

Bestanden av gjedde, *Esox lucius*, i Årungen;
et grunnlag for biomanipulering?

The population of northern pike, *Esox lucius*, in Lake Årungen;
a basis for biomanipulation?

ROAR LUNDBY

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITTENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2006



Forord

For oss som er oppvokst på Østlandet har gjedda alltid stått sentralt. Fra barnsben av var fiske i de næringsrike innsjøene med mort, abbor og gjedde ettertraktet. Men i vannene fra hjemtraktene, som i mange andre på Østlandet, dominerte karpefisken mort med bestander av småabbor og noen få store gjedder. I utdannelsen fikk jeg muligheten til å undersøke hvordan en biomanipulering av en eutrof innsjø fungerer. Dette arbeidet er dermed en avsluttende masteroppgave på 30 studiepoeng i Naturforvaltning, ved Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB), Institutt for naturforvaltning.

En stor takk rettes min veileder Reidar Borgstrøm. Hans kunnskaper om fisk og genuine interesse for alt som har med fisk å gjøre og hans gode forelesninger, gjorde at jeg tidlig i utdannelsen bestemte meg for hva jeg skulle skrive om. En spesiell takk også til forskningstekniker John Gunnar Dokk for god hjelp og veiledning under feltarbeidet. Til slutt ønsker jeg å rette en felles takk til de som har hjulpet meg under feltarbeidet og på laben.

Universitetet for miljø og biovitenskap, Ås

Mai 2006

Roar Lundby

Sammendrag

Bestanden av kjønnsmoden gjedde (*Esox lucius*) ble undersøkt i den eutrofe innsjøen Årungen, i Sørøst Norge, for å vurdere effekten av biomanipulering. I sterkt eutrofe innsjøer spiller karpefisken mort (*Rutilus rutilus*) en viktig rolle ved å påvirke biomasse- og artssammensetningen av planteplankton. Gjeddene er en utpreget fiskespiser, som i stor grad kan kontrollere biomassen av byttedefiskbestandene. Gjeddene er også i stand til å regulere sin egen rekruttering gjennom intraspesifikk predasjon. Utfisking av store gjeddene kan derfor være godt egnet til biomanipulering.

En biomanipulering er en "top-down"-kontroll av økosystemet. Deler av den kjønnsmodne gjeddebestanden i Årungen ble beregnet etter Petersens metode for merke-gjenfangst i 2004 og 2005. Den totale tettheten av gjeddene over 45 cm ble beregnet til 9,9 gjeddene/ha i 2004 og 17,5 gjeddene/ha i 2005. I tillegg til den sterke økningen i antall individer ble det en sterk forandring i strukturen i gjeddebestanden. Estimert bestand for lengdeklassen 45-54,9 cm utgjorde i 2005 1439 gjeddene mot bare 160 gjeddene i 2004. Estimert bestand for gjeddene over 65 cm var 121 i 2005 mot 494 gjeddene i 2004. Den relative tettheten av gjeddene tatt pr time pr serie i Årungen var over 6 ganger så stor ved prøvefisken i 2005 sammenlignet med ved prøvefisken i 1982. Ved å redusere de store gjeddene (> 55 cm og $\geq 3+$), kan smågjeddene (< 55 cm) i Årungen ha fått bedre vilkår og en raskere vekst. Predasjonstrykket på store abbor (*Perca fluviatilis*) gikk trolig også ned da de store gjeddene ble fjernet og den store abboren vil kunne predatere store mengder småmort.

Antall abbor og mort i fangstene ved prøvefisken gikk kraftig ned fra 1982 til 2004 og 2005. Antall fisk tatt i pelagialen var sterkt redusert i 2005. Imidlertid var det en økning fra 1982 til 2004 og 2005, av mort over 15 cm i pelagialen og abbor over 20 cm totalt sett.

Biomanipuleringen i Årungen med to års utfisking av store gjeddene, førte til at tettheten av byttedefiskbestandene gikk kraftig ned. Andelen smågjeddene økte betraktelig og dominerer i bestanden i 2005. Et grunnlag for en lavere primærproduksjon og bedre vannkvalitet i Årungen kan derfor være lagt.

Abstract

The population of mature northern pike (*Esox lucius*) in the eutrophic Lake Årungen, in South-Eastern Norway, was examined to assess the effect of biomanipulation. In eutrophic lakes, the roach (*Rutilus rutilus*) play an important role in maintaining a high biomass and the species composition of phytoplankton. The northern pike is a notorious piscivore which can control its prey populations. Pike also influences its own recruitment through predation on small pikes. Removing the larger pike in a lake, may therefore be an important component of a biomanipulation project.

Biomanipulation is a "top-down"-control of the ecosystem. The spawning stock population of northern pike in 2004 and 2005 was estimated using the Petersen mark-recapture method. The density of northern pike larger than 45 cm was approximately 9.9 fish/ha in 2004 and 17.5 fish/ha in 2005. However, the structure of the population of northern pike was strongly changed. The size class 45-54,9cm was estimated to 1439 fish in 2005 against 160 in 2004. In the size class above 65 cm, the estimated number was 121 fish in 2005 and 494 in 2004. The catch per unit effort during the testfishing in 2005 was 6 times higher than in 1982. By the reduction of the larger pikes in 2004 smaller pikes probably obtained a higher survival rate, as well as better growth conditions. The predation pressure on large perch (*Perca fluviatilis*) was probably also reduced as a result of removal of the large pikes.

In Lake Årungen, the population of perch and roach may have considerably decreased from 1982 to 2004 and 2005 as documented by the testfishing. The number of fish caught in the pelagial was strongly reduced in 2005. However, the density of roach above 15 cm increased in the pelagial, and the density of perch above 20 cm showed an increase from 1982 to 2004 and 2005.

The biomanipulation project, removing the larger northern pike through two years of fishing in Lake Årungen, thus seems to have given a marked decrease in the prey population. At the same time, the density of smaller pikes was strongly increased from 2004 to 2005. This may therefore be an important step towards an improvement of the water quality in the Lake Årungen.

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning	1
2.0 Områdebeskrivelse	4
2.1 Beliggenhet	4
2.2 Vannkvalitet	5
2.3 Fiskesamfunn	5
3.0 Materiale og metode	7
3.1 Vanntemperatur	7
3.2 Merking og kontrollfisket	7
3.2.1 Merking	7
3.2.2 Kontrollfisket	8
3.3 Prøvetaking av gjedde	8
3.3.1 Lengde/vekt/kjønn	8
3.3.2 Aldersbestemmelse	9
3.3.3 Tilbakeberegning av lengde	9
3.4 Diettanalyser	10
3.5 Bestandsestimering av gjedde	10
3.6 Prøvefiske	12
3.6.1 Prøvetaking av byttefisk	12
3.6.2 Relativ tetthet av gjedde	12
3.7 Behandling av datamateriale	12
4.0 Resultat	13
4.1 Gjeddebestanden i 2004 og 2005	13
4.1.1 Bestandsstørrelse	13
4.1.2 Relativ tetthet av gjedde	15
4.2 Alder og vekst	15
4.3 Diett	18
4.4 Byttefisk	18
4.4.1 Relativ tetthet av abbor	18
4.4.2 Relativ tetthet av mort	20
4.5 Andre arter	22
4.5.1 Sørv	22
4.5.2 Suter	22
4.5.3 Sjøørret	22
5.0 Diskusjon	23
6.0 Referanser	29

1.0 Innledning

Mort (*Rutilus rutilus*) er en alteter som i tette bestander ofte spiser på det organiske bunnsedimentet (Faafeng 1995). I det organiske bunnsedimentet finnes næringsaltet fosfat, som transporteres opp i de frie vannmassene når det blir beitet på av mort eller annen karpefisk, og blir dermed tilgjengelig for algene (Horppila & Kairesalo 1990, Pehrson & Hamrin 1994). Mort kan både direkte og indirekte påvirke biomasse- og artssammensetningen av planteplankton og kan dermed være sterkt medvirkende til å redusere vannkvaliteten i innsjøer hvor den forekommer (Faafeng 1995, Breukers et al. 1997, Williams & Moss 2003). Gulati & Donk (2002) viser også at algesamfunnet påvirkes ved at zooplanktonspisende fisk fjerner de mest effektive algespisende zooplanktonartene, som de store *Daphnia*-artene. Mengden karpefisk påvirker algemengden (Horppila & Kairesalo 1990, Pehrson & Hamrin 1994, Faafeng 1995, Lathrop et al. 2002).

Gjedde (*Esox lucius*) er en naturlig art i innsjøene på Østlandet (Borgstrøm 2000). Manipulering av fiskebestander med tanke på å bedre vilkårene for ørret (*Salmo trutta*) og røye (*Salvelinus alpinus*) har blitt gjort i mange år (L'Abée-Lund 1995). Utsettinger av gjørs (*Stizostedion lucioperca*) i Gjersjøen i Akershus, har vist seg å være et biomanipulasjonstiltak som har virket i et komplekst fiskesamfunn (Brabrand & Faafeng 1993, Brabrand 1995). Biomanipulering i komplekse fiskesamfunn brukes imidlertid mer utstrakt i andre land. Utsettinger av gjørs- og gjeddeyngel fører til en kraftig økning i biomassen av disse artene, med gjennomsnittlig større lengder (Prejs et al. 1994, Lathrop et al. 2002, Skov et al. 2003). Disse vil konsumere mer byttefisk og senke biomassen av byttefiskbestandene (Lathrop et al. 2002, Skov et al. 2003). I Lake Mendota førte dette til at de store *Daphnia*-artene som *D. pulicaria* økte, algeoppblomstringen gikk ned og vannet ble klarere (Lathrop et al. 2002). Utsettinger av små gjørs og gjedde vil dermed gi store forandringer i fiskesamfunnet (Lathrop et al. 2002). Gjørs som pelagisk predator og abbor (*Perca fluviatilis*) som littoral predator har vist seg å være viktige for å opprettholde et sammensatt fiskesamfunn og hindre masseforekomst av mort (Brabrand 1995). Morten ble nesten borte fra pelagialen i Gjersjøen etter introduksjonen av gjørs (Brabrand & Faafeng 1993). Karpefiskbestandene kan også reduseres ved å bruke giftstoffet rotenon (Prejs et al. 1997), men er i dag vanskelig å få bruke til dette formålet i Norge (DN 2006). Utfisking av karpefisk ved bruk av storruser eller garn kan være en annen metode (Mehner et al. 2004).

Årungen er en sterkt forurenset eutrof innsjø med store algekonsentrasjoner (Løvstad & Krogstad 1996). Den primære årsaken er at for mye næringsalter har blitt tilført vassdraget fra landbruket, husholdningskloakk og industri (Yri 2003). Konsentrasjonen av alger og algeproduksjonen er fortsatt stor, selv om tilførselen av næringsstoffer har blitt redusert med årene (Løvstad & Krogstad 1996, Yri 2003). Eutrofiering resulterer i konkurransemessige forandringer mellom fiskearter, og i et akvatisk system vil laksefisk bli erstattet av abborfisk som igjen vil bli erstattet av karpefisk ved eutrofiering (Leach et al. 1977). Stor tetthet av zooplanktonspisende fisk kan indusere vekst av blågrønnalger gjennom nedbeiting av algespisende zooplankton og gjennom å påvirke næringsomsetningen og næringstilførselen til epilimnion gjennom sommeren (Faafeng 1995).

