er foretatt riktig bestemmelse.

### 7.1 *Driv av skjoldkreps*

Påvisning av skjoldkrepslarver i driv fra en høyereliggende innsjø og ned i et reguleringsmagasin gjennom en 2 km lang bekkestrekning må betegnes som en svært interessant observasjon. Flom i perioden og tetting av sileduken har medført at antallet trolig er et minimumsestimat for det antallet som har vært til stede i det avsilte vannet. I tillegg er det fortsatt ukjent om driv av skjoldkreps følger noen form for døgnvariasjon, om det er bestemte ungstadier som driver, og over hvor lang periode dette kan skje.

Selv om det bare ble påvist 2 individer vil avsilte vannmengde i forhold til totalvolumet av bekken i dette tilfellet tilføre i størrelsesorden  $2 \times 10^3$  larver pr. døgn. Det må derfor foregå en betydelig spredning av unge skjoldkrepsstadier fra ovenforliggende innsjøer og nedover i vassdragene. Dette innebærer at dersom forholdene i magasinet et eller flere år er svært ugunstige, så kan det skje en rask nyetablering gjennom driv der dette er mulig.

Omfanget må uansett være slik at en nyetablering av en utradert bestand lett kan skje. I tillegg kan fåtallig forekomst av skjoldkreps i dietten hos ørret kunne forklares ved beiting på enkelt dyr som er kommet inn i magasinet gjennom driv.

### 7.2 *Tålegrenser*

#### 7.2.1 *Reguleringshøyde*

Det er forskjellige tålegrenser for de grupper av næringsdyr som inngår i denne undersøkelsen når det gjelder reguleringshøyde, de fremgår av Tabell 3.

Det er ikke påvist øvre tålegrense for pelagiske krepsdyr når det gjelder reguleringshøyde, noe som er etter forventningen så lenge nedtapping ikke medfører utrasninger og redusert siktedyp. Dersom det skjer er det dokumentert stor negativ effekt på den pelagiske næringskjeden (Borgstrøm et al. 1992, Aass 1978, 1986).

For næringsdyr som har en bred utbredelse i magasinet og i områder som også inkluderer dypområder under LRV, her representert med fjærmygg, ble det ikke påvist øvre tålegrense. Dette er en stor gruppe med mange arter, og flere arter lever i bløtbunn i innsjøenes dypområder, der de lever av organisk materiale. Noen arter lever pelagisk nær bunnen. De fleste artene er tilgjengelig for fisk under klekking, der både puppene som stiger opp fra bunnen og puppen/klekkende insekt på vannoverflaten er tilgjengelig for fisk.

For bunndyr i strandsonen og som også har liten eller moderat egenbevegelse vil regulering som forventet ha en negativ effekt. Materialet viser at det for disse er en øvre tålegrense for reguleringshøyde, og at de bare ytterst sjelden eller ikke påvises som næring for ørret ved høyere reguleringer. Svært viktige næringsdyr for fisk i strandsonen, deriblant ørret, tilhører denne kategorienn. Tålegrensen er her satt til 6 m for marflo, 8 m for snegl og 10-12 m for vårfluelarver. Observasjonene stemmer svært godt med tidligere observasjoner som er basert på bunndyr og ikke på mageprøver.

To viktige næringsdyr som svært ofte dominerer i reguleringsmagasiner er skjoldkreps og linsekreps. Begge er relativt store næringsdyr som foretrekkes av fisk. Fravær i mageprøver er derfor her en sterk indikasjon på at de (nærmest) ikke er tilstede i magasinet. Mens skjoldkreps har en utbredelse over ca 800 m i sør-Norge, er linsekreps også utbredt i lavlandssjøer. For ingen av disse ble det påvist noen øvre tålegrense.

