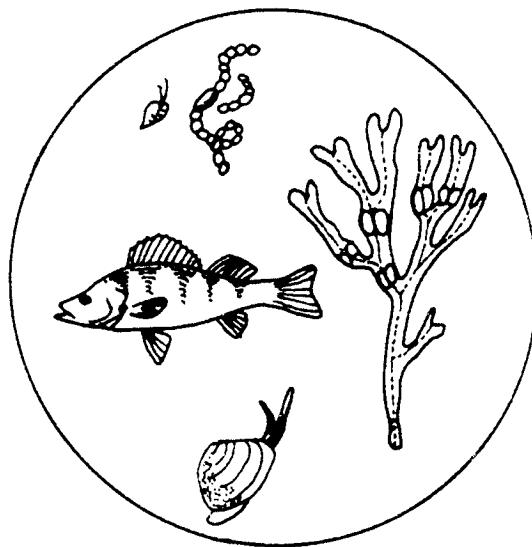


FORSKNINGSRAPPORTER
FRÅN
HUSÖ BIOLOGISKA STATION

No 107 (2002)



Sara Kåll

Undersökning av miljöeffekter av fiskodlingar (Andersö eller Järsö) under avveckling

(Monitoring of environmental effects of fish farms [Andersö and Järsö] under closure)

Husö biologiska station

Institutionen för biologi

Åbo Akademi

I publikationsserien **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** rapporteras forskning utförd i anknytning till Husö biologiska station. Serien utgör en fortsättning på serierna **Husö biologiska station Meddelanden** och **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Utgivare är Husö biologiska station, Institutionen för biologi, Åbo Akademi. Författarna svarar själva för innehållet. Förfrågningar angående serien riktas till stationen under adress: Bergövägen 713, 22220 Emkarby; telefon: 018-37310; telefax: 018-37244; e-post huso@abo.fi. (Även: Inst. för biologi, Åbo Akademi, Akademigatan 1, 20500 Åbo).

The series **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** contains scientific results and processed data from research activities of Husö biological station, Department of Biology, Åbo Akademi University. The authors have full responsibility for the contents of each issue. The series is a sequel to the publications **Husö biologiska station Meddelanden** and **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Inquiries should be addressed to Husö biological station, Åbo Akademi University. Address: Bergövägen 713, FI-22220 Emkarby, Finland; phone: +358-18-37310; telefax: +358-18-37244; e-mail: huso@abo.fi (Also Dept. of biology, Åbo Akademi University, Akademigatan 1, FI-20500 Turku, Finland)

Redaktör:
Charlotta Nummelin

Editor:

Åbo Akademis tryckeri – Åbo 2002

ISBN: 952-12-1082-6
ISSN: 0787-5460

Undersökning av miljöeffekter av fiskodlingar (Andersö och Järsö) under avveckling

(*Monitoring of environmental effects of fish farms [Andersö and Järsö] under closure*)

Sara Kåll

Husö biologiska station, institutionen för biologi, Åbo Akademi
22220 Emkarby, Åland, Finland

Abstract

A study on zoobenthos, hydrography, sediment and periphyton growth was conducted at two fish farm sites under closure in the Åland archipelago June-September 2002. The aim of the study was to collect base line data for long-term monitoring of environmental effects from two fish farms where production will end before the end of year 2002, fish farms being one of the largest single local sources of nutrients in the Åland archipelago. The fish farms studied are located in areas influenced by different abiotic factors. One (Diamond Fish in Andersö-area) is characterized by the conditions in the inner archipelago, with low salinity and low visibility, and rather warm water temperatures during summer. The farm is located in a narrow sound where a northerly-southerly stream dominates. The other area (Ålands Forell, Järsö) is located in a bay with a threshold, exposed from SW/W and with an inner basin where the bottom sediment is rich in organic content. There is an inflow of salt surface water. The inherent differences explain much of the differences in hydrographical data. Effects of the fish farms are clearly visible in the zoobenthic community, as it is totally lacking or very poor immediately close to from the fish farms and down the prevailing stream. The organic content of the sediment is also higher close to the fish farms, as well as the carbon and nitrogen content of the sediment. During summer stagnation (July/August) in the very warm summer of 2002, anoxic or hypoxic conditions were found in bottom waters in the inner basin at Järsö, and downstreams from the fish farm at Andersö, at stations with high organic content and with depths deeper than 10 m. Values of phosphorus and nitrogen peaked during low oxygen events in bottom waters in the sediment basin of Järsö. Values of nutrients were generally high according to existing classification systems.

Innehåll

1 Inledning	2
2 Undersökningsområden	2
2.1 Diamond Fish Ab/Andersö	4
2.2 Ålands Forell Kb/Järsö	4
3 Material och metoder	6
3.1 Vattenkemi.....	6
3.2 Perifyton	7
3.3 Sediment	8
3.4 Bottenfauna	8
3.5 Numerisk analys	8
4 Resultat	8
4.1 Vattenkemi.....	8
4.2 Klorofyll.....	12
4.3 Perifyton	14
4.4 Sediment	15
4.5 Bottenfauna	15
5 Sammanfattning och diskussion	19
6 Referenser	21

Bilagor

BILAGA I	Motsvarande stationer i tidigare undersökningar, Andersö och Järsö.	1 s.
BILAGA II	Rådatatabell. Hydrografi; Andersö och Järsö, 2002.	3 s.
BILAGA III	Rådatatabell. Perifyton; Andersö och Järsö, 2002.	1 s.
BILAGA IV	Rådatatabell. Sediment; Andersö och Järsö, 2002.	1 s.
BILAGA V	Rådatatabell. Bottenfauna, abundanser och biomassa; Andersö och Järsö, 2002.	4 s.

1 Inledning

Att minska påverkan från fiskodlingarna i Östersjön och längs kusten är ett centralt vattenskyddsmål för Östersjön (HELCOM, rekommendation18/3, <http://www.helcom.fi/recommendations/rec18-3.html>). Ålands landskapsstyrelse har som mål att reducera belastningen av fosfor och kväve från fiskodlingarna med 30 respektive 20 % till år 2005 jämfört med 1996 års nivå (ANON. 1999a).

Denna undersökning har som mål att undersöka miljöeffekterna av två fiskodlingar, Diamond Fish Ab (tidigare Bränholmens fisk, Solvik fisk) vid Andersö och Ålands Forell Kb vid Järsö, som är under avveckling efter beslut av Ålands miljöprövningsnämnd. Verksamheten på odlingarna skall upphöra före årsskiftet 2002-2003. Undersökningen skall upprepas under fem år framåt för att undersöka miljöeffekterna av odlingarna efter det att verksamheten upphört. Detta år har tyngdpunkten lagts vid att välja ut stationer och samla in basdata från den sista säsong verksamheten vid fiskodlingarna ännu fortgår. Vid val av stationer har dels stationer från tidigare undersökningar och dels nya stationer undersökts. De stationer som undersökts tidigare, i några fall redan innan eller då verksamheten inleddes, möjliggör att en lång tidsserie av data kan analyseras i ett senare skede. Den långsiktiga målsättningen med undersökningen är att studera återhämtningsprocessen.

Undersökningen utfördes på uppdrag av Ålands landskapsstyrelse inom ramen för Husö biologiska stations forskningssamarbete med Ålands landskapsstyrelse. Provtagning och analys har utförts på Husö biologiska station. Analys av kol och kvävehalter i sedimentet har utförts av Umeå Marina Forskningscentrum.

2 Undersökningsområden

Det finns ett flertal undersökningar som gjorts i vattenområdena runt de båda odlingarna. Dels rör det sig om undersökningar gjorda vid Husö biologiska station i samarbete med Ålands landskapsstyrelse, dels finns data från det gemensamma kontrollprogrammet för fiskodlingarna på Åland (TULKKI 1997-2001).

I området i närheten av Andersö finns stationer som undersöktes 1971-1973 (HELMINEN 1974). En undersökning runt fiskodlingen vid Andersö, dåvarande Bränholmens fisk, gjordes den första sommaren odlingen var i bruk (1986) och omfattade vattenkemi-, bottenfauna- och sedimentkvalitetsundersökningar (RUOKOLAHTI 1986) på 8 stationer. Senare undersöktes samma stationer 1986 och 1987 (ÅDJERS 1987), 1988 då också provfiske utfördes (LAURÉN-MÄÄTTÄ & RÄISÄNEN 1988) samt 1990 (LAURÉN-MÄÄTTÄ 1990). Stationerna från 1971-73 återbesöktes 1989 (SANDBERG et al. 1989). Sommaren 1990 undersöktes bottenfauna och vattenkemi runt odlingen på ett större antal provpunkter, inklusive ett antal av de tidigare provpunktarna (15 stycken) (TALLQVIST 1995). Inom ramen för kontrollprogrammet för fiskodlingarna har tre provpunkter samt en referenspunkt undersökts fr.o.m. 1996 (TULKKI 1997-2001, MEHTONEN 2000). Dessa provpunkter sammanfaller delvis med de

provpunkter som undersökts i tidigare undersökningar. Sommaren 2000 återbesöktes samma stationer som på 1970-talet och 1989 (PERUS et al. 2001). Sedimentfotografering har utförts på stationer i närheten av fiskodlingen (Bonsdorff et al. 1996). Sommaren 2001 gjordes en undersökning av perifyton (LASTUNIEMI 2002) med de provpunkter som finns i förslaget till revidering av kontrollprogrammet (MEHTONEN 2000). Också i kurssyfte har undersökningar gjorts på provpunkter invid fiskodlingen (t.ex. NYMAN et al. 2000, LINDHOLM et al. 2001, HENRIKSSON et al. 2002).

Undersökningarna i vattenområdet kring Ålands Forell i Järsö startade då odlingsverksamheten inleddes 1981. Resultat från undersökningarna 1981-85 då bottenfauna och vattenkemi undersöktes på 4 stationer finns rapporterat av ÅDJERS (1985). Sommaren 1985 undersöktes odlingens inverkan på mängden *Cladophora glomerata* på de omkringliggande klippstränderna (RUOKOLAHTI 1985). En undersökning somrarna 1986 och -87 omfattade dessutom en kvantitativ undersökning av perifyton (torrvikt på remmar uppstämda i en ram) (ÅDJERS 1987) samt en pro-gradu avhandling om inverkan av fiskfoder på blåstång (ÅDJERS 1989). Sommaren 1988 utfördes en undersökning av bottenfauna och vattenkemi på samma 4 stationer som tidigare undersökts (SANDBERG 1988). Bottenfaunan sommaren 1988 och vattenkemin sommaren 1989 undersöktes på 5 stationer (SUOMALAINEN 1990). Stationerna undersöktes igen sommaren 1990 (LAURÉN-MÄÄTTÄ 1990) och sommaren 1995 (TALLQVIST 1995). Inom ramen för kontrollprogrammet för fiskodlingarna har två provpunkter samt två referenspunkter undersökts fr.o.m. 1996 (TULKKI 1997-2001). Två nya referensstationer har föreslagits av MEHTONEN (2000). Se tab. 1 för en lista på tidigare undersökningar runt Diamond Fish och Ålands Forell och bil. I för en lista över motsvarande stationer i olika undersökningar.

Tabell 1. Tidigare undersökningar med provpunkter runt fiskodlingarna Diamond Fish (Andersö) och Ålands Forell (Järsö). Om inget annat anges omfattar undersökningarna hydrografi och bottenfauna.
 Table 1. Earlier studies with stations close to the fish farms Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö). If not stated otherwise, the studies cover hydrography and zoobenthos.

Rapport	Utförd	Lokal	Punkter	Övrigt
HELMINEN 1974	1971-73	Andersö	X,Q	Bottenfaunan i den åländska skärgården
ÅDJERS 1985	1981-85	Järsö	1-4	Odlingen etablerad 1981
RUOKOLAHTI 1985	1985	Järsö		Inverkan av fiskodling på <i>C. glomerata</i>
RUOKOLAHTI 1986	1986	Andersö	1-8	Odlingen etablerad våren 1986
ÅDJERS 1987	1986-87	Andersö	1-8	
		Järsö	1-4	
SANDBERG 1988	1988	Järsö	1-4	
LAURÉN-MÄÄTTÄ & RÄISÄNEN 1988	1988	Andersö	1-8	Inkl. provfiske
SUOMALAINEN 1990	1990	Järsö	1-5	
TALLQVIST 1995	1995	Andersö	1,2,5-16	
		Järsö	1-5	
MEHTONEN, 2000		Andersö		Förslag till nya provpunkter
		Järsö		
PERUS et al. 2001	2000	Andersö	X, X ₁ , Q	Återbesök, HELMINEN 1974
TULKKI 1997-2001		Andersö	2 st + ref	Kontrollprogram
		Järsö	2 st + ref	

2.1 Diamond Fish Ab/Andersö

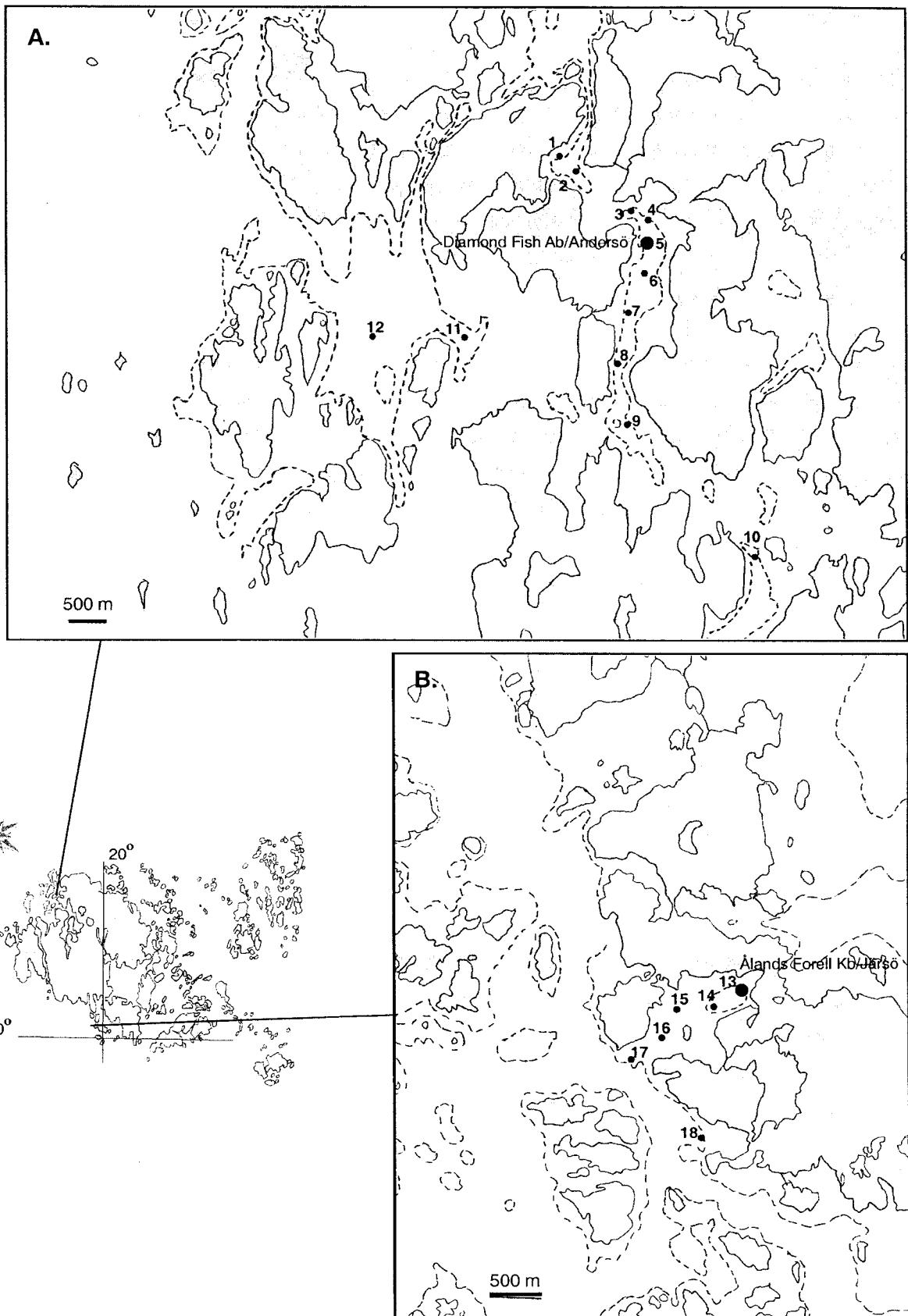
Diamond Fish Ab (tidigare Bränholmens fisk, Solvik fisk) ligger i Snäckörännan mellan Andersö och Snäckö (fig. 1), där en nord-sydlig ström domineras. Snäckörännan övergår i norr i Dånörännan. Norr om Dånö varierar vattendjupet starkt men vatten kan troligen relativt obehindrat pressas in i Dånörännan norrifrån. Mellan Snäckörännan och Dånörännan finns en tröskel (HELMINEN 1974). I smala vattenpassager som Snäckörännan är strömmar en viktig eroderande faktor och rännorna kännetecknas av relativt hårda moränblandade lerbottnar. Bassänger med tydliga trösklar är typiska lerområden (HELMINEN 1974).