Gjedde forekommer naturlig i Årungen og er en utpreget fiskespiser, mens mort dominerer fiskesamfunnet. I Årungen har en valgt å øke bestanden av abbor og gjedde ved å fiske hardt på de store gjeddene i bestanden, en såkalt biomanipulering. Gjedda har potensiale til å påvirke mengde og størrelse av byttfisk-bestandene (Frost 1954, Prejs et al. 1994, Lathrop et al. 2002, Skov et al. 2003). Utsettinger viser at 0+ gjedde kan predatere store mengder 0+ karpefisk (Prejs et al. 1994, Berg et al. 1997). Gjedde er derfor egnet å bruke til biomanipulering (Benndorf 1990). Imidlertid er gjedda i stand til å regulere sin egen rekruttering gjennom intraspesifikk predasjon (Grimm 1981, Mann 1982, Borgstrøm 1984, Flygind & Hoen 1998). En tett gjeddebestand av relativt unge individer, som kan konsumere store mengder mort, er derfor spesielt viktig. Tidligere undersøkelser gjort i Årungen viser at store gjedder er en betydelig predator på mellomstor abbor og smågjedder (Borgstrøm 1984, 2004, Flygind & Hoen 1998). Flygind & Hoen (1998) fant at store gjedder konsumerte en gjeddemengde tilsvarende mer enn 3000 smågjedder, og i tillegg 20 000-30 000 abbor i Årungen i 1997.

Prinsippet med biomanipulering er en "top-down"-kontroll av økosystemet, der algeoppblomstring og algesammensetning kan kontrolleres ved å endre på strukturen i fiskesamfunnet (Benndorf 1990, Benndorf et al. 2002). Ved å redusere de store gjeddene i bestanden og fiske selektivt på dem, burde det være gode muligheter for å øke rekrutteringen både til gjeddebestanden og til bestanden av mellomstor abbor. Økt gjedde- og abborbestand vil mest sannsynlig føre til økt predasjon på mort. Dette er et av delmålene til Ås kommune, å fiske på de store gjeddene, parallelt med at kommunen satser på å redusere tilførselen av næringsalter til Årungen (Yri 2003). En ønsker på denne måten raskere å få en vannkvalitet i

Årungen som gjør at siktedypet blir på minst 3 meter og bading er mulig i 8 av 10 somre fra 2012 (Yri 2003).

Målet med denne oppgaven har vært å få estimert hvor stor del av gjeddebestanden Ås kommune har tatt ut under utfiskingen i 2004 og 2005, få estimert størrelsen på gytefiskbestanden av gjedde, og få et mål for endringer i størrelse og habitatbruk for byttefiskbestandene i Årungen. Dette vil være en viktig basis for vurdering av om utfisking av stor gjedde kan få en positiv effekt på vannkvaliteten, gjennom en "top-down" regulering.

2.0 Områdebeskrivelse

2.1 Beliggenhet

Innsjøen Årungen ligger i Ås og Frogn kommuner sør i Akershus fylke. Årungen har et nedbørsfelt som strekker seg over Ås, Frogn og Ski kommuner. Nedbørsfeltet ligger i sin helhet under marin grense og er på ca 51 km² (figur 1). Det ligger i det sørøst-norske grunnfjellsområdet, som domineres av gneis- og granittiske bergarter. Løsmassene består av morenemateriale fra Ås-Ski morenen og av marine finsedimenter (Løvstad & Krogstad 1996).

Årungen ligger 33 moh, er 3 km lang og har en midlere bredde på 450 meter. Det største dypet er på 13,2 meter, med middel dyp på 8 meter (Ensby et al. 1984). Innsjøen har et areal på 1,2 km² (Løvstad & Krogstad 1996). Teoretisk oppholdstid er 4,5 måned (Yri 2003). Innsjøen er med en dominerende lengderetning nord-sør, sterkt vindeksponert.



Fig. 1. Oversiktskart over Årungen med inn- og utløpsbekker i nedbørsfeltet (Yri 2003).

Den ca. 2,5 km lange Årungselva som renner ut fra nordenden av Årungen, munner ut i Bunnefjorden, en fjordarm av Oslofjorden. Det er fem store innløpsbekker, med det største tilløpet fra Syverudbekken, som kommer fra Østensjøvannet, et annet av vannene i nedbørfeltet (Semb 1975). Av arealbruken i området utgjør jordbruk 53 %, skog og annen utmark 34 %, tettsteder 10 % og vann 3 % (Yri 2003). Ås, Ski og UMB er de største befolkningskonsentrasjonene. I tillegg er det mindre tettsteder spredt over nedbørfeltet. Den øvrige bebyggelsen er grovt sett lokalisert nær gårdsbrukene. Utenom Ski er det få industribedrifter i vassdraget. Ås kommunale avfallsdeponi er anlagt i Bølstadbekkens nedbørfelt (Yri 2003). Årungen benyttes som nasjonal arena for roing og kajakk.

I følge Ensby et al. (1984) er Årungen islagt i perioden november-april. Løvstad et al. (1992) påpeker imidlertid at det flere vintre på slutten av 1980-tallet og på begynnelsen av 1990-tallet var manglende islegging på Årungen. Årungen var islagt, med isløsning i begynnelsen av april i 1996 og 1997 (Flygind & Hoen 1998). Vintrene fra 2003 til 2006 har Årungen vært islagt. Isen har lagt seg i slutten av november/desember med isløsning i begynnelsen av april, med unntak av 2006, da isløsningen var i slutten av april.

2.2 Vannkvalitet

Årungen er eutrof og sterkt forurenset (Løvstad & Krogstad 1996). Løvstad et al. (1992) viser at vannkvaliteten har vært svært dårlig siden 1962. Fra 1985-1997 har vannkvaliteten i Årungen vært bedre enn i perioden 1977-1984 (Løvstad & Krogstad 1996). I perioden 1977-1984 var det blågrønnalgen *Oscillatoria agardhii* som dominerte, mens blågrønnalgesamfunnet senere har blitt mer divers. Kiselalgen *Fragilaria crotonensis* har også blitt mer og mer dominant (Løvstad & Krogstad 1996). Det gjennomsnittlige fosforinnholdet i Årungen har i årene 1976-2002 blitt vesentlig lavere. På begynnelsen av 1980-tallet var det størst forbedring, mens konsentrasjonen har stabilisert seg i ettertid (Yri 2003). Vasspest (*Elodea canadensis*) dominerer littoralsonen i Årungen, sammen med takrør (*Phragmites communis*) og elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) (Løvstad & Krogstad 1996).

2.3 Fiskesamfunn

I Årungen finnes fiskeartene gjedde, abbor, mort, sørv (*Scardinius erythrophthalmus*), suter (*Tinca tinca*) og ål (*Anguilla anguilla*). Enkelte laks (*Salmo salar*) og sjøørret (*Salmo trutta*)

vandrer om høsten opp fra sjøen. Jeg har også fanget sjøørret tidlig på våren som må ha overvintret i Årungen. I følge Borgstrøm (1984) er det tatt karuss (*Carassius carrassius*) i Årungen som må ha kommet fra dammer i nedbørfeltet. Det ble også satt ut gytemoden gjørs i Årungen i 1990 (Brabrand 1995), men ingenting tyder på at denne har greid å etablere seg i innsjøen.

3.0 Materiale og metode

3.1 Vanntemperatur

Under merkeperioden i 2004 og 2005 ble vanntemperaturen målt med et manuell termometer hver dag. Dette ble gjort ute i de frie vannmassene før merkingen startet. Etter en til to dager med vanntemperatur på ca. åtte grader, begynte gjeddene å komme inn mot land og gå i garna.

3.2 Merking og kontrollfisket

3.2.1 Merking

Fisket etter gjedde ble gjort etter isløsning i starten av april. I 2004 var merkeperioden 13.-27. april og i 2005 11.-22. april, det vil si i gjeddas gyteperiode. Det ble brukt grovmaska garn, med maskevidder fra 44-70 mm. Garnlenka, bestående av de forskjellige settegarna, ble satt parallelt med strandlinja, 5 til 10 meter fra land (Flygind & Hoen 1998). Det ble fisket langs hele Årungen. Siden ble det kjørt med motorbåten mellom garnlenka og land for å støkke ut eventuelle gjedder fra vegetasjonen. Garnet ble deretter trukket opp og hadde da stått ute i maksimalt 10 minutter. Dermed rekker ikke gjeddene å rulle seg i garnet og en unngår skader på fisken. Gjeddene som var vanskelige å få ut av garnet, ble hjulpet løs ved at maskene ble klippet opp. Ingen av gjeddene som ble fisket opp for merking døde eller fikk alvorlige skader.

Gjeddene ble oppbevart i en 50 liters plastdunk i båten til alle var tatt ut av den samme garnlenka. Lengde og om mulig kjønn ble bestemt og fisken ble merket med Floy-ankermerker (figur 2). Floy-merket består av en monofilamenttråd med nummerert plastylse. Ved hjelp av en merkepistol med kanyle, injiseres merket og festes med et T-formet anker under ryggfinnen på gjedda, og vil da forankres bak finnestrålene som kommer ned fra ryggfinnen (Barlaup & Åtland 1990). I alt 246 gjedder ble merket i 2004 og 222 i 2005. To merker ble funnet løse i garna under kontrollfisket i 2004 og ett merke ble funnet i 2005. Disse gjeddene er tatt ut av materialet. Merketap vil neppe antas å ha noen innvirkning på bestandsestimatet, jamført Wright (1990), Pierce & Tomcko (1993) og Flygind & Hoen (1998).



Fig. 2. Floy-merkets plassering på gjedda. Settes under ryggfinnen og vil forankres bak finnestrålene som kommer ned fra ryggfinnen.

3.2.2 Kontrollfisket

I 2004 foregikk kontrollfisket i perioden 4.-28. mai, mens det foregikk i perioden 3. mai til 20. juni i 2005. I tillegg ble det fisket hver måned ut 2005, fra og med august til og med desember. Ås Jeger- og Fiskerforening var ansvarlige for utfiskingen i 2004. I 2005 var det to yrkesfiskere fra Son som tok på seg en del av fisket. I tillegg engasjerte Ås kommune en person, som sammen med undertegnede tok seg av mesteparten av kontrollfisket etter sykdom hos yrkesfiskerne. De samme maskeviddene som ble brukt under merkingen ble benyttet, men med større innsats. Under denne perioden ble det satt ut garn i hele innsjøen og det ble fisket intensivt. Garna ble satt ut både parallelt med og vinkelrett på land og sto ute i ett døgn om gangen.

Alle gjeddene som ble tatt opp, ble kontrollert for merker. I 2004 ble 551 gjedder kontrollert. Til sammen ble 367 gjedder kontrollert i løpet av 2005.

3.3 Prøvetaking av gjedde

3.3.1 Lengde/vekt/kjønn

Total lengden til alle gjeddene ble lengdemålt til nærmeste millimeter ved hjelp av et målebrett (Lagler 1971). Under kontrollfisket ble lengde og vekt tatt fra alle individene både i 2004 og i

2005. Gjeddene ble veid med ei elektronisk Rapala vekt, med nøyaktighet på 10 gram. Kjønnbestemmelse av de gjeddene der det var mulig under merkingen, ble bestemt ved å stryke lett over buken og bakover. På de gyteklare hannene kom det da ut melke, mens det hos hunnene kom ut noen rognkorn. Ved kontrollfisket ble gjeddene åpnet og kjønnbestemt. I mai- og junifisket i 2005 ble det fra forskjellige lengdeklasser tatt ut individer der kjønn, alder og mageinnhold ble bestemt. Fra august til desember ble alle gjeddene som ble fisket opp, kjønns- og aldersbestemt, i tillegg til at mageinnholdet ble undersøkt.

3.3.2 Aldersbestemmelse

Filipsson (1972) og Sharma & Borgstrøm (2006) anbefaler å bruke vingebeinet (*metapterygoid*) for å aldersbestemme gjedder (figur 3a). Metoden er hittil lite brukt, men er velegnet for aldersbestemmelse og tilbakeberegning av lengde hos gjedde. Borgstrøm (1981) og Sharma & Borgstrøm (2006) viser at dette er en god metode for aldersbestemmelse og tilbakeberegning av lengde hos gjedde i Årungen.