Tabell 3. Tålegrense mht. reguleringshøyde og manøvrering av reguleringsmagasiner for viktige næringsdyr, basert på næringsdyrenes forekomst i mageprøver hos ørret i magasiner med reguleringshøyder fra 2-35,5 m.

| <i>Gruppe</i>         | <i>Tålegrense reguleringshøyde</i><br><i>N = 38</i> | <i>Tålegrense manøvrering</i><br><i>N = 55</i> |
|-----------------------|---|--|
| <i>Marflo</i>         | 6 m   |  |
| <i>Snegl</i>          | 8 m   |  |
| <i>Vårflue larver</i> | 10-12 m   |  |
| <i>Fjærmygg</i>       | > 35,5 m  |  |
| <i>Skjoldkreps</i>    | > 35,5 m  | Fylling må relateres til høstvannstand         |
| <i>Linsekreps</i>     | > 35,5 m  | Ikke påvist                                    |
| <i>Bytrotrephes</i>   | > 35,5 m  |  |
| <i>Daphnia sp.</i>    | > 35,5 m  |  |

### 7.2.2 Manøvrering

Det ble funnet sammenheng mellom forekomst av skjoldkreps og tidspunkt for fylling av magasinet. Fylling av magasinet er i denne sammenheng ikke relatert til HRV, men til vannstanden magasinet hadde underregglegging foregående høst. Den beste sammenhengen ble funnet dersom magasinet var fylt opp til minst 5 m lavere enn høstvannstanden året før innen 15. juli. Dette betyr at dersom fylling til dette nivået skjer senere enn 15. juli, så er det stor sannsynlighet for at skjoldkrepsbestanden blir utsatt for betydelig reduksjon eller uteblir som næring for ørret.

Materialet tyder på at skjoldkreps trenger 2-3 år for å bygge opp bestanden til et nivå hvor den påny kan inngå som næring for ørret. Det betyr at dersom det skjer ugunstig fylling ”for”

ofte, dvs. hvert 3-5 år, så vil skjoldkrepss ikke rekke å bygge opp bestanden mellom ugunstige år. I slike magasiner vil skjoldkrepss ikke kunne medregnes som næringsdyr for ørret. Dette er forventet siden skjoldkrepss har en generasjon i året, legger forholdsvis få egg og i tillegg er utsatt for nedbeiting fra fisk også før egglegging.

For linsekrepss ble det ikke funnet sammenheng mellom forekomst i ørret og manøvrering. Det antas at dette henger sammen med større spredning av egg og at linsekrepss har flere generasjoner gjennom sommersesongen, noe som gjør at bestanden lett bygger seg opp.

### 7.3 Skjoldkrepss og ørekyt

I materialet fra 17 reguleringsmagasiner er det ikke grunnlag for å hevde at ørekyt beiter ned skjoldkrepss til et så lavt nivå at skjoldkrepss uteblir som næring for ørret. Det kan også spekuleres på om regulering kan påvirke ørekyt negativt, spesielt i høyfjellet med lav vanntemperatur, og på denne måten redusere beitetrykket fra ørekyt.

### 7.4 Biologisk totalproduksjon.

For ethvert næringsdyr er totalproduksjonen avhengig av tetthet (antall pr. areal/volumhet) og det totale arealet/volumet der næringsdyret finnes.

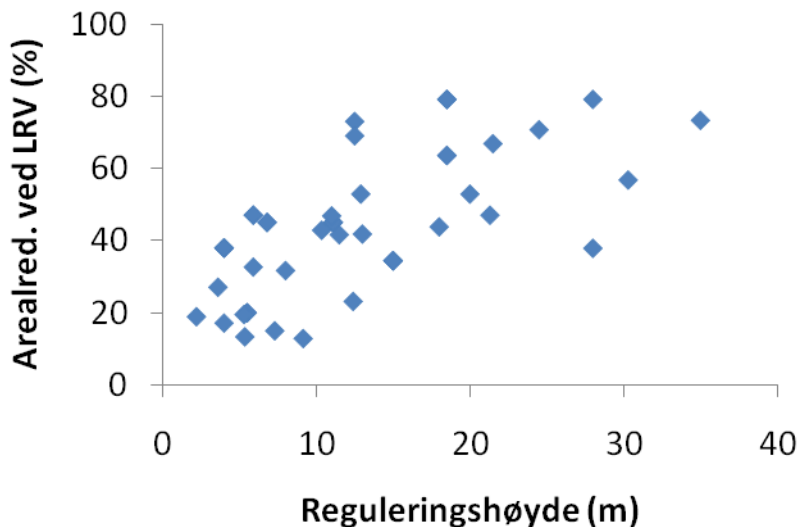


Fig. 28. Sammenheng mellom reguleringshøyde og vanddekket restareal ved LRV for de magasinene som inngår i analyse av næringsdyr.