I tidigare undersökningar har man konstaterat att stationerna norr om odlingen är mindre påverkade än stationerna söder om odlingen, vilket också tyder på en ström i nord-sydlig riktning. Också stationer på de mest avlägsna provpunkterna söder om odlingen har uppvisat höga närsaltshalter, vilket ansetts tyda på att belastningen sprids över ett stort område (TALLQVIST 1995). Då data från undersökningar som gjorts fram till 1995 jämfördes visade det sig att totalkvävehalterna i allmänhet ökat 1987-1990 och sedan minskat 1990-1995, medan bottenfaunan strax söder om odlingen minskat fram till 1988 och sedan ökat igen (TALLQVIST 1995).

Tolv stationer har valts ut runt Diamond Fish (fig. 1, tab. 2). För att få så lång tidsserie som möjligt samt så informativt datamaterial som möjligt, har sådana stationer valts ut som också ingått i tidigare undersökningar. Dessutom har tyngdpunkten lagts på stationer som utgör en gradient åt norr och söder från odlingen. Diamond Fish avslutade sin verksamhet under sommaren, de sista kassarna (sex stycken) togs bort under juni månad. Redan i maj släpptes en mängd moderfisk ut i vattnen vid Andersö (tidningen Åland, 20.5.2002; "Andersö fiskodling stängs").

2.2 Ålands Forell Kb/Järsö

Ålands Forell är belägen i en vik vid Holmen, på den västra sidan av Järsö (fig. 1). Den inre delen av viken består av en sedimentationsbassäng med den djupaste punkten på 12 m djup. Viken öppnar sig mot sydväst och har en tröskel vid öppningen på ungefär 7 m. Utanför går farleden in till västra hamnen i Mariehamn. Skärgården kan klassificeras som ytterskärgård, exponerad för sydliga och sydvästliga vindar. Fiskodlingen finns i den innersta delen av viken, ovanför sedimentationsbassängen. Bottenfaunan har varit obetydlig eller helt utslagen vid stationerna i den inre bassängen ända sedan undersökningarna började 1981. Syrebrist i bottenvattnet har förekommit tidvis, med medföljande höga halter av fosfor och kväve (ÅDJERS 1985). Belastningsgraden har ansetts vara svår att uppskatta eftersom området även i naturligt tillstånd p.g.a. sin morfometri kan uppvisa syrebrist (ÅDJERS 1985). Temperaturen i ytvattnet i viken kan ändra kraftigt under kort tid (Helena Husell, personlig kommentar) vilket tyder på att de förhärskande vindarna från syd/sydväst för ytvatten med sig och/eller ingående ytströmmar. Stora mängder strömming har iakttagits vid odlingen i juni och juli 2002 (Helena Husell, personlig kommentar).



Figur 1. Karta över de två undersökningslokalerna med provtagningsstationerna; A. Andersö och B. Järsö. Streckad linje indikerar 10 m djuplinje.

Figure 1. Map of the two study areas with sampling stations; A. Andersö and B. Järsö. Dotted line indicates 10 m depth line.

Eftersom odlingen i slutet av maj 2002 drabbades av VHS (virusbetingad hemorragisk septikemi, en mycket smittsam virussjukdom som drabbar laxfisk), har alla provtagningsinstrument desinficerats i 2 % VIRKON ® S (Antec International Ltd, Suffolk, England) efter varje provtagning och provtagningsutrustningen har hållits skild från övrig utrustning på Husö biologiska station.

Runt Ålands Forell har sex stationer valts ut (fig. 1, tab. 2), av vilka en (station 17) ligger på tröskeln ut till farleden på hårbotten och enbart omfattar hydrografidata. En station (station 18) ligger i en intilliggande vik med ungefär samma exponering till farleden och sydliga/sydvästliga vindar samt med sommar- och fasta bostäder längs stränderna och kan därför fungera som en referensstation med ungefär samma belastning, förutom fiskodlingen.

Tabell 2. Stationer med GPS-koordinater, djup, sedimenttyp, organisk halt (\pm std.avv.) samt andel kol och kväve (%) i bottensedimentet. Station 17 enbart hydrografidata.

Table 2. List of stations with GPS positions, depth, type of sediment, organic content (% loss on ignition) \pm std dev. as well as carbon and nitrogen content (%) of sediment. Data from station 17 only contains hydrographical data.

Område	Station (nr)	Koordinater 60°	Koordinater 19°	Djup (m)	Sedim.typ	Org. halt (%)	C (%)	N (%)
Andersö	1	21,97'	46,13'	14,5	grälera	7,31 \pm 0,54	2,9	0,34
	2	21,85'	46,26'	12,0	grälera, grusblandad	6,58 \pm 0,41	2,7	0,32
	3	21,58'	46,83'	10,0	grusblandad lera	2,35 \pm 0,18	1,1	0,13
	4	21,30'	47,05'	13,0	grusblandad lera	3,04 \pm 0,26	1,5	0,17
	5	21,11'	47,20'	10,5	gyttja	12,88 \pm 0,90	8,2	0,97
	6	20,88'	47,24'	14,0	lera/gyttja	12,04 \pm 3,84	4,2	0,49
	7	20,88'	47,12'	14,0	gyttja	9,84 \pm 0,07	4,5	0,50
	8	20,51'	47,01'	15,5	lera/gyttja	10,38 \pm 0,14	4,5	0,52
	9	20,02'	46,00'	15,0	lera/svart gyttja	4,99 \pm 0,78	1,1	0,15
	10	19,18'	48,83'	22,0	lera/gyttja	2,06 \pm 0,16	0,9	0,1
	11	20,62'	44,83'	10,2	lera/gyttja	3,20 \pm 0,36	1,7	0,19
	12	20,71'	43,50'	16,0	lera	11,27 \pm 0,29	4,6	0,52
	13	01,56'	59,06'	11,5	svart gyttja	20,46 \pm 0,47	9,7	1,14
Järsö	14	01,49'	58,83'	11,5	gyttja	15,67 \pm 3,91	8,5	1,00
	15	01,45'	58,62'	8,2	grusblandad gyttja	11,71 \pm 1,50	5,5	0,69
	16	01,32'	52,25'	10,0	grusblandad gyttja	3,15 \pm 0,68	2,3	0,27
	17	01,23'	58,00'	10,0				
	18	00,83'	58,76'	9,0	grusblandad lera	2,50 \pm 0,09	2,2	0,24

3 Material och metoder

Provtagning utfördes juni-september enligt tab. 3.

3.1 Vattenkemi

Vattenprov togs med en termometerförsedd LIMNOS-hämtare. Av ytvattnet (1 m djup) bestämdes temperatur i fält samt saliniteten i laboratorium, som ledningsförmåga ($mScm^{-1}$) med en Metrohm 660 Conductometer. Saliniteten uträknades enligt formeln $S\% = 0,6701x - 0,3723$ (x = den uppmätta ledningsförmågan). Av bottenvattnet (1 m ovanför bottnen) bestämdes temperatur och salinitet enligt ovanstående, samt totalfosfor och totalkväve genom samtidig persulfatoxidering. Syrehalt bestämdes

enligt Winkler-metoden och omräknades till mättnadsgrad i % och mg/l (SFS 3040). Ett sammelprov (2 x siktdjupet) togs genom att blanda vattenprov tagna med LIMNOS-hämtare från varje hel meter. Samma blandningskärl användes under hela undersökningen och uteslutande för blandning av sammelprov. Från sammelprovet analyserades klorofyll-a-halten genom filtrering av 1000 ml vatten genom Whatman GF/C glasfiberfilter. Mängden klorofyll-a bestämdes sedan genom acetoneextrahering och spektrofotometrisk analys (SFS 3013). Siktdjupet bestämdes visuellt med en Secchiskiva (Ø 25 cm).

Tabell 3. Provtagning sommaren 2002, Andersö och Järsö.

Table 3. Sampling summer 2002, Andersö and Järsö.

Datum	Område	Provtagning
12.6 & 13.6	Andersö	Bottenfauna, sediment, hydrografi
25.6	Järsö	Bottenfauna, sediment, hydrografi
3.7	Andersö	Hydrografi, start perifytoninkubation nr 1
8.7	Järsö	Hydrografi, start perifytoninkubation nr 1
17.7	Andersö	Hydrografi, start perifytoninkubation nr 2
22.7	Järsö	Hydrografi, start perifytoninkubation nr 2
31.7	Andersö	Hydrografi, avslutning perifytoninkubation
5.8	Järsö	Hydrografi, avslutning perifytoninkubation
2.9	Andersö	Hydrografi
6.9	Järsö	Hydrografi

3.2 Perifyton

Perifytonfällorna inkuberades i fält i 2 x 2 veckor under tiden 3.7 –17.7/17.7-31.7 (Andersö) och 8.7-22.7/22.7-5.8 (Järsö). Som påväxtunderlag användes glasfiberfilter (Whatman GF/C) med en diameter på 5,0 cm. Filten fästes mellan två plexiglasskivor varav den ena var försedd med hål så att filtren exponerades för vattnet. Perifytonfällorna fästes på en ställning och anordningen inkuberades på 1 m djup med hjälp av en boj, och ankrades på bottnen med en tyngd. På varje perifytonfällda fästes samtidigt tre filter. Då inkuberingen avbröts avlägsnades perifytonfällorna från ställningen och transporterades i mörker till laboratoriet. I laboratoriet avlägsnades filtren försiktigt från plexiglaset och torkades i rumstemperatur och mörker över natten, varefter filtren djupfrystes individuellt. Filtren mosades, klorofyll-a extraherades i aceton och halten klorofyll-a mättes med spektrofotometer. Mängden klorofyll-a per m² räknades ut enligt formeln

$$\text{Klorofyll-a (mg m}^{-2}\text{)} = 11,2 \times (A_{665} - A_{750}) \times \frac{V_E}{As \times d \times 1000}$$

där 11,2 är en omräkningsfaktor (utgående från klorofyll-a:s absorbansfaktor i 90 % aceton), V_E volymen aceton, As arean av påväxtunderlaget (0,001590 m²) och d kyvettens längd i cm (ANON. 2001).

3.3 Sediment

Prov för bestämning av organisk halt och C/N-halt togs i samband med provtagningen av bottenfaunan. Sedimentets kvalitet (färg, struktur, lukt, förekomst av växtrester) noterades i fält i samband med bottenfaunaprovtagningen. Tre delprov för bestämningen av organisk halt samt ett för bestämning av C/N-halt togs från det översta skiktet (2 cm) av sedimentet i bottenhämtaren. Den organiska halten i sedimentet bestämdes genom mätning av glödningsförlusten. Proven torkades 24 h i 100° C varefter de brändes 3 h i 500° C (SFS 3008). Indelningen i transport-, erosions- och ackumulationsbotten utgående från den organiska halten har inte använts i denna undersökning. Proven för C/N analys frystes ned efter provtagningen, frystorkades sedan en vecka i -70°C, stöttes i mortel samt skickades till Umeå Marina Forskningscentrum för analys. Varje prov analyserades två gånger på relativ andel (%) kol och kväve. Ett medeltal av de två värdena räknades ut.

3.4 Bottenfauna

Bottenfaunaprov i tre replikat togs i juni med en Ekman-Birge bottenhämtare (17 x 17 cm, 289 cm²). Proven sållades i fält genom ett 0,5 mm såll och transporterades till laboratoriet. Proven konserverades i 70 % etanol och sorterades under preparationsmikroskåp. Faunan bestämdes till artnivå med undantag av tusensnäckor (*Hydrobia* spp), glattmaskar (Oligochaeta), fjädermyggor (Chironomidae) och märlkräftor (Gammaridae). Abundans och biomassa (etanol, våtvikt) per m² räknades ut för de olika arterna/grupperna. Längdfördelningen för östersjömusslan *Macoma balthica* bestämdes genom att mäta musslorna på mm-papper under preparationsmikroskop. Längderna avrundades uppåt till närmsta mm.

3.5 Numerisk analys

Som spridningsmått har standardavvikelse använts genomgående. Statistisk analys kommer att utföras efter att data från flera år insamlats. Den här undersökningen kommer att utgöra en bas med data från det sista året som odlingarna ännu är i bruk.

4 Resultat

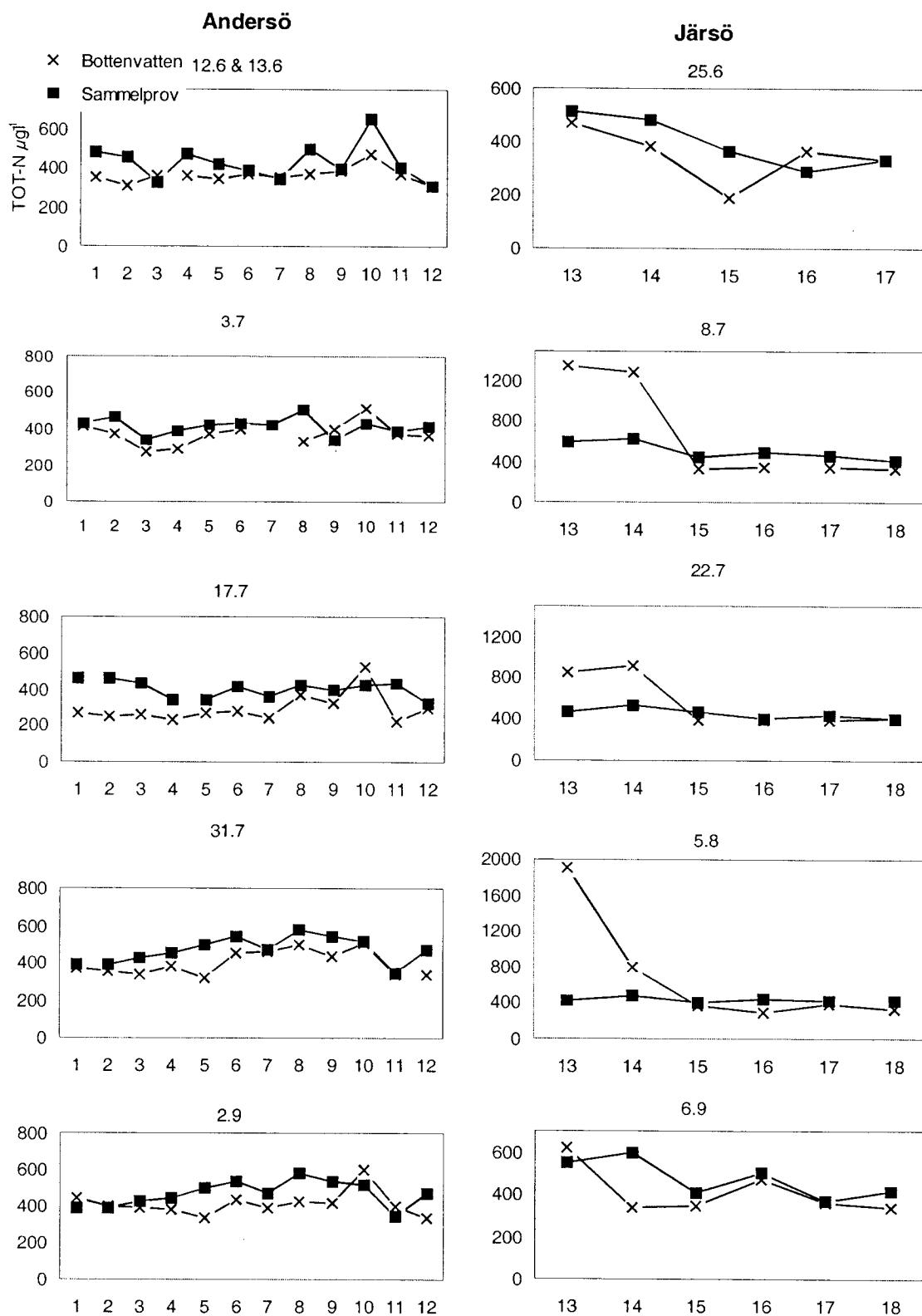
4.1 Vattenkemi

Sommaren 2002 kännetecknas av höga luft- och vattentemperaturer och svaga vindar från syd och sydväst. Hydrografidata återspeglar det varma och lugna vädret, med höga yt- och bottenvattentemperaturer under högsommaren. I början av augusti, efter en lång period av stagnation och höga temperaturer, upptäcktes en stor del av bottenvattnet låga syrehalter, i synnerhet bottnar där sedimentet hade en organisk halt större än 5 % och som var djupare än 10 m. I månadsskiftet augusti/september slogs vädret om och starka vindar i stormstyrka från nord och nordost blandade om vattenmassorna. Den sista provtagningen av hydrografen skedde veckan efter och då visade samtliga hydrografiparametrar liknande värden. Siktdjupet på stationerna vid Andersö var överlag 1 m eller drygt 1 m då vattnet var mycket grumligt. Vid Järsö var siktdjupet stort, eftersom ytvatten från öppet