For å ta ut vingebeinet kokes gjeddehodene i ca 2 minutter. Deretter skrapes kjøttet som sitter langs kjevene av og en kan ta ut vingebeinet. Beinet renses og tørkes, og kan deretter leses av direkte uten noen form for hjelpemidler ved å holde det opp mot lyset. Alderen bestemmes ved å lese av de opake vintersonene (Borgstrøm 1981, Sharma & Borgstrøm 2006) (figur 3b).

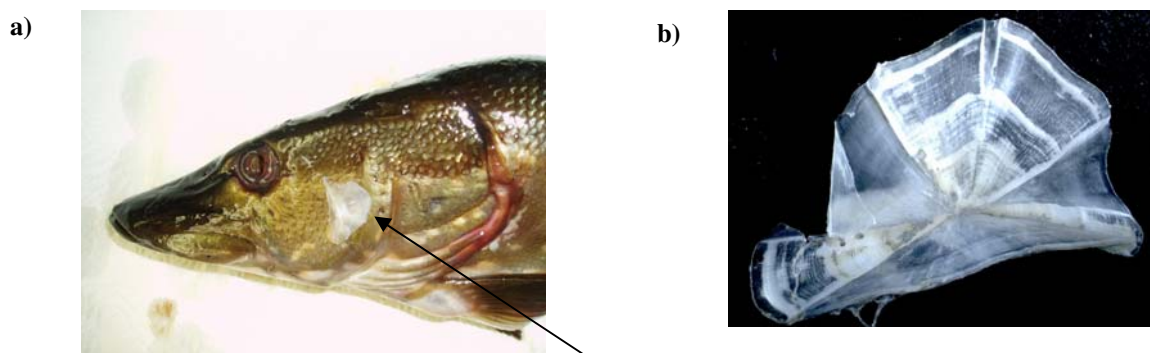


Fig. 3. Plasseringen av vingebeinet (*metapterygoid*) hos gjedde (a) og vingebeinet av en tre år gammel gjedde, 3+ (tre opake vintersoner), tatt i Årungen 27.09 2005 (b).

3.3.3 Tilbakeberegning av lengde

For alle gjeddene som ble fanget fra august til desember i 2005, 67 stk, ble lengden tilbakeberegnet til vekststart i 2005, dvs. lengden i merkeperioden. Lengden på vingebeinet og lengden mellom hver vinterson ble lest av i et mikroskop med måleokular. Forholdet mellom

lengden på vingebeinet (*metapterygoid*) og den totale lengden av gjedder i Årungen er gitt ved likningen til Sharma & Borgstrøm (2006):

For hunngjedder: $\ln L = 4,332 + 0,835 \ln S$

For hanngjedder: $\ln L = 4,416 + 0,795 \ln S$

L = totallengden av gjedda i mm

S = lengden på vingebeinet i mm

Videre ble metoden til Ricker & Lagler (1942) brukt for å tilbakeberegne lengden ved merking fra lengden ved fangst (Sharma & Borgstrøm 2006), gitt ved likningen:

$$\hat{S}_n = \frac{\hat{S} \times S_n}{S}$$

\hat{S}_n = justert avstand til n`te vintersone

\hat{S} = gjennomsnittlig lengde av vingebeinet for ei gjedde av den observerte lengden, ifølge regresjonslikningen for forholdet mellom lengden av gjedder og lengden av vingebeinet

S_n = avstanden til n`te vintersone

S = den totale lengden av vingebeinet

3.4 Diettanalyse

Mageprøver ble tatt av 33 gjedder fra mai 2004, av 77 gjedder fra mai-juni og 42 gjedder fra august til desember 2005. Noen mageprøver ble analysert i felt mens andre ble frosset ned for senere undersøkelser på lab. Totalt 107 mager inneholdt fisk fra de to årene.

3.5 Bestandsestimering av gjedde

Ved å benytte Petersenestimatet med Chapmans korreksjon (Ricker 1975) kan en i de lengdeklassene der en både har merket, kontrollert og har gjenfangster av gjedde, beregne bestandsestimatet. Formelen er gitt ved:

$$N^* = \frac{(M+1)(C+1)}{(R+1)}$$

N^* = antall individer i estimatet

M = antall merkede individer

C = antall kontrollerte individer

R = antall gjenfangster

Noen forutsetninger må være tilstede for å kunne bruke denne beregningsmodellen (Ricker 1975):

- Lik dødelighet for merket og umerket fisk
- Lik fangbarhet for merket og umerket fisk
- Merkene må ikke falle av
- En tilfeldig fordeling av merket fisk i bestanden
- All gjenfanget fisk må kunne gjenkjennes og registreres
- Det må ikke komme inn nye rekrutter (årsklasser) i den fangbare populasjonen i tidsrommet mellom merking og kontrollfiske

Det ble benyttet et 95 % konfidensintervall for å beregne øvre og nedre grense for antall gjedder i de forskjellige lengdeklassene, ved å bruke formelen over. Antall gjenfangster (R) ble benyttet som inngangsverdi/variabel i en Poissonfordelt forventningskurve utarbeidet av Ricker (1975). Ved å sette R_{\min} og R_{\max} inn i formelen får en det tilnærmede konfidensintervallet. For den gruppa der det var over 50 gjenfangster ble Pearsons formel brukt (Ricker 1975).

For å beregne estimatet i lengdeklassen uten gjenfangster, 45-54,9cm fra 2004, ble det estimerte antallet for den nærmeste lengdeklassen brukt, sammen med forholdstallet for fangsten gitt ved: $M + C - R$, mellom de to lengdeklassene. Det er en forutsetning at disse to lengdeklassene har lik fangbarhet. Lengdeklassen med de største gjeddene i bestanden (> 95 cm) og de minste gjeddene (< 45 cm), ble det ikke beregnet noe bestandsestimat for noen av årene, på grunn av for lite datagrunnlag.

3.6 Prøvefiske

I 1982 ble det gjennomført et omfattende prøvefiske i Årungen (Borgstrøm & Dokk 2005). I juni måned, 14.-18. juni 2004 og 2.-7. juni 2005, i forbindelse med manipuleringen av gjeddebestanden som startet opp med utfiskingen i mai 2004 og som ble gjentatt i mai og juni 2005, ble det gjennomført et prøvefiske. Data fra 1982 kan derfor sammenlignes med prøvefisket som ble gjort i 2004 og 2005, ettersom samme metode har blitt brukt.

Fangst pr innsatsenhet ved garnfiske kan benyttes for å studere relative endringer i bestandstettheten i forhold til tidligere år, der tilsvarende registreringer har blitt gjort. Dette for å kunne fastslå den relative bestandsstørrelsen av mort, småabbor og smågjedder, kort tid etter at de store gjeddene ble sterkt redusert. Prøvefisket foregikk med settegarn og flytegarn i maskeviddene 16, 19,5 og 29 mm, satt sammen i en garnserie på seks garn til sammen, tre settegarn og tre flytegarn. Settegarna har et garnareal på 1,5 m × 25 m og hvert flytegarn et garnareal på 6 m × 25 m. Fisket ble gjort med de samme maskeviddene og foregikk over hele innsjøen både i 1982, 2004 og i 2005. Hver garnserie sto ute én time om gangen. Garnserien ble satt ut 8 ganger i 2004 og 10 ganger i 2005.

3.6.1 Prøvetaking av byttfisk

Hver enkelt fisk ble sortert på settegarn, flytegarn, maskevidde og art. Lengden ble målt på alle individene. Det ble totalt tatt 1466 fisk i 2004 og 913 i 2005.

3.6.2 Relativ tetthet av byttfisk

Den relative tettheten, antall fisk tatt pr time pr garnserie under prøvefisket, ble beregnet for gjedde, abbor og mort. Fangst pr innsatsenhet viser fangsten for hvert av årene delt på flytegarn og settegarn.

3.7 Behandling av datamaterialet

Til behandlingen av datamaterialet ble programmene Microsoft Excel 2002 og Minitab 14.20 2005 benyttet. Signifikansnivået ble satt til 95 % for alle testene.

4.0 Resultat

4.1 Gjeddebestanden i 2004 og 2005

4.1.1 Bestandsstørrelse

Det ble merket 244 gjedder i 2004 i lengdeintervallet 52-94 cm (figur 4). Under kontrollfisket ble det tatt ut 551 gjedder i intervallet 22-104 cm. Det ble tatt 128 gjenfangster fra 56-92 cm. I 2005 ble 221 gjedder i intervallet 45-78 cm merket og 367 gjedder, fra 18-84 cm ble kontrollert. Det var 49 gjenfangster i intervallet 49-75 cm. Det ble fisket opp totalt 1270 kg gjedde i 2004, med en gjennomsnittsvekt på ca 2,3 kg. I 2005 gikk gjennomsnittsvekten ned til ca 1,4 kg, med totalt 520 kg.

I Årungen var det i 2004 flere større gjedder enn i 2005 (tabell 1). Estimater for intervallet 55-64,9cm er ganske likt for begge årene, med 530 gjedder i 2004 og 536 gjedder i 2005. I lengdeklassen 65-74,9cm var det 334 gjedder i 2004 og 97 i 2005. Estimater for lengdeklassen 75-84,9cm var 114 gjedder i 2004 og 24 i 2005. Det ble ikke tatt gjedder større enn 85 cm i 2005. I 2004 var estimatet for den største lengdeklassen, 85-94,9cm, 46 gjedder. Utfiskingen i 2004 viste at 89,1 % av gjeddene i lengdeklassen 75-84,9cm ble tatt ut. For lengdeklassen 85-94,9cm ble 54,9 % av gjeddene tatt ut i 2004. I 2005 ble 56,5 % av gjeddene i lengdeklassen 65-74,9cm tatt ut og 45,8 % av gjeddene i lengdeklassen 75-84,9cm. Konfidensintervallet for lengdegruppen 75-84,9cm viser at det var mellom 83 og 163 gjedder i intervallet i 2004. I 2005 har konfidensintervallet gått ned til mellom 7 og 44 gjedder. For gjedder over 65 cm var estimatet 494 gjedder i 2004 og 121 gjedder i 2005. Estimater for gjeddene i lengdeklasse 45-54,9cm var 160 i 2004, mens det for 2005 var 1439 gjedder.

Tettheten av gjedde i Årungen (antall fisk/ha) ble regnet ut for hele den totale kjønnsmodne vårbestanden av gjedde, fra 45-94,9cm i 2004 og fra 45-84,9cm i 2005. Estimater viser at tettheten for 2004 er på 9,9 gjedde pr ha mot 17,5 gjedde pr ha i 2005.

