

Sjøaure (*Salmo trutta*) i Hardangerfjorden - Lakselusinfeksjon, vekst og diett i eit fjordsystem med stor oppdrettsaktivitet

Sea trout (*Salmo trutta*) in the Hardanger fjord - Growth, diet and salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infections in an area with massive fish farming

Gry Walle

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



Forord

Dette er mi mastergradsoppgåve i naturforvaltning ved Institutt for Naturforvaltning, INA, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB).

Ein stor takk til hovedveileder professor Reidar Borgstrøm (INA, UMB) for uvurderlige råd og innspel under skriveprosessen. Takk til ekstern veileder ved Havforskningsinstituttet (IMR) forskar Øystein Skaala for råd undervegs og lærerik sommar på feltstasjonen i Guddal. I tillegg vil eg takke Rådgivende Biologer i Bergen for analysar og for dykkar store tolmod med spørsmåla mine. Til slutt vil eg rette ein takk til Monika Haugland ved IMR/Voss klekkeri, for hjelp på laboratoriet sommaren 2007.

Ås, mai 2008

Gry Walle

Samandrag

Smoltalder, vekst, diett og lakseluspåslag vart undersøkt for sjøaure (*Salmo trutta*) i Hardangerfjorden fiska i perioden 2005 til 2007. Fangst vart gjort med oter, garn og trål i ulike delar av fjorden. Hardangerfjorden har den største tettleiken av oppdrettsanlegg i Noreg, noke som har ført til ein høg prevalens av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) hjå vill sjøaure.

Det var ein signifikant skilnad i tilbakerekna smoltalder for fisk fanga i ytre, midtre og indre Hardanger. Den eldste smolten kom frå elvar i indre Hardangerfjorden, med gjennomsnittleg smoltalder på 3,1 år, og den yngste frå elvar i Etnefjorden, i ytre Hardangerfjorden, med 2,4 år. For heile fjorden varierte gjennomsnittleg vekst fyrste sesong i sjø mellom 22 – 186 mm, men sjøaure teke i midtre Hardangerfjorden hadde den største veksten 1.sesong i sjø. Fisk var det dominerande byttedyret i dietten, der særleg artar i sildefamilien (Clupeidae) og kutlingfamilien (Gobiidae) hadde det største bidraget i våtvekt. For sjøaure under 20 cm, det vil sei postsmolt, var insekt det viktigaste næringsemnet.

Det var ein høg prevalens av lakselus på sjøaure, særleg høgt var det i Etnefjoden, men óg i midtre Hardangerfjorden var det ein høg prevalens av lakselus. For indre delen av fjorden var infeksjonen lågare, og under 50 % av fisken hadde lus. Det kan tyda på at lakselus har ført til reduserte vekster for sjøaure i Hardangerfjorden.

Abstract

Smolt age, growth, diet and salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infestation was investigated for sea trout (*Salmo trutta*) in the Hardanger fjord. Fish was collected by otter board, gill nets and by thrawl in 2005, 2006 and 2007, in different zones of the fjord system. The Hardanger fjord has the highest number of fish farms in Norway. This has caused a severe infestation of sea lice in wild sea trout.

There was a significant difference in back-calculated smolt age between the different zones of the fjord. The oldest smolt was captured in the inner part of the fjord, with an average smolt age of 3,1 years. The youngest smolt with an smolt age of 2,4 years was found in the Etne fjord. Sea trout from the middle part of the Hardanger fjord had the largest length increment. For the entire fjord system the growth in post smolt varied from 22 – 186 mm. Fish made up the largest contribution to the diet of sea trout. The two most dominating fish families in the diet were Clupeides and the family of *Gobiidae*. Fish was an important prey for sea trout of all sizes however, insects were the most important prey for sea trout under 20 cm in length.

The proportion of sea trout infested with salmon lice was high. The highest proportion was found in the Etne fjord. The inner part of the Hardanger fjord had the lowest infestation, with less than 50 % of the sea trout carrying sea lice. The high prevalence of salmon lice may be the largest cause of the decline in growth increment of sea trout in the Hardanger fjord.

Innholdsliste

1	Innleiing	1
2	Material og metode	3
2.1	Studieområde	3
2.2	Fiskematerialet.....	3
2.3	Analysar	4
3	Resultat	6
3.1	Smoltalder.....	6
3.2	Vekst 1. sesong i sjø	6
3.3	Diett	7
3.4	Påslag av lus	11
3.5	K-faktor	14
4	Diskusjon	17
5	Konklusjon	21
6	Litteraturlista.....	22
	Vedlegg 1	
	Vedlegg 2	

1 Innleiing

Bestandane av både vill laks (*Salmo salar*) og sjøaure (*Salmo trutta*) har det siste tiåret vore i nedgong i Hardangerfjorden (Finstad et al. 2007b). Irland opplevde i 1989 og 1990 ein kollaps av sjøaurebestandane, samstundes var det òg ein nedgong i dei skotske sjøaurebestandane (McArdle et al. 1993; McVicar et al. 1993; Keeley & Grant 2001; Byrne et al. 2002; Poole et al. 2002; Byrne et al. 2004). Felles for alle tre områda er ein framvekst av, og sterk auke i oppdrettsnæringa. Det har sidan blitt spekulert i om denne næringa har bidratt til nedgongen av dei ville bestandane av sjøaure, særskild på grunn av overføring av lakselus (Bjørn & Finstad 2002; Otterå et al. 2004). Andre sjukdommar har blitt nevnt, då særskild i Skottland, der det har vore nedgong i områder òg utan fiskeoppdrett (McVicar et al. 1993). Hardangerfjorden har Noregs største tettleik av oppdrettsanlegg, med rundt 50 slike anlegg i 2004 og med unntak av eit anlegg var alle lokalisert i ytre og midtre del av Hardangerfjorden (Anon. 2006; Finstad et al. 2007b). Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) overlev ikkje i ferskvatn (Heuch et al. 2002), men med oppdrettsanlegg som fungerer som eit reservoar, kan lus oppretthalda høge bestandar gjennom vinteren. I tidlegare studier på lakselus i Hardangerfjorden fant ein sær høg konsentrasjon i Etnefjorden (Boxaspen & Asplin 2008; Finstad et al. 2007b). Parasittar utgjer ein stressfaktor for fisk, og ein effekt av lakselus på sjøauren kan vera redusert vekst og kondisjon, med større risiko for sjukdommar (Tully & Whelan 1993; Borgstrøm & Skaala 1999).

Både stasjonær og anadrom aure gyt om hausten i ferskvatn, og ein populasjon kan bestå av både stasjonære og anadrome individ (Jonsson 1985; Elliott 1994). Smolt vandrar ut om våren, og etter smoltifisering vil sjøaure vandra årleg mellom ferskvatn og det marine habitat (Jonsson 1985). Alderen på smolt varierar mellom populasjonar og innan ein populasjon. I Noreg kan smoltalderen variera frå eitt til åtte år (Borgstrøm & Heggenes 1988; L'Abée-Lund et al. 1989; Jonsson et al. 1991; L'Abée-Lund 1994). Kalde elvar/bekkar produserar eldre smolt enn kva som er tilfellet for varmare oppveksthabitat (L'Abée-Lund et al. 1989). Elvane/bekkane som renn ut i midtre og indre Hardangerfjorden er påverka av brevatn frå Folgefonna og kringliggjande høg fjell (Anon. 2005), og temperaturen kan difor vera lågare her enn kva som er tilfellet for Etneelva som renn ut i Etnefjorden, i ytre del av Hardangerfjorden. Temperatur er ein viktig faktor for vekst i både ferskvatn og i sjøen (Elliott

et al. 1995), for indre Hardangerfjorden har det óg blitt vist ein lågare sjøtemperatur enn kva som er tilfellet lenger utover i fjorden (Otterå et al. 2004).

Anadrom fisk veks raskare i sjøen enn stasjonær fisk i ferskvatn. Raskare vekst for aure som vandrar til saltvatn enn for ferskvatn stasjonær aure kjem av utnyttinga av dei rike marine matressursane (Grønvik & Klemetsen 1987; Keeley & Grant 2001; Rikardsen et al. 2000; de Leeuw et al. 2007; Rikardsen et al. 2007). På trass av viktigheita av sjøoppfaldet, har ikkje den marine dietten til aure vorte undersøkt i same grad som diett i ferskvatn. Lengden på sjøoppfaldet varierar, frå gjennomsnittlege 68 dagar for fisk frå Vardnes i Nord-Noreg, til fisk som overvintrar i sjøen, ofte der elvar og bekkar er små og utan gode overvintringsmoglegheitar (Berg & Berg 1987; Heuch et al. 2002; Olsen et al. 2006; Rikardsen et al. 2006). Sjøaure er ein generalist, og diett skifter med storleik, geografi og sesong (Pemberton 1976; Lyse et al. 1998; Knutsen et al. 2001; Rikardsen et al. 2007). Ulike studiar indikerar eit skifte i diett frå ein insekt- og krepsdyrdominert diett hjå postsmolt, til ein fiskedominert diett hjå større sjøaure (Pemberton 1976; Elliott 1997; Lyse et al. 1998). Store skilnadar i næringstilbodet kan få innverknig på veksten til sjøauren (Borgstrøm & Skaala 1999).

På bakgrunn av detta forventar eg å finna:

- Ein skilnad i smoltalder frå ytterst til innerst i Hardangerfjorden.
- Ein mogleg skilnad i vekst hjå postsmolt i ulike delar av fjorden.
- At diett varierar mellom hjå ulike storleiksklassar. Stort innslag av fisk er forventa hjå større sjøaure.
- Fleire fisk med lus og meir lus pr fisk i ytre og midtre del av Hardangerfjorden i forhold til indre Hardangerfjord.

2 Material og metode

2.1 Studieområde

Studieområdet var Hardangerfjorden i Hordaland. Fjorden er 179 km lang, og 861 m på det djupaste ved Øystese. Innsamlinga av aure vart gjort ulike stadar i dette fjordsystemet (Fig. 1). Saliniteten i fjorden varierar gjennom året, og i perioden juni-august er brakkvatn (mindre enn 25 ‰ salt) å finna i heile fjorden ned til 5 m djubde (Otterå et al. 2004). Med minkande tilførsel av ferskvatn blir fjorden i løpet av hausten og gjennom vinteren normal saltholdig, med meir enn 30 ‰ salt (Otterå et al. 2004). Elvane i sone 2 og 3, midtre og indre Hardangerfjord, er i kategoriane "bre-høgfjell" og "høgfjell". Sone 1 har avrenningsområde i kategorien "vestkystregion" (Anon. 2005). Kategoriane fortell om temperaturane i dei aktuelle regionane, med forventa kaldare elvar/bekkar innover i fjordsystemet. Sjøtemperaturen i dei øvste laga er venta å vera påverka av lufttemperaturen, og lufttemperaturar frå målestasjonen på Flesland har blitt brukt for å indikera om det kan ha vore større skilnader i sjøtemperatur i åra. 1998-2007 (figur 2).