hav strömmar in. Undersökningslokalerna är sinsemellan mycket olika; stationerna i Andersö ligger i mellanskärgård och har överlag mindre sikt djup (1,0 – 4,1 m), låga salthalter (4,79 – 5,79 psu) och varmare (sommar max. 23,5°C) vatten än vid Järsö, där vattnet är kallare (sommar max. 21,4°C), saltare (5,36 – 6,76 psu) och sikt djupet större (2,0 – 5,5 m). Närsaltshalterna är högre på stationerna i Järsö, i synnerhet under syrefattiga förhållanden under sommarstagnationen. Samtliga hydrografidata finns samlade i bil. II.

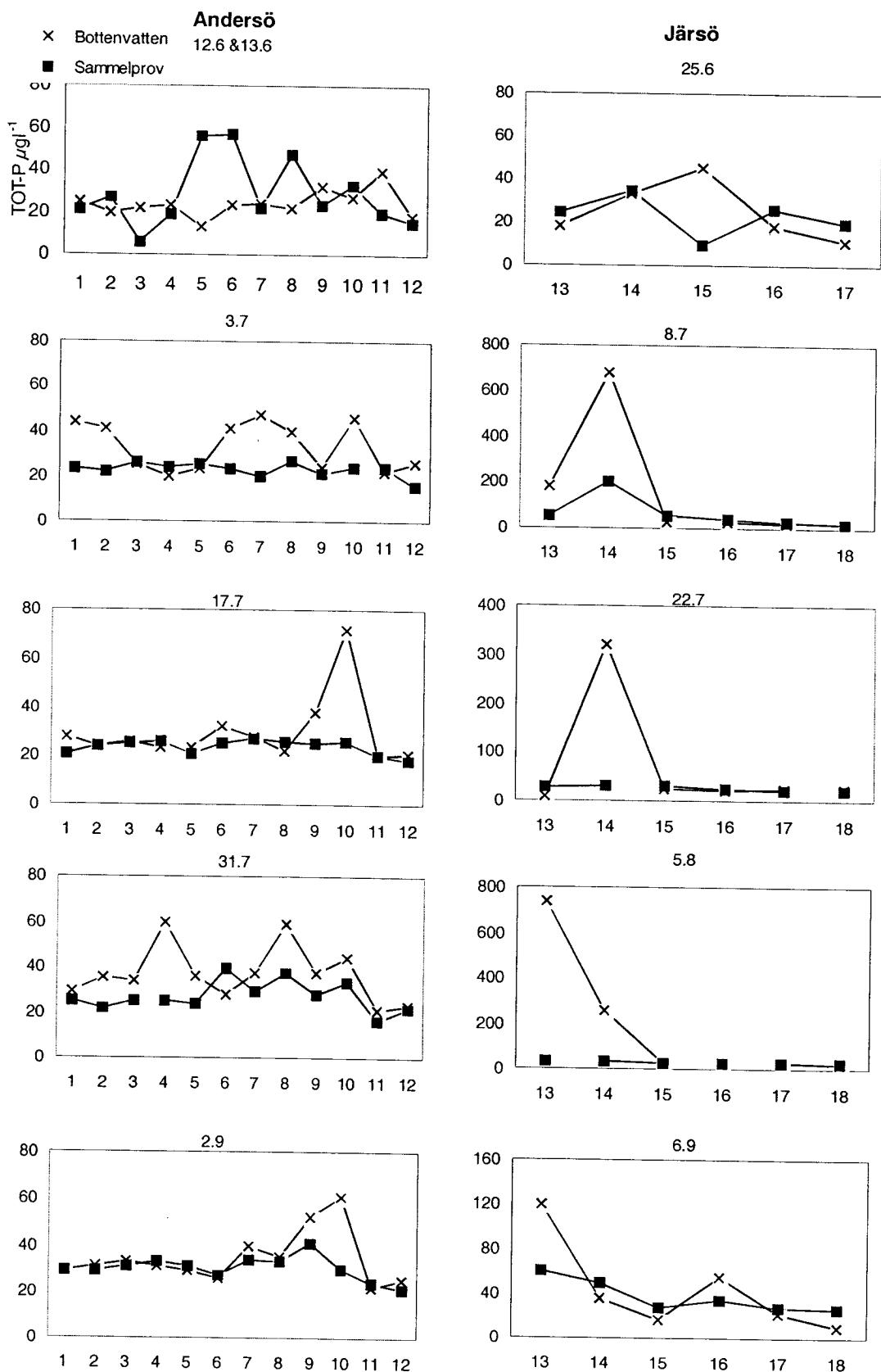
Totalkvävehalterna på stationerna vid Andersö är överlag högre i den fotiska zonen (den övre delen av vattenmassan, där fotosyntes kan ske p.g.a. att mängden ljus är tillräcklig) än i bottenvattnet. I slutet av sommaren tenderade halterna att vara högre söder om Diamond Fish än norr om området där odlingen varit. Halterna i vattnet på station 11 och 12, som ligger längre ut mot öppet hav, i en annan bassäng, var i stort sett i samma storleksklass. Halterna varierade under sommaren mellan $230 \mu\text{gl}^{-1}$ och $600 \mu\text{gl}^{-1}$ i bottenvattnet och mellan $310 \mu\text{gl}^{-1}$ och $650 \mu\text{gl}^{-1}$ i den fotiska zonen. De högsta halterna uppmättes i vatten från station 10, en station med djupt vatten (22 m), där också mängden påväxtalger var högst av stationerna i Andersö-området. Totalkvävehalterna på stationerna vid Järsö är i en annan storleksklass än motsvarande halter från Andersö-området, med värden som varierar mellan $190 \mu\text{gl}^{-1}$ och $1900 \mu\text{gl}^{-1}$ i bottenvattnet och mellan $290 \mu\text{gl}^{-1}$ och $620 \mu\text{gl}^{-1}$ i den fotiska zonen. Halterna i bottenvattnet är överlag högre än i den fotiska zonen, speciellt i den inre, djupa, delen av viken, nära fiskodlingen. Längre ut mot tröskeln av viken är halterna lägre och i samma storleksklass i ytvatten och bottenvatten. Också andra vattenparametrar är lika i yt- och bottenvatten längre ut mot öppet hav. Vattenmassan under 10 m i den inre djupa delen skiljer sig från den övriga vattenmassan i viken. Totalkvävehalter högre än $360 \mu\text{gl}^{-1}$ klassificeras som höga och halter högre än $450 \mu\text{gl}^{-1}$ klassificeras som mycket höga av Svenska Naturvårdsverket (ANON 1999b). Se fig. 2. för totalkvävehalter på provtagningsstationerna.

Totalfosforhalterna i vattnet på stationerna vid Andersö var sommaren 2002 mestadels högre i bottenvattnet än i den fotiska zonen, förutom i mitten av juni då provtagningarna inleddes. Höga halter av fosfor (56 resp. $57 \mu\text{gl}^{-1}$) på stationerna 5 och 6 i den fotiska zonen i omedelbar närhet av Diamond Fish samt på station 8 ($47 \mu\text{gl}^{-1}$) en bit söder om fiskodlingen avviker från mönstret. Senare på sommaren var halterna högst i bottenvattnet söder om fiskodlingen, på stationerna 6-9. Samma stationer hade också låga syrehalter på sensommaren. Totalfosforhalterna i Andersö-området varierade mellan $13 \mu\text{gl}^{-1}$ och $72 \mu\text{gl}^{-1}$ i bottenvattnet och $6 \mu\text{gl}^{-1}$ och $57 \mu\text{gl}^{-1}$ i ytvattnet. Den högsta halten ($72 \mu\text{gl}^{-1}$) uppmättes på station 10. I vattnet på stationerna vid Järsö har de högsta halterna av fosfor uppmätts i bottenvattnet i den innersta delen av viken, ovanför sedimentationsbassängen (station 13 och 14). Speciellt höga värden har uppmätts då bottenvattnet har varit syrefritt och fosfor läckt från bottensedimentet. Halterna varierade mellan $9 \mu\text{gl}^{-1}$ och $740 \mu\text{gl}^{-1}$ i bottenvattnet och $9 \mu\text{gl}^{-1}$ och $200 \mu\text{gl}^{-1}$ i ytvattnet. Halter högre än $24 \mu\text{gl}^{-1}$ klassificeras som höga och halter högre än $31 \mu\text{gl}^{-1}$ klassificeras som mycket höga av Svenska Naturvårdsverket (ANON 1999b). Se fig. 3. för totalfosforhalter på provtagningsstationerna.



Figur 2. Totalkvävehalter (μgl^{-1}) sommaren 2002 på stationerna runt Diamond Fish (Andersö) och Ålands Forell (Järsö). Observera de olika skalorna.

Figure 2. Total nitrogen content (μgl^{-1}) in summer 2002 at the stations around Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö). Note the different scales.



Figur 3. Totalforsforhalter ($\mu\text{g l}^{-1}$) sommaren 2002 på stationerna runt Diamond Fish (Andersö) och Ålands Forell (Järsö). Observera de olika skalorna.

Figure 3. Total phosphorus content ($\mu\text{g l}^{-1}$) in summer 2002 at the stations around Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö). Note the different scales.

Syrehalterna i bottenvattnet var som lägst under slutet av juli och början av augusti, i synnerhet på de stationer som är djupare än 10 m och där den organiska halten i sedimentet var hög. Temperaturen i ytvattnet steg snabbt i början av sommaren, bottenvattnet nådde samma temperaturer som ytvattnet i mitten och slutet av juli. På några stationer var bottenvattnet mycket kallare än ytvattnet (station 1 och station 12) och vattenmassan skiktad under sommarstagnationen. Helt syrefritt var bottenvattnet i den inre bassängen i viken vid fiskodlingen vid Järsö (station 13 och 14) i slutet av juli/början av augusti (tab. 4).

Tabell 4. Syrehalter (djup, temperatur och syrehalter i % och mg l^{-1}) i bottenvattnet på stationerna 13 och 14 vid Järsö vid syrefattiga förhållanden sommaren 2002.

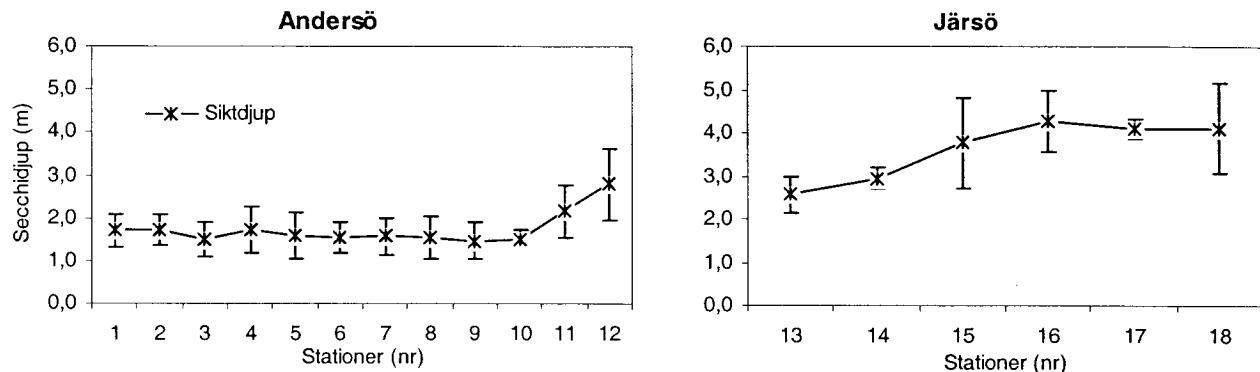
Table 4. Oxygen levels (depth, temperature and oxygen levels in % and mg l^{-1}) in bottom water, stations 13 and 14 at Järsö, during low-oxygen events summer 2002.

Station	Datum	Djup (m)	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	O ₂ (mg l^{-1})	O ₂ (%)
13	22.7.2002	10,5	15,2	0,74	7
		10,0	17,1	4,19	44
		9,5	17,6	5,52	58
13	5.8.2002	10,5	14,4	0,00	0
		10,0	17,6	2,04	19
		9,0	19,6	8,13	89
14	22.7.2002	10,5	14,6	0,00	0
		10,0	16,7	3,52	36
		9,0	18,5	7,26	78

Siktdjupet var lägre på stationerna vid Andersö (1,0 – 4,1 m) än vid Järsö (2,0 – 5,5 m). De högsta siktdjupen i Andersö-området uppmättes vid de stationer som fanns längst ut mot öppet hav, i en annan bassäng än i den fiskodlingen finns. Vid den sista provtagningsomgången, strax efter den första stormen efter sommarens varma och lugna väder var vattnet på alla stationer i området runt Andersö mycket grumligt (1,0-2,0 m siktdjup), medan siktdjupet var större i viken vid Järsö (2,2 - 5,5 m siktdjup), där ytvatten förs in från öppet hav vid sydlig/sydvästlig vind.