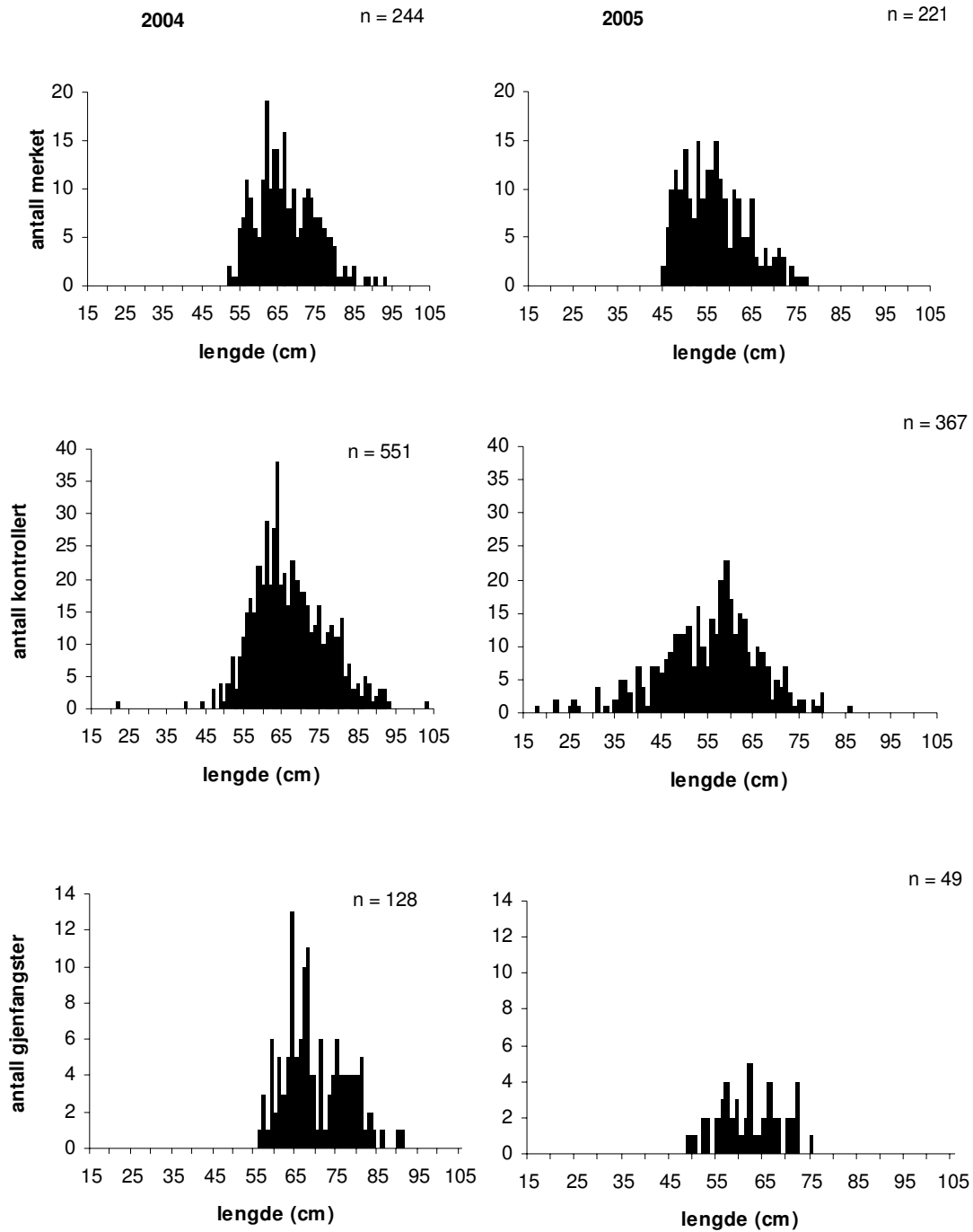


Fig. 4. Antall merka, kontrollerte og gjenfanga gjedder i Årungen i 2004 og 2005.

Tab. 1. Estimert antall gjedder i forskjellige lengdeklasser i Årungen i april-mai 2004 og 2005, basert på antall merka, kontrollerte og gjenfanga gjedder.

Lengdeklasse		<44,9	45-54,9	55-64,9	65-74,9	75-84,9	85-94,9	>95
2004	Antall merket		4	98	97	39	6	
	Antall kontrollert	3	31	213	176	102	25	1
	Antall gjenfangster			39	51	35	3	
	Estimat		160	530	334	114	46	
	95% konf.int.			390-738	255-436	83-163	19-114	
	Tatt ut i %			40,2	52,8	89,1	54,9	
2005	Antall merket		94	92	32	3		
	Antall kontrollert	53	105	143	55	11		
	Antall gjenfangster		6	24	18	1		
	Estimat		1439	536	97	24		
	95% konf.int.		714-3147	366-817	63-158	7-44		
	Tatt ut i %		7,3	26,7	56,5	45,8		

4.1.2 Relativ tetthet av gjedde

Fangsten av gjedde pr time var betydelig større med settegarn i 2004 sammenliknet med tilsvarende fiske i 1982 (figur 5). Antall gjedder tatt pr time på settegarn var 5 ganger større i 2004 i forhold til i 1982 og total tetthet av gjedder var over 6 ganger så stor på prøvefisket i 2005 i forhold til i 1982. Prøvefisket i 1982 og 2005 viser en signifikant forskjell (Mann-Whitney U-test, $p = 0,0031$). Samlet fangst på både settegarn- og flytegarnserien tyder på at tettheten av mindre gjedde (< 50 cm) var over 8 ganger større i 2004 enn i 1982. Antall gjedder fanget på settegarn økte også fra 2004 til 2005. På flytegarna var fangsten i 1982 på 0,1, i 2004 på 0,6 og i 2005 på 0,3 gjedder/time/serie. Fangsten på flytegarna gikk litt ned i 2005, men antall gjedder fanget i pelagialen er lite, med 5 gjedder i 2004 og 3 gjedder i 2005.

4.2 Alder og vekst

Aldersfordelingen av 127 gjedder tatt i løpet av 2005 viser at det er få gamle gjedder i Årungen (figur 6). Flesteparten av gjeddene som er tatt er tre og fire år. Den eldste gjedda som ble tatt var 10 år gammel. De gjeddene som var over fem år ble alle tatt under mai-juni fisket, mens flesteparten av de yngre gjeddene, alle ett-åringene og de fleste to- og tre-åringene ble tatt under fisket fra august til desember i 2005.

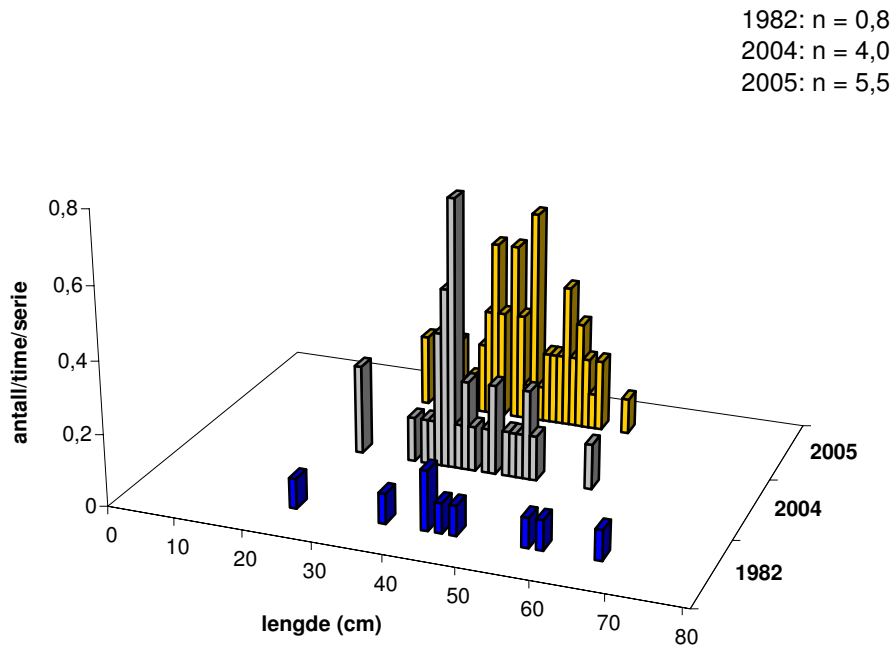


Fig. 5. Gjeppe tatt på settegarn i Årungen i 1982, 2004 og 2005 (antall/time/serie).

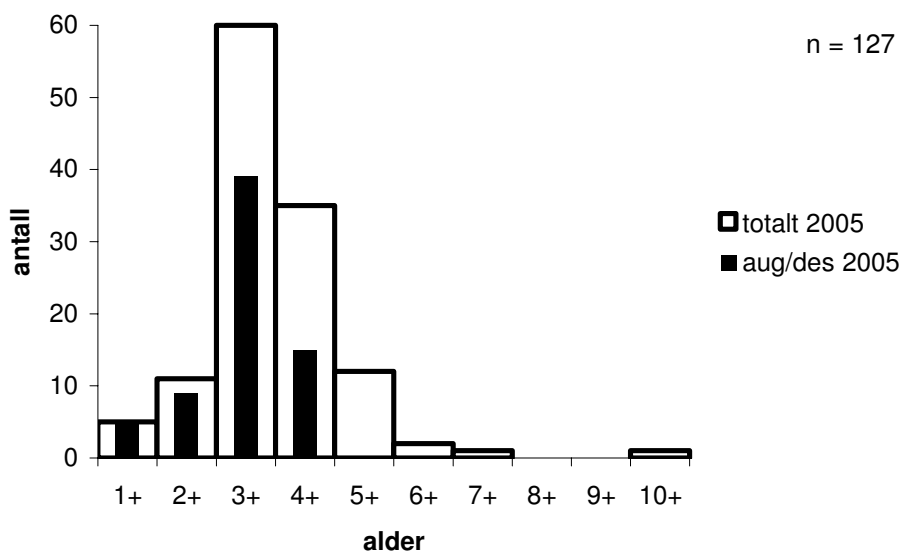


Fig. 6. Aldersfordelingen av alle de aldersbestemte gjeddene fra 2005 totalt sett og fra august til desember.

Ved tilbakeberegning av lengden, til de gjeddene som ble tatt i perioden august-desember i 2005, kan en se på veksten for hvert av årene (figur 7). Gjeddene i Årungen har den raskeste veksten det første året, da de kan oppnå en lengde på over 20 cm. For andre leveår har

gjeddene en lengde på mellom 32 og 40 cm. Hunngjeddene (b) vokser mer enn hannene og var hos alle aldersklasser, lengre ved hvert enkelt år enn hanngjeddene (a).

