

**FORSKNINGSRAPPORTER
FRÅN
HUSÖ BIOLOGISKA STATION**

No 125 (2009)



Kerstin Häggqvist & John Persson

**Uppföljning av fiskbestånden i Vargsundet, Markusbölefjärden,
Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet, samt
kräftpopulationen i Vargsundet**

*(A follow-up of the fish population in lakes Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön,
Östra Kyrksundet and Västra Kyrksundet, as well as the crayfish population in lake
Vargsundet)*

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, Åbo Akademi. Författarna svarar själva för innehållet. Förfrågningar angående serien riktas till stationen under adress: Bergövägen 713, AX-22220 Emkarby; telefon: 018-37310; telefax: 018-37244; e-post huso@abo.fi. (Även: Åbo Akademi, Miljö- och marinbiologi, BioCity, Artillerigatan 6, 20520 Åbo).

The series **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** contains scientific results and processed data from research activities of Husö biological station, 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, AX-22220 Emkarby, Finland; phone: +358-18-37310; telefax: +358-18-37244; e-mail: huso@abo.fi (Also Åbo Akademi University, Environmental and Marinebiology, Artillerigatan 6, FIN-20520 Turku, Finland)

Redaktör/Editor: Åsa Hägg

Uniprint – Åbo 2009

ISBN: 978-952-12-2378-5 (pdf)

ISSN: 0787-5460

Uppföljning av fiskbestånden i Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet, samt kräftpopulationen i Vargsundet

(A follow-up of the fish population in lakes Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet and Västra Kyrksundet, as well as the crayfish population in lake Vargsundet)

Kerstin Häggqvist & John Persson
Husö biologiska station, Åbo Akademi
22220 Emkarby, Åland, Finland

Abstract

*The fish population in the five lakes, Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet and Västra Kyrksundet, was studied in the summer of 2009. In lake Vargsundet a study of the crayfish population was also conducted. The aim of the study was to follow up the development of the fish populations, and concerning Vargsundet also the crayfish population, in the lakes. To get comparable results, the used methods corresponded with those used in earlier studies. The fish population in lake Vargsundet was investigated in June, July and August. The juvenile fish in the lake was studied twice by net seining. The crayfish population was studied in July, August and September. In the rest of the lakes the fish populations were investigated in July and August. No drastic changes were noticed in the fish populations, the perch (*Perca fluviatilis*) populations showed an increase in all of the lakes, while the roach (*Rutilus rutilus*) populations to some extent had decreased. Lakes Markusbölefjärden, Långsjön and Östra Kyrksundet had large standing stocks of fish. In Vargsundet and Västra Kyrksundet the fish populations were of moderate sizes. In lake Vargsundet the net seining showed recruitment of perch and cyprinids. Both the crayfish population and the individual crayfish of the lake were small. All lakes were somewhat eutrophicated, and the nutrient concentrations were especially high in the bottom layers of the former brackish lakes. Continued monitoring of the fish populations in the five lakes is recommended. To get a more precise picture of the crayfish stock in lake Vargsundet, more thorough investigations of the crayfish population are suggested.*

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Undersökningar av fisk	1
1.2	Undersökningar av kräftor	2
2	Undersökningsområden	4
2.1	Vargsundet	5
2.2	Markusbölefjärden	8
2.3	Långsjön	8
2.4	Östra Kyrksundet	11
2.5	Västra Kyrksundet	11
3	Material och metoder	15
3.1	Provfiske med nät	15
3.2	Yngelnotning	16
3.3	Kräftfiske	16
3.4	Statistisk analys	17
4	Resultat	18
4.1	Vargsundet	18
4.1.1	Hydrografi	18
4.1.2	Provfiske	19
4.1.3	Yngelnotning	22
4.1.4	Provkräftning	23
4.2	Markusbölefjärden	25
4.2.1	Hydrografi	25
4.2.2	Provfiske	26
4.3	Långsjön	29
4.3.1	Hydrografi	29
4.3.2	Provfiske	30
4.4	Östra Kyrksundet	33
4.4.1	Hydrografi	33
4.4.2	Provfiske	34
4.5	Västra Kyrksundet	37
4.5.1	Hydrografi	37
4.5.2	Provfiske	38
4.6	Jämförelser mellan de fem undersökta sjöarna	41
4.6.1	Sjöarnas hydrografi	41
4.6.2	Provfiske i sjöarna	42
5	Diskussion	45