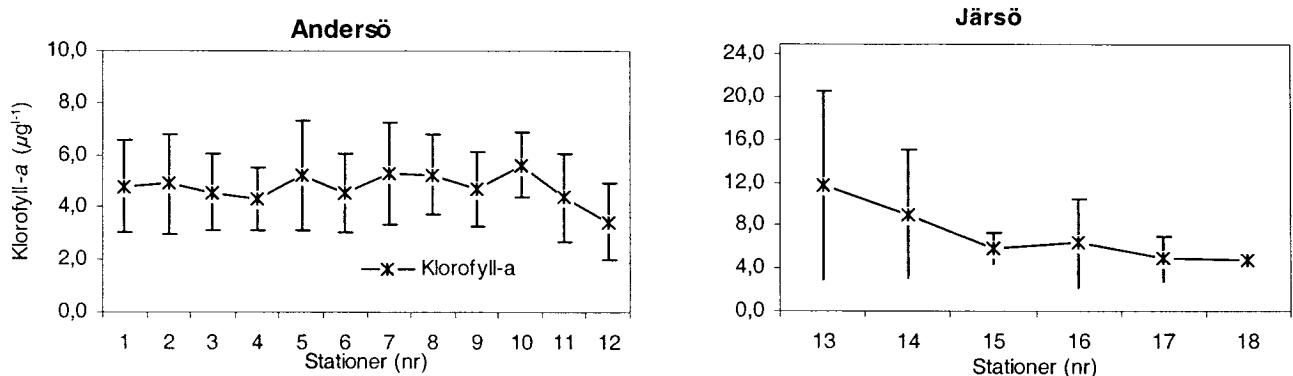
4.2 Klorofyll

Klorofyll-a-halterna i den fotiska zonen varierade mellan $1,70 \mu\text{gl}^{-1}$ (station 12, den 17.7) och $8,05 \mu\text{gl}^{-1}$ (station 5, den 2.9) i vattenområdet nära Diamond Fish, och mellan $2,55 \mu\text{gl}^{-1}$ (station 17, den 25.6) och $27,10 \mu\text{gl}^{-1}$ (station 13, den 6.9) i vattenområdet nära Ålands Forell. Det senare värdet är ett extremvärdet tillsammans med det nästhögsta värdet ($19,25 \mu\text{gl}^{-1}$) vilket kan bero på analysfel eller på att ett annat pigment än klorofyll-a eftersom siktdjupet var 2,2 respektive 2,5 vid provtagningen. Klorofyllhalterna var som högst vid provtagningen i början av september. De högsta värdena mättes i vattnet i omedelbar närhet av odlingarna (station 5 och station 13). Se fig. 5 för sommarmedeltal och fig. 6 för utvecklingen sommaren 2002 på station 5 i omedelbar närhet av Diamond Fish.



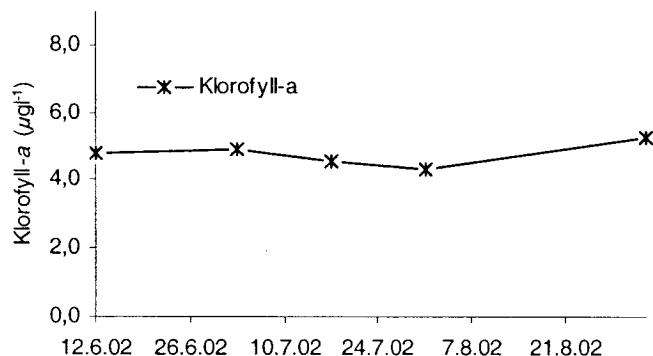
Figur 4. Siktdjup (sommarmedeltal med standardavvikelse) 2002 på stationerna vid Diamond Fish (Andersö) och Ålands Forell (Järsö).

Figure 4. Secchi disk transparency (summer mean with standard deviation) 2002 at the stations around Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö).



Figur 5. Klorofyll-a halterna ($\mu\text{g l}^{-1}$) på stationerna vid Diamond Fish (Andersö) och Ålands Forell (Järsö). Sommarmedeltal med standardavvikelse. Observera avvikande skalar.

Figure 5. The chlorophyll-a content at the stations around Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö). Summer means with standard deviations. Note the different scales.

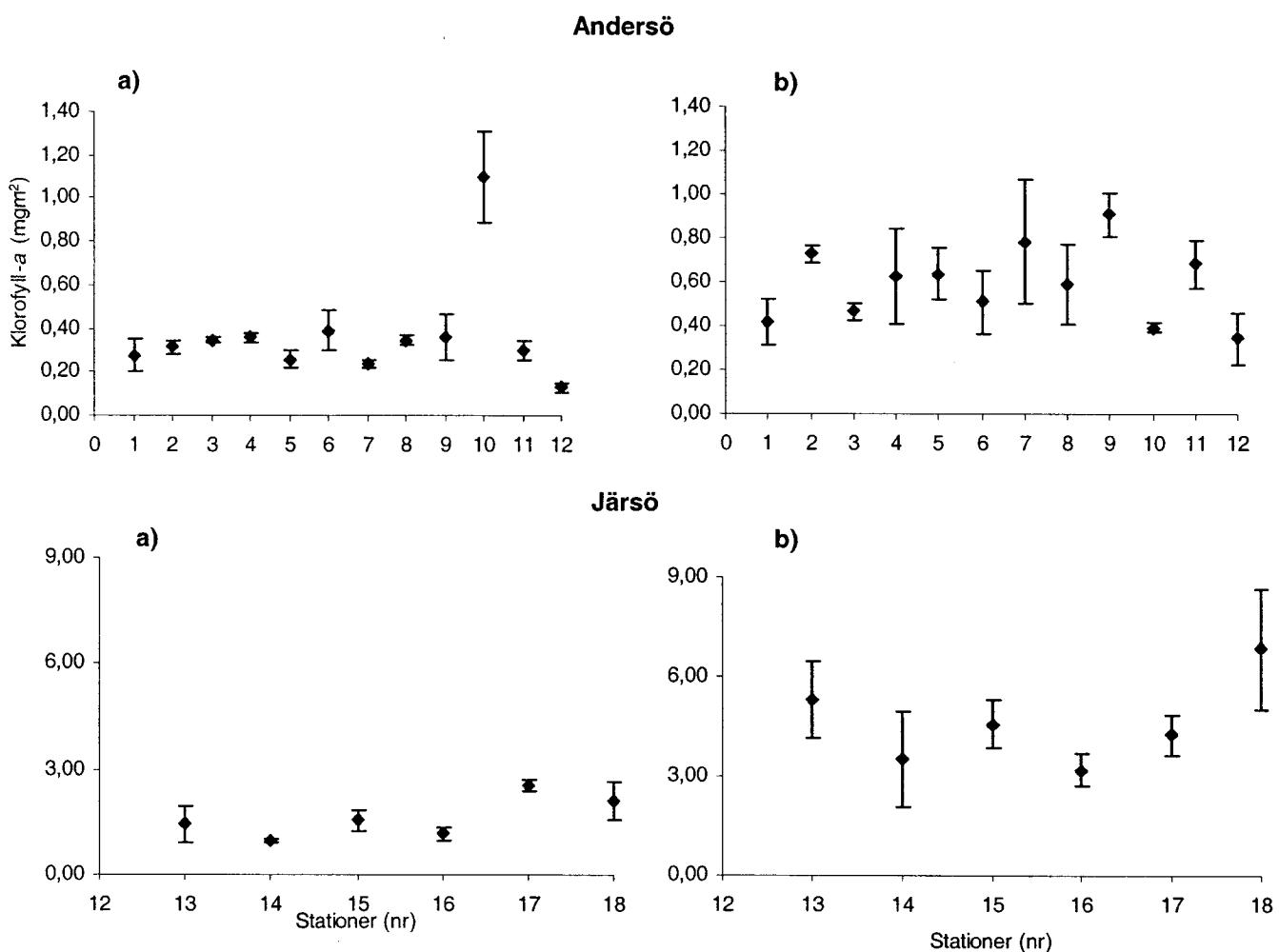


Figur 6. Klorofyll-a halterna på station 5 i omedelbar närhet till Diamond Fish (Andersö) sommaren 2002.

Figure 6. The chlorophyll-a content on station 5 close to the fish farm Diamond Fish (Andersö) in summer 2002.

4.3 Perifyton

Mängden perifyton var högre vid den andra inkuberingen (17.7-31.7 vid Andersö och 22.7-5.8 vid Järsö) än vid den första inkuberingen (3.7-17.7 vid Andersö och 8.7-22.7 vid Järsö). Mängderna varierade under den första inkubationen mellan $0,131 \pm 0,022 \text{ mgm}^{-2}$ och $1,099 \pm 0,212 \text{ mgm}^{-2}$ vid Andersö och mellan $0,964 \pm 0,053 \text{ mgm}^{-2}$ och $2,554 \pm 0,144 \text{ mgm}^{-2}$ vid Järsö. Under den andra inkuberingen varierade värdena mellan $0,392 \pm 0,022 \text{ mgm}^{-2}$ och $0,912 \pm 0,100 \text{ mgm}^{-2}$ vid Andersö och mellan $3,202 \pm 0,490 \text{ mgm}^{-2}$ och $6,846 \pm 1,815 \text{ mgm}^{-2}$ vid Järsö. Mängden påväxtalger tenderar att vara högre söder om fiskodlingen vid Andersö. Mängden påväxtalger är märkbart högre i Järsö än i Andersö-området. Se bil. III samtliga rådata för perifytonexperimentet.

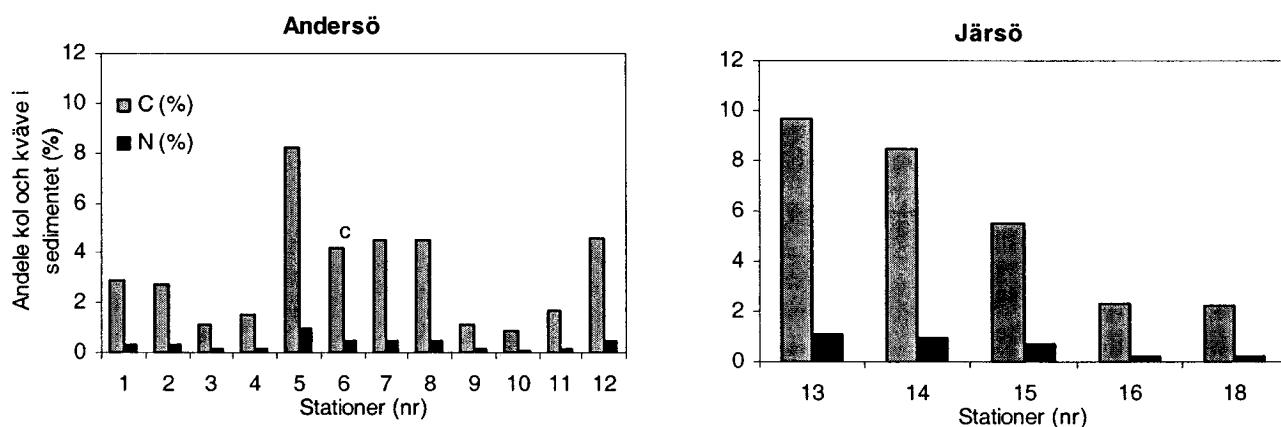


Figur 7. Klorofyll-a halten (mgm^{-2}) på stationerna vid Diamond Fish (Andersö) a) 3.7-17.7 och b) 17.7-31.7, samt Ålands Forell (Järsö) a) 8.7-22.7 och b) 22.7-5.8 sommaren 2002.

Figure 7. The chlorophyll content (mgm^{-2}) at the periphyton growth plates at the stations around Diamond Fish (Andersö) a) 3.7-17.7 and b) 17.7-31.7 as well as Ålands Forell (Järsö) a) 3.7-17.7 and b) 17.7-31.7 in summer 2002.

4.4 Sediment

Den organiska halten i sedimentet avspeglar stationernas placering och vattenområdets morfometri. Till exempel station 3, som har ett djup på 10,0 m och finns på ett tröskelområde mellan Dånränna och Snäcköränna, har en organisk halt i sedimentet på $2,35 \pm 0,18\%$, och sedimenttypen består av grusblandad lera. Stationerna 5-8, d.v.s. stationen i omedelbar närhet till Diamond Fish, och de 3 stationerna söder om den har höga halter av organiskt material ($9,84 \pm 0,07$ – $12,88 \pm 0,90\%$) och ett sediment som består av gyttja och lerblandad gyttja. Station 10, som finns i ett djupområde sydost om Snäcköränna har ändemot en organisk halt på bara $2,06 - 0,16\%$. Den inre delen av viken i Järsö har ett sediment som består av svart gyttja som luktar svavelvätta. Den organiska halten på station 13 och 14 är $20,46 \pm 0,47$ respektive $15,67 \pm 3,91\%$. På station 16 och 18 är den organiska halten $3,15 \pm 0,68$ respektive $2,50 \pm 0,09\%$. Andelen kol i bottensedimentet varierade mellan 0,9 % och 9,7 %, andelen kväve mellan 0,10 % och 1,14 %. Halterna var högst i omedelbar närhet av fiskodlingarna och nerströms (Andersö) eller längre bort från fiskodlingen (Järsö). Se fig. 8 samt bil. IV för samtliga rådata.



Figur 8. Andelen (%) kol och kväve i bottensedimentet på stationerna runt Diamond Fish (Andersö) och Ålands Forell (Järsö).

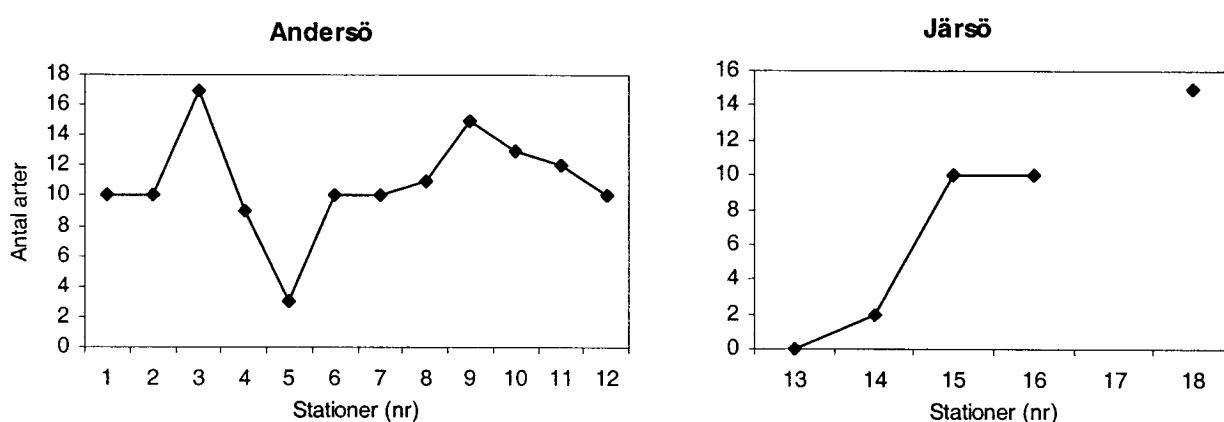
Figure 8. Relative amounts of carbon and nitrogen (%) in bottom sediment around Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö).