For planktoniske fjærmygg og krepssdyr foregår den biologiske produksjonen over henholdvis hele innsjøarealet og innsjøvolumet. Gitt at den biologiske produksjonen pr. areal og volumenhet er konstant fra år til år, så vil totalproduksjonen variere med totalarealet og totalvolumet, dvs. fyllingsgraden av magasinet i den biologiske produksjonssesongen.

I fravær av annen tilnærming kan vi anta lineær sammenheng mellom totalproduksjon og vanddekket areal/volum, dvs. halveres arealet /volumet i den biologiske produksjonssesongen, så halveres den biologiske totalproduksjonen. Det vil gjelde for de pelagiske krepssdyrene, for

fjærmygg og for landinsekter (drift fra landområder rundt magasinet). For disse gruppene vil fullt magasin i sommersesongen kunne gi god biologisk totalproduksjon. Dersom magasinet ikke fylles vil vanddekket areal/vannvolum føre til at totalproduksjonen blir redusert selvom tettheten av dyrene er uforandret. For de magasinene som inngår i undersøkelsen er arealreduksjonen ved LRV opp til 80% i forhold til HRV (se Fig. 28), og det vil være bassengform og reguleringshøyde som avgjør arealreduksjonen.

For næringsdyrene i strandsonen vil det være en betraktning knyttet til reguleringshøyde og for skjoldkreps knyttet til fyllingsdato. For snegl, marflo og vårfluelarver ”opphører” næringsdyrenes betydning ved en angitt årlig reguleringshøyde. Over denne tålegrensen uteblir disse gruppene i ørretens mageinnhold, mens de med stor sannsynlighet er tilstede ved lavere reguleringshøyde.

Tålegrensen angir imidlertid ikke noe om mengden i forhold til uregulert tilstand (naturtilstanden) eller reduksjon der lavere enn tålegrensen. Her er det opplagt ikke enkle sammenhenger med tanke på å bruke næringsdyr i mageinnhold som uttrykk for mengde næringsdyr i magasinet. Her vil både virkning av reguleringen og fiskens preferanse i valg av næringsdyr avgjøre inntaket. Flere større næringsdyr (skjoldkreps, marflo) er utsatt for sterk nedbeiting, og fiskebestandens størrelse vil her sannsynligvis ha stor innvirkning på mengden. I magasiner der reguleringen ikke er til hinder for forekomst, bør derfor fiskebestandene driftes på en slik måte at skjoldkreps og marflo kan inngå i ørretens diett. Det betyr kontroll med bestandstettheten der beskatning og rekruttering er viktige virkemidler.