5.1	Vargsundet	45
5.1.1	Vargsundets limnologiska tillstånd	45
5.1.2	Fiskbeståndet i Vargsundet	46
5.1.3	Fiskyngelproduktion.....	47
5.1.4	Kräftbeståndet	47
5.2	Markusbölefjärden	48
5.2.1	Markusbölefjärdens limnologiska tillstånd	48
5.2.2	Fiskbeståndet i Markusbölefjärden.....	48
5.3	Långsjön	50
5.3.1	Långsjöns limnologiska tillstånd	50
5.3.2	Fiskbeståndet i Långsjön.....	50
5.4	Östra Kyrksundet.....	51
5.4.1	Östra Kyrksundets limnologiska tillstånd	51
5.4.2	Fiskbeståndet i Östra Kyrksundet.....	51
5.5	Västra Kyrksundet	53
5.5.1	Västra Kyrksundets limnologiska tillstånd	53
5.5.2	Fiskbeståndet i Västra Kyrksundet.....	53
5.6	Jämförelser mellan de fem undersökta sjöarna	55
5.6.1	Sjöarnas limnologiska tillstånd	55
5.6.2	Fiskbestånden i sjöarna.....	55
5.6.3	Parasiter	56
6	Klassificering av fiskbestånden i fem åländska sjöar	57
6.1	Resultat av Fiskebeståndens klassificering.....	58
6.1.1	Fiskbeståndsklassificering utifrån 2009 års data	58
6.1.2	Fiskbeståndsklassificering utifrån 2007 års data	59
6.1.3	Kväve och fosfor samt klorofyll <i>a</i> 2000-2008	59
6.1.4	Total klassificering av sjöarna	59
6.2	Diskussion av klassificeringen.....	61
7	Konklusioner.....	63
8	Tack till.....	64
	Litteratur.....	65

1 Inledning

Den aktuella studien utfördes på uppdrag av Ålands landskapsregering (ÅLR) i samarbete med Husö biologiska station. Fiskbestånden i fem åländska sjöar; Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet undersöktes under sommaren 2009. Dessutom studerades kräftbeståndet i Vargsundet under samma period. En motsvarande undersökning av fiskbestånden i de fem sjöarna, samt kräftbeståndet i Vargsundet, gjordes sommaren 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och målet med den aktuella studien var att följa upp utvecklingen i sjöarna.

Beträffande Vargsundet har en motsvarande undersökning även gjorts 1998 (NUMMELIN & PERUS 1999). Den här undersökningen (2009) är en fortsättning på uppföljningen av situationen i sjön och i utredningen ingick provfiske, yngelnotning och provkräftning.

I de övriga sjöarna utfördes provfiske två gånger under sommaren 2009. Uppföljningen av fiskbestånden i sjöarna är även en del av övervakningen inom ramen för EU:s vattenramdirektiv. Målet är att dessa uppföljningar ska utvecklas till en långsiktig monitoring.

1.1 Undersökningar av fisk

Genom att följa med utvecklingen av sjöars fiskbestånd fås en bild av eventuella störningar i miljön, eftersom fiskar till olika grad är känsliga för förändringar i vattendraget. Många fiskarter befinner sig i slutet, eller nära slutet, av näringskedjan och påverkar således många andra organismer i ekosystemet. Undersökningar av fiskbestånd kan även därför precisera var i näringskedjan de potentiella störningarna finns. Även om den här typen av bakgrundsundersökningar inte löser problem, är de viktiga för att upptäcka eventuella störningar (EVERHART & YOUNGS 1981).