4.5 Bottensauna

Totalt påträffades 27 olika arter/grupper sommaren 2002 (se bilaga V för en fullständig lista över arter, biomassa och abundans). Antalet arter/grupper per station varierade mellan 0 och 17 på stationerna vid Andersö och mellan 0 och 15 på stationerna vid Järsö. Stationerna i omedelbar närhet till fiskodlingarna (station 5 och 13) var båda utan liv och en stor mängd svartnade hårdare delar av fisk (fjäll, ben, tänder) fanns i bottensedimentet. Antal arter på stationerna vid Järsö steg med ökande avstånd till fiskodlingen, ut mot öppet hav (se fig. 9). Den totala biomassan varierade mellan $6,1 \pm 10,6 \text{ gm}^{-2}$ och $276,5 \pm 41,5 \text{ gm}^{-2}$ vid Andersö och mellan 0 gm^{-2} och $202,1 \pm 84,9 \text{ gm}^{-2}$ vid Järsö. De lägsta biomassorna fanns på de stationer som låg i omedelbar närhet av fiskodlingarna (station 5 vid Andersö, station 13 vid Järsö). Den största biomassan bland stationerna vid Järsö fanns på station 15,

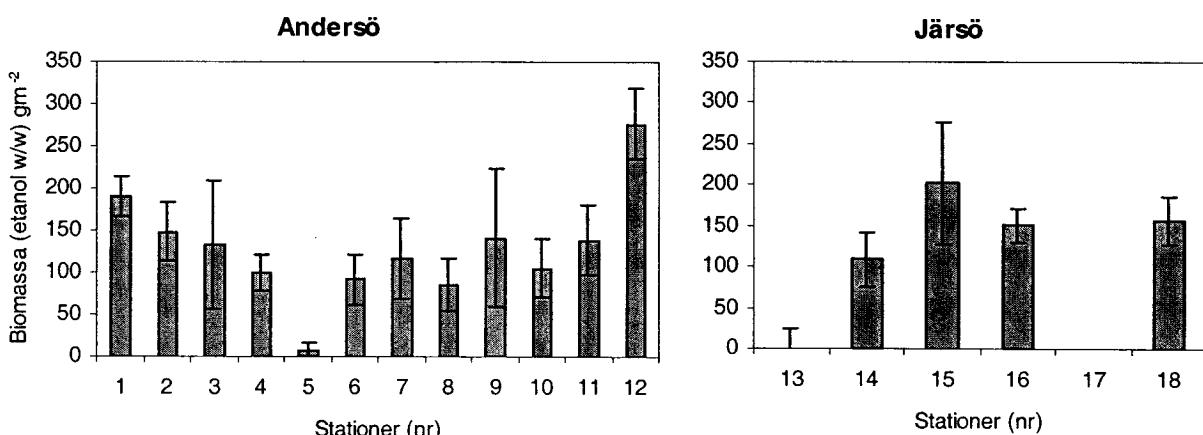
d.v.s. en bit bort från fiskodlingen, på grundare vatten än sedimentationsbassängen. På alla stationer vid Andersö utom station 4 och 5 nära fiskodlingen påträffades en mängd juvenila *Marenzelleria viridis*. Biomassan av chironomider av *Chironomus plumosus*-typ var högst söder om fiskodlingen vid Andersö (station 6-8) och nära fiskodlingen vid Järsö (station 14). Vid den senare fanns enbart ett fåtal *M. balthica* ($1,1 \pm 1,2 \text{ gm}^{-2}$) och chironomider av *C. plumosus*-typ ($108,1 \pm 11,3 \text{ mgm}^{-2}$) (Fig. 10-12).

Av de arter som påträffades finns några epibionter (*Electra crustulenta*, *Balanus* sp.), några arter som inte har mjuka bottnar på 10-15 m djup som sitt huvudsakliga habitat (*Idotea* sp., *Trichoptera*, *Gammarus* sp, *Theodoxus fluviatilis*) samt några arter som klassificeras som meiofauna (*Ostracoda*, *Copepoda*). Av övriga arter påträffades *Saduria entomon* (station 9,10,11), *Corophium volutator* (station 6,9,10,18), *Pontoporeia affinis* (station 2,7,11,12,15,16,18), *Fabricia sabella* (station 8), *Halicryptus spinulosus* (1,2,12) och *Prostoma obscurum* (station 9) sällan och inte i omedelbar närhet till fiskodlingarna.



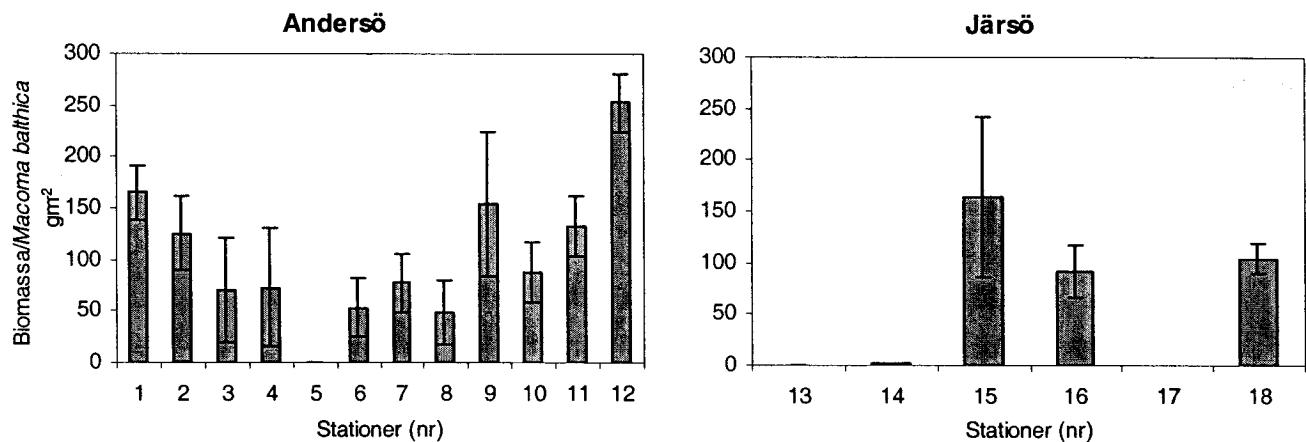
Figur 9. Antal arter/grupper på bottnarna vid stationerna vid Diamond Fish (Andersö) och Ålands Forell (Järsö) juni 2002. Station 17 enbart hydrografidata.

Figure 9. Number of species/groups at the bottoms, the stations around Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö) in June 2002. Only hydrography data from station number 17.



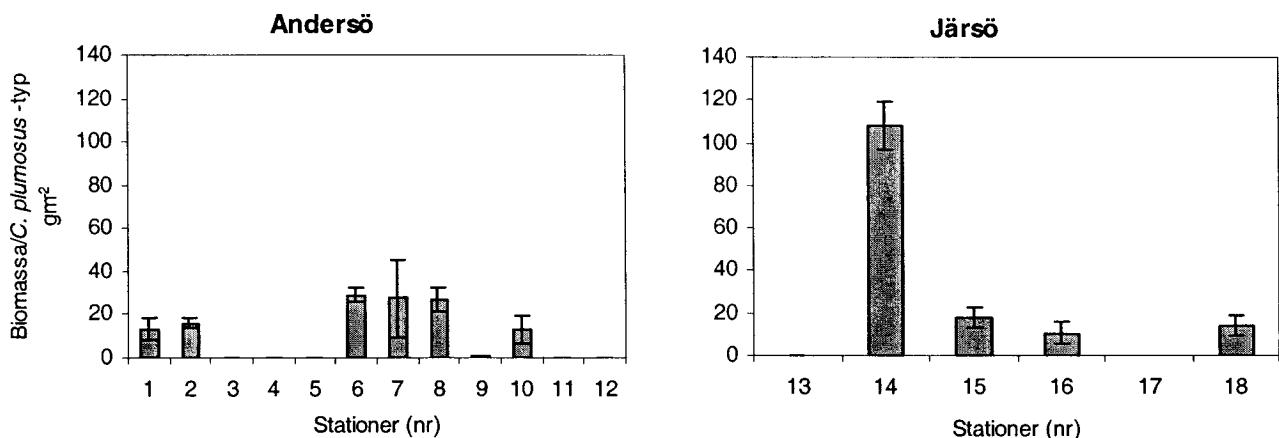
Figur 10. Biomassa (etanol v/v, gm^{-2}) på bottnarna på stationerna runt Diamond Fish (Andersö) och Ålands Forell (Järsö) i juni 2002. Station 17 enbart hydrograftida.

Figure 10. Biomass (ethanol w/w gm^{-2}) at the bottoms on the stations around Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö) in June 2002. Only hydrography data from station number 17.



Figur 11. Biomassan av *Macoma balthica* (etanol v/v, gm⁻²) på bottnarna på stationerna runt Diamond Fish (Andersö) och Ålands Forell (Järsö) juni 2002.

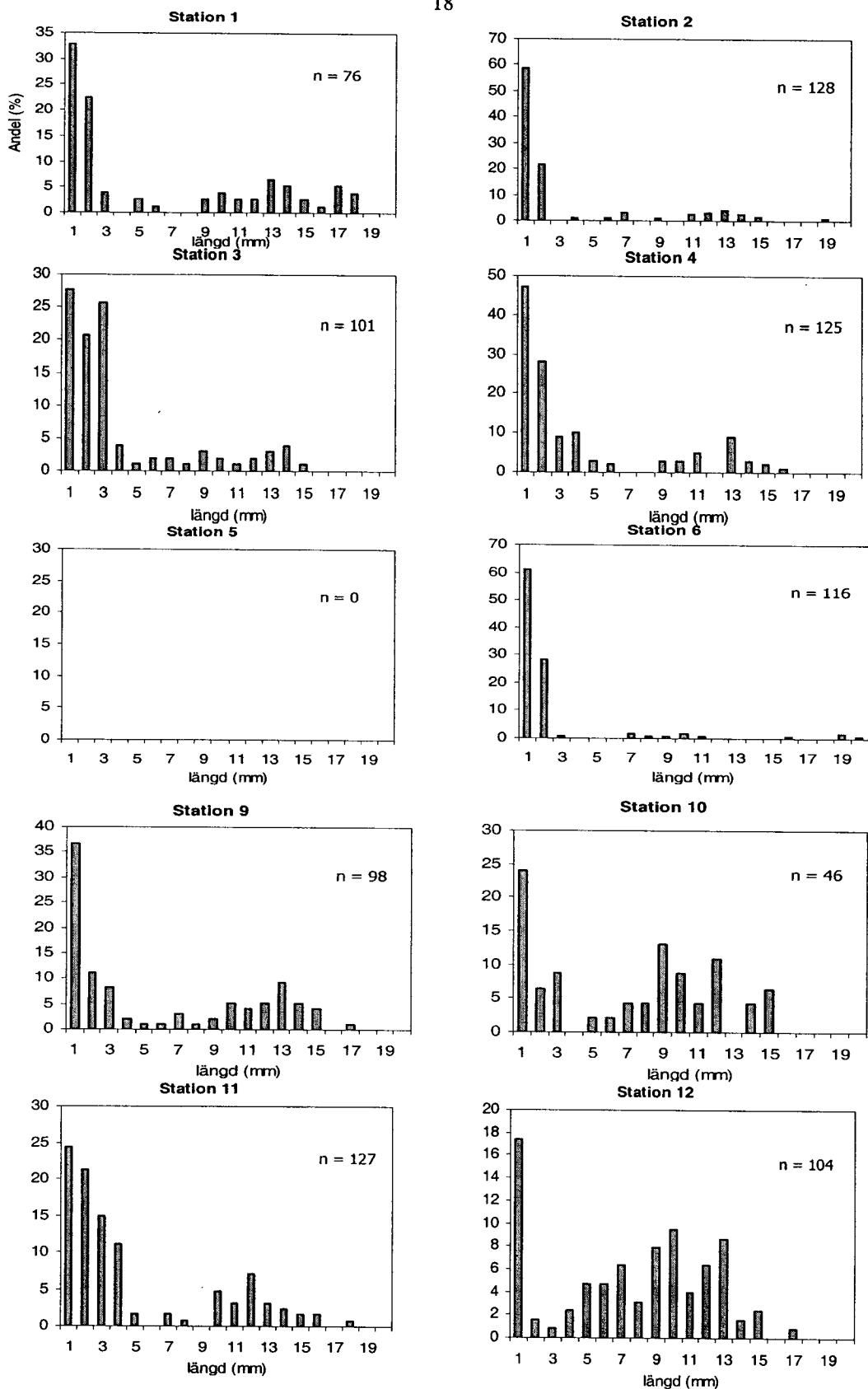
Figure 11. Biomass of (*Macoma balthica*) (ethanol w/w gm⁻²) at the bottoms on the stations around Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö) in June 2002.



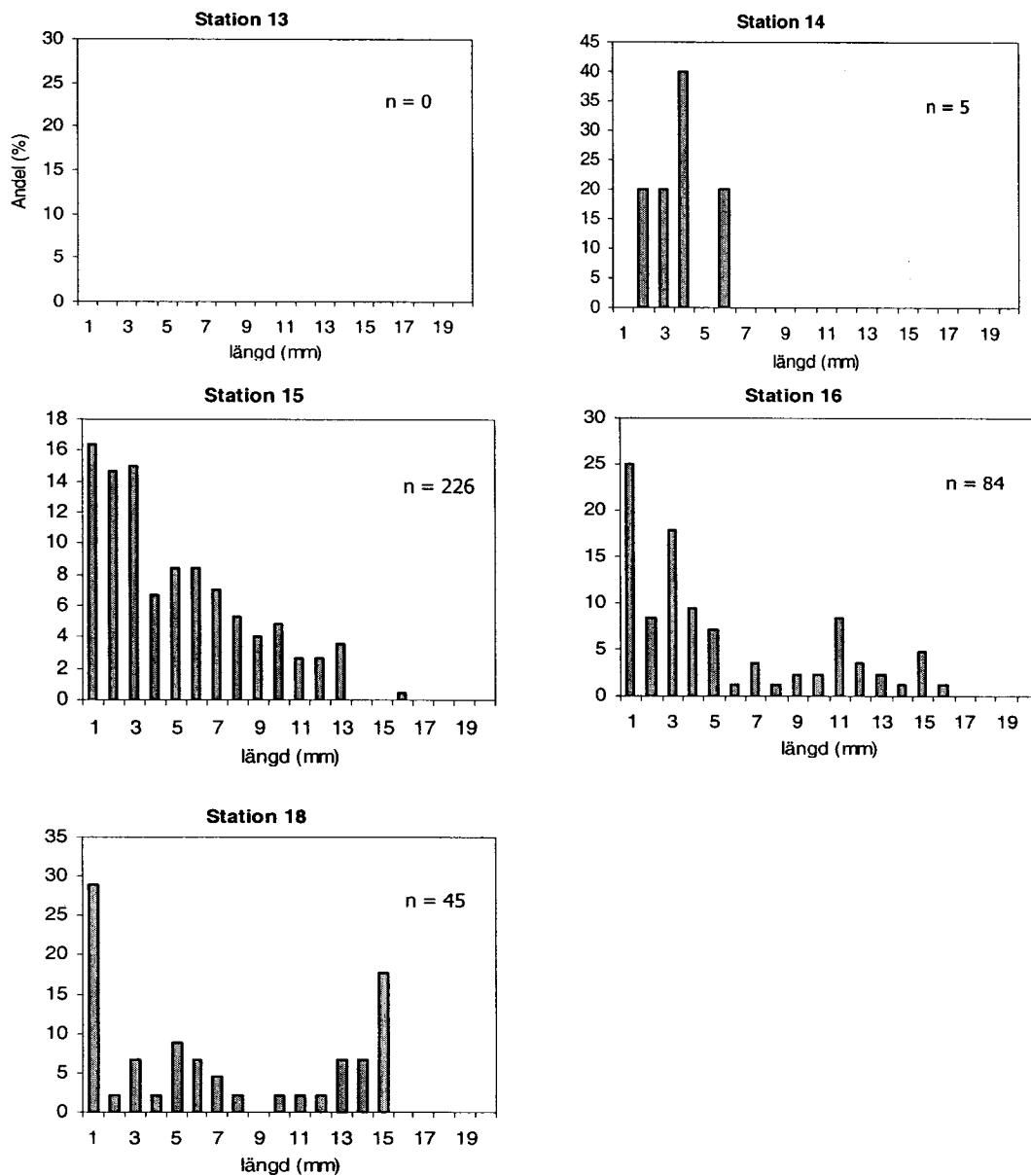
Figur 12. Biomassa av chironomider av *Chironomus plumosus*-typ (etanol v/v, gm⁻²) på bottnarna på stationerna runt Diamond Fish (Andersö) Och Ålands Forell (Järsö) juni 2002.

Figure 12. Biomass, chironomids of *Chironomus plumosus* type (ethanol w/w gm⁻²) at the bottoms at the stations around Diamond Fish (Andersö) and Ålands Forell (Järsö) in June 2002.