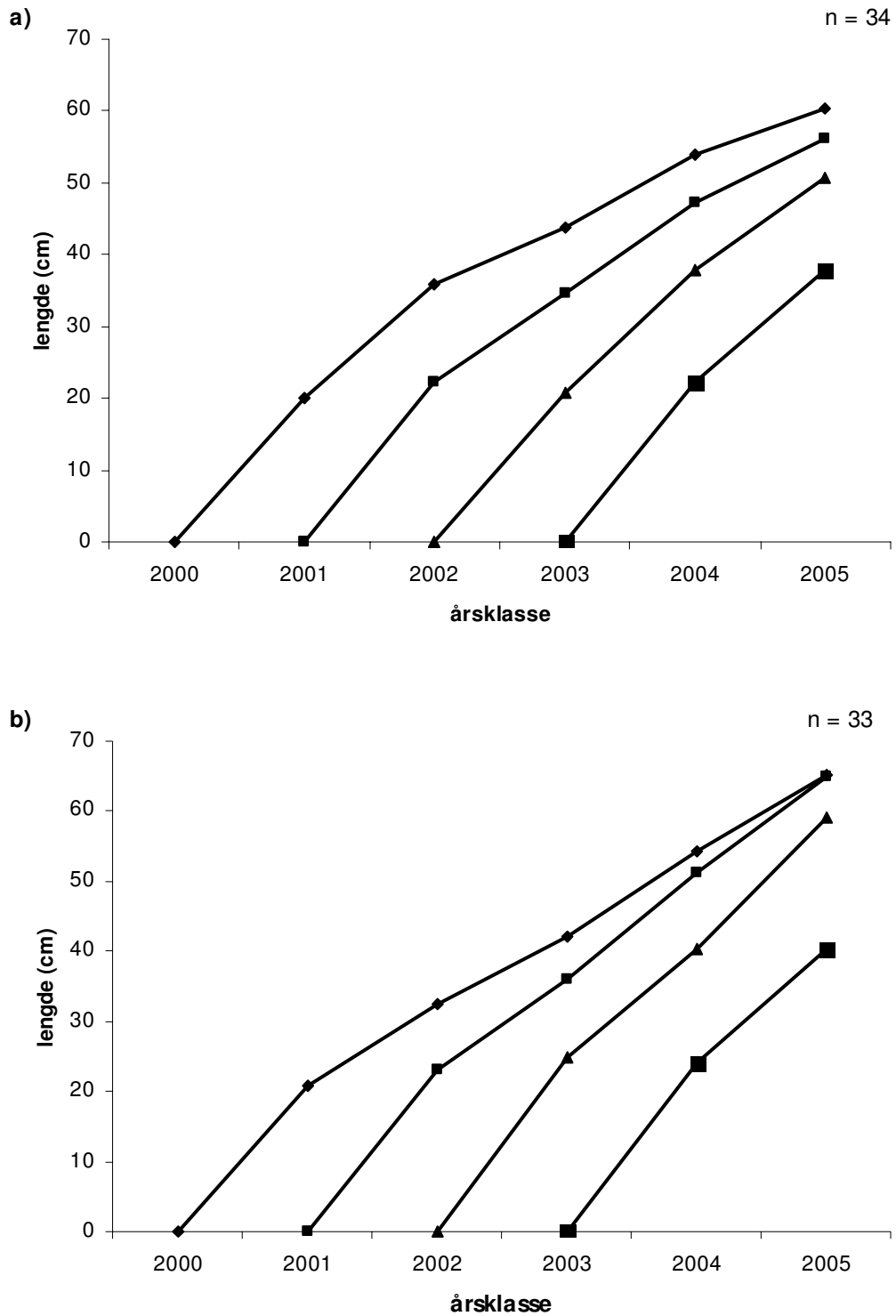


Fig. 7. Gjennomsnittlig tilbakeberegnet lengde for ulike årsklasser av hanngjedder (a) og hunngjedder (b) tatt i Årungen i perioden august til desember 2005.

4.3 Diett

Ved kun å se på magene som inneholdt føde, ble 107 mager undersøkt i 2004 og 2005 (tabell 2). Fisk var eneste fødetype i alle de undersøkte magene. Det var en stor økning i antall tomme mager under fisket i august-desember, mot det som ble funnet i mai-juni fisket. Det var 11 tomme mager fra mai-juni 2005, mens 34 av magene fra august til desember var tomme (81,0 %).

Tab. 2. Gjeddemager undersøkt i 2004 og 2005, delt på mager som var tomme og mager med fisk.

	Antall mager undersøkt	Antall tomme	%-tomme	Antall med fisk	%-fisk
2004 mai	33	0	0	33	100,0
2005 mai-juni	77	11	14,3	66	85,7
aug-des	42	34	81,0	8	19,0
Sum	152	45	29,6	107	70,4

Mort var dominerende føde i begge årene med abbor som nummer to (figur 8a). Diettanalysene inneholdt mer mort og abbor i 2005 enn de gjorde i 2004. Våtvekten av abbor som mageinnhold økte fra 19,8 % i 2004 til 35,2 % i 2005. Størst økning av abbor i mageinnholdet var det for gjeddene som ble tatt i perioden august-desember 2005 (figur 8b). Abboren som var konsumert hadde lengder på opptil 24 cm. I 2004 ble det i 4 av 33 undersøkte gjeddemager funnet 2 år gamle gjedder. Gjeddene som hadde spist disse gjeddene hadde lengder på over 64 cm. I 2005 ble det ikke tatt noen gjedder som hadde spist andre gjedder, verken under utfiskingen, prøvefisket i mai-juni eller i det månedlige prøvefisket fra august til desember.

4.4 Byttefisk

4.4.1 Relativ tetthet av abbor

Prøvefisket i 2004 ga nesten like mye abbor fanget pr time som prøvefisket i 1982 (figur 9). Det er tatt mye mindre abbor på flytegarna i 2005 i forhold til i 1982 og 2004, der utbyttet var omtrent det samme både for flytegarna og settegarna. Det har også vært en nedgang på settegarna i 2005. Andelen abbor over 20 cm av all fanget abbor hvert år, har imidlertid gått kraftig opp fra 1982 (9,6 %) til 2004 (36,1 %) og 2005 (40,1 %). Likevel er det en sterk nedgang i fanget abbor i 2005 i forhold til i 2004 (70 %). Under kontrollfisket etter gjedde i mai og juni, ble det tatt flere storabborer på gjeddegarna. Både i 2004, men spesielt i 2005,

var det en stor andel abbor med vekter på mellom 1 og 2 kg, med den største registrerte på 47 cm og 2 kg.

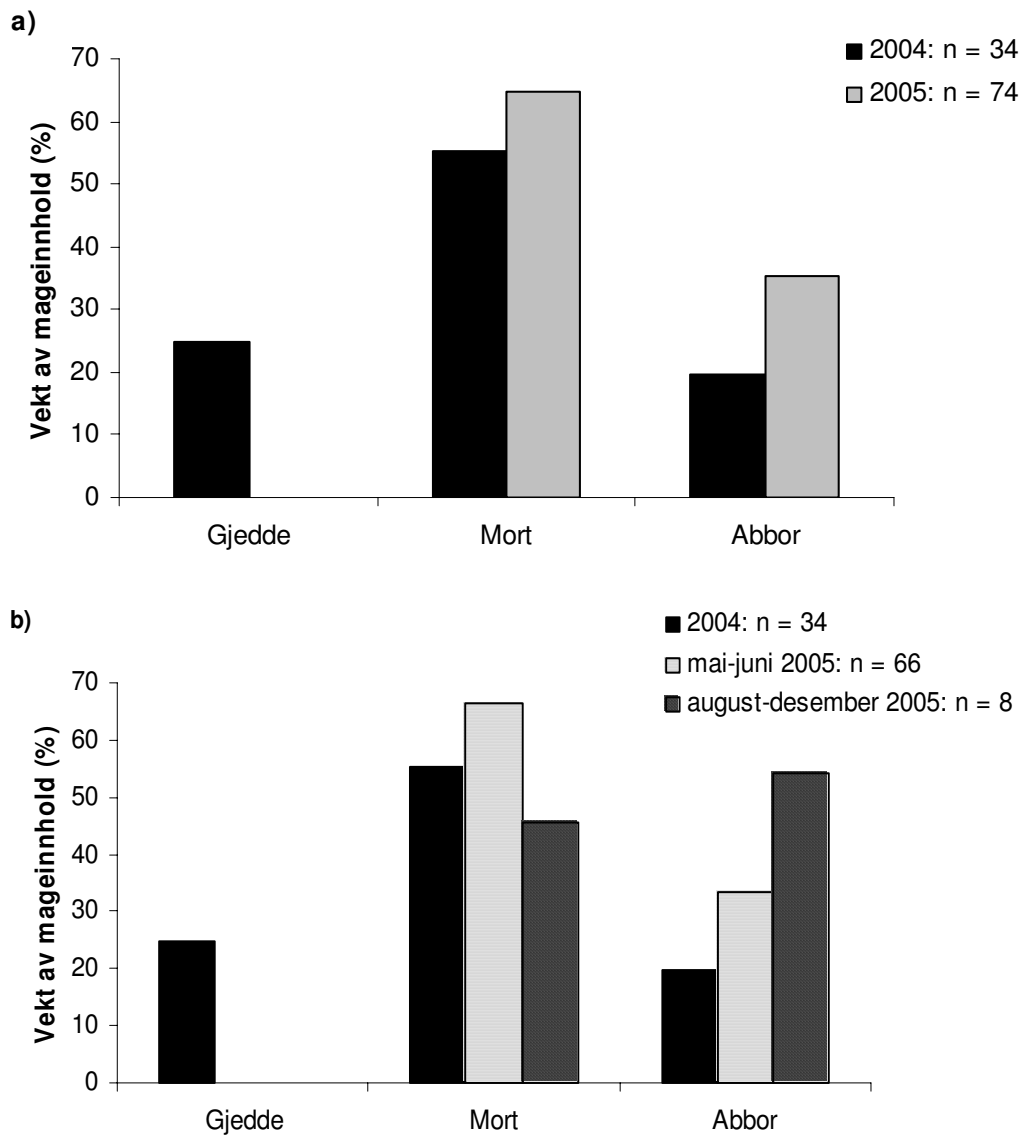


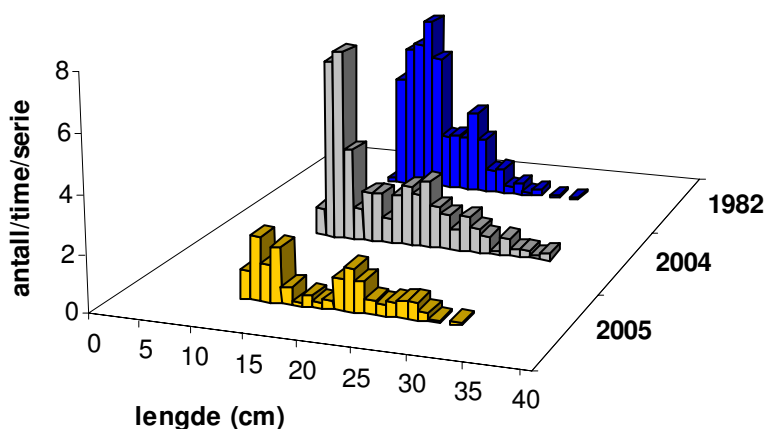
Fig. 8. Mageinnhold (våtvekt %) hos alle de undersøkte gjeddene i Årungen i 2004 og 2005 (a), og fordelt på 2004, mai-juni 2005 og august-desember 2005 (b).

a)

1982: n = 40,4

2004: n = 38,9

2005: n = 14,8



b)

1982: n = 26,1

2004: n = 23,5

2005: n = 3,9

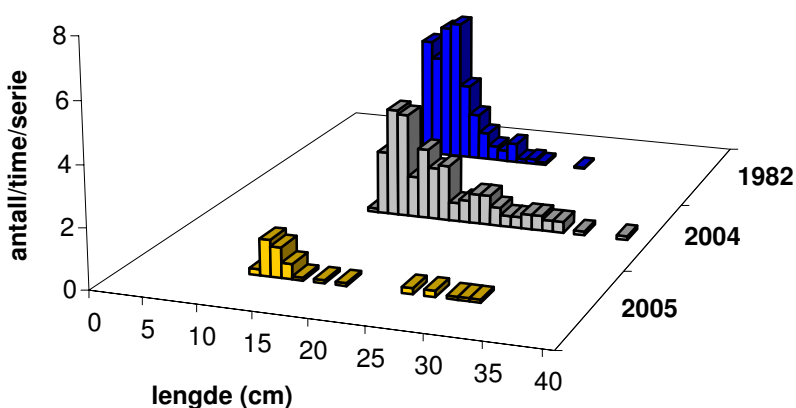


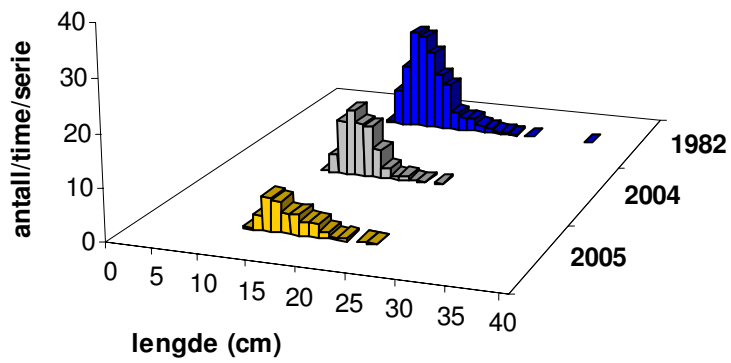
Fig. 9. Antall abbor tatt pr time pr serie på settegarn (a) og på flytegarn (b) i Årungen i 1982, 2004 og 2005.