## 8 Litteratur

- Aass, P. 1969. Crustacea, especially *Lepidurus arcticus* Pallas, as brown trout food in Norwegian mountain reservoirs. Inst. Fresh. Res. Rep. Drottningholm, 49, 183-201
- Aass, P. 1978. Tilslammingen av Hallingdalselva 1966-67: fisket i Ustedalsfjorden og Strandafjorden (I, Gunnerød, T.B. og Mellqvist, P. red.). Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasin og lakseelver. Foredrag og diskusjoner ved symposiet mai 1978, NVE og DVF, 1979.
- Aass, P. 1986. Utvidet senking i regulerte innsjøer – effekt på fisket. Fauna 39, 85-91
- Borgstrøm, R. 1970. *Lepidurus arcticus* i Stolsvatn i Hallingdal. Fauna 23, 12-20.
- Borgstrøm 1973 a. The effect of increased water level fluctuation upon the brown trout population of Mårvann, a Norwegian reservoir. Norw. J. Zool. 21, 101-112
- Borgstrøm, R. 1975. Skjoldkreps, *Lepidurus arcticus* Pallas, i regulerte vann. I. Forekomst av egg i reguleringssonen og klekking av egg. Rapp. Lab. Ferskvøkol. Innlandsfiske, Universitetets naturhistoriske museer, Oslo, 22, 11 s
- Borgstrøm, R. 1997. Skjoldkreps – et arktisk dyr i norske innsjøer. Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, Fagnytt 4 (9):1-4.
- Borgstrøm, R., Garnås, E. and 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., and Solheim, J.T. 1992. Effects of siltation on resource utilization and dynamics of allopatric brown trout, *Salmo trutta*, in a reservoir. Environ. Biol. Fishes 34: 247 – 255.
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Saltveit, S.J. og Aass P. 2003. Fiskeribiologiske undersøkelser

- i Pålsbufjorden. Årsrapport 2002. Rapp. Lab. FerskvØkol. Innlandsfiske, Universitetets naturhistoriske museer, Oslo, 222, 16s
- Brabrand, Å. og Saltveit, S.J. 1980. Skjoldkreps, *Lepidurus arcticus*, i Volbufjorden 434 m o.h. i Øystre Slidre, Oppland. Fauna 33, 105-108
- Dahl, K. 1932. Influence of water storage on food conditions of trout in lake Paalsbufjord. Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. Mat. – Naturv. Klasse. 1931. No 4, 1- 53
- Decamps, H., Fortune, H., Gazelle, F. and Pautou, G. 1988. Historical influence of man on the riparian dynamics of a fluvial landscape. Landscape Ecol. 1: 163-173
- Fylkesmannen i Telemark, 1996. Fiskeressurser i regulerte vassdrag i Telemark. Fagrapport 1995. Miljøvernavdelinga 02/1996, 173 s.
- Fylkesmannen i Telemark, 1997. Fiskeressurser i regulerte vassdrag i Telemark. Fagrapport 1996. Miljøvernavdelinga 02/1997, 174 s.
- Fylkesmannen i Telemark, 2003. Fiskeressurser i regulerte vassdrag i Telemark. Samlerapport 2000-2003. Miljøvernavdelingen, ikke paginert.
- Grimås, U. 1962. The effect of increased water level fluctuations upon the bottom fauna in Lake Blåsjön, northern Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 44, 14-41.
- Gustavsen, P.Ø. 2008. Fiskeressurser i regulerte vassdrag i Telemark. Oppsummering av resultater fra fiskeundersøkelser i perioden 2003-2008. Gustavsennaturanalyser, rapport 4-2008, 107 s.
- Hesthagen, T. & Johnsen, S. 2006. Avkastnings- og bestandsforhold hos aure i Vinsteren. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen, rapport nr 1/06.
- Hekne, A.M. 2008. Effekter av lav sommervannstand på ørret (*Salmo trutta*) i reguleringsmagasinet Kjelavatn. Masteroppgave, Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap, 35 s
- Jennings, S. 1997. Aquatic life cycle strategies: survival in a variable environment. Tree 12, 10: 384-385
- Junk, W.J., Bayley, P.B., Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 110-127
- Meland, A. 2008. Låg vasstand i Bordalsvatn sommaren 2006; innverknad på vekst og kvalitet hjå aure (*Salmo trutta*). Masteroppgave, Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap, 38 s
- Rustadbakken, A. 2003. Fiskebiologiske undersøkelser i Aursjømagasinet, Lesja og Nesset kommuner 2002. Naturkompetanse as, Rapport nr. 4-2003, 35 s.
- Saltveit, S.J. og Brabrand, Å. 2008. Fiskeribiologiske undersøkelser i Aursjøen i 2007. Rapp. Lab. FerskvØkol. Innlandsfiske, Universitetets naturhistoriske museer, Oslo, 262, 24s