Längdfördelningen av östersjömusslan i Andersö-området visar att unga åldersklasser domineras på stationerna 1-9 vid Andersö. På stationerna 2-4 är abundansen speciellt hög (mellan 1338 ± 696 och 1670 ± 226 indm⁻²) bestående mestadels musslor i storleksklassen 1-3 mm. På stationerna 10,11 och i synnerhet 12 är fördelningen uppdelad på de mindre årsklasserna (1-2 mm) och de äldre årsklasserna (5-15 mm). Abundanserna rör sig mellan 438 ± 87 indm⁻² (station 10) och 1857 ± 290 indm⁻² (station 11). Vid Järsö finns den högsta abundansen av östersjömussla på station 15 (2607 ± 537 indm⁻²). Fördelningen är där jämnt avtagande från musslor av storleken 1 mm till musslor av storleken 13 mm. På station 18, som finns i en grannvik, är abundansen mindre (519 ± 104 indm⁻²) och individerna består mestadels av musslor av storleken 1 mm och 15 mm, med en jämn fördelning bland de olika storleksklasserna (Fig. 13 och 14).



Figur 13. Längdfördelningen (%) hos *Macoma balthica* i juni 2002 på stationerna 1-12, Andersö.
Figure 13. Length frequency (%) of *Macoma balthica* in June 2002 at the stations 1-12, Andersö.



Figur 14. Längdfördelningen (%) hos *Macoma balthica* i juni 2002 på stationerna 13-18, Järsö.
 Figure 14. Length frequency (%) of *Macoma balthica* in June 2002 at the stations 13-18,, Järsö.

5 Sammanfattning och diskussion

De två undersökta havsområdena skiljer sig tydligt från varandra. Andersö-området kan karakteriseras som innerskärgård med mindre sikt djup, varmare och sötere vatten än i Järsö, där vattnet är kallare, saltare och har större sikt djup. Fiskodlingen vid Andersö (Diamond Fish Ab) finns i en relativt trång vattenpassage (Snäcköränna) där vattenströmmen går i nord-sydlig riktning. Bottnen består i rännan av grusblandad lera, förutom invid och 1,5-2 km söder om odlingen där bottnen i mitten av rännan består av lera/gyttja och har en högre organisk halt än norr om odlingen. Belastningen från odlingen har p.g.a. vattenströmmen spritts ut över ett större område. Odlingen vid Järsö (Ålands Forell Kb) finns i de inre delarna av en vik som är exponerad från sydväst/väst. Viken har en tröskel och en inre

sedimentationsbassäng där bottnen består av gyttja med en mycket hög organisk halt. En ingående ytström gör att ytvattentemperaturen kan förändras snabbt. Bottenvattnet i den inre sedimentationsbassängen har också i tidigare undersökningar varit syrefritt och innehållit höga halter närsalter (ÅDJERS 1987).

Effekterna från fiskodlingarna märks tydligast på bottenfaunan; i omedelbar närhet till odlingarna är bottnarna döda och en stor mängd svartnande hårda delar från fisk (fjäll, ben, tänder) samt växtrester påträffas. En bit bort är bottendjurssamhället utarmat och består av små (1-2 mm) östersjömusslor samt stora mängder chironomider av *C. plumosus*-typ. På stationer längre bort finns i allmänhet 10-15 arter, vilka tillsammans utgör en relativt stor biomassa. Biomassan i skärgården har som en följd av den allmänna eutrofieringen stigit (TALLQVIST 1995, PERUS et al. 2001). Närsalthalterna är enligt den allmänna tillståndsklassificering som Naturvårdsverket i Sverige använder (ANON. 1999b) höga eller mycket höga. Användning av klassificeringssystem och riktvärden för Åland är under utarbetning (Appelgren, muntlig uppgift). Extremt höga värden uppmättes i bottenvatten under syrefria eller – fattiga förhållanden. Sedimentationsbassängen i den inre delen av viken vid Järsö läcker näringssämnen under syrefria förhållanden. Belastningsgraden av fiskodlingen är svår att urskilja från den självgödande effekten av en sedimentationsbassäng i den inre delen av en vik. Belastningen sprids inte över lika stort område som odlingen vid Andersö.

Sommaren 2002 var extremt varm med svaga vindar vilket innebar att syreförhållandena i bottenvattnet varit dåliga under sommarstagnationen (i slutet av juli/början av augusti). Speciellt märkbart var detta på bottnar med hög organisk halt och djupare än 10 m.

Viken i Järsö har haft genomgående högre siktdjup men också större mängd klorofyll-a i den fotiska zonen, större mängd perifiton och större mängd närsalter i ytvattnet. Inflödet av salt, relativt kallt ytvatten utan lerpartiklar tillsammans med de höga halterna närsalter kan göra att området är speciellt högproduktivt. Man bör notera att korrelationen mellan halten klorofyll-a och siktdjup inte är stark när man jämför de två vattenområdena.

Målet är att följa upp undersökningen under en längre tid framåt, för att se effekterna i den omkringliggande miljön vid de två fiskodlingarna under avveckling. Datamaterialet från undersökningarna, tillsammans med det omfattande datamaterialet från tidigare undersökningar i vattenområdena runt odlingarna, kan analyseras och behandlas statistiskt för att se långtidsförändringar samt återhämtningstecken.

6 Referenser

- ANON. 1999a. Förslag till miljöhandlingsprogram för Åland för åren 2000-2003. Landskapsstyrelsens meddelande. 48 s.
- ANON. 1999b. Kust och hav. Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Naturvårdsverkets rapport 4914. Naturvårdsverket förlag. Stockholm. 134 s.
- ANON. 2001. Päälyslevänäytteiden a-klorofylli-pitoisuuden määrittäminen. etanoliuutto. Spektrofotometrin menetelmä. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Menetelmähje. 4 s.
- BONSDORFF, E., DIAZ, R.J., ROSENBERG, R., NORKKO, A. & CUTTER, G. 1996. Characterization of soft-bottom benthic habitats of Åland Islands, northern Baltic Sea. Marine Ecology Progress Series. 142: 235-245.
- HELMINEN, O. 1974. Bottenfaunan i den åländska skärgården I-IV. Specialarbete för bilaudatur i allmän biologi, ekologisk linje. Åbo Akademi. 36 s.
- HENRIKSSON, J., JÄRVINEN, M. & MÄENSIVU, M. 2002. Fältstudie: Kvantitativ provtagning och analys av mjukbottensamhällen längs omgivningsgrader. Kursrapport i ekologisk analys. 9s.
- LASTUNIEMI, M. 2002. Användning av perifitonfällor för bedömning av fiskolningarnas eutrofierande effekt samt undersökning av nya kontroll- och referenspunkter för bottenfaunaprovtagning vid miljökontrollprogrammet för fiskodlong på Åland. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 104, 38 s.
- LAURÉN-MÄÄTTÄ, C. 1990. Vattenkvalitet och bottenfauna kring tre åländska fiskodlingar. Forskn. rapp. från Husö biol. stat.. No 77, 18 s.
- LAURÉN-MÄÄTTÄ, C. & RÄISÄNEN, R. 1988. Undersökning av vattenmiljön kring Brännholmens fisk, Andersö 1988. Forskningsrapporter till Ålands Landskapsstyrelse. No 64, 31 s.
- LINDHOLM, J., NYQVIST, M. & PIENIMÄKI, M.J. 2001. Hydrografi och bottenfauna vid Andersö fiskodling, våren 2001. Kursrapport i ekologisk analys. 5 s.
- MEHTONEN, J. 2000. Förslag till det reviderade miljökontrollprogrammet för fiskodlingen på Åland. opubl. 22 s.
- NYMAN, H., LEMPONEN, N. & ALM, A. 2000. Belastningsgradientstudie över sandbottensamhälle. Kursrapport i ekologisk analys. 9 s.

PERUS, J, LILJEKVIST, J. & BONSDORFF, E. 2001. Långtidsstudie av bottenfaunans utveckling i den åländska skärgården – en jämförelse mellan åren 1973, 1989 och 2000. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 103, 58 s.

RUOKOLAHTI, C. 1986. Undersökning av vattnen kring Brännholmens fisk, Andersö. Forskningsrapporter till Ålands Landskapsstyrelse. No 50, 18 s.

SANDBERG, E. 1988. Undersökning av vattenkvalitet och bottenfauna vid Ålands forell 1988. Forskningsrapporter till Ålands Landskapsstyrelse. No 61, 10 s.

SANDBERG, E., AARNIO, K. & BONSDORFF, E. 1989. Bottenfaunans utveckling i nordvästra Åland och Lumparnområdet –En jämförelse av situationen 1972-73 och 1989. Forskn. Rapp. från Husö biol. stat. Nr 71. 44 s.

SUOMALAINEN, S. 1990. Undersökning av vattenkvalitet (år 1989) vid Ålands forell i Järsö, Lemland. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 76, 17 s.

TALLQVIST, M. 1995. Vattenkvalitet och bottenfauna vid fiskodlingarna Solvik fisk, Andersö och Ålands forell, Järsö sommaren 1995. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 93, 37 s

TULKKI, P. 1997. Miljökontrollprogrammet för fiskodlingen på Åland år 1997. 62 s.

TULKKI, P. 1998. Miljökontrollprogrammet för fiskodlingen på Åland år 1998. 65 s

TULKKI, P. 1999. Miljökontrollprogrammet för fiskodlingen på Åland år 1999. 53 s.

TULKKI, P. 2000. Miljökontrollprogrammet för fiskodlingen på Åland år 2000. 23 s.

TULKKI, P. 2001. Miljökontrollprogrammet för fiskodlingen på Åland år 2001. 25 s.

ÅDJERS, K. 1985. Övervakningen av tre åländska kassodlingar 1980-1985. Forskningsrapporter till Ålands Landskapsstyrelse No 45, 34 s.

ÅDJERS, K. 1987. Miljöpåverkan från fiskodling i brackvatten på Åland. Forskningsrapporter till Ålands Landskapsstyrelse. No 57, 24 s.

ÅDJERS, K. 1989. Blåstång (*Fucus vesiculosus* L.) som indikator på kväve- och fosforutsläpp från fiskodling i brackvatten. Pro gradu avhandling. Institutionen för biologi, Åbo Akademi, 66 s.

samt:

tidningen Åland, 20.5.2002: "Andersö fiskodling stängs".

Websidan <http://www.helcom.fi/recommendations/rec18-3.html>. 29.10.02. HELCOM, rekommendation 18/3.

BILAGA II/APPENDIX I

Motsvarande stationer i tidigare undersökningar, Andersö och Järsö.
 List of corresponding stations in earlier studies, Andersö and Järsö.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Denna undersökning									(P)	(S)								
Helminnen, 1974				X														
Adjers, 1985																		
Ruokolahti, 1986																		
Adjers, 1987																		
Laurén-Määtta & Räisänen, 1988																		
Sandberg, 1988																		
Laurén-Määtta, 1990																		
Suomalainen, 1990																		
Tallqvist, 1995																		
Bonnsdorff et al., 1996																		
Methonen, 2000																		
Pernus et al., 2001																		
Lastunиемi, 2002																		
ALS 1996-2001																		
X ₁																		

BILAGA II//APPENDIX II

Råddatatabell. Hydrografi; Andersö och Järsö, 2002.
List of hydrography data, Andersö and Järsö, 2002.

Stat.	Dat.	Ytvatten (1 m)				Bottenvatten (1 m från bottnen)				Sammanprov			
		Secchi (m)	t°C	Sal. %	pH	djup (m)	t°C	Sal. %	pH	O ² mg l ⁻¹	tot-P µgl ⁻¹	tot-N µgl ⁻¹	Ch-α µgl ⁻¹
1	13.6.2002	1,7	18,9	4,96	8,10	13,5	7,0	5,22	7,58	77,2	9,36	25	4,03
	3.7.2002	1,7	18,1	5,49	7,99	14,0	14,0	5,39	7,55	70,9	7,39	44	4,21
	17.7.2002	2,1	23,4	5,42	8,20	13,5	13,0	5,61	7,27	69,0	7,26	28	3,19
	31.7.2002	1,9	23,0	5,42	8,30	13,5	15,6	5,43	7,59	68,3	6,78	29	4,85
	2.9.2002	1,1	20,0	5,46	8,15	13,5	9,3	5,68	7,36	28,7	2,61	29	25
	13.6.2002	1,9	18,5	4,98	8,25	11,0	8,4	5,26	7,72	87,4	10,24	20	3,45
	3.7.2002	1,5	18,0	5,59	7,98	11,5	14,2	5,52	7,91	71,0	7,28	41	3,88
2	17.7.2002	2,0	23,2	5,42	8,19	11,0	15,0	5,56	7,44	75,5	7,60	24	3,35
	31.7.2002	2,0	22,6	5,38	8,31	12,0	17,4	5,48	7,48	64,5	6,18	35	24
	2.9.2002	1,2	20,1	5,58	8,18	11,0	15,0	5,38	8,09	92,3	8,37	31	22
	13.6.2002	1,5	18,5	5,04	8,17	8,5	11,1	5,26	7,87	90,6	9,97	22	3,42
	3.7.2002	1,1	18,1	5,48	7,98	11,0	15,4	5,50	7,75	86,8	8,67	25	4,20
	17.7.2002	2,1	23,2	5,55	8,20	9,0	17,3	5,40	8,21	84,4	8,01	26	3,16
	31.7.2002	1,6	22,5	5,42	8,40	9,0	19,5	5,43	7,97	88,4	8,11	34	5,68
3	2.9.2002	1,1	20,0	5,40	8,21	8,5	19,9	5,60	8,07	111,0	10,08	33	6,44
	12.6.2002	1,6	19,6	5,17	8,24	12,0	8,0	5,38	7,60	79,5	9,40	23	2,95
	3.7.2002	1,7	17,8	5,61	7,59	11,0	17,1	5,54	7,92	98,2	9,46	20	3,78
	17.7.2002	2,5	23,2	5,33	8,16	12,0	16,0	5,46	7,28	68,8	6,78	23	3,73
	31.7.2002	1,8	22,9	5,34	8,31	12,0	17,1	5,43	7,45	65,9	5,47	60	5,18
	2.9.2002	1,0	20,0	5,59	8,08	11,5	20,0	5,55	8,10	103,3	9,38	31	3,3
	12.6.2002	1,5	19,2	4,79	8,18	9,5	9,5	5,50	7,71	87,4	10,06	13	3,40
4	3.7.2002	1,5	17,9	5,48	7,93	10,5	17,4	5,51	7,84	97,0	9,28	23	4,39
	17.7.2002	2,5	23,5	5,40	8,21	10,0	17,2	5,44	7,48	79,6	7,65	23	5,05
	31.7.2002	1,3	23,2	5,35	8,35	9,0	19,0	5,44	7,12	80,8	7,49	36	6,30
	2.9.2002	1,1	20,0	5,38	8,08	9,0	19,9	5,56	8,08	90,97	8,26	29	8,05
	12.6.2002	1,5	18,8	4,81	8,18	13,0	7,1	5,43	8,19	71,0	8,59	23	3,70
	3.7.2002	1,5	17,8	5,53	7,88	13,0	16,5	5,58	7,89	90,3	8,80	41	4,00
	17.7.2002	2,1	23,5	5,26	8,26	13,0	15,3	5,52	7,30	60,1	6,02	32	3,59
5	31.7.2002	1,4	23,2	5,28	8,30	13,0	15,6	5,58	7,08	16,4	1,63	28	4,90
	2.9.2002	1,1	19,9	5,58	8,05	13,0	19,9	5,58	8,07	93,9	8,54	26	6,65
	12.6.2002	1,5	19,0	5,04	8,20	13,0	7,7	5,41	7,51	73,0	8,70	24	3,50
	3.7.2002	1,3	17,7	5,46	7,96	13,5	15,7	5,56	7,61	75,7	7,50	47	4,70
	17.7.2002	2,1	23,1	5,25	7,29	13,0	16,0	5,54	7,29	86,8	6,78	24	3,96
	31.7.2002	1,3	23,0	5,24	8,29	saknas	16,5	5,56	7,13	31,3	3,056	37	7,73
	2.9.2002	1,2	19,9	5,41	8,63	13,0	19,5	5,56	7,82	78,9	7,18	40	390
6	12.6.2002	1,5	19,2	4,79	8,18	9,5	9,5	5,50	7,71	87,4	10,06	13	3,40
	3.7.2002	1,5	17,9	5,48	7,93	10,5	17,4	5,51	7,84	97,0	9,28	23	4,39
	17.7.2002	2,5	23,5	5,40	8,21	10,0	17,2	5,44	7,48	79,6	7,65	23	5,05
	31.7.2002	1,3	23,2	5,35	8,35	9,0	19,0	5,44	7,12	80,8	7,49	36	6,30
	2.9.2002	1,1	20,0	5,38	8,08	9,0	19,9	5,56	8,08	90,97	8,26	29	8,05
	12.6.2002	1,5	18,8	4,81	8,18	13,0	7,1	5,43	8,19	71,0	8,59	23	3,70
	3.7.2002	1,5	17,8	5,53	7,88	13,0	16,5	5,58	7,89	90,3	8,80	41	4,00
7	17.7.2002	2,1	23,5	5,26	8,26	13,0	15,3	5,52	7,30	60,1	6,02	32	4,40
	31.7.2002	1,4	23,2	5,28	8,30	13,0	15,6	5,58	7,08	16,4	1,63	28	4,50
	2.9.2002	1,1	19,9	5,58	8,05	13,0	19,9	5,58	8,07	93,9	8,54	26	4,40
	12.6.2002	1,5	19,0	5,04	8,20	13,0	7,7	5,41	7,51	73,0	8,70	24	3,50
	3.7.2002	1,3	17,7	5,46	7,96	13,5	15,7	5,56	7,61	75,7	7,50	47	4,70
	17.7.2002	2,1	23,1	5,25	7,29	13,0	16,0	5,54	7,29	86,8	6,78	28	4,40
	31.7.2002	1,3	23,0	5,24	8,29	saknas	16,5	5,56	7,13	31,3	3,056	37	4,40

BILAGA III/APPENDIX II

Rådatabell Hydrografi; Andersö och Järsö, 2002.
List of hydrography data, Andersö and Järsö, 2002.