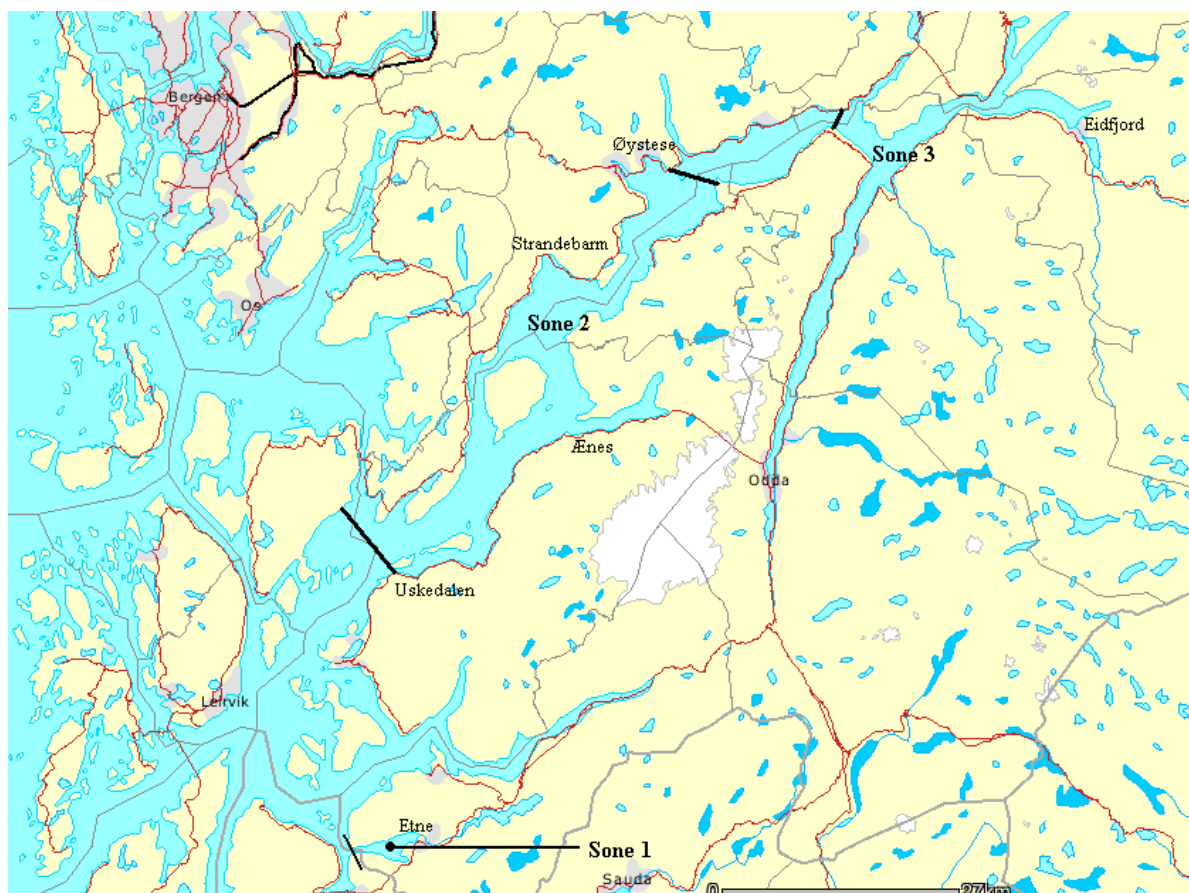
Hardangerfjorden har den største tettleiken av oppdrettsanlegg i Noreg. Flest anlegg er lokalisert i den midtre sonen og utover i fjordsystemet (Anon. 2006a).

2.2 Fiskematerialet

I Sone 1, dvs. i Etnefjorden innover mot Etne, består aurematerialet av fisk tekne på oter. Den midtre sonen (sone 2), med lokalitetar frå Uskedalen, Dimmelsvik, Seimsfoss, Ænes, Mundheim, Strandebarm, Vikøy og Øystese, består materialet av fisk teke på garn. Frå den innerste sonen (sone 3), er det samla inn aure fanga på oter i Granvinsfjorden, Sørfjorden, Kinsarvik og Eidfjorden (Fig. 1). Materialet frå trålingar i fjorden er ikkje skild etter soner. Det var ingen systematikk i storleiken på garna brukt under innsamlinga.

I perioden 2005-2007 vart det totalt fanga 544 sjøaure på oter, garn og trål. På all fanga sjøaure vart lakselus talde opp. Data for smoltlengder, vekst og alder er tilbakerekna frå 224 fisk tekne på oter og garn i 2005-2007. I diettanalysane vart det ikkje teke med tomme magar, og diettanalysen var såleis basert på 151 fisk tekne på oter og garn frå 2005-2007, og med trål i 2007. Fanga fisk i garn vart klypt/skoren ut av garnet, og all fanga fisk vart straks etter fangst lagt i individuelle plastposar. Posane med fisk vart merkt og frosne ned for seinare analysar.

Lengdefordelinga av smolt frå dei ulike åra og i ulike soner er vist i vedlegg 1.



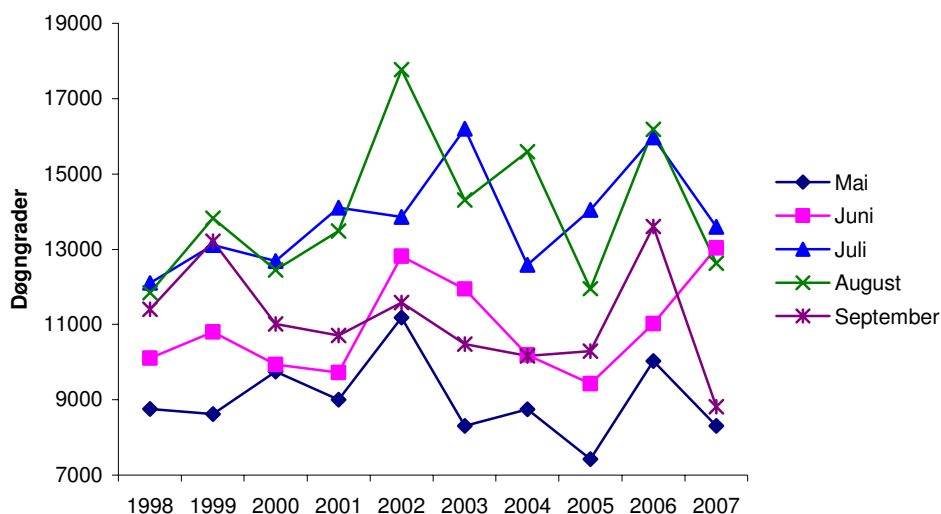
Figur 1. Studieområdet Hardangerfjord. Sone 1 er Etnefjorden. Sone 2 består av lokalitetar frå Uskedalen til og Øystese. Sone 3 er den indre delen av fjordsystemet, med Granvinsfjorden, Sørffjorden (inn til Odda) og Eidfjorden (inn til Eidfjord).

2.3 Analysar

Etter tining vart total fiskelengde målt til næraste mm, frå snute til enden av halefinnen utspent i "naturlig posisjon", og vegd til næraste 1 g. Fultons K-faktor ($K = 100 VL^{-3}$) vart berekna, der L er lengde i cm og V er vekt i gram. Alder og tilbakerekna lengde ved alder vart funne ved analysar av skjel. Tilbakerekning av lengde ved alder er basert på eit lineært høve mellom fiskeveksten og skjelveksten (Dahl 1910; Lea 1910). Smoltalder vart funne ved avlesing av skjel. Størst vekst er i sjøen, og smoltalder vart fastsett ut frå storleiken av årssonene og mengden av sklerittar i kvar årssone. Jonsson (1985) fann at skjel hjå sjøaure var lettare å lesa enn otolittar, som er vanleg brukt hjå stasjonær fisk.

Innhaldet i matrøyret og magesekken bak vart samla inn og seinare undersøkt under stereolupe, og byttedyra bestemt til familie eller art om mogleg. Insekt vart i mange høve ikkje bestemt vidare enn til gruppe. Otolittar frå byttefisk vart òg nytta til artsbestemming, basert på Härkönen (1986). For bestemming av insekt var Sundby (1976) nytta, og for krepsdyr Enckell (1980). Massen av byttedyra vart vegd som våtvekt til næraste mg. Byttedyra vart òg lengdemålt til næraste mm, om mogleg. Fordøyelsesgraden avgjorde her om lengdemåling kunne gjennomførast. Det vart nytta vekt og ikkje antal byttedyr som mål på diett, då det i mange høve var vanskeleg å telja byttedyra og få eit korrekt bilete av dietten på det viset. For å beskrive diett vart diettanalysane basert på bidraget i vekt som kvar byttedyrgruppe/art hadde i prosent av det totale mageinnhald (Amundsen et al. 1996). Dette er framstilt som prosentvis mengde ($\% B_i$), der M_i er mageinnhaldet i våtvekt av byttedyr i , og M_t er det totale mageinnhaldet frå alle magane i den aktuelle prøven:

$$\% B_i = (\sum M_i / M_t) * 100$$



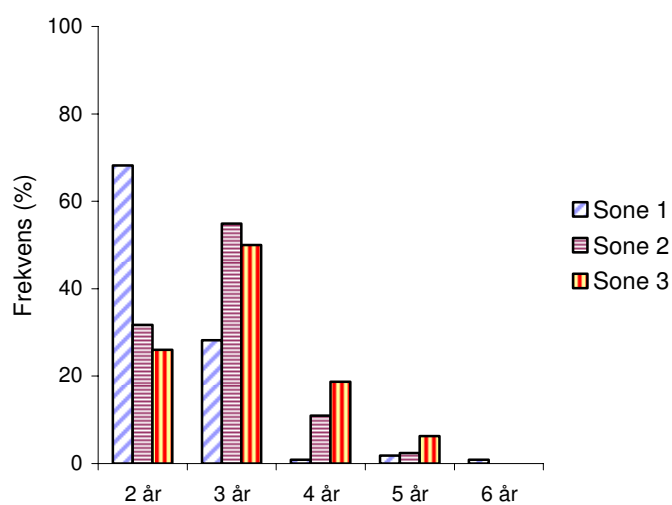
Figur 2. Lufttemperaturar (samla døgngader) for månadane mai-september ved Flesland målestasjon, Bergen. Lufttemperatur er brukt som ein indikator på sjøtemperatur i Hardangerfjorden i perioden 1998-2007. (Data frå Meteorologisk institutt).