Provfiske i sjöar möjliggör jämförelser av utvecklingen under en tidsperiod, men kan även användas för att jämföra olika sjöar. De erhållna resultaten belyser antalet fiskarter i sjön, deras storleksfördelning och relativa förekomst. Den relativa förekomsten anges som antal individer per ansträngning och biomassa per ansträngning (CPUE), där en ansträngning motsvarar fiske med ett nät under en natt. Fiske med nät är emellertid en passiv fångstmetod och resultatet påverkas därför av yttre faktorer, som t.ex. vattentemperatur och väder, även fiskens beteende och form inverkar på fångstresultaten (KINNERBÄCK 2001). Exempelvis underrepresenteras vanligen gäddan p.g.a. sitt beteende (KINNERBÄCK 2001) och ett intensivt fiske i sjön kan även påverka fångstresultatet (SVÄRDSON 1976).

Undersökningar gällande fiskyngel görs vanligen för att kunna förutsäga framtida förändringar i fiskpopulationen. Störningar i miljön inverkar i regel negativt på yngelmängden (URHO 1999). Fiskyngel saknar under en lång period fjäll, dessutom är deras hud tunn, vilket gör dem känsliga för

exempelvis vattenkemiska förändringar. Likaså kan störningar i reproduktionsområden leda till förändringar i yngelmängden. Metodiken för fiskyngelundersökningar är svår att standardisera och kräver därtill vanligen stora resurser, samt lång erfarenhet. I fiskundersökningar av mindre skala kan det därför vara tillräckligt att kunna fastslå att fiskarnas reproduktion har lyckats, eller om en viss fiskart förökar sig i vattendraget (URHO 1999).

Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet har med varierande frekvens provfiskats från Husö biologiska station från 1970- till 2000-talet (STORBERG 1980 a; b; 1982, ÅDJERS 1986, AARNIO & ÖSTMAN 1988, NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Trots att de använda metoderna varierat, fungerar undersökningarna till viss utsträckning som bakgrundsdata och ger en antydning om sjöarnas fiskbestånd och beståndens utveckling.

1.2 Undersökningar av kräftor

Kräftan trivs i miljöer med god vattenkvalitet, steniga bottenar med många gömställen, tillräcklig syre och kalkhalt, samt liten partikelmängd (KILPINEN 2009). Dess begränsade rörlighet och krav på levnadsmiljö gör den känslig för miljöförändringar som t.ex. vattenståndsregleringar, dikningar och försämringar av vattenkvaliteten. Omständigheterna som leder till försämringar i kräftpopulationen är vanligen komplicerade och vid kräftundersökningar studeras vanligen därför även andra organismer i vattendraget, t.ex. fisk (TULONEN et al. 1999).

Fångst med mjärdar ger kvalitativa resultat angående de fullvuxna individerna i kräftpopulationen och kräftornas reproduktionsförmåga. Uppföljningar av kräftbeståndet belyser även eventuella förändringar i populationens storlek. Kräftning med mjärdar är en passiv fångstmetod och skadar vanligen inte kräftorna (TULONEN et al. 1999). Vid provkräftning släpps friska individer tillbaka i sjön.

I Finland förekommer tre olika arter av kräfta; flodkräfta (*Astacus astacus*) är en inhemsk art, signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*) inplanterades år 1967 och turkisk smalklokräfta (*Astacus leptodactylus*), som endast förekommer i de östra delarna av Finland (WESTMAN & NYLUND 1985). Flodkräftan och signalkräftan skiljs åt bl.a. genom utseendet, signalkräftan har en vit fläck på saxarna och flodkräftan har små taggar på båda sidorna av ryggskölden.

För att kunna växa måste kräftan byta skal och tillväxt sker endast då skalet är nytt och tänjbart (WESTMAN & NYLUND 1985). Kräftan lever ensam och rör sig mest i skymningen, även vädret spelar roll för hur aktiva kräftorna är (WESTMAN & NYLUND 1985, TULONEN et al. 1999). Kräftan är en allätare och kan även äta svagare artfränder (WESTMAN & NYLUND 1985), men en könsmogen individ konsumerar mest detritus och vattenvegetation på sjöbotten (KILPINEN 2009). Naturliga fiender är mink (*Mustela vison*), bisamråtta (*Ondatra zibethica*), utter (*Lutra lutra*) och ål (*Anguilla*

anguilla, KILPINEN 2009). Abborre (*Perca fluviatilis*), lake (*Lota lota*), och gädda (*Esox lucius*) äter dessutom gärna kräfta, särskilt under skalbytet (WESTMAN & NYLUND 1985). Bottenätande fiskarter som mört (*Rutilus rutilus*), id (*Leuciscus idus*) och braxen (*Abramis brama*) kan äta kräftyngel (WESTMAN & NYLUND 1985).