4.4.2 Relativ tetthet av mort

I 1982 ble det tatt mye mort både littoralt og pelagialt (figur 10). Prøvefisket i juni 2004 ga en nedgang på hele 56,6 % i forhold til prøvefisket som ble gjennomført i 1982. I tillegg ble det en nedgang på 43,3 % på prøvefisket i 2005, sammenlignet med 2004. Andelen mort over 15cm har gått kraftig opp i løpet av de to siste årene og dominerer både i 2004 og 2005 fangsten på flytegarna, med ca. 70 % begge årene, mot ca. 25 % i 1982. Det ble ikke tatt mort over 25 cm verken i 2004 eller 2005, mens den største i 1982 lå på 35 cm.

a)

1982: n = 109,2
2004: n = 57,5
2005: n = 30,9



b)

1982: n = 141,3, >15 cm: n = 35,1
2004: n = 53,8, > 15 cm: n = 38,0
2005: n = 28,9, > 15 cm: n = 20,1

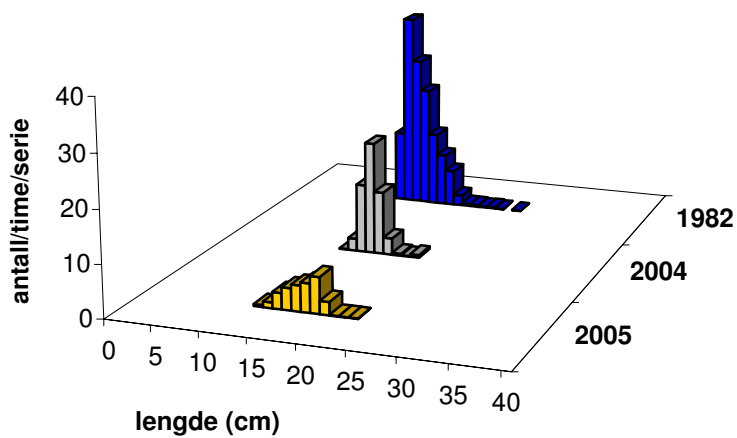


Fig. 10. Antall mort tatt pr time pr serie på settegarn (a) og flytegarn (b) i Årungen under prøvefiske i 1982, 2004 og 2005.

4.5 Andre arter

4.5.1 Sørsv

Sørsv forekom ikke i noen av fangstene i 1982 (Borgstrøm & Dokk 2005), mens det derimot både i 2004 og i 2005 er flere innslag av sørsv (figur 11). Antall sørsv er forholdsvis lavt i forhold til mort og sørsv ble kun fanget på settegarn i 19,5 og 29 mm i 2004, mens det i tillegg ble fanget én sørsv på settegarn i 16 mm i 2005. På kontrollfisket i mai 2005 ble det tatt flere store individer, med den største registrerte på 36,7 cm og 960 gram.

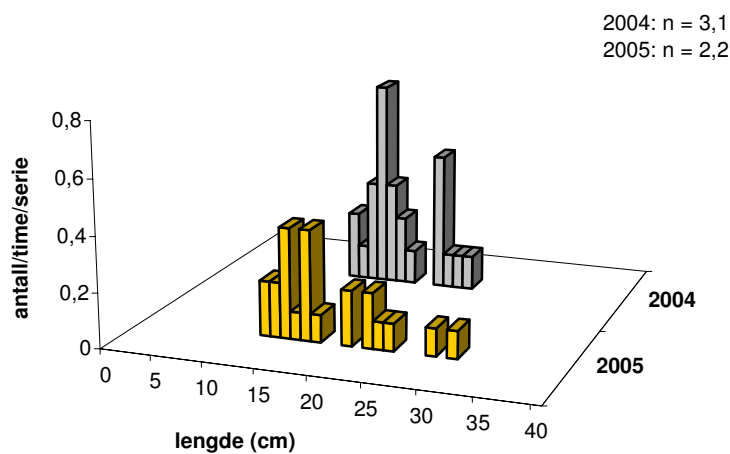


Fig. 11. Antall sørsv tatt under prøvefisket i Årungen i 2004 og 2005 (antall/time/serie).

4.5.2 Suter

Verken i 2004 eller i 2005 ble det tatt suter ved prøvefisket i juni. Under kontrollfisket i mai 2004 og mai-juni 2005 ble det derimot tatt flere store eksemplarer. I 2004 lå vektene mellom 0,9-1,1 kg mens de i 2005 lå på rundt 1,5 kg, med lengder på mellom 40 og 45 cm.

4.5.3 Sjørørret

Det ble tatt to eksemplarer av sjørørret i Årungen under kontrollfisket i starten av juni 2005. Den ene var på 43,4 cm og 1,15 kg, mens den største var på 55,7 cm og 2,25 kg.

5.0 Diskusjon

Tettheten (antall fisk/ha) av den kjønnsmodne gjeddebestanden i Årungen er høy sammenliknet med hva som er funnet i andre innsjøer (Kipling & Frost 1970, Bregazzi & Kennedy 1980). Den totale tettheten i Årungen i 1997, 12,3 gjedder/ha, (Flygind & Hoen 1998) var like stort som det største estimatet for årene 1979-1983 (Borgstrøm 1984). Estimaten for 2004 viser en liten nedgang totalt sett, 9,9 gjedder pr ha, men med en forandring i strukturen. Nesten alle gjeddene i 2004 er over 55 cm. Det totale estimatet for 2005 er 17,5 gjedde pr ha og er større enn ved alle tidligere estimeringer. Lengdeklassen 45-54,9cm er dominerende, med et estimat på 1439 gjedder i 2005 mot 160 gjedder i 2004. Bestanden av gjedder, mellom 45 og 55 cm, har dermed økt betraktelig i Årungen i 2005 i forhold til tidligere år. Etter estimatene ble 89,1 % av gjeddene mellom 75-84,9cm tatt ut i 2004 og 54,9% av gjeddene mellom 85-94,9cm. Estimaten for gjedder over 65 cm var 494 gjedder i 2004. Estimaten gikk ned til 121 gjedder i 2005. Ved utfiskingen i 2005 ble det ikke tatt gjedder over 85 cm. Bestanden av de største gjeddene, over 95 cm, er neppe stor ettersom kun ei gjedde over denne lengden ble fanget i løpet av to år.

I 1997 fant Flygind & Hoen (1998) at 6-åringene utgjorde den største aldersgruppen av kjønnsmodne individer, og det var denne aldersklassen som også dominerte på vektbasis i Årungen. Dette samsvarer med den sterke utfiskingen som ble gjennomført i Årungen i 1991 til 1993, da det bare i 1991 ble tatt ut 328 gjedder med en gjennomsnittsvikt på 2,2 kg (Flygind & Hoen 1998). I 2004 ble 551 gjedder tatt ut, med en gjennomsnittsvikt på 2,3 kg. I 2005 ble det tatt ut 367 gjedder, med en gjennomsnittsvikt på 1,4 kg. Flesteparten av gjeddene som ble tatt ut i 2005 var 3+ og 4+. Fangstresultatene etter to år med utfisking, viser at fisket har hatt et betydelig større omfang enn det som har blitt gjennomført tidligere, og de store gjeddene har blitt sterkt redusert i løpet av utfiskingen.

Under prøvefisket i 1982 ble det tatt 0,8 gjedder pr time pr serie på settegarn i Årungen (Borgstrøm & Dokk 2005). Dette økte til henholdsvis 4,0 og 5,5 gjedder pr time pr serie for 2004 og 2005, men nå var det i hovedsak unge gjedder som ble tatt, mens det i 1982 var en større andel store, gamle gjedder. Fangsten på settegarna var 5 ganger større i 2004 og 6 ganger større i 2005 enn i 1982. Samlet sett, på flytegarna og settegarna, var fangsten av gjedder under 50 cm 8 ganger større i 2004 enn i 1982. Fangsten på settegarna økte ytterligere i 2005 og viser at det har vært en sterk økning av de minste gjeddene fra 2004 til 2005.

Diettanalyser tatt av gjedder fra Årungen inneholdt kun fisk, det samme som ble funnet av både Borgstrøm (1981) og Flygind & Hoen (1998) i Årungen tidligere. I 2005 var 81 % av magene tomme i august-desember mot litt over 14 % i mai-juni. I mai-juni er gjeddene ferdige med gyteperioden, og det vil være naturlig at de har et større konsum og er mer i aktivitet i denne perioden. Flygind & Hoen (1998) fant at tomme mager hos gjedda er sesongavhengig i Årungen.

Beaudoin et al. (1999) fant også at fisk var mest vanlig som føde, og at tomme mager var mer vanlig i vann der gjedda hadde flere byttefisker å velge mellom enn der den kun spiste gjedde. Invertebrater var også viktigere for gjedda i vann der det kun var gjedde enn i vann med flere fiskearter. Gjedda karakteriseres som en fiskespisende spesialist, som kun når det er nødvendig, vil fortsette å spise invertebrater som voksne (Beaudoin et al. 1999). Mort var dominerende føde hos gjeddene i Årungen i 2004 og 2005, noe som også Wysujack & Mehner (2002) fant i sine vann. I 2004 sto mort for 55,3 % av våtvekten i gjeddemagene og 64,8 % i 2005. Andelen abbor som ble funnet i gjeddemagene økte fra 19,8 % i 2004 til 35,2% i 2005. Abbor hadde en lengde på opptil 24 cm. Med utgangspunkt i diettanalysene, har gjedda spist mer abbor i 2005 enn den gjorde tidligere, noe som sammenfaller godt med nedgangen av abbor tatt på prøvafiske i 2005.

Gjedde vil konsumere store mengder med småfisk, ettersom de fra en veldig liten lengde vil spise fisk som er nesten like store som de selv (Flygind & Hoen 1998, Brabrand 2000, Skov et al. 2003). Konsumet av byttefisk vil øke betraktelig når tettheten av smågjedde er stor og den individuelle vekstraten er høy (Flygind & Hoen 1998, Skov et al. 2003). De fleste undersøkelser viser at graden av kannibalisme øker med økende lengde på gjeddene (Mann 1982, Treasurer et al. 1992), selv om dette ikke alltid er like tydelig (Frost 1954). I Årungen ble det i mai 2004 funnet to-årige gjedder i fire av i alt 33 undersøkte gjeddemager, mens ingen gjedder ble funnet i magene i 2005. Imidlertid var det langt færre store gjedder som ble tatt ut i 2005. Gjeddene som hadde spist andre gjedder, var selv over 64 cm. I 1997 utgjorde gjedde 2,1 % av byttefiskene hos gjedde i Årungen (Flygind & Hoen 1998). Et uttak av stor gjedde vil redusere kannibalismens selvregulerende effekt og øke antallet ung gjedde (Rundberg 1977, Mann 1982). Flygind & Hoen (1998) viser at kannibalisme også er en svært viktig bestandsregulerende faktor i Årungen. I mai 2004 utgjorde gjedde 24,9 % av innholdet

i gjeddemagene, og uten uttaket av de 551 gjeddene i mai dette året, ville trolig et stort antall smågjedder blitt spist denne våren og sommeren.

Verken prøvefisket i 1982, 2004 eller 2005 tyder på at gjedda har tilgang på mort i optimal byttelengde (Nursall 1973, Hart & Connellan 1984) i Årungen, og det kan være en av årsakene til at den store gjedda i Årungen spiser relativt mye gjedde og abbor.