Statistikk programmet MINITAB vart nytta for dei statistiske analysane. Det vart kun nytta parametriske testar.

3 Resultat

3.1 Smoltalder

Alderen på smolt varierte mellom dei ulike sonene i Hardangerfjorden, (ANOVA, $P < 0,05$) (Fig. 3). Gjennomsnittleg smoltalder var høgast i sone 3, med 3,1 år. Gjennomsnittalderen for sone 1 var 2,4 år, og 2,8 år i sone 2. Tyngdepunktet for smolt som gjekk ut i sone 1 var 2-åringar, med 68,2 % av smolten. Tilsvarende var det for sone 2 og 3 respektive 31,7 % og 26 % av smolten som gjekk ut som 2-åringar. For desse sonene kom tyngdepunktet først eit år seinar, med 3 åringane.



Figur 3. Aldersfordeling av smolt (%) basert på avlesing av skjel frå aure i sone 1 (i Etnesfjorden, i ytre Hardangerfjorden), sone 2 midtre (Hardangerfjorden frå Uskedalen til Øystese), og sone 3 (indre delar av Hardangerfjorden).

3.2 Vekst fyrste sesong i sjø

Det var ingen forskjell mellom kjønn med omsyn til vekst fyrste sesong i sjø (T-test, $P > 0,05$). Mellom år var det derimot skilnad i vekst (ANOVA, $P < 0,05$), der veksten var høgast i 2001, 2003 og 2004. Tabell 2 summerar opp veksten for postsmolt av ulik alder og i dei ulike sonene. Postsmolt synte ein høgare vekst i sone 2 enn i sonene 1 og 3 (ANOVA, $P < 0,05$). I sone 1 varierte den gjennomsnittlege veksten for 2-års postsmolt dei ulike åra mellom 88,3 mm og 129 mm. For 3-årig postsmolt varierte veksten mellom 87,9 mm og 118,5 mm. I sone 2 var den gjennomsnittlege veksten for 2-årig postsmolt mellom 102,2 mm og 151,4 mm. For

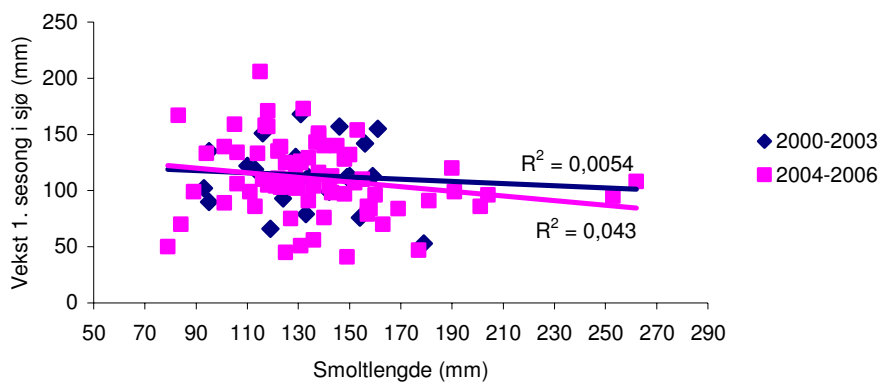
3-årig postsmolt frå denne sona varierte tilveksten frå 72 mm til 165,5 mm, og for 4-åringane mellom 22 mm og 92 mm. Tilsvarende for sone 3 varierte gjennomsnittsveksten for 2-årig postsmolt mellom 80,3 mm og 186 mm, medan 3 åringane hadde 60 mm – 123 mm og 4 åringane 76 mm – 84,5 mm i tilvekst (Tabell 1). Ein svak trend kunne tyda på ein viss forskjell i vekst fyrste sesong i sjø mellom stor og liten smolt (Fig. 4 a-c), der den mindre smolten hadde noko større vekst. Ein korrelasjonstest synte likevel ingen signifikant samanheng mellom postsmoltlengde og vekst fyrste sesong i sjø (Pearson corr. $P > 0,05$).

3.3 Diett

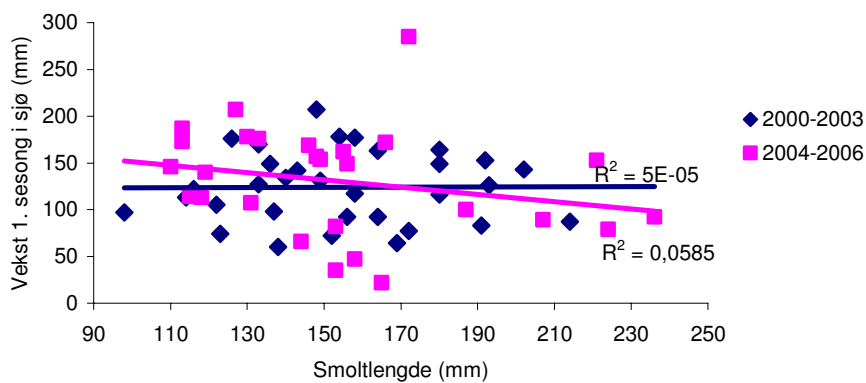
Fisk dominerte i dietten til sjøaure i Hardangerfjorden. Det var likevel ein signifikant forskjell mellom dei ulike sonene, og mellom år (ANOVA, $P < 0,05$). Det var særskilt sone 2 som skilde seg ut med høgare andel av fisk i dietten målt i masse (Figur 5). Her utgjorde fisk 90-100 % av dietten til sjøaure i perioden 2005-2007. I sone 1 varierte fiskeinnslaget frå 21,4 % til 98 % av dietten i 2006-2007. For indre Hardangerfjorden, sone 3, var det kun mageprøvar frå 2007, og her var 87,2 % av dietten fisk. Innslaget av insekt varierte meir mellom år (Fig. 5). Sjøaure frå sone 1 synte den største variasjonen i diett, men òg her stod fisk for eit betydeleg bidrag av dietten. Tidleg på sommaren i 2006 var det insekt som dominerte i dietten her, med 78,1 %. Blant krepsdyr var det særskild *Meganyctiphanes norvegica* som var dominerande. Blant identifiserte insekt var det ordenen veps, *Hymenoptera*, og maurfamilien, *Formicidae*, som hadde størst bidrag i masse (Vedlegg 2).

Det var særskilt fisk frå sildefamilien (Clupeidae) som var dominerande i dietten. I 2006 var 75 % av byttfiskens brisling (*Sprattus sprattus*), mens i 2007 var dette talet 29,5 %. Brisling var fråverande i dietten i 2005, og dette året dominerte sild (*Clupea harengus*) (Fig. 6). Dei to viktigaste familiane i fiskedietten, sildefamilien og kutlingfamilien (Gobiidae) bidrog samla med 83 % i 2005, 82 % i 2006 og 90 % i 2007. Innslag av fisk i dietten var betydeleg alt frå liten storleik, men små fisk syntest å ha eit større innslag av insekt og krepsdyr i dietten (Fig. 7 a-c). I lengdegruppa 10-20 cm var insekt ei viktig byttedyrgruppe i 2007, og insekt utgjorde her 52,5 %. Blant større sjøaure auka andelen av fisk (Fig. 7 a-c). I 2007 var det eit større innslag av krepsdyr i dietten for alle lengdeklassene samanlikna med dei to føregåande åra.

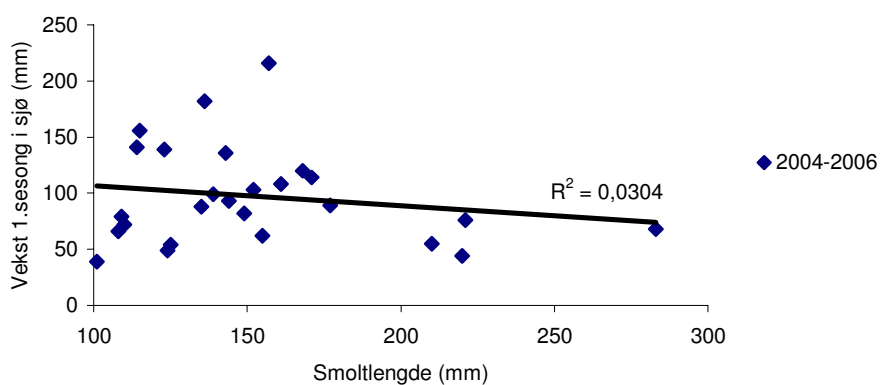
4 a)



4 b)



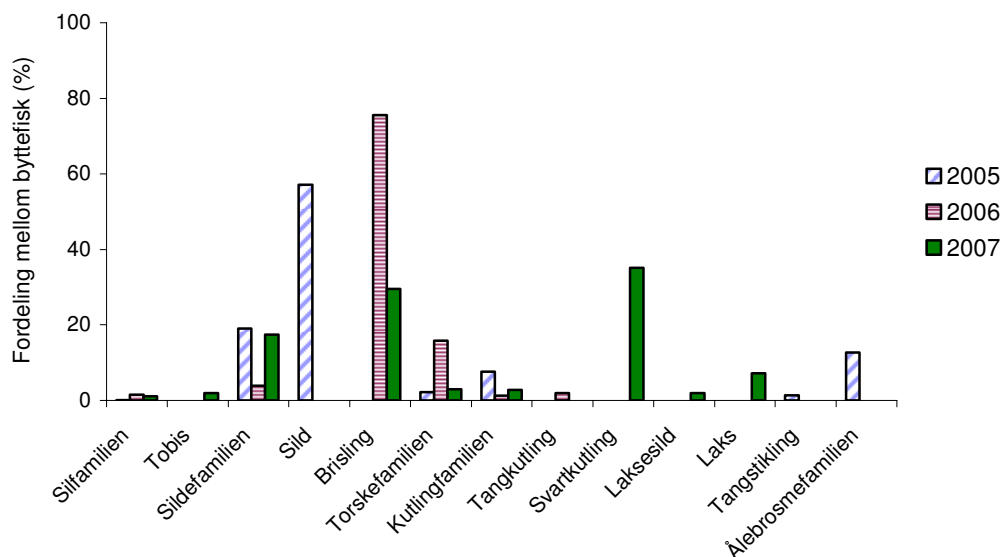
4 c)



Figur 4 a-c. Smoltlengde mot vekst fyrste sesong i sjø, basert på tilbakerekna data frå skjel. a) frå sone 1, Etnefjorden. b) frå sone 2, Uskedalen til Øystese, og c) frå sone 3, Granvinsfjorden, Sørffjorden og Eidfjorden.