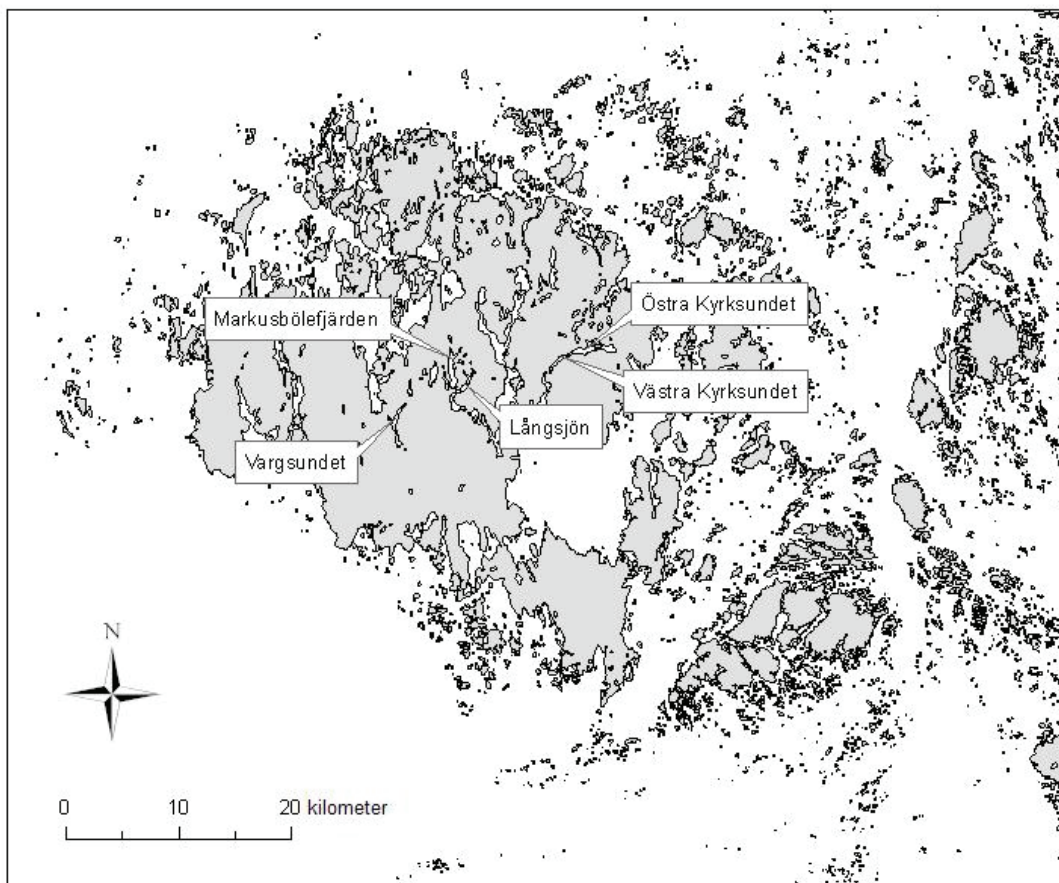
Genom influenser från Frankrike och Ryssland var kräftan i början av 1900-talet en populär delikatess i Finland (KILPINEN 2009). På Åland inplanterades under den här perioden en stor mängd kräftor (STORBERG 1980c). Emellertid minskade kräftbestånden på 1930-talet drastiskt till följd av kräftpesten (STORBERG 1980c, WESTMAN & NYLUND 1985), som sprids av algsvampen *Aphanomyces astaci*. Pesten antas ha spridits från Nordamerika till Finland via Ryssland 1893 (WESTMAN & NYLUND 1985, KILPINEN 2009). Signalkräftan är under normala förhållanden resistent mot kräftpesten, medan flodkräftan verkar sakna motståndskraft (KILPINEN 2009). Kräftpesten sprids med däggdjur, fåglar och signalkräftor som bär på algsvampen. Kannibalismen bland kräftor sprider algsvampen då en smittad individ blir uppäten. För att undvika att kräftpesten sprids är det vid kräftning viktigt att desinficera använda redskap, om de flyttas från ett vattendrag till ett annat. Under perioden 2004-2008 påträffades sammanlagt 52 nya fall av kräftpest i Finland (ESKELINEN 2009).