Den sterke nedgangen i fangsten av abbor og mort ved prøvefisket i juni 2005 sammenliknet med fangstene i 2004 og i 1982, kan henge sammen med forandringer i struktur og lengdeklasser av både gjedde og stor abbor. Prøvefisket i juni 2004 ga en nedgang i mortbestanden på over 56 % i forhold til prøvefisket i 1982. I tillegg var det en nedgang på ca. 43 % på prøvefisket i 2005 i forhold til 2004. Imidlertid har andelen mort over 15 cm økt betraktelig og dominerer både i 2004 og 2005, med ca. 70 % av fangsten på flytegarna. Dette kan relateres til det store konsumet gjeddene i Årungen har hatt av mort i 2004 og 2005, etter utfiskingen av stor gjedde startet i 2004. Det kan også nevnes at den største sjøørreten som ble tatt ut i juni 2005, på 2,25 kg, hadde konsumert tre mort.

Sørv og suter ble også tatt i løpet av fisket i 2004 og 2005. Sørv ble ikke tatt på prøvefisket i 1982, mens flere individer ble tatt både i 2004 og i 2005. Utover det er ikke videre undersøkelser blitt gjort på disse artene.

Antall abbor tatt pr time pr serie under prøvefiske i Årungen i 1982, 2004 og 2005, viser en nedgang i abborbestanden over tid. Fangstene i 1982 og i 2004 er nesten like, mens det har vært en nedgang på 70 % i abborbestanden i 2005 i forhold til 2004. Under prøvefisket i 1982 var andelen abbor over 20 cm 9,6 % av den totale fangsten. Både i 2004 og 2005 økte andelen abbor over 20 cm i Årungen sterkt og tilsvarte henholdsvis 36 % og 40 % av fangstene i de to årene. Kontrollfisket etter gjedde i 2004, men spesielt i 2005, viste at det er mye storabbor i Årungen med vekter på opptil 2 kg. Det er sannsynlig at disse storabborene vil være med på å spise store mengder mort.

Strukturen i fiskesamfunnet i eutrofe innsjøer styres av predatorfiskene (Benndorf 1990, Skov et al. 2002). Utsetting av predatorfisk er en mulighet som har blitt brukt flere steder, jmført Brabrand & Faafeng (1993), Prejs et al. (1994), Berg et al. (1997), Søndergaard et al. (1997), Lathrop et al. (2002), Skov et al. (2002), Skov et al. (2003) og Findlay et al. (2005). I følge

Brabrand (1995) var gjedde og abbor de opprinnelige predatorartene i Gjersjøen. Gjedde og abbor jakter mest i littoralsonen og er i hovedsak aktive om dagen. Det passet derfor godt med introduksjonen av gjørs, som trives best i de frie vannmassene og som er nattaktiv. Morten forandret habitat fra pelagiale til littorale områder etter introduksjonen av gjørs. Etter introduksjonen er det kun stor mort som er enerådende i pelagialen. Andelen abbor økte også betraktelig i littoralsonen (Brabrand 1995).

Findlay et al. (2005) presenterer langtidseffektene, over 16 år, ved introduksjon av gjedde i en liten boreal innsjø. Biomassen av alger gikk ned og det ble et skifte i type *Daphnia*, fra mindre til større typer. Biomassen av fytoplankton sank med introduksjonen av gjedde og økte igjen med fjerningen av gjedde.

En biomanipulering der det var både store og små individer, som predaterer på forskjellige årsklasser ble utprøvd av Skov et al. (2002). Unge gjedder, 0+, sammen med abbor på mellom 20 og 30 cm, ble satt ut over en periode på sju år i Lake Udbyover. Tettheten av stor mort, over 15 cm, gikk drastisk ned i løpet av studieperioden, på grunn av predasjon fra gjedde på over 50 cm. Skov et al. (2002) mener at kollapsen i mortbestanden kan relateres til predasjon på både stor og liten mort. Det ble en indirekte effekt på mortbestanden ved at stor gjedde predaterte på stor kjønnsmoden mort, som ga en nedgang i rekrutteringen til mortbestanden. I tillegg ble det en direkte predasjon av 0+ gjedde og eller predasjon av 1+ og 2+ abbor på 0+ mort.

På bakgrunn av gjeddenes konsum, vil det i eutrofe innsjøer lønne seg å ha mange små gjedder i stedet for store (Flygind & Hoen 1998, Brabrand 2000, Lathrop et al. 2002). Dette er utgangspunktet for utfiskingen som ble startet i Årungen. De yngre årsklassene av gjedde vil få bedre levevilkår og en raskere vekst, og vil gjøre store innhogg i byttedefiskbestandene (Skov et al. 2003). Dessuten kan bestanden av stor fiskespisende abbor øke (Brabrand 1995, Lathrop et al. 2002). Når tettheten av gjedde øker, kan gjedda, som egentlig holder til i littoralen (Grimm 1981, Casselmann & Lewis 1996), vise seg å bli mer pelagisk (Rundberg 1977, Hawkins et al. 2005). Hawkins et al. (2005) viser at gjedde brukte habitater fra strandsonen og ned til 17 meters dyp i sine undersøkelser. Med en høyere tetthet, ble de yngste gjeddene trent ut på dypere vann, og tiden de brukte her, økte med tettheten av gjedde. Stor gjedde kan fortrenge den mindre gjedda til å bruke et annet habitat og fortrenge dens bruk av vannet (Skov & Koed 2004, Hawkins et al. 2005). Det vil være naturlig å anta at de minste gjeddene

vil få større aktivitet og et større konsum etter at de store gjeddene er fjernet, noe som svært sannsynlig kan ha skjedd i Årungen. Overlevelsen av smågjedder vil øke og gjeddebestanden vil domineres av unge, sterke årsklasser, slik resultatet av bestandsestimeringen og utfiskingen i Årungen fra 2004 og 2005 viser.

I vann som er så grumsete at gjedda ikke kan se byttefiskene like lett, vil veksten til gjedda kunne gå ned (Casselman & Lewis 1996). Mangelen på optimale størrelser av byttefisk, kan også begrense veksten hos eldre gjedder (Diana 1979, 1987). I Årungen ble det imidlertid ikke tatt mange eldre individer i 2005. De yngste gjeddene som ble tatt i 2005, viser at gjeddene har hatt en sterk vekst de siste to sesongene. Det tyder på at de minste gjeddene har hatt mye tilgjengelig byttefisk i riktig størrelse, slik at de har oppnådd en rask vekst, slik som Vøllestad et al. (1986) fant i blant annet Tyrifjorden. Det kan imidlertid slås fast, i overensstemmelse med Borgstrøm (1981) og Flygind & Hoen (1998) at gjeddene i Årungen generelt har en rask vekst, sammenlignet med andre europeiske bestander (Mann 1976, Sjøberg 1985).

I Årungen var et av målene til Ås kommune å få bedre siktedyp og klarere vann (Yri 2003). Wysujack & Mehner (2002) påpeker at biomanipulering vil være en god metode for å bedre vannkvaliteten, dersom dyktige fiskere blir satt inn i utfiskingen, og biomanipuleringen foregår over en lengre tidsperiode, slik at andelen fiskespisere får lov til å bygge seg opp i innsjøen. Imidlertid viser Prejs et al. (1997) at en vellykket innføring av 0+ gjedde samtidig som blant annet stor gjedde ble fjernet, ikke hadde så stor innvirkning på vannkvaliteten i Lake Wirbel som ønsket. Vannkvaliteten ble ikke bedre i løpet av de tre første årene etter fiskeutsettingen og utfiskingen. Imidlertid ble det en merkbar forbedring i vannkvaliteten etter at innsjøen ble rotenonbehandlet, samtidig som 0+ gjedder ble satt ut. Det ble også en forandring i det herbivore zooplanktonsamfunnet, der spesielt tettheten av store *Daphnia*-arter, som *D. cucullata* økte (Prejs et al. 1997). Tettheten av zooplankton, spesielt *Daphnia*- og *Bosmina*-arter økte også betraktelig i Lake Lyng etter jevnlig utsettinger av gjeddeyngel (Søndergaard et al. 1997). Gjennomsnittlig klorofyll gjennom sommeren korrelerte med tettheten av mort. Den totale fosforkonsentrasjonen var lavest i år der tettheten av zooplanktonspisende fisk var lav (Søndergaard et al. 1997). Utsettinger av smågjedde har vist seg å være med på å gjenoppbygge/gjenskape innsjøer, fordi vannkvaliteten bedres, gjennom å skape en trofisk kaskadeeffekt. Likevel påpeker Søndergaard et al. (1997) at i Lake Lyng ble det kun ønsket effekt det første året etter at utsettingen ble gjennomført. Det ser derfor ut til at

sammensetningen av fiskesamfunnet, kan være avgjørende for utfallet av en biomanipulering. I Årungen viser utfiskingen at andelen yngre gjedder har økt og bestanden av zooplanktonspisende mort har gått ned. Det kan derfor tyde på at Årungen er på rett vei, i henhold til Ås kommune sitt mål om bedre vannkvalitet. Fremtidsutsiktene vil likevel dreie seg mer om næringssaltene som blir tilført Årungen og vassdraget eksternt, enn om hvor mye mort gjedda konsumerer.

Hvis en vurderer å bruke biomanipulering i en innsjø med et komplekst fiskesamfunn, som det finnes mange av rundt på Østlandet, er det viktig å gjennomføre en analyse av fiskesamfunnet på forhånd. Viser undersøkelsen at innsjøen inneholder store mengder småmort og småabbor, sammen med stor gjedde, er det store sjanser for at det er stor gjedde som kontrollerer rekrutteringen til gjeddebestanden. Utfisking av store gjedder, slik det nå er gjort i Årungen, kan derfor bidra til både å øke rekrutteringen til gjeddebestanden og redusere mengden av små mort og små abbor. En utfisking av stor gjedde i innsjøen, kan starte rett etter isløsning om våren. Ved å bruke stormaska garn, kan det fiskes selektivt på de gjeddene som en ønsker å fjerne, slik det er blitt gjort i Årungen de to siste årene. Det er viktig at gjeddene har gytt før de blir tatt ut, slik at nye rekrutter allerede er sikret. Ved å gjenta utfiskingen av gjedde om våren, vil en trolig på kort tid få en forandring i artssammensetning, lengdeklasser og habitatbruk til de artene som finnes i innsjøen. Benndorf (1990) peker imidlertid på at effektene av biomanipulering ofte ser ut til å være avhengig av at næringstilførselen til innsjøen ikke blir for stor. Biomanipuleringen foregår på innsjøens premisser, uten bruk av verken kjemikalier eller innføring av andre arter. Det er likevel svært sannsynlig at utfiskingen av gjedde må fortsette i årene fremover for å holde bestanden av stor gjedde nede. At Årungen i årene fremover har en tett gjeddebestand, der unge individer som kan konsumere store mengder mort dominerer, er derfor essensielt.