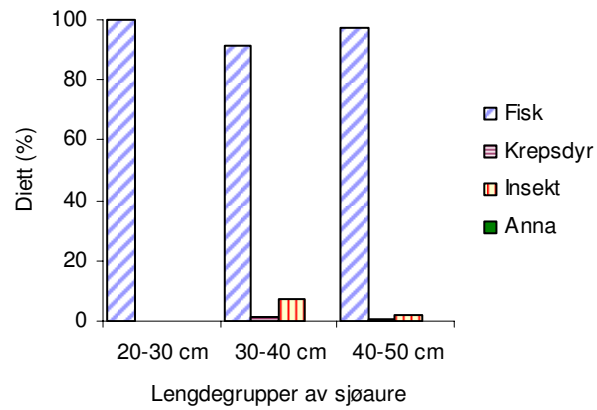


Figur 5. Diett (våtvekt %) til sjøaure frå Hardangerfjorden, i 2005-2007. Sone 1 er Etnefjorden. Sone 2 er midtre delar av fjorden frå Uskedalen til Øystese, og sone 3 er den indre delen av Hardangerfjorden. I gruppa "anna" inngår både ubestemt mageinnhald og ein del andre evertebratgrupper.

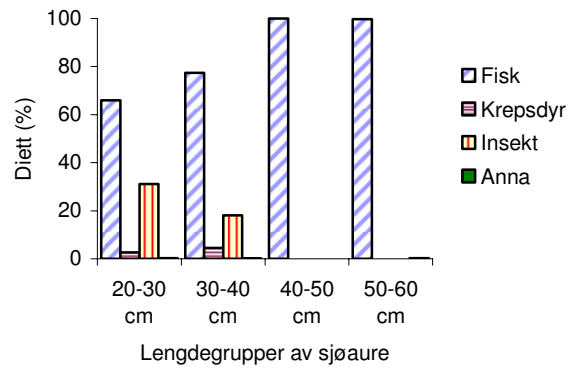


Figur 6. Våtvekt (%) av identifiserte byttefisk i mageinnhaldet til aure frå alle sonene i Hardangerfjorden fanga på oter og garn i 2005-2007, og frå trål 2006-2007.

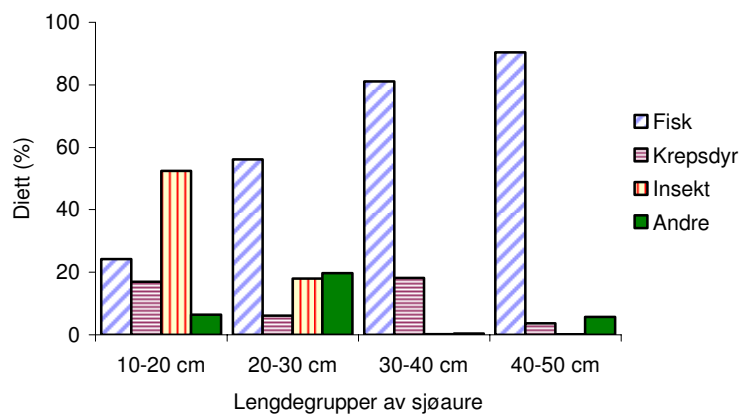
7 a)



7 b)

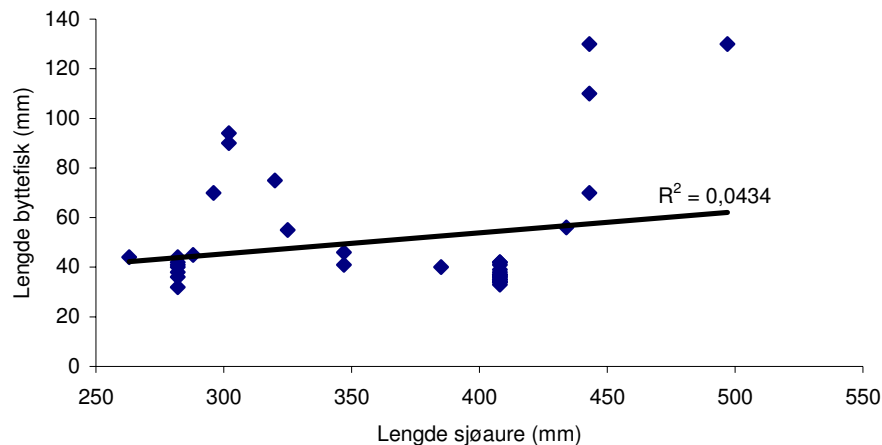


7 c)



Figur 7 a-c. Diett(våtvekt %) hjå ulike lengdegrupper av sjøaure frå alle sonene. a) frå 2005, b) frå 2006 og c) frå 2007.

Lengden av byttefisk mot lengden av sjøaure synte ingen sterk korrelasjon (Fig. 8). Men dette materialet var lite, sidan det kun var mogeleg å måle lengden til byttefisk i 14 auremagar grunna fordøyelsesgrad. Byttefisklengdene varierte frå 32 mm til 130 mm, med ein gjennomsnittslengden på 47 mm.



Figur 8. Lengden av byttefisk (mm) mot lengde av sjøaure (mm), frå mageprøvar av sjøaure tekne i Hardangerfjorden i perioden 2005-2007. Det er kun heile byttefisk lengda er målt på

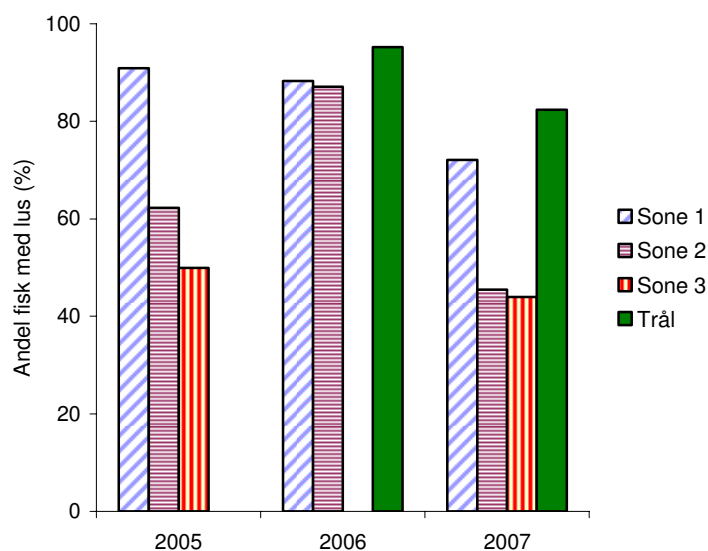
3.4 Påslag av lus

Det var ein høg prevalens av laskelus på sjøauren (figur 9). Særleg 2006 kom særst dårleg ut, med høg prevalens av lus på fisk i sonene 1-2, med respektive 88 % og 87 %. I dei tre åra 2005 til 2007, var det i sone 1 frå 72 % til 91 % av undersøkt sjøaure som hadde lus. Tilsvarende var det for sone 2 45 % - 87 % av fisken som hadde lus i 2005-2007. For fisk teke i indre Hardangerfjorden hadde 50 % lus i 2005, og 44 % i 2007. Andel infisert fisk med lus teke på trål var i 2006 95 % og i 2007 82 % (Figur 8). I Etnefjorden og for fisk i trålmaterialet var det ein signifikant samanheng mellom lengden på fisken, og antal lus (Pearson corr. $P < 0,05$). Dette var ikkje tilfellet for sone 2 og 3 (Fig. 9 a-d). I sone 3, indre Hardangerfjord, var påslaget av lus lågare enn for dei andre sonene (Fig. 9 a-d).

Tabell II. Gjennomsnittleg antal lakselus på undersøkt sjøaure med lus i Ytre Hardangerfjorden som er sone 1. Midtre Hardangerfjord sone 2, og sone 3 indre Hardangerfjord. Ein fisk teke i sone 3 2007 hadde 234 lus, denne er ikkje med i tabellen.

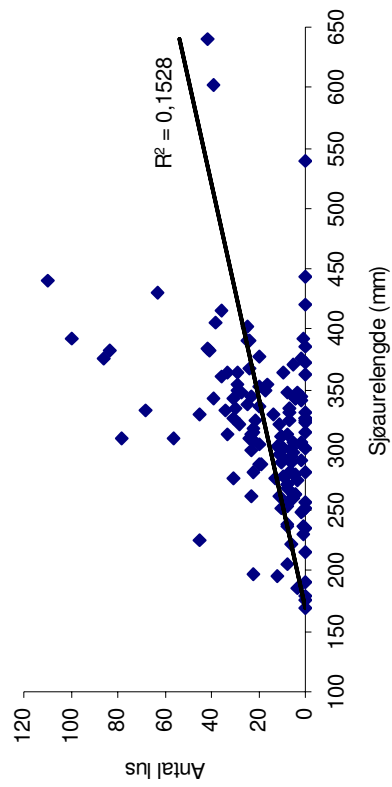
	2005	2006	2007
Sone 1	24,2 ± 27,5 (30)	19,8 ± 16,3 (53)	17,6 ± 20,6 (31)
Sone 2	18,1 ± 22,3 (71)	14,8 ± 22,1 (27)	16,4 ± 24,1 (5)
Sone 3	3 ± 1,4(2)		19,9 ± 24,2 (10)
Trål		26,3 ± 29,4 (180)	35,5 ± 38,5 (28)

Gjennomsnittleg antal lus pr luseinfisert fisk varierte mellom 17,6 og 24,2 i sone 1 i perioden 2005-2007. Óg for sone 2 var antal lus stabilt i same periode, med gjennomsnittlege 14,8-18,1 lus pr fisk. Sone 3 hadde ein mindre andel fisk med lus, og i tillegg var antalet lus pr fisk óg lågare, med eit unntak i 2007, då ein fisk hadde 234 lus. Gjennomsnittet utan denne var då 19,9 mot 39,4 med den aktuelle fisken (Tabell II).