Kräftor kan även drabbas av en sjukdom som kallas Porslinssjuka förorsakad av ett spordjur. Spordjuret *Theolania contejeani* förökar sig i muskelvävnaden hos kräftor och leder till att kräftan i slutskedet av infektionen får en vit stjärt. En smittad kräfta dör, även om sjukdomsförloppet kan räcka flera år. Parasiten *Psorospermium haeckeli* har hittats i kräftor, den infekterar oftast kräftans bindvävnad, men den kan förekomma i alla vävnader. Parasitens livscykel är inte känd och även dess taxonomiska placering är diffus, men en kraftig infektion orsakar en försämrad motståndskraft hos kräftan (TULONEN et al. 1999).

Utgående från Husö biologiska station har kräftundersökningar gjorts i Vargsundet sedan 1970-talet (STORBERG 1980a; c, ÅDJERS 1986, NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Praktiskt taget samtliga gånger har kräftbeståndet konstaterats vara svagt och kräftorna små till storleken.

2 Undersökningsområden

Sjöarnas morfologiska parametrar presenteras i tab. 1 och deras geografiska läge framgår av fig.1.



Figur 1. Det geografiska läget för de fem undersökta sjöarna (efter MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Figure 1. The geographical position of the five studied lakes (from MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Tabell 1. De fem undersökta sjöarnas morfologiska karaktärer.

Table 1. Morphological characteristics of the five studied lakes.

	Vargsundet ¹	Markusbölefjärden ²	Långsjön ³	Östra Kyrksundet ⁴	Västra Kyrksundet ⁴
Yta (ha)	110	156	143	200	59,5
Längd (km)	4	3,7	4,5	4	2,5
Bredd (km)	0,3	0,5	0,4	0,5	0,3
Medeldjup (m)	7	4-5	6,5	8,5	8,5
Max. djup (m)	35	8	18	22	18
Vattenvolym (milj. m³)	7,7	7	9	17	5
Nederbördsområde (km²)	24,2	13,8	16,3	37	40,8
Strandlinje (km)	15	9,8	11,6	14,5	5,9

¹LINDHOLM 1975, STORBERG 1980a, ÄDJERS 1986

²HELMINEN 1978

³HELMINEN 1978, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007

⁴LINDHOLM 1973

2.1 Vargsundet

Vargsundet (fig. 2) är en av de största sjöarna på Åland och gränsar till de tre kommunerna Hammarland, Finström och Jomala. Sjön är långsträckt och består av två bassänger, vilka förenas via Trångsundet. I den norra delen finns ca 30 m djupa områden (ÅDJERS 1986), vilket gör Vargsundet till Ålands djupaste sjö. Den södra delen är grundare, med ett maxdjup på ca 5 m, och har rikligare vassbestånd (*Phragmites communis*) än den norra delen (ÅDJERS 1986). På östra sidan i den norra delen finns höga, branta berg, i övrigt består stränderna av sten, lera eller gyttja och kan på vissa ställen vara långgrundna. Den södra delen har något frodigare stränder än den norra.