Stat.	Dat.	Ytvatten (1 m)				Bottenvatten (1 m från bottnen)				Sammelprov						
		Secchi (m)	t°C	Sal. ‰	pH	djup (m)	t°C	Sal. ‰	pH	O ₂ %	tot-P µgl ⁻¹	Chl-α µgl ⁻¹	tot-N µgl ⁻¹			
8	12.6.2002	1,9	18,8	5,11	8,19	14,5	7,2	5,39	7,48	73,7	8,90	22	370	4,17	47	490
	3.7.2002	1,3	17,8	5,38	7,91	13,5	16,3	5,57	7,47	84,1	8,75	40	330	4,37	27	500
	17.7.2002	2,2	23,0	5,20	8,27	14,0	16,0	5,47	7,23	62,6	6,18	22	370	4,21	26	420
	31.7.2002	1,1	22,9	5,23	8,22	14,5	16,3	5,56	7,76	26,5	2,59	59	500	5,74	37	580
	2.9.2002	1,2	20,0	5,45	8,17	14,0	19,7	5,58	7,96	91,0	8,32	35	430	7,69	33	420
9	13.6.2002	1,5	19,4	4,80	8,29	14,0	8,0	5,19	7,50	70,5	8,35	32	380	2,86	23	390
	3.7.2002	1,5	17,9	5,44	7,95	14,0	17,2	5,52	7,91	97,1	9,33	24	400	4,56	21	340
	17.7.2002	2,1	23,0	5,13	8,25	14,5	15,6	5,54	7,18	59,6	5,92	38	320	3,98	25	400
	31.7.2002	1,2	22,5	5,28	8,31	14,5	16,6	5,51	7,29	30,9	3,01	37	440	6,34	28	540
	2.9.2002	1,0	19,9	5,92	8,17	13,5	19,9	5,56	8,37	102,0	9,28	52	420	5,88	41	470
10	13.6.2002	1,5	19,7	4,74	8,30	21,0	9,4	4,95	7,51	66,9	7,65	27	470	4,35	33	650
	3.7.2002	1,5	18,2	5,30	7,94	20,0	13,2	5,36	7,45	65,2	6,83	46	510	5,23	24	430
	17.7.2002	1,8	23,5	5,27	8,28	21,0	12,8	5,43	7,05	38,7	4,10	72	520	4,96	26	420
	31.7.2002	1,5	22,6	5,20	8,39	21,0	13,5	5,34	7,12	30,4	3,17	44	510	6,03	33	520
	2.9.2002	1,2	20,6	5,26	8,40	21,0	14,8	5,43	7,26	26,5	2,38	61	600	7,55	30	450
11	13.6.2002	2,0	18,4	5,26	8,19	9,0	13,4	5,22	7,91	91,0	9,49	39	370	2,89	20	400
	3.7.2002	1,9	16,8	5,65	7,94	9,5	16,5	5,62	7,87	97,2	9,47	22	370	3,72	24	390
	17.7.2002	3,2	22,2	5,42	8,20	9,0	15,0	5,57	7,54	80,2	8,10	20	220	3,08	20	430
	31.7.2002	1,6	21,5	5,42	8,23	9,5	17,2	5,50	7,80	85,4	8,21	21	340	5,51	16	350
	2.9.2002	2,1	20,0	5,46	8,39	9,0	19,8	5,60	8,20	125,8	11,47	22	400	6,71	24	400
12	13.6.2002	3,1	17,3	5,36	8,29	15,0	7,0	5,24	7,77	86,9	10,54	18	310	2,47	15	310
	3.7.2002	2,2	16,7	5,58	8,06	15,0	10,3	5,63	7,35	65,3	7,31	26	360	3,54	16	410
	17.7.2002	4,1	22,0	5,56	8,07	15,5	7,0	5,79	7,25	78,8	9,70	21	290	1,70	18	320
	31.7.2002	2,5	21,3	5,48	8,22	15,5	11,1	5,73	7,40	69,7	7,67	23	340	4,01	22	470
	2.9.2002	2,0	20,3	5,59	8,25	15,5	20,1	5,50	8,24	97,9	8,88	25	340	5,47	21	420
13	25.6.2002	2,8	20,3	5,73	8,49	10,5	10,9	5,79	7,24	29,8	3,30	18	470	8,06	24	510
	8.7.2002	2,0	17,5	6,11	8,45	10,5	12,9	6,13	7,14	19,7	2,08	180	1350	10,82	52	590
	22.7.2002	3,0	20,7	5,22	8,34	10,5	15,2	6,02	6,93	7,4	0,74	11	860	6,8	28	460
	5.8.2002	2,8	20,3	5,76	8,07	10,5	14,4	5,16	6,97	0,0	0,00	740	1900	6,12	35	430
	6.9.2002	2,2	18,6	6,59	8,64	10,0	13,9	6,76	7,51	9,12	0,94	120	620	27,1	61	550

BILAGA II/APPENDIX II

Råddatatabell. Hydrografi; Andersö och Järsö, 2002.
List of hydrography data, Andersö and Järsö, 2002.

Stat.	Dat.	Ytvatten (1 m)						Bottenvatten (1 m från bottnen)						Sammanförd		
		Secchi (m)	t°C	Sal. %	pH	djup (m)	t°C	Sal. %	pH	O ² %	O ² mg l ⁻¹	tot-P µgl ⁻¹	Chl-a µgl ⁻¹	tot-N µgl ⁻¹	tot-N µgl ⁻¹	
14	25.6.2002	3,1	15,9	5,66	8,41	10,5	11,4	5,83	7,44	55,8	6,10	33	380	4,51	34	480
	8.7.2002	3,1	16,3	6,1	8,37	11,5	10,0	6,14	6,96	0,0	0,00	680	1280	9,13	200	620
	22.7.2002	3,0	23	5,77	8,3	10,5	14,6	6,02	6,96	0,0	0,00	320	920	6,88	33	540
15	5.8.2002	3,0	20,8	5,68	8,07	10,0	16,8	5,93	7,14	11,1	1,07	260	790	5,32	36	490
	6.9.2002	2,5	18,5	6,64	8,51	10,5	13,0	6,74	7,72	43,8	4,61	36	340	19,25	49	600
	25.6.2002	4,0	15,8	5,86	8,42	7,0	12,8	5,87	8,12	95,3	10,08	45	190	3,48	9	360
16	8.7.2002	3,0	16,5	6,06	8,38	8,0	15,0	6,02	8,08	96,4	9,71	24	330	5,52	52	440
	22.7.2002	3,1	20,6	5,97	8,28	8,0	19,3	5,97	7,91	81,9	7,54	26	380	7,15	32	460
	5.8.2002	3,2	21,4	5,75	8,16	6,5	20,0	5,72	8,02	95,2	8,37	30	370	6,16	30	400
17	6.9.2002	5,5	18,4	6,64	8,39	7,0	18,6	6,64	7,9	84,7	7,92	17	350	6,78	28	410
	25.6.2002	5,0	14,9	5,80	8,36	9,0	12,2	5,91	8,10	94,9	10,19	18	360	3,27	26	290
	8.7.2002	3,5	16,5	6,05	8,29	9,0	14,8	6,04	8,16	98,3	9,94	24	340	4,84	37	490
18	22.7.2002	4,0	20,2	5,83	8,25	9,0	19,5	5,79	8,14	96,4	8,85	22	390	5,47	25	410
	5.8.2002	3,8	21,1	5,71	8,24	9,0	19,4	5,73	8,00	86,0	7,90	24	290	4,52	29	440
	6.9.2002	5,0	18,5	6,66	8,41	9,0	17,4	6,67	7,79	59,67	5,71	55	470	13,62	35	500
19	25.6.2002	4,9	14,9	5,83	8,38	9,0	12,8	5,90	8,23	99,1	10,48	11	330	2,55	19	330
	8.7.2002	3,5	16,5	6,05	8,26	8,0	14,0	6,04	9,57	98,6	10,14	22	340	4,92	30	460
	22.7.2002	3,9	20,1	5,82	8,38	8,0	19,6	5,87	8,16	95,7	9,50	25	390	5,16	23	440
20	5.8.2002	3,2	21,2	5,80	8,28	8,0	20,2	5,71	8,16	99,4	9,00	30	390	4,43	25	430
	6.9.2002	5,0	18,2	6,69	8,23	7,5	17,8	6,69	8,27	96,53	9,17	22	360	7,31	28	370
	8.7.2002	3,0	16,5	6,03	8,29	8,0	14,7	6,08	8,20	103,6	10,50	22	330	4,65	27	410
21	22.7.2002	3,9	20,5	5,83	8,42	9,0	20,1	5,97	8,31	104,7	9,50	24	400	5,49	21	400
	5.8.2002	4,0	20,8	5,77	8,28	10,0	19,6	5,75	22,9	98,5	9,02	22	340	4,21	25	420
	6.9.2002	5,5	18,0	6,64	8,27	8,0	18	6,69	8,28	98,63	9,33	9	340	5,01	26	420

BILAGA III/APPENDIX III

Rådatatabell. Perifyton, Andersö och Järsö, 2002.

List of data, periphyton experiment, Andersö and Järsö, 2002.

Station	Inkub.tid	Chl-a (mgm⁻²)	
		Medeltal	Std. avv.
1	3.7-17.7.2002	0,277	0,079
	17.7-31.7.2002	0,419	0,103
2	3.7-17.7.2002	0,313	0,033
	17.7-31.7.2002	0,727	0,039
3	3.7-17.7.2002	0,347	0,014
	17.7-31.7.2002	0,465	0,041
4	3.7-17.7.2002	0,359	0,023
	17.7-31.7.2002	0,626	0,214
5	3.7-17.7.2002	0,257	0,038
	17.7-31.7.2002	0,637	0,116
6	3.7-17.7.2002	0,390	0,092
	17.7-31.7.2002	0,509	0,141
7	3.7-17.7.2002	0,239	0,015
	17.7-31.7.2002	0,784	0,283
8	3.7-17.7.2002	0,347	0,026
	17.7-31.7.2002	0,594	0,183
9	3.7-17.7.2002	0,363	0,105
	17.7-31.7.2002	0,912	0,100
10	3.7-17.7.2002	1,099	0,212
	17.7-31.7.2002	0,392	0,022
11	3.7-17.7.2002	0,300	0,043
	17.7-31.7.2002	0,684	0,109
12	3.7-17.7.2002	0,131	0,022
	17.7-31.7.2002	0,345	0,115
13	8.7-22.7.2002	1,450	0,506
	22.7.-5.8.2002	5,304	1,142
14	8.7-22.7.2002	0,964	0,053
	22.7.-5.8.2002	3,534	1,455
15	8.7-22.7.2002	1,557	0,308
	22.7.-5.8.2002	4,578	0,738
16	8.7-22.7.2002	1,167	0,189
	22.7.-5.8.2002	3,202	0,490
17	8.7-22.7.2002	2,554	0,144
	22.7.-5.8.2002	4,243	0,613
18	8.7-22.7.2002	2,129	0,539
	22.7.-5.8.2002	6,846	1,815

BILAGA IV/APPENDIX IV

Råddatatabell. Sediment; Andersö och Järsö, 2002.
 List of sediment data, Andersö and Järsö, 2002.

Station	Datum	Djup (m)	Sedimenttyp	Organisk halt (%) Medel	Std. avv.	C (%)	N (%)
1	13.6.2002	14,5	grålera	7,31	0,54	2,9	0,34
2	13.6.2002	12,0	grålera, grus	6,58	0,41	2,7	0,32
3	13.6.2002	10,0	grusblandad lera	2,35	0,18	1,1	0,13
4	12.6.2002	13,0	grusblandad lera	3,04	0,26	1,5	0,17
5	12.6.2002	10,5	gyttja	12,88	0,90	8,2	0,97
6	12.6.2002	14,0	lera/gyttja	12,04	3,84	4,2	0,49
7	12.6.2002	14,0	gyttja	9,84	0,07	4,5	0,50
8	12.6.2002	15,5	lera/gyttja	10,38	0,14	4,5	0,52
9	13.6.2002	15,0	lera/ svart gyttja	4,99	0,78	1,1	0,15
10	13.6.2002	22,0	lera/gyttja	2,06	0,16	0,9	0,1
11	13.6.2002	10,2	lera/gyttja	3,20	0,36	1,7	0,19
12	13.6.2002	16,0	lera	11,27	0,29	4,6	0,52
13	25.6.2002	11,5	svart gyttja	20,46	0,47	9,7	1,14
14	25.6.2002	11,5	gyttja	15,67	3,91	8,5	1,00
15	25.6.2002	8,2	gyttja, grusblandad	11,71	1,50	5,5	0,69
16	25.6.2002	10,0	gyttja, grusblandad	3,15	0,68	2,3	0,27
17			Enbart hydrografidata (hårdbottnen)				
18	25.6.2002	9,0	grusblandad lera	2,50	0,09	2,2	0,24

BILAGA V/ APPENDIX V

Rådatatabell. Bottenfauna, abundanser och biomassa; Andersö och Järsö, 2002.

List of species, abundances and biomass, Andersö and Järsö, 2002.