6.0 Referanser

- Barlaup, B.T & Åtland, Å. 1990. Merking og bedøving av fisk –en statusrapport. Forskningsprogram om fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag. –Nasjonal komité for miljøvernforskning (NAVF). Rapport nr. 1. 54p.
- Beaudoin, C.P., Tonn, W.M., Prepas, E.E. & Wassenaar, L.I. 1999. Individual specialization and trophic adaptability of northern pike (*Esox lucius*): an isotope and dietary analysis. *Oecologia* 120: 386-396.
- Benndorf, J. 1990. Conditions for effective biomanipulation; conclusions derived from whole-lake experiments in Europe. *Hydrobiologia* 200/201: 187-203.
- Benndorf, J., Böing, W., Koop, J. & Neubauer, I. 2002. Top-down control of phytoplankton: the role of time scale, lake depth and trophic state. *Freshwater Biology* 47: 2282-2295.
- Berg, S., Jeppesen, E. & Søndergaard, M. 1997. Pike (*Esox lucius* L.) stocking as a biomanipulation tool 1. Effects on the fish population in Lake Lyng, Denmark. *Hydrobiologia* 342/343: 311-318.
- Borgstrøm, R. 1981. Bestanden av gjedde, *Esox lucius* L., i Årungen. – Norges landbruksvitenskaplige forskningsråd (NLVF), Årungenprosjektet 8: 1-18.
- Borgstrøm, R. 1984. Undersøkelse av fisk, zooplankton og bunndyr i Årungen. –Norges landbruksvitenskaplige forskningsråd (NLVF). Sluttrapport nr. 538 (ISBN 82-7290-282-6): 1-16.
- Borgstrøm, R. 2000. Ferskvannsfisk –en viktig ressurs i fortid og nåtid. In: Borgstrøm, R. & Hansen, L.P. (eds.). Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget. pp. 11-20.
- Borgstrøm, R. 2004. Gjeddebestanden i Årungen før utfisking. –Biomanipulering i Årungen. Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø og biovitenskap. Notat 1: 1-4.
- Borgstrøm, R. & Dokk, J.G. 2005. Store endringer i fiskesamfunnet i Årungen fra juni 1982 til juni 2004. Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø og biovitenskap. Notat 3: 1-8.
- Brabrand, Å. 1995. Gjørs og abbor hindrer masseforekomst av mort. In: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J.H. (eds.). Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting. Sluttrapport fra forskningsprosjektet "Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag" (FFT), Norges forskningsråd. pp. 113-120.
- Brabrand, Å. 2000. Komplekse fiskesamfunn med dominans av karpefisk, abborfisk og gjedde. In: Borgstrøm, R. & Hansen, L.P. (eds.). Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget. pp. 130-144.
- Brabrand, Å. & Faafeng, B. 1993. Habitat shift in roach (*Rutilus rutilus*) induced by pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) introduction: predation risk versus pelagic behaviour. *Oecologia* 95: 38-46.
- Bregazzi, P.R. & Kennedy, C.R. 1980. The biology of pike *Esox lucius* L., in a southern eutrophic lake. *Journal of Fish Biology* 17: 91-112.
- Breukers, C.P.M., Van Dam, E.M. & De Jong, S.A. 1997. Lake Volkerak-Zoom: a lake shifting from the clear to the turbid state. *Hydrobiologia* 342: 367-376.
- Casselman, J.M. & Lewis, C.A. 1996. Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 161-174.
- Diana, J.S. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Zoology* 57: 2121-2127.
- Diana, J.S. 1987. Simulation of mechanisms causing stunting in northern pike populations. *Transactions of the American Fisheries Society* 116: 612-617.

- Direktoratet for naturforvaltning (DN). 2006. Norge søker om unntak for bruk av rotenon. <http://www.dirnat.no/wbch3.exe?d=11912> Oppdatert 22.03.2006. Lastet ned 27.04.2006.
- Ensby, S., Borgstrøm, R., Langeland, G., Rosland, F. & Sanni, S. 1984. Årungen. Tilstand, aktuelle sanerings- og restaureringstiltak. Institutt for geossurs- og forurensningsforskning (GEFO). 30p.
- Faafeng, B. 1995. Fisk påvirker planteplankton i innsjøer. In: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J.H. (eds.). Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting. Sluttrapport fra forskningsprosjektet "Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag" (FFT), Norges forskningsråd. pp. 121-125.
- Filipsson, O. 1972. Sötvattenslaboratoriets provfiske- och provtagningsmetoder. –Informasjon från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 16. 24p.
- Findlay, D.L., Vanni, M.J., Paterson, M., Mills, K.H., Kasian, S.E.M., Findlay, W.J. & Salki, A.G. 2005. Dynamics of a Boreal Lake Ecosystem during a Long-Term Manipulation of Top Predators. *Ecosystems* 8: 603-618.
- Flygind, S.K. & Hoen, O.H. 1998. Bestanden av gjedde (*Esox lucius*) i den eutrofe innsjøen Årungen –konsum av fisk og potensiale for biomanipulasjon. Cand. agric. hovedoppgave Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole. 64p.
- Frost, W.E. 1954. The food of pike, *Esox lucius* L., in Windermere. *Journal of Animal Ecology* 23: 339-360.
- Grimm, M.P. 1981. The composition of northern pike (*Esox lucius* L.) populations in four shallow waters in the Netherlands, with special reference to factors influencing 0+ pike biomass. *Fisheries Management* 12: 61-76.
- Gulati, R.D. & Donk, E. 2002. Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: state-of-the-art review. *Hydrobiologia* 478: 73-106.
- Hart, P.J.B. & Connellan, B. 1984. Cost of prey capture, growth rate and ration size in pike, *Esox lucius* L., as functions of prey weight. *Journal of Fish Biology* 25: 279-292.
- Hawkins, L.A., Armstrong, J.D. & Magurran, A.E. 2005. Aggregation in juvenile pike (*Esox lucius*): interactions between habitat and density in early winter. *Functional Ecology* 19: 794-799.
- Horpilla, J. & Kairesalo, T. 1990. A fading recovery: the role of roach (*Rutilus rutilus* L.) in maintaining high phytoplankton productivity and biomass in Lake Vesijärvi, southern Finland. *Hydrobiologia* 200/2001: 153-165.
- Lagler, K.F. 1971. Capture, sampling and examination of fishes. In: Ricker, W.E. (ed.). –Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP handbook no 3, Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 7-44.
- Kipling, C. & Frost, W.E. 1970. A study of the mortality, population numbers, year class strengths, production and food consumption of pike, *Esox lucius* L., in Windermere from 1944 to 1962. *Journal of Animal Ecology* 39: 115-157.
- L'Abée-Lund, J.H. (ed.) 1995. Fiskeforbedrende tiltak. In: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J.H. (eds.). Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting. Sluttrapport fra forskningsprosjektet "Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag" (FFT), Norges forskningsråd. pp. 135-209.
- Lathrop, R.C., Johnsen, B.M., Johnsen, T.B., Vogelsang, M.T, Carpenter, S.R., Hrabik, T.R., Kitchell, J.F., Magnuson, J.J., Rudstam, L.G. & Stewart, R.S. 2002. Stocking piscivores to improve fishing and water clarity: a synthesis of the Lake Mendota biomanipulation project. *Freshwater biology* 47: 2410-2424.
- Leach, J.H., Johnson, M.G., Kelso, J.R.M., Hartmann, J., Nümann, W. & Entz, B. 1977. Responses of percid fishes and their habitats to eutrophication. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34: 1964-1971.

- Løvstad, Ø. & Krogstad, T. 1996. Overvåking av Årungenvassdraget, Årungen og Østensjøvannet 1995. Eutrofiering, plantenæringsstoffer og blågrønnalger. –Årungenprosjektet. 19p.
- Løvstad, Ø., Krogstad, T. & Lid Larsen, Ø. 1992. Overvåking av Årungen 1991. –Rapport nr. 2/92. Akershus fylkeskommune, miljøvernavdelingen. 35p.
- Mann, R.H.K. 1976. Observations on the age, growth, reproduction and food of the pike, *Esox lucius* (L.) in two rivers in Southern England. *Journal of Fish Biology* 8: 179-197.
- Mann, R.H.K. 1982. The annual food consumption and prey preferences of pike (*Esox lucius*) in the river Frome, Dorset. *Journal of Animal Ecology* 51: 81-95.
- Mehner, T., Arlinghaus, R., Berg, S., Dörner, H., Jacobsen, L., Kasprzak, P., Koschel, R., Schulze, T., Skov, C., Wolter, C. & Wysujack, K. 2004. How to link biomanipulation and sustainable fisheries management: a step-by-step guideline for lakes of the European temperate zone. *Fisheries Management and Ecology* 11: 261-275.
- Nursall, J.R. 1973. Some behavioral interactions of spottail shiners (*Notropis hudsonius*), yellow perch (*Perca flavescens*), and northern pike (*Esox lucius*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 30: 1161-1178.
- Pehrson, L. & Hamrin, S.F. 1994. Effects of cyprinids on the release of phosphorus from lake sediments. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 2124-2127.
- Pierce, R.B. & Tomcko, C.M. 1993. Tag loss and handling mortality for northern pike marked with plastic anchor tags. *North American Journal of Fisheries Management* 13: 613-615.
- Prejs, A., Martyniak, A., Boroń, S., Hliwa, P. & Koperski, P. 1994. Food-web manipulation in a small, eutrophic Lake Wirbel, Poland – effect of stocking with juvenile pike on planktivorous fish. *Hydrobiologia* 276: 65-70.
- Prejs, A., Pijanowska, J., Koperski, P., Martyniak, A., Boroń, S. & Hliwa, P. 1997. Food-web manipulation in a small, eutrophic Lake Wirbel, Poland: long-term changes in fish biomass and basic measures of water quality. A case study. *Hydrobiologia* 342/343: 383-386.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191. 382p.
- Ricker, W.E. & Lagler, K.F. 1942. The growth of spiny-rayed fishes in Fouts Pond, Indiana. *Invest. Indiana Lakes Streams* 2: 85-97.
- Rundberg, H. 1977. Trends in harvests of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*), eurasian perch (*Perca fluviatilis*), and northern pike (*Esox lucius*) and associated environmental changes in Lakes Mälaren and Hjälmaren, 1914-74. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34: 1720-1724.
- Semb, G. 1975. Jorda i Ås. –Jordbunnsbeskrivelse nr. 49, Statens Jordundersøkelse, Norges Landbrukshøgskole. Landbruksforlaget, Oslo. 183p.
- Sharma, C.M. & Borgstrøm, R. 2006. Age-determination and back-calculation of length of pike (*Esox lucius* L.) by use of the metapterygoid bone; a verification by mark-recapture. pp.1-19. submitted.
- Sjøberg, G. 1985. Gäddans längdtillväxt i ett kraftverksmagasin. Informasjon från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 12: 1-25.
- Skov, C. & Koed, A. 2004. Habitat use of 0+ year pike in experimental ponds in relation to cannibalism, zooplankton, water transparency and habitat complexity. *Journal of Fish Biology* 64: 448-459.
- Skov, C., Lousdal, O., Johansen P.H. & Berg, S. 2003. Piscivory of 0+ pike (*Esox lucius* L.) in a small eutrophic lake and its implication for biomanipulation. *Hydrobiologia* 506: 481-487.

- Skov, C., Perrow, M.R., Berg, S. & Skovgaard, H. 2002. Changes in the fish community and water quality during seven years of stocking piscivorous fish in a shallow lake. *Freshwater Biology* 47: 2388-2400.
- Søndergaard, M., Jeppesen, E. & Berg, S. 1997. Pike (*Esox lucius* L.) stocking as a biomanipulation tool 2. Effects on lower trophic levels in Lake Lyng, Denmark. *Hydrobiologia* 342/343: 319-325.
- Treasurer, J.W., Owen, R. & Bowers, E. 1992. The population dynamics of pike, *Esox lucius*, and perch, *Perca fluviatilis*, in a simple predator-prey system. *Environmental Biology of Fishes* 34: 65-78.
- Vøllestad, L.A., Skurdal, J. & Quenild, T. 1986. Habitat use, growth, and feeding of pike (*Esox lucius* L.) in four Norwegian lakes. *Archiv für Hydrobiologie* 108: 107-117.
- Williams, E.A. & Moss, B. 2003. Effects of different fish species and biomass on plankton interactions in a shallow lake. *Hydrobiologia* 491: 331-346.
- Wright, R.M. 1990. The population biology of pike, *Esox lucius* L., in two gravel pit lakes, with special reference to early life history. *Journal of Fish Biology* 36: 215-229.
- Wysujack, K. & Mehner, T. 2002. Comparison of losses of planktivorous fish by predation and seine-fishing in a lake undergoing long-term biomanipulation. *Freshwater Biology* 47: 2425-2434.
- Yri, A. 2003. Tiltaksanalyse og tiltaksplan for Årungen. Ås kommune. 29p.