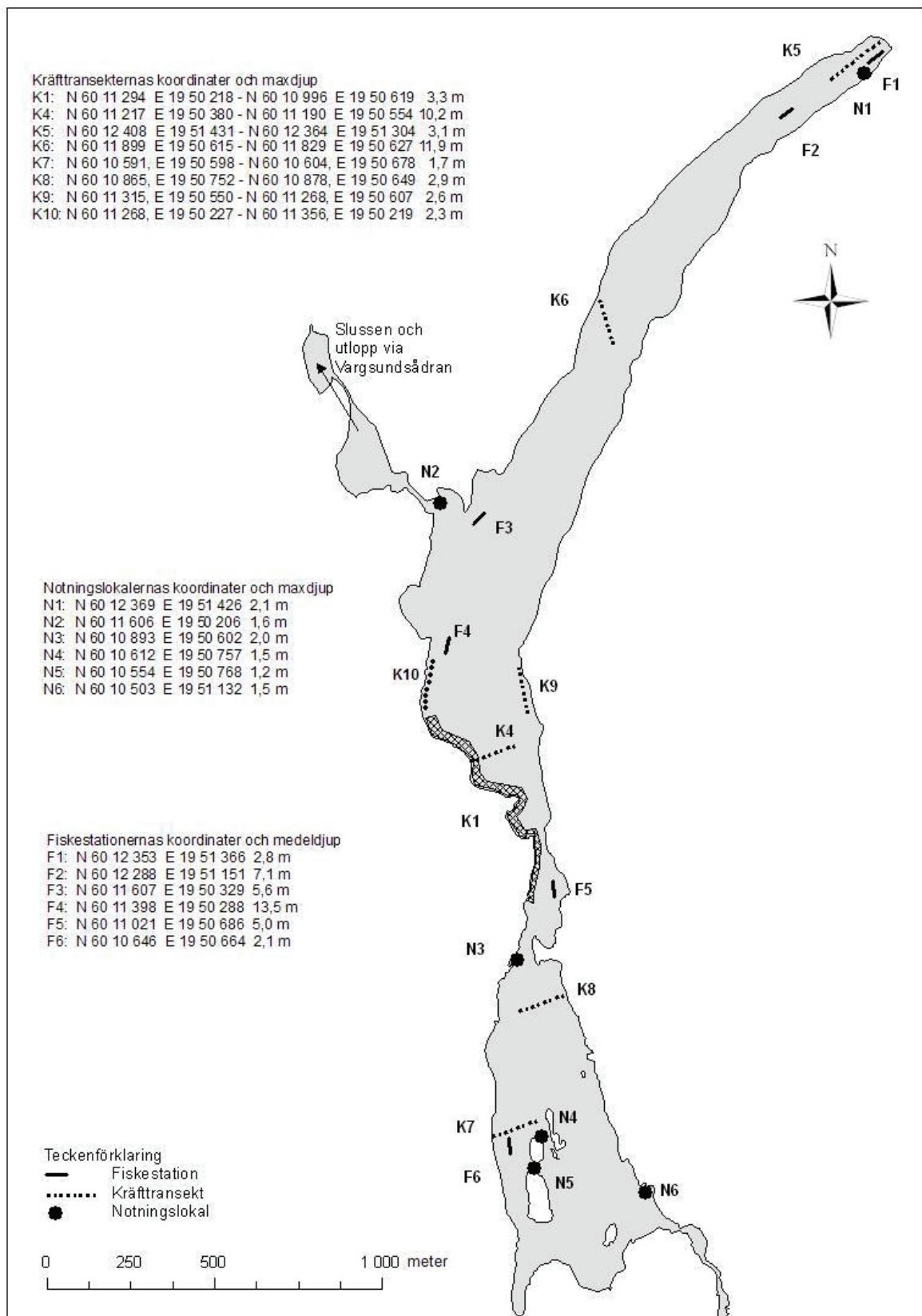
Vargsundsådran förenar Vargsundet via Bodafjärden med havet, vilket innebär att saltvatten periodvis har trängt in i sjön. Ådran grävdes på 1930-talet och har därefter muddrats ett flertal gånger, det har lett till att Vargsundet har varit i ett tillstånd mellan insjö och havsvik (LINDHOLM 1975). Eftersom saltvatten har en högre densitet än sötvatten, sjunker det till botten. I Vargsundet har det därför bildats ett stagnant, vanligen syrefritt skikt på 10-15 m (ÅDJERS 1986, LINDHOLM 1991, NUMMELIN & PERUS 1999). År 1997 byggdes en sätttdamm vid Vargsundsådran. Det finns även planer på att bygga en regleringsdamm för att förhindra saltvatteninträngning (ÅLANDS LANDSKAPSREGERING 2005). Vargsundet anses vara en karakteristisk meromiktisk sjö (LINDHOLM 1975).