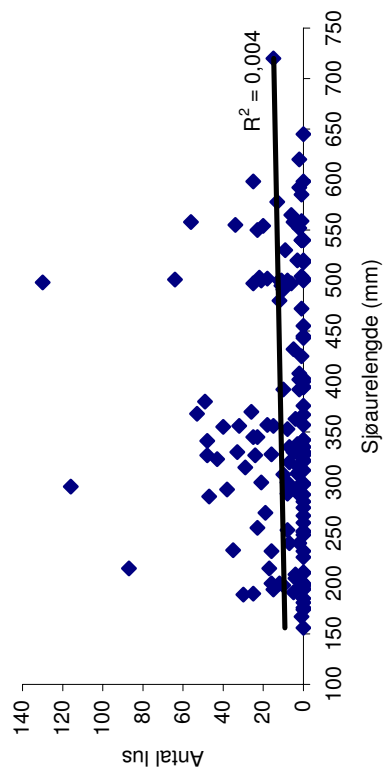


Figur 9. Andel undersøkt sjøaure (%) som hadde lus dei ulike åra i sone 1 ytre Hardangerfjord, Etnefjord, sone 2 frå Uskedalen til Øystese (midtre Hardangerfjord), sone 3 Granvinsfjorden, Sørffjorden og Eidfjord (indre Hardangerfjord) og i trålfangster.

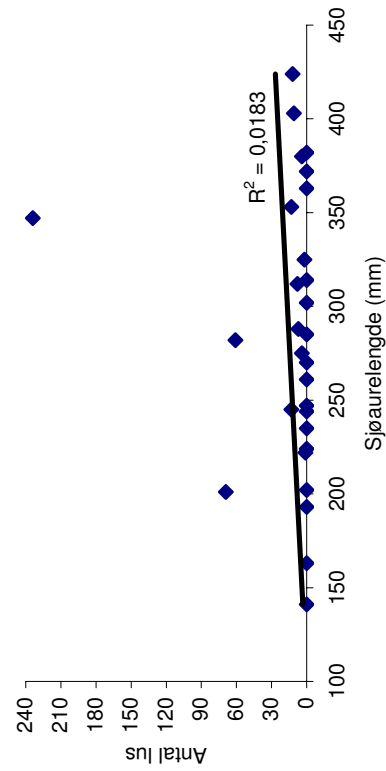
10 a)



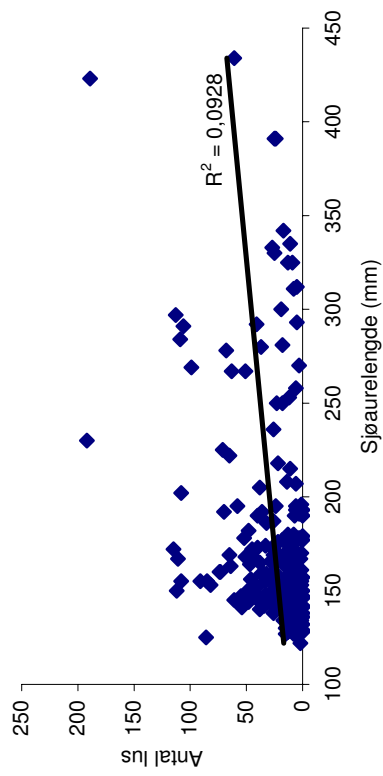
10 b)



10 c)



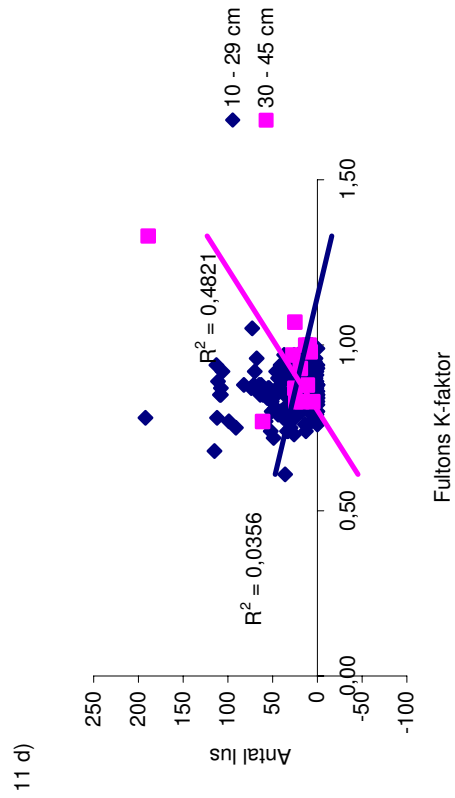
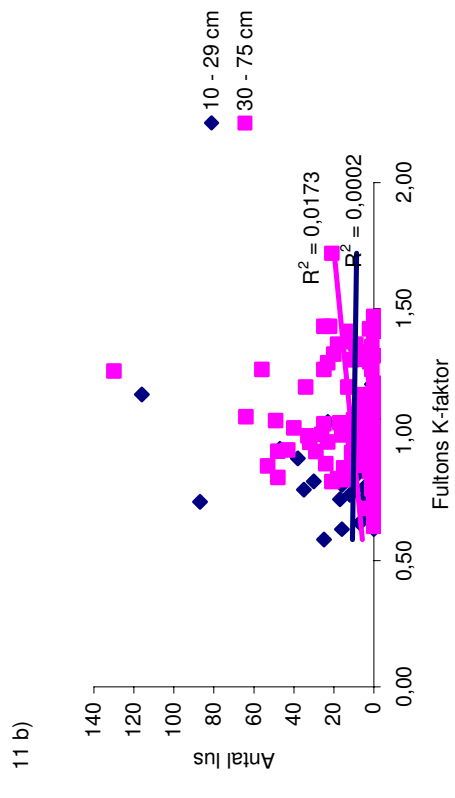
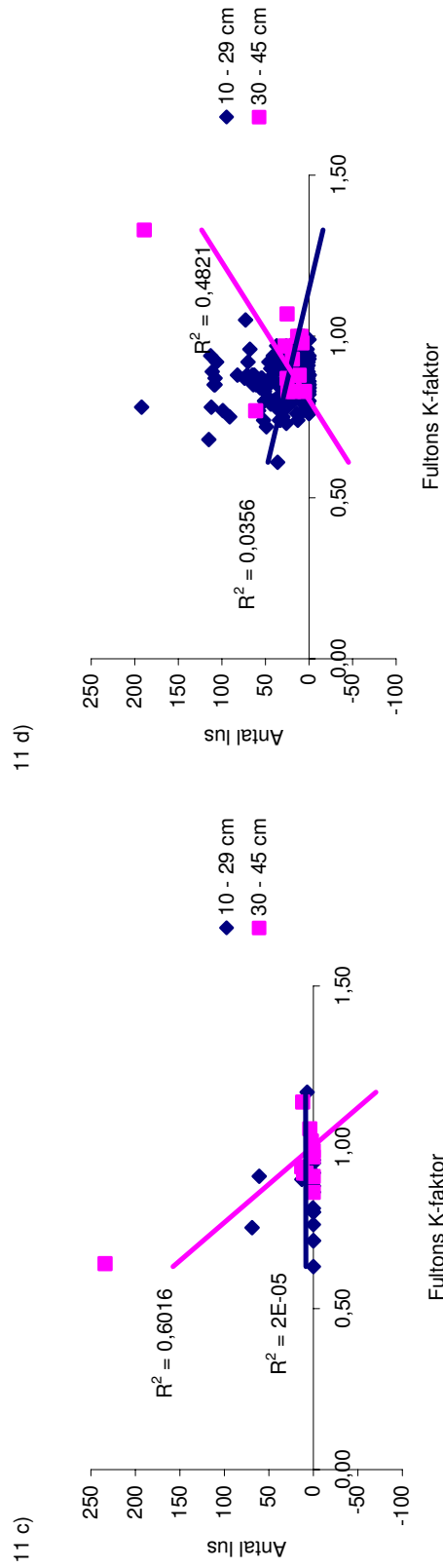
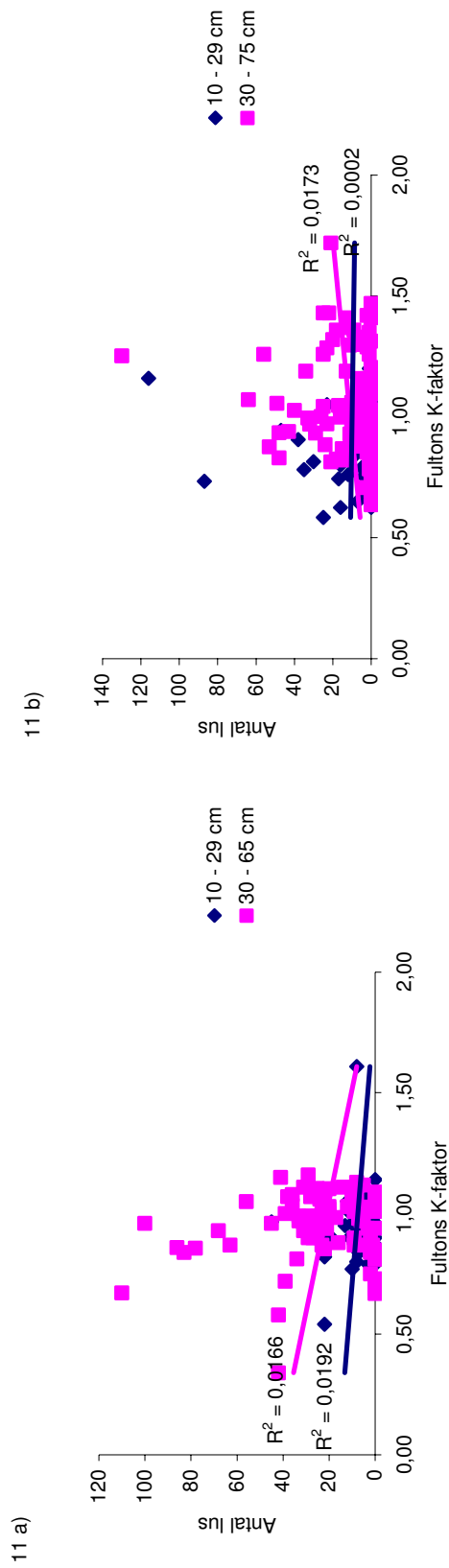
10 d)



Figur 10 a-d. Antal lus pr fisk i sone 1 (a) ytre Hardangerfjord, sone 2 (b) midtre Hardangerfjord, sone 3 (c) indre Hardangerfjord og d) trålfangster fra perioden 2005-2007.