Art/Grupp	Station 1			Station 2			Station 3			Station 4		
	Indm ⁻²	gm ⁻²										
MOLLUSCA												
<i>Macoma balthica</i>	957 ± 122	165,0 ± 26,4	1670 ± 226	125,6 ± 36,7	1338 ± 696	70,3 ± 51,0	1535 ± 156	73,0 ± 58,1				
<i>Cerastoderma glaucum</i>					12 ± 20	0,1 ± 0,1	23 ± 20	0,2 ± 0,2				
<i>Mya arenaria</i>					127 ± 53	10,0 ± 8,5	46 ± 19	0,1 ± 0,2				
<i>Mytilus edulis</i>					23 ± 40	44,0 ± 76,2						
<i>Hydrobia</i> spp.					357 ± 211	1,8 ± 1,2	381 ± 139	0,6 ± 0,7				
<i>Potamopyrgus ienkinsi</i>	58 ± 53	12,8 ± 19,0	69 ± 69	0,1 ± 0,1	92 ± 40	0,5 ± 0,3	162 ± 53					
<i>Potamopyrgus ienkinsi</i>			58 ± 20	0,2 ± 0,2	12 ± 20	0,3 ± 0,5						
CRUSTACEA												
<i>Gammarus</i> spp.					23 ± 40	0,0 ± 0,0						
<i>Saduria entomon</i>												
<i>Coryphium volutator</i>												
<i>Ostacoda</i>												
<i>Laera</i> spp												
<i>Pontoporeia affinis</i>												
<i>Idotea</i> sp.												
<i>Balanus</i>												
<i>Trichoptera</i>												
<i>Copepoda</i>												
OLIGOCHAETA												
<i>Polychaeta</i>												
<i>Nereis diversicolor</i>	12 ± 20	0,0 ± 0,0	23 ± 40	0,0 ± 0,1	127 ± 53	0,5 ± 0,5	184 ± 144	1,4 ± 1,0				
<i>Marenzelleria viridis</i>	380 ± 341	5,3 ± 4,6	957 ± 211	5,4 ± 1,8	12 ± 20	1,2 ± 2,1	23 ± 40	0,0 ± 0,0				
<i>Fabrichia sabella</i>												
<i>Polydora rederki</i>												
PRIAPULIDA												
<i>Halicyptus spinulosus</i>												
INSECTA												
<i>Chironomidae</i>	81 ± 20	0,2 ± 0,2	116 ± 87	0,3 ± 0,2	58 ± 40	0,1 ± 0,1						
<i>Chironomidae plum.</i>	588 ± 173	13,3 ± 4,9	600 ± 156	15,8 ± 2,3								
BRYOZOA												
<i>Electra crustalenta</i>												
NEMERTINEA												
<i>Prostoma obscurum</i>												
Tot. Indm⁻²	3045 ± 798	4198 ± 223	148,7 ± 33,7	2434 ± 1029	133,6 ± 75,5	2526 ± 361						
Tot. gm⁻²	190,7 ± 23,7	10	10	17	9	9						
Artsantal	10											

BILAGA VI / APPENDIX V

Råddatatabell. Bottenfauna, abundanser och biomassa; Andersö och Järsö, 2002.

List of species, abundances and biomass, Andersö and Järsö, 2002.

Art/Grupp	Station 5		Station 6		Station 7		Station 8	
	indm ⁻²	gm ⁻²						
MOLLUSCA								
<i>Macoma balthica</i>	895 ± 674	53,3 ± 28,7	623 ± 366	77,4 ± 28,5	577 ± 190	49,0 ± 31,7		
<i>Cerastoderma glaucum</i>								
<i>Mya arenaria</i>								
<i>Mytilus edulis</i>	138 ± 70	0,3 ± 0,2	138 ± 120	1,0 ± 1,0	196 ± 220	0,4 ± 0,5		
<i>Hydrobia</i> spp.	185 ± 20	1,7 ± 0,9	92 ± 131	1,3 ± 1,7	138 ± 70	0,7 ± 0,2		
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>								
<i>Theodoxus fluviatilis</i>								
CRUSTACEA								
<i>Gammarus</i> spp.								
<i>Saduria entomon</i>	12 ± 20	0,3 ± 0,5						
<i>Corophium volutator</i>	231 ± 111	0,1 ± 0,1	92 ± 87	0,3 ± 0,3	127 ± 53	0,2 ± 0,1		
<i>Ostracoda</i>								
<i>Iaera</i> spp.	35 ± 60							
<i>Pontoporeia affinis</i>	35 ± 12							
<i>Idotea</i> sp.								
<i>Balanus</i>								
<i>Trichoptera</i>								
<i>Copepoda</i>	23 ± 20							
OLIGOCHAETA								
<i>Nereis diversicolor</i>	696 ± 551	3,6 ± 0,3	842 ± 197	4,9 ± 0,9	12 ± 20	0,0 ± 0,1		
<i>Marenzellaria viridis</i>								
<i>Fabrichia sabella</i>	670 ± 487	3,3 ± 2,0	681 ± 504	3,5 ± 2,0	634 ± 255	4,1 ± 2,5		
<i>Polydora redeki</i>	12 ± 20							
PRIAPULIDA								
<i>Halicyptus spinulosus</i>								
INSECTA								
<i>Chironomidae</i>	138 ± 70	0,3 ± 0,2	58 ± 20	0,4 ± 0,4	265 ± 282	0,4 ± 0,4		
<i>Chironomidae plum.</i>	601 ± 828	29,0 ± 3,5	1222 ± 571	27,5 ± 18,1	1580 ± 461	27,1 ± 5,6		
BRYOZOA								
<i>Electra crustalenta</i>								
NEMERTINEA								
<i>Prostoma obscurum</i>	69 ± 35		4706 ± 210	3841 ± 1831	4360 ± 1034			
Tot. indm⁻²								
Tot. gm⁻²	6,1 ± 10,6		92,2 ± 29,5		116,6 ± 48,4	86,0 ± 31,2		
Artantal	3		10		10	11		

BILAGA V/ APPENDIX V

Rådatatabell. Bottenfauna, abundanser och biomassa; Andersö och Järsö, 2002.

List of species, abundances and biomass, Andersö and Järsö, 2002.

Art/Grupp	Station 9			Station 10			Station 11			Station 12		
	indm ⁻²	gm ⁻²										
MOLLUSCA												
<i>Macoma balthica</i>	1234 ± 111	154,3 ± 70,2	438 ± 87	87,0 ± 29,0	1857 ± 290	132,7 ± 29,0	1280 ± 69	232,4 ± 28,9				
<i>Cerastoderma glaucum</i>	23 ± 20	1,3 ± 2,3										
<i>Mya arenaria</i>					23 ± 40	0,0 ± 0,1	12 ± 20	0,5 ± 0,5				
<i>Mytilus edulis</i>	69 ± 91	80,3 ± 115,8	12 ± 20	1,7 ± 2,9					12 ± 20	3,2 ± 5,5		
Hydrobia spp.	565 ± 40	1,3 ± 0,8	104 ± 104	0,5 ± 0,5	1211 ± 300	4,0 ± 2,4						
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	208 ± 227	1,9 ± 2,0			208 ± 139	1,2 ± 0,7						
<i>Theodoxus fluviatilis</i>												
CRUSTACEA												
<i>Gammarus</i> spp.	46 ± 20	0,1 ± 0,1										
<i>Saduria entomon</i>	46 ± 80	1,9 ± 3,3	23 ± 40	0,3 ± 0,5	12 ± 20	0,1 ± 0,1	12 ± 20	0,0 ± 0,1				
<i>Coryphium volutator</i>	104 ± 35	1,7 ± 0,9	46 ± 40	0,1 ± 0,2					116 ± 140	0,6 ± 0,8		
Ostracoda	58 ± 53	0,0 ± 0,0	196 ± 72	0,5 ± 0,3								
<i>Iaera</i> spp			104 ± 180	2,3 ± 0,7								
<i>Pontoporeia affinis</i>					12 ± 20	0,0 ± 0,0	1361 ± 360	6,4 ± 0,0				
<i>Idotea</i> sp.												
<i>Balanus</i>												
<i>Trichoptera</i>					0,1 ± 0,2							
<i>Coepoda</i>						12 ± 20						
OLIGOCHAETA					0,5 ± 0,5							
POLYCHAETA						23 ± 40						
<i>Nereis diversicolor</i>							335 ± 367	1,8 ± 2,2				
<i>Marenzelleria viridis</i>							623 ± 510	3,5 ± 3,2	12 ± 20	6,5 ± 3,2		
<i>Fabrichia sabella</i>												
<i>Polydora reedeki</i>									12 ± 20	0,0 ± 1,0		
PRIAPILIDA												
<i>Haliclyptus spinulosus</i>										23 ± 40	4,7 ± 8,1	
INSECTA												
<i>Chironomidae</i>	12 ± 20	0,0 ± 0,0	554 ± 570	0,5 ± 0,5								
<i>Chironomidae plum.</i>	12 ± 20	0,7 ± 0,6	335 ± 295	12,8 ± 6,4	46 ± 40	0,1 ± 0,1						
BRYOZOA												
<i>Electra crustalenta</i>												
NEMERTINEA												
<i>Prostoma obscurum</i>	12 ± 20											
Tot. indm ⁻²	2491 ± 261		1952 ± 117		4083 ± 864		3472 ± 638					
Tot.gm ⁻²		141,2 ± 82,0		105,9 ± 35,2		138,7 ± 41,5		276,5 ± 41,5				
Artantal	15		13		12		10					

BILAGA V/ APPENDIX V

Rådatatabell. Bottenfauna, abundanser och biomassa; Andersö och Järsö, 2002.

List of species, abundances and biomass, Andersö and Järsö, 2002.

Art/Grupp	Station 13			Station 14			Station 15			Station 16			Station 18		
	indm ⁻²	gm ⁻²													
MOLLUSCA															
<i>Macoma balithica</i>	58 ± 53	1,1 ± 1,2	2607 ± 537	163,5 ± 77,9	888 ± 380	91,5 ± 24,5	519 ± 104	104,1 ± 13,9							
<i>Cerastoderma glaucum</i>							1,3 ± 2,3	23 ± 20					1,2 ± 1,2		
<i>Mya arenaria</i>							46 ± 20	8,1 ± 12,2							
<i>Mytilus edulis</i>							35 ± 60	23,6 ± 40,8					10,9 ± 9,5		
<i>Hydrobia</i> spp.							14,0 ± 14,0	703 ± 225					16,8 ± 10,9		
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>							1,8 ± 0,9	23 ± 40					0,3 ± 0,5		0,2 ± 0,2
<i>Theodoxus fluviatilis</i>															
CRUSTACEA															
<i>Gammarus</i> spp.													46 ± 80	0,2 ± 0,3	
<i>Saduria entomon</i>															
<i>Coryphium volutator</i>													335 ± 178	2,0 ± 2,0	
<i>Ostracoda</i>													150 ± 20	2,2 ± 3,0	
<i>Iaera</i> spp.															
<i>Pontoporeia affinis</i>													161 ± 72	0,7 ± 0,9	
<i>Idotea</i> sp.													12 ± 20	0,5 ± 0,7	
<i>Balanus</i>															
<i>Trichoptera</i>													12 ± 20	0,7 ± 1,3	
<i>Coepoda</i>															
OLIGOCHAETA													35 ± 60	0,1 ± 0,1	
POLYCHAETA															
<i>Nereis diversicolor</i>													81 ± 52	1,8 ± 1,7	
<i>Marenzellaria viridis</i>															
<i>Fabrichia sabeliae</i>															
<i>Polydora rederki</i>															
PRIAPULIDA															
<i>Halicryptus spinulosus</i>															
INSECTA															
<i>Chironomidae</i>															
<i>Chironomidae plum.</i>															
BRYOZOA															
<i>Electra crustalenta</i>															
NEMERTINEA															
<i>Prostoma obscurum</i>															
Tot. indm ⁻²	0 ± 0				3206 ± 976		4705 ± 974				3402 ± 1020			4002 ± 174	
Tot. gm ⁻²		0 ± 0					109,2 ± 11,8				202,1 ± 84,9			150,6 ± 68,5	
Artantal	0		2					10				10		15	

Forskningsrapporter från Husö biologiska station: (forts., cont.)

- No **92** 1995 ÖHMAN, P.: Uppföljning av växtplanktonutvecklingen, med tyngdpunkt på blågrönalger, i åländska vattentäkter och skärgårdsvatten sommaren 1995. (*Monitoring of phytoplankton development, with emphasis on cyanobacteria, in drinking water reservoirs and archipelago waters on Åland in the summer of 1995.*)
- No **93** 1995 TALLQVIST, M.: Vattenkvaliteten och bottenfauna vid fiskodlingarna Solvik fisk, Andersö och Ålands forell, Järsö sommaren 1995. (*Water quality and zoobenthos at the fish farms Solvik fisk, Andersö and Ålands forell, Järsö in the summer 1995.*)
- No **94** 1997 ÖSTMAN, M.: Storfjärilsfaunan på Husö biologiska station 1985-1996 (*The moth and butterfly fauna of Husö Biological Station in 1985-1996.*)
- No **95** 1997 ÖSTMAN, M. & E.M. BLOMQVIST: Tillståndet i åländska skärgårdsvatten - förslag till kvalitetsparametrar för den åländska vattenlagen. (*The state of archipelago waters of the Åland Islands - a survey of the situation in the 1980s and 1990s, long-term changes and proposal for parameters of water quality to be used in the legislation of water protection.*)
- No **96** 1998 WESTERBERG, V. & E.M. BLOMQVIST: Småfiskfauna (under bearbetning) (*in prep.*)
- No **97** 1998 BERGLUND, J.: Kartering av makrofyter och drivande alger på grunda mjukbottnar i Ålands skärgård. (*Survey of macrophytes and drifting algae on shallow soft bottoms in the Åland archipelago.*)
- No **98** 1999 NUMMELIN, C. & J. PERUS: Hydrografi, primärproduktion, växtplanktonsammansättning, bottenfauna, kräft- och fiskbestånd i Vargsundet sommaren 1998. (*Hydrography, primary production, phytoplankton composition, zoobenthos, standing crop of crayfish and fish in the lake Vargsundet in the summer 1998.*)
- No **99** 2000 NUMMELIN, C.: Uppföljning av situationen i Vargsundet sommaren 1999 samt en miljökonsekvensbedömning av den planerade slussen. (*A follow-up of the situation in lake Vargsundet in the summer 1999, and an environmental impact assessment of the planned lock.*)
- No **100** 2000 RÖNNBERG, C.: Förekomst av drivande alger och syrebrist i den nordvästra delen av Ålands skärgård. (*Occurrence of drifting algal mats and hypoxia in the north-western part of the Åland archipelago.*)
- No **101** 2000 BERGLUND, J. & C. ROOS: Uppföljning av färjtrafikens effekter och långtidsförändringar i algvegetationen i Ålands skärgård. (*The effects of ferry traffic and long-term changes on algal vegetation in the Åland archipelago.*)
- No **102** 2001 SNICKARS, M.: Effekter av drivande alger på fisket i havsområdet mellan Askö och Herröskatan, Lemland, SE Åland. (*Effects of drifting algae on fishing in the archipelago between Askö and Herröskatan, Lemland, SE Åland.*)
- No **103** 2001 PERUS, J., J. LILJEKVIST & E. BONSDROFF: Långtidsstudie av bottenfaunans utveckling i den åländska skärgården - en jämförelse mellan åren 1973, 1989 och 2000. (*A long-term study of changes in the zoobenthos in the Åland archipelago - a comparison between 1973, 1989 and 2000.*)
- No **104** 2002 LASTUNIEMI, M.: Användning av perifitonfällor för bedömning av fiskodlingarnas eutrofierande effekt samt undersökning av nya kontroll- och referenspunkter för bottenfaunaprovtagnings vid miljökontrollprogrammet för fiskodling på Åland. (*The use of periphyton growth plates in estimating eutrophication effects of fish farms and survey of new control and reference sites for investigation of benthic fauna in the monitoring program for fish farming at Åland Islands, N. Baltic Sea.*)
- No **105** 2002 SILLANPÄÄ, H.: Grundkartering av sex sjöar med tanke på deras användning som bevattningsvattentäkter. (*A study of six lakes considering their water utilization.*)
- No **106** 2002 SILLANPÄÄ, H.: Fiskens reproduktionspotential i Engrunds fjärden, norra Åland. (*The reproduction potential of fish in Engrunds fjärden, N Åland.*)
- No **107** 2002 KÄLL, S.: Undersökning av miljöeffekter av fiskodlingar (Andersö och Järsö) under avveckling. (*Monitoring of environmental effects of fish farms [Andersö and Järsö] under closure*) (Detta nummer) (Present no.)

ISSN 0787-5460

ISBN 952-12-1082-6

Abo 2002

Abo Akademis tryckeri