3.5 *K-faktor*

Det var signifikant forskjell i K-faktor mellom dei ulike åra (ANOVA, $P < 0,05$). Høgast K-faktor hadde fisk teke i 2006, medan det var ingen signifikant forskjell mellom fisk teke i 2005 og 2007. Det var ikkje forskjell i K-faktor mellom dei ulike sonene i 2005, men signifikant forskjell i 2006 og 2007 (ANOVA, $P < 0,05$). For både 2006 og 2007 var det fisk i frå sone 2, midtre Hardanger, som hadde den høgaste K-faktoren. I 2007 hadde fisk frå sone 3 signifikant lågare K-faktor enn fisk frå ytre og midtre Hardangerfjord. Gjennomsnittleg K-faktor var i 2005 for sone 1 0,98, sone 2 0,92 og i sone 3 0,93. I 2006 var K-faktoren 0,92 i sone 1 og 1,2 i sone 2. Fisk teke på trål hadde ein gjennomsnittleg K-faktor på 0,86 i 2006. I 2007 hadde sjøaure i sone 1 ein gjennomsnittleg K-faktor på 0,95, for sone 2 var den 1,10 og i sone 3 0,88. Sjøaure frå trål hadde gjennomsnittleg K-faktor på 0,92. Det var ingen signifikant samanheng mellom mengden av lus og K-faktoren (Pearson corr. $P > 0,05$), med unntak av fisk under 30 cm tekne på trål. Her var det ein samanheng mellom K-faktor og antal lus (Fig. 11 a-d)



Figur 11 a-d. K-faktor mot antal lus pr fisk, for perioden 2005-2007 i a) ytre Hardangerfjorden (Emeffjorden), b) midtre Hardangerfjord (frå Uskedalen til Øystese), c) indre Hardangerfjorden (Granvinsfjorden, Sørfjorden og Eidfjorden), og d) fisk tekne på trål.

Tabell I. Gjennomsnittlig vekst første sesongen i sjø, basert på tilbakerekna lengde frå skjel. Vekst er i mm, med SD og antal sjøaure i parantes.
Fisk som gjekk ut som smolt same år dei blei fiska er ikkje med her. Sone 1 er i Emefjorden (ytre Hardangerfjorden), sone 2 er midtre Hardangerfjord frå Uskedalen til Øystese, og sone 3 er indre Hardangerfjord med Granvinsfjorden, Sørffjorden og Eidfjorden.

Smoltalder	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Sone 1								
2	102 (1)							
3				88,3 ± 33,2 (3)	121,4 ± 28,8 (12)	119 ± 30,7 (38)	99,8 ± 23,7 (17)	129 (1)
4				95,5 ± 23,3 (2)	118,5 ± 37,5 (4)	109 ± 40,1 (10)	87,9 ± 39,6 (7)	
5						108 (1)		
Sone 2								
2			102,2 ± 25 (5)	117 ± 75 (2)	148,4 ± 37,7 (7)	151,4 ± 36,1 (9)		
3		72 (1)	165,5 ± 17,7 (2)	103,5 ± 33,1 (6)	133,4 ± 28,2 (8)	134,1 ± 62,8(13)	98,7 ± 69 (3)	
4					83 (1)	92 (1)	22 (1)	
5						153 (1)		
Sone 3								
2						186 ± 42,4 (2)	80,3 ± 43,7 (4)	104 ± 45,3 (2)
3				60 (1)	123 (1)	103 (1)	87,5 ± 30 (4)	101,6 ± 44,4 (7)
4						84,5 ± 41,7 (2)		76 ± 32 (3)
5							68 (1)	

4 Diskusjon

Det kan sjå ut som om ferskvassmiljøa i Hardangerfjorden har mykje å sei for veksten fram til smoltifisering, sidan sjøauren frå dei ulike sonene i fjorden hadde ein signifikant skilnad i tilbakerekna smoltalder. Sjøauren teke i Etnefjorden hadde den lågaste smoltalderen, med gjennomsnittleg 2,4 år. Mest sannsynleg kjem mesteparten av auren teken i denne fjorden frå Etneelva. Eldst var sjøaure frå indre Hardangerfjorden med ein gjennomsnittsalder på 3,1 år. For sonene 2 og 3 gjekk respektive 68,3 % og 74 % av smolten ut som 3-åringar og eldre. Dette kan skuldast lågare elvetemperaturar i indre og midtre del, sidan fleire av elvane her kjem frå Folgefonna og frå høgfjellsområde med mykje snø. Til samanlikning gjekk flest smolt frå vassdrag lenger nord i Hordaland og Møre og Romsdal ut som 3 år og eldre (Jensen 1968; Jonsson 1985), og desse elvane kan og vera kaldare enn Etneelva..

Medan det både i Istra i Møre og Romsdal og Vardnes i Troms var ein skilnad i vekst mellom kjønn (Jensen 1968; Berg & Jonsson 1990), viste sjøauren i Hardangerfjorden ingen slik skilnad i vekst fyrste sesong i sjøen. Det var derimot ein signifikant skilnad i vekst fyrste sesong i sjø mellom år og soner, som kan antyda at veksttilhøva både i ulike delar av fjorden og mellom år varierer.. Det vart ikkje påvist ein samanheng mellom smoltlengd og vekst fyrste sesong i sjø. Temperatur og varierende matinntak er viktige faktorar for vekst hjå aure (Elliott et al. 1995), men veksten kan òg bli sterkt påverka av lakselusinfeksjonar (Skilbrei 2004). For sjøaure i Hardangerfjorden var den største veksten i alle sonene i 2001, 2003 og 2004. Tidlegare studier på vekst hjå sjøaure i Hardangerfjorden, synta ein større vekst frå indre Hardanger enn kva tilfellet var for ei stamme frå midtre Hardangerfjorden (Borgstrøm & Skaala 1999; Glover et al. 2003). Dette var ikkje tilfellet i min studie, der det var aure i sone 2 (midtre Hardangerfjorden) som hadde signifikant størst vekst. I 1998 vart det funne ein tilbakerekna vekst på 107 -131 mm på postsmolt frå midtre Hardangerfjord, medan veksten i indre Hardangerfjorden var 128 -162 mm (Borgstrøm & Skaala 1999). Årlege variasjonar i vekst er å vente (Elliott 1985), men om ein ser heile materialet under eitt har ikkje vekstene forandra seg frå 1998 til 2006, medan eldre materiale kan tyda på at veksten var høgare før 1982 (Borgstrøm & Skaala 1999). Frå perioden før 1982 til fram til i dag har mellom anna oppdrettsnæringa hatt ein sterk ekspansjon i Hardanger (Anon. 2006b), og det er nærliggjande å tenkja seg at lågare tilvekst hos sjøaure i dei siste åra kan knytast til endringane i oppvekstnæringa.

Aure frå 2006 og 2007 hadde ein høgare K-faktor enn tilsvarande i 2005. Som for vekst, var det sjøaure frå midtre Hardanger som hadde den høgaste K-faktoren. Dette forsterkar inntrykket av betre vekst i denne regionen. Sjøtemperaturen i indre Hardangerfjorden om sommaren er lågare enn i ytre deler (Otterå et al. 2004), og dette kan ha påverka sjøveksten til aure. Sone 2 hadde noko meir lus enn kva tilfellet var i indre fjorden, men signifikant betre vekst enn sone 3 med mindre lus. Sett over 3 år var det særleg sone 1 (Etnefjorden) som hadde ein høg andel av fisk med lus, og her var veksten òg lågare enn i sone 2.

For sjøaure på Skagerrakkysten er det vist at sjøaure oppnår største delen av veksten i perioden mai-september (Olsen et al. 2006). Om vi går ut frå at sjøtemperaturen i fjorden om sommaren stort sett fylgjer lufttemperaturen, med unntak av perioden med snøsmelting og ut over hausten då avkjøling av luft skjer raskare enn tilsvarande i vatn, skulle lufttemperaturane for perioden mai-september i 2001, 2003 og 2004 som alle låg rundt gjennomsnittstemperaturane for 1998-2007, òg tilsei at sjøtemperaturen desse åra var innafor normalen. På bakgrunn av dette er det kanskje lakselusa som er ein av hovedårsakane for den reduserte veksten som er å spore for sjøaure i Hardangerfjorden.

Skader påført av lakselus kan føre til dårlegare kondisjon og vekst, osmoregulatoriske problem, stress og ein auka motakeligheit mot sjukdommar og i verste fall føre til døden (Tully & Whelan 1993; Schram et al. 1998; Skilbrei 2004; Finstad et al. 2007b). For Hardangerfjorden er det antyda at så mykje som 50 % av sjøauren dør som fylgje av lakselusangrep (Finstad et al. 2007a), men til dømes for Guddalselva i midtre Hardangerfjorden er det langt lågare tilbakevendingsprosent. For smoltårsklassane frå Guddalselva i 2004 og 2005 var det ein overlevingsprosent på 1,9 % (Finstad et al. 2007a). Lakselus overlev ikkje lenge i ferskvatn (Heuch et al. 2002), og ved å returnera tildleg til ferskvatn kan fisken ”avlusast”. Dette kan føre til ein auka overleving, men dårlegare vekst enn kva tilfellet ville vore i sjøen (Grønvik & Klemetsen 1987). Sjøaure kan overvintra i sjøen, men med eit stort antal oppdrettsanlegg i fjorden er det å venta at fordelene med å utnytte det marine habitatet om vinteren vert redusert (Heuch et al. 2002; Rikardsen 2004). Oppgangen av umoden fisk til elvane i midtre Hardangerfjorden har minka dei seinare åra, men om det skuldast overvintring i sjøen eller den generelle nedgangen i bestanden er uvisst (Skaala pers.medd.). Sidan det òg kjem att lite gytefisk, er det likevel ikkje noko som tyder på at det skulle vera meir overvintring av umoden fisk i sjøen. Oppdrettsanlegga fungerer som

reservoar for lakselus, og ein høg infeksjon av villfisken når dei kjem ut i fjordbasseng med oppdrettsverksemd er såleis å forventa.

Målt i masse utgjorde fisk den største byttedyrgruppa for sjøaure i Hardangerfjorden. Kun i Etnefjorden sommaren 2006 var ikkje fisk det dominerande bytte. Her utgjorde insekt 78,1 %. Ellers stod fisk for 68,2 – 100 % av dietten i heile fjordsystemet. Dette er i samsvar med studier gjort på sjøaure i Nord-Noreg og langs Skagerrakkysten, som synte at fisk var den største byttedyrgruppa målt i masse (Grønvik & Klemetsen 1987; Knutsen et al. 2004; Rikardsen et al. 2006; Rikardsen et al. 2007). Samansettinga av dietten til dei ulike lengdeklassene synte eit betydeleg innslag av fisk hjå sjøaure > 20 cm. Elliott (1997) fann i ein litteraturstudie at sjøaure større enn 21 cm hadde fisk som den dominerande byttedyrgruppa, medan det for den mindre postsmolten var insekt og krepsdyr som utgjorde hovudkomponenten i dietten. Det same ser ein i Hardangerfjorden, der insekt utgjorde 56 % av dietten for sjøaure i lengdegruppa 10-20 cm, medan fisk stod for 24 % og krepsdyr 17 % av dietten. Frå Sogn og Fjordane fann Lyse et al. (1998) dietten hjå postsmolt av sjøaure til å vera insektdominert. I kontrast til postsmoltsjøaure i Sognefjorden var 48 % av dietten til sjøaure i lengdegruppa 10-20 cm i Hardangerfjorden byttedyr av marin art. òg for postsmolt av laks i Sognefjorden var krepsdyr dominerande i dietten (Rikardsen et al. 2004). Frå 20 cm var over 55 % av dietten fiskebasert, og hjå den største sjøauren (30 cm +) dominerte fisk i dietten, med over 77 %. Keeley & Grant (2001) peiker på at når laksefisk når 31 cm blir dei i all hovudsak fiskeetarar, fordi evertebratar ikkje lenger vil vera eit profitabelt bytte. For sjøaure i Hardangerfjorden var innslaget av evertebratar i høgda 22 % av dietten for fisk over 30 cm, og for fisk over 40 cm var evertebratinnslaget mindre enn 10 %.

I ein studie av sjøaure i North Argyll fann Pemberton (1976) eit skifte frå ein krepsdyrdominert diett tidleg på året, til ein auke i fiskeinntak utover sommaren. òg frå Noreg er det eksempel på sesongskifte i diett, med krepsdyr og insekt om våren og aukande mengde fisk i dietten utover sommaren og hausten (Knutsen et al. 2001; Rikardsen et al. 2006). For sjøaure i midtre og indre Hardangerfjord var det ingen ting som tyda på eit tilsvarende mønster for aure samla inn i april-september, det vil sei i perioden då sjøaure frå andre studieområder hadde ein krepsdyr- og insektdominert diett, var dietten i Hardangerfjorden 90 - 100 % fisk. Det var kun i Etnefjorden sommaren 2006 at det var eit skifte i diett, med auka andel av insekt. Dette var sjøaure med storleik frå 27-38 cm, det vil sei for det meste postsmolt og ein insektsdominert diett var såleis å vente.

For dei tre undersøkte åra, var særskild fisk frå silde- og kutlingfamilien viktig byttefisk. Sildefisk dominerte i 2005 og 2006, med respektive 76 % og 79 % av fisk i dietten. I 2007 var 47 % av fisk i dietten frå sildefamilien, og 43 % frå kutlingfamilien. Tilsvarende resultat er vist for sjøaure i Skagerrak og Nord-Noreg, med fisk frå sildefamilien som viktigaste byttefisk (Knutsen et al. 2004; Rikardsen et al. 2006). Frå Irland og Skottland er det kjent at sildefamilien og silfamilien (Ammodytidae) har hatt det største bidrag i fiskedietten (Pemberton 1976; Elliott 1997). Denne og andre studiar har vist at brisling er ein viktig del av dietten til sjøaure, samstundes har bestanden av fjordbrisling i Noreg vore i nedgang sidan 1970-talet (Torstensen 2007). For sjøaure i Hardangerfjorden var det ein auke i inntaket av andre byttefisk, som fisk frå kutlingfamilien dei år sildefamilien hadde eit mindre bidrag. Frå kutlingfamilien var det tangkutling (*Gobiusculus flavesence*) og svartkutling (*Gobius niger*) som vart ete av sjøauren. Begge artane er å finne i fjæra og langs botnen. Tangkutling kan finnast ned til 20 meter, medan svartkutling går heilt ned til 75 meters djubde (Pethon 1998). Dette kan indikera at sjøauren beiter mykje langs botnen, i alle fall i enkelte år der kutlingar dominerer i dietten.

Det er vist at det er ein korrelasjon mellom storleiken på byttefisk og rovfisk, der stor fisk tek større byttedyr (Grønvik & Klemetsen 1987; Mittelbach & Persson 1998). I materialet frå Hardangerfjorden var det ein trend mot at større fisk tok større byttefisk, men skilnaden var ikkje signifikant. Ein årsak til dette kan vera tilgong og storleiken på byttefisk, og både brisling og kutlingar er små artar. Særleg fisk i sildefamilien som til dømes brisling, opptre ofte i store stimar, og sjøl om den er ein liten byttefisk vil den vera attraktiv òg for stor sjøaure. I Mjøsa og Randsfjorden er tilsvarende ein liten fisk, krøkle (*Osmerus eperlanus*), den dominerande byttefisken for alle storleikar av aure, truleg som fylgje av den store tettleiken av krøkle i desse innsjøane (Skurdal et al. 1992). I Tyrifjorden har ikkje krøkle den same tettleiken som i Mjøsa og Randafjorden, og her skifter storauren til sik (*Coregonus lavaretus*) (Skurdal et al. 1992). Same mekanisme ligg kanskje bak valg av byttefisk i Hardangerfjorden, og med andre ord er tilgongen på byttefisk viktigare enn storleiken på denne.

5 Konklusjon

Som venta var det ein skilnad i alder på utvandrande smolt i fjordsystemet, med den eldste smolten innerst i fjorden. Sjøaure fiska i midtre Hardangerfjorden hadde den signifikant største veksten fyrste sesong i sjø. Sjøaure i Hardangerfjorden hadde eit særst høgt innslag av fisk i dietten. Blant byttefisk var det fisk frå sildefamilien, med særleg brisling, og arter i kutlingfamilien som dominerte dietten. Artar frå desse familiane var å finne som bytte for alle storleiksgrupper av sjøaure. Det var eit skilje for fisk over og under 30 cm i diett, over denne storleiken dominerte fisk i dietten totalt, men postsmolt hadde eit større innslag av evertebrater, og mykje insekt i dietten. Andelen av fisk med lus var høgt i den ytre og midtre sona, og noko lågare innerst. Særleg i Etnefjorden var andel fisk med lus høg. Det er med andre ord stort lusepåslag i dei delane av fjorden som har stor oppdrettsmerksemd.

Truleg har lakselus ført til redusert sjøvekst som kanskje er tydelegast i sone 1, Etnefjorden. For indre Hardangerfjorden har truleg temperatur i sjøen hatt større innverknig på vekst enn lus, sett i forhold til resten av Hardangerfjorden.

6 Litteraturlista

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.

Berg, O. K. & Berg, M. (1987). The seasonal pattern of growth of the sea trout (*Salmo trutta* L.) from the Vardnes River in northern Norway. *Aquaculture*, 62 (2): 143-152.

Berg, O. K. & Jonsson, B. (1990). Growth and survival rates of the anadromous trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River, northern Norway. *Environmental Biology of Fishes*, 29 (2): 145-154.

Bjørn, P. A. & Finstad, B. (2002). Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer), infestation in sympatric populations of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), and sea trout, *Salmo trutta* (L.), in areas near and distant from salmon farms. *Ices Journal of Marine Science*, 59 (1): 131-139.

Borgstrøm, R. & Heggenes, J. (1988). Smoltification of sea trout (*Salmo trutta*) at short length as an adaptation to extremely low summer stream flow. *Polskie Arch. Hydrobiol.*, 34: 375-384.

Borgstrøm, R. & Skaala, Ø. (1999). Sjøaure i Hardangerfjorden - Årlege svingningar i antal og vekst hos parr og vekst hos postsmolt. *Fisken og Havet*, Havforskningsinstituttet. 25 s.

Boxaspen, K. & Asplin, L. (2008). Laksesslutsituasjonen på Vestlandet i 2007. *Kyst og Havbruk 2008*: 148-152.

Byrne, C. J., Poole, W. R., Dillane, M. G. & Whelan, K. F. (2002). The Irish sea trout enhancement programme: an assessment of the parr stocking programme into the Burrishoole catchment. *Fisheries Management and Ecology*, 9 (6): 329-341.

Byrne, C. J., Poole, R., Dillane, A., Rogan, G. & Whelan, K. F. (2004). Temporal and environmental influences on the variation in sea trout (*Salmo trutta* L.) smolt migration in the Burrishoole system in the west of Ireland from 1971 to 2000. *Fisheries Research*, 66 (1): 85-94.

Dahl, K. (1910). *Alder og vekst hos laks og ørret belyst ved studiet av deres skjæl*. Kristiania, Centraltrykkeriet. 115 s.

de Leeuw, J. J., ter Hofstede, R. & Winter, H. V. (2007). Sea growth of anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of Sea Research*, 58 (2): 163-165.

Elliott, J. M. (1985). Growth, size, biomass and production for different life-stages of migratory trout *Salmo trutta* in a Lake District stream, 1966-83. *Journal of Animal Ecology*, 54 (3): 985-1001.

Elliott, J. M. (1994). *Quantitative ecology and the brown trout*. Oxford, Oxford University Press. 286 s.

Elliott, J. M., Hurley, M. A. & Fryer, R. J. (1995). A new, improved growth-model for brown trout, *Salmo trutta*. *Functional Ecology*, 9 (2): 290-298.

Elliott, J. M. (1997). Stomach contents of adult sea trout caught in six English rivers. *Journal of Fish Biology*, 50 (5): 1129-1132.

Enckell, P. H. (1980). *Kräftdjur*. Lund, Signum. 685 s.

Finstad, B., Boxaspen, K., Asplin, L. & Skaala, Ø. (2007a). Lakselusinteraksjoner mellom oppdrettsfisk og villfisk - Hardangerfjorden som et modellområde. *Kyst og Havbruk 2007*: 69-73.

Finstad, B., Økland, F., Uglem, I., Boxaspen, K., Skaala, Ø., Skilbrei, O., Aspin, L., Bjørn, P. A., Butterworth, K., McKinley, R. S., Olsen, R. S., Malkenes, R., Ritchie, G., Heuch, P. A. & Kvenseth, P. G. (2007b). Final report for NFR-project no. 163869: "The Hardangerfjord salmon lice project - 2004-2007". 1-36 s.

Glover, K.A., Skilbrei, O.T. & Skaala, Ø. (2003). Stock-specific growth and length frequency bimodality in brown trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, 132 (2): 307-315.

Grønvik, S. & Klemetsen, A. (1987). Marine food and diet overlap of co-occurring Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.), brown trout *Salmo trutta* L. and Atlantic salmon *S. salar* L. off Senja, N.Norway. *Polar Biology*, 7 (3): 173-177.

Heuch, P. A., Knutsen, J. A., Knutsen, H. & Schram, T. (2002). Salinity and temperature effects on sea lice over-wintering on sea trout (*Salmo trutta*) in coastal areas of the Skagerrak. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82 (5): 887-892.

Härkönen, T. (1986). *Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic*. Hellerup, Danbiu ApS. 256 s.

Jensen, K. W. (1968). Seatrout (*Salmo trutta*, L.) of the River Istra, Western Norway. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, 48: 187-213.

Jonsson, B. (1985). Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114 (2): 182-194.

Jonsson, B., L'Abée-Lund, J. H., Heggberget, T. G., Jensen, A. J., Johnsen, B. O., Naesje, T. F. & Saettem, L. M. (1991). Longevity, body size, and growth in anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48 (10): 1838-1845.

Keeley, E. R. & Grant, J. W. A. (2001). Prey size of salmonid fishes in streams, lakes, and oceans. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58 (6): 1122-1132.

Knutsen, J. A., Knutsen, H., Gjosaeter, J. & Jonsson, B. (2001). Food of anadromous brown trout at sea. *Journal of Fish Biology*, 59 (3): 533-543.

Knutsen, J. A., Knutsen, H., Olsen, E. M. & Jonsson, B. (2004). Marine feeding of anadromous *Salmo trutta* during winter. *Journal of Fish Biology*, 64 (1): 89-99.

- L'Abée-Lund, J. H., Jonsson, B., Jensen, A. J., Saettem, L. M., Heggberget, T. G., Johnsen, B. O. & Naesje, T. F. (1989). Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology*, 58 (2): 525-542.
- L'Abée-Lund, J. H. (1994). Effect of smolt age, sex and environmental conditions on sea age at first maturity of anadromous brown trout, *Salmo trutta*, in Norway. *Aquaculture*, 121 (1-3): 65-71.
- Lea, E. (1910). On the methods used in the herring-investigations. *Publ. Circonst. Cons. perm. int. Explore. Mer*, 53: 177 s.
- Lyse, A. A., Stefansson, S. O. & Ferno, A. (1998). Behaviour and diet of sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Journal of Fish Biology*, 52 (5): 923-936.
- McArdle, J. F., Dooleymartyn, C., Geoghegan, F., McKiernan, F. & Rodger, H. (1993). Furunculosis as a possible factor in the decline of sea trout in the West of Ireland. *Fisheries Research*, 17 (1-2): 201-207.
- McVicar, A. H., Sharp, L. A., Walker, A. F. & Pike, A. W. (1993). Diseases of wild sea trout in Scotland in relation to fish population decline. *Fisheries Research*, 17 (1-2): 175-185.
- Mittelbach, G. G. & Persson, L. (1998). The ontogeny of piscivory and its ecological consequences. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55 (6): 1454-1465.
- Olsen, E. M., Knutsen, H., Simonsen, J. H., Jonsson, B. & Knutsen, J. A. (2006). Seasonal variation in marine growth of sea trout, *Salmo trutta*, in coastal Skagerrak. *Ecology of Freshwater Fish*, 15 (4): 446-452.
- Otterå, H., Skilbrei, O., Skaala, Ø., Boxaspen, K., Aure, J., Taranger, G. L., Ervik, A. & Borgstrøm, R. (2004). Hardangerfjorden - produksjon av laksefisk og effekter på de ville bestandene av laksefisk. *Fisken og Havet* 3: 1-43.
- Pemberton, R. (1976). Sea trout in North Argyll sea lochs: II. diet. *Journal of Fish Biology*, 9 (3): 195-208.
- Pethon, P. & Nyström, B.O. (1998). *Aschehougs store fiskebok: Norges fisker i farger*. [Oslo], Aschehoug. 477 s.
- Poole, W. R., Byrne, C. J., Dillane, M. G. & Whelan, K. F. (2002). The Irish sea trout enhancement programme: a review of the broodstock and ova production programmes. *Fisheries Management and Ecology*, 9 (6): 315-328.
- Rikardsen, A. H., Amundsen, P. A., Bjørn, P. A. & Johansen, M. (2000). Comparison of growth, diet and food consumption of sea-run and lake-dwelling Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 57 (5): 1172-1188.
- Rikardsen, A. H. (2004). Seasonal occurrence of sea lice *Lepeophtheirus salmonis* on sea trout in two north Norwegian fjords. *Journal of Fish Biology*, 65 (3): 711-722.

Rikardsen, A. H., Haugland, M., Bjorn, P. A., Finstad, B., Knudsen, R., Dempson, J. B., Holst, J. C., Hvidsten, N. A. & Holm, M. (2004). Geographical differences in marine feeding of Atlantic salmon post-smolts in Norwegian fjords. *Journal of Fish Biology*, 64 (6): 1655-1679.

Rikardsen, A. H., Amundsen, P. A., Knudsen, R. & Sandring, S. (2006). Seasonal marine feeding and body condition of sea trout (*Salmo trutta*) at its northern distribution. *Ices Journal of Marine Science*, 63 (3): 466-475.

Rikardsen, A. H., Dempson, J. B., Amundsen, P. A., Bjorn, P. A., Finstad, B. & Jensen, A. J. (2007). Temporal variability in marine feeding of sympatric Arctic charr and sea trout. *Journal of Fish Biology*, 70 (3): 837-852.

Schram, T. A., Knutsen, J. A., Heuch, P. A. & Mo, T. A. (1998). Seasonal occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* (Copepoda : Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*), off southern Norway. *Ices Journal of Marine Science*, 55 (2): 163-175.

Skilbrei, O. (2004). Negative virkninger av lakselus på laks i havet. *Havbruksrapport 2004*, Havforskningsinstituttet. 43-47 s.

Skurdal, J., Hegge, O. & Taugbøl, T. (1992). Ernæring hos storørret i Mjøsa, Randsfjorden og Tyrifjorden. *Nordisk seminar om forvaltning av storørret*, Direktoratet for naturforvaltning.

Sundby, R. (1976). *Insekter: oversikt over norske insektgrupper*. Oslo, Univ.forl. 121 s.

Torstensen, E. (2007). Låsettingsplasser- Kriterier for egnethet. Forprosjekt - En litteraturstudie, Havforskningsinstituttet. 17 s.

Tully, O. & Whelan, K. F. (1993). Production of nauplii of *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) (Copepoda: Caligidae) from farmed and wild salmon and its relation to the infestation of wild sea trout (*Salmo trutta* L.) off the west coast of Ireland in 1991. *Fisheries Research*, 17 (1-2): 187-200.

Internettreferansar:

Anon. (2005). *Vanntemperaturklasser*, NVE. Tilgjengelig fra: http://nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=1520 (lest 18.4.2008).

Anon. (2006a). *Kart over oppdrett i Hardangerfjorden*, Fylkesmannen i Hordaland. Tilgjengelig fra: http://www.fylkesmannen.no/Kart_over_akvakulturverksemd_i_Hardangerfjorden_12aY1o69013en.pdf (lest 18.4.2008).

Anon. (2006b). *Laks, regnbueørret og ørret statistisk data over utviklinga i oppdrettsnæringen*, Fiskeridirektoratet. Tilgjengelig frå: http://www.fiskeridir.no/fiskeridir/kystsone_og_havbruk/statistikk/statistikk_for_akvakultur/laks_regnbueoerret_og_oerret (lest 7.4.2008).

Vedlegg 2. Masse våtvekt vist i % av byttedyr i dietten til sjøaure fanga i Hardangerfjorden 2005-2007. Sone 1 er i ytre Hardangerfjorden, Etnefjord. Sone 2 er midtre Hardangerfjorden frå Uskedalen til Øystese og sone 3 er indre Hardangerfjorden med Granvinsfjorden, Sørfjorden og Eidfjord.

Byttedyr	2005 Sone 2	2006 Sone 1	Sone 2	2007 Sone 1	Sone 2	Sone 3	Trål
Pisces (totalt)	97,08	63,64	99,88	54,11	90,03	87,12	85,33
Ammodytidae	0,05		1,57	0,31			2,97
Ammodytes	0,02			2,52			1,32
Clupeidae	9,36	12,34		12,74			30,82
<i>Clupea harengus</i>	28,27						
<i>Sprattus sprattus</i>		20,09	71,33	6,84		71,86	
Gaidae	1,07		16,27				9,23
Gobiidae	3,76	3,99		4,68			
<i>Gobiusculus flavescens</i>		6,2					
<i>Gobius niger</i>					90,03		
<i>Maurolicus muelleri</i>				2,83			0,95
<i>Salmo salar</i>							22,32
<i>Spinachia spinachia</i>	0,66						
Zoarchidae	6,25						
Uidentifisert fisk	47,63	21,03	10,71	24,2		15,26	17,73
Crustacea (totalt)	0,62	5,87		25,58	0,62	0,13	9,72
Amphipoda		0,02				0,13	
Copepoda		0,04		0,16			
Caligidae		0,003					
Calanoida				0,47			0,005
Gammaridae		0,24		0,002			0,14
Hyperiididae	0,003						1,35
<i>Hyperia Galba</i>	0,06						
<i>Hyperoche medusarum</i>		0,07					
<i>Themisto abyssorum</i>				0,01			
<i>Anomalocera patersoni</i>				0,01		0,003	0,002
Euphausiidae	0,45	4,31		9,49			2,06
<i>Meganocythiphanes norvegica</i>	0,08			14,49			6,12
Decapoda	0,01	1,18		0,05			0,04
Caridea	0,01			0,89	0,62		
Insecta (totalt)	2,36	30,29		2,12	1,27		4,95
Coleptera	0,2	0,04		0,21	0,13		0,43
Diptera		0,02		0,04	0,04		
Heteroptera	1,54						
Hymenoptera		5,01		0,31			
Formicidae		2,6					
Uidentifiserte insekt	0,62	22,62		1,55	1,11		4,52
Andre	0,03	0,09	0,12	0,1			
Limacinidae	0,03						
Polychaeta		0,09	0,12	0,1			
Uidentifisert bytte		0,11		2,74	8,08	7,22	