De marina inslagen är trots allt få (sjöns salthalt är 0,10-0,20 psu i ytskiktet) och fiskbeståndet består till största delen av vanliga sötvattensarter (LINDHOLM 1991). Braxen, abborre, björkna (*Blicca bjoerkna*), mört, löja (*Alburnus alburnus*), sarv (*Scardinius erythrophthalmus*), gädda, gers (*Acerina cernua*) och nors (*Osmerus eperlanus*) har påträffats i Vargsundet (ÅDJERS 1986, NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Under juni-augusti 1997 orsakade den neurotoxiska fästalgen *Prymnesium parvum* en omfattande fiskdöd i Vargsundet (LINDHOLM et al. 1999). Uppskattningsvis dog mellan 10 och 15 ton fisk, motsvarande hälften av fiskpopulationen i Vargsundet, därtill noterades även döda kräftor (LINDHOLM et al. 1999). Samtidigt förekom en massförekomst av den hepatotoxiska cyanobakterien *Planktothrix agardhii* på större djup (LINDHOLM et al. 1999). Några omedelbara följder av växtplanktonblomningarna upptäcktes emellertid inte i fiskbeståndet sommaren 1998 (NUMMELIN & PERUS 1999). MUSTAMÄKI & AHLBECK (2007) noterade emellertid att större fiskar fångades 1998 jämfört med 2007, vilket härleddes till att den neurotoxiska algen troligen påverkat yngel och småfisk och att deras andel av fångsten 1998 därför var mindre.

Vargsundets grunda områden har noterats vara rika på fiskyngel (ÅDJERS 1986), medan NUMMELIN & PERUS (1999), samt MUSTAMÄKI & AHLBECK (2007) kunde konstatera att abborrar och mörtar förökar sig i sjön.

Djupa områden, dåliga syreförhållanden, mjuka bottnar i norra och södra ändan, samt den östra sidans branta stränder begränsar antalet lämpliga habitat för kräftan (STORBERG 1980a). En hög salthalt kan periodvis vara en annan begränsande faktor för kräftans reproduktion i sjön. Under 1970-talet bestod kräftfångsten i Vargsundet av 1000 kräftor per år fördelat på 600-800 mjärddar, d.v.s. 1,3-1,7 kräftor/mjärde/natt (STORBERG 1980a). På 1980-talet var motsvarande siffra i medeltal 1,6 kräftor/mjärde/natt (ÅDJERS 1986), i slutet av 1990-talet 1,4 kräftor/mjärde/natt (NUMMELIN & PERUS 1999) och år 2007 uppgick fångsten till 1,1 kräftor/mjärde/natt (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Direkta jämförelser mellan de olika undersökningarna är svåra att göra p.g.a. varierande metoder.



Figur 2. Koordinaterna och medeldjupet (maxdjupet) för stationerna för provfiske (F1-F6), notningslokalerna (N1-N6), området (K1) och transekterna (K4-K10) för provkräftning i Vargsundet 2009 (modifierat efter MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Figure 2. The coordinates and average depth (maximum depth) of the stations for test fishing (F1-F6), net seining locals (N1-N6), as well as the area (K1) and transects (K4-K10) for crayfish studies in lake Vargsundet in 2009 (modified after MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

2.2 Markusbölefjärden

Markusbölefjärden och Långsjön var en gång i tiden en del av en havsvik men landhöjning gjorde att förbindelsen med havet bröts någon gång i slutet av 1800-talet eller början av 1900-talet. På 1930-talet öppnades förbindelsen igen med en kanal till havet vilket gjorde att saltvatten återigen trängde in i sjöarna. I början av 1970-talet skiljdes förbindelsen mellan sjöarna med en liten damm och Långsjöns havsförbindelse med Kaldersfjärden bröts också med en dammlucka (HELMINEN 1978). Utsötningsprocessen i bägge sjöarna gick därefter relativt snabbt (LINDHOLM 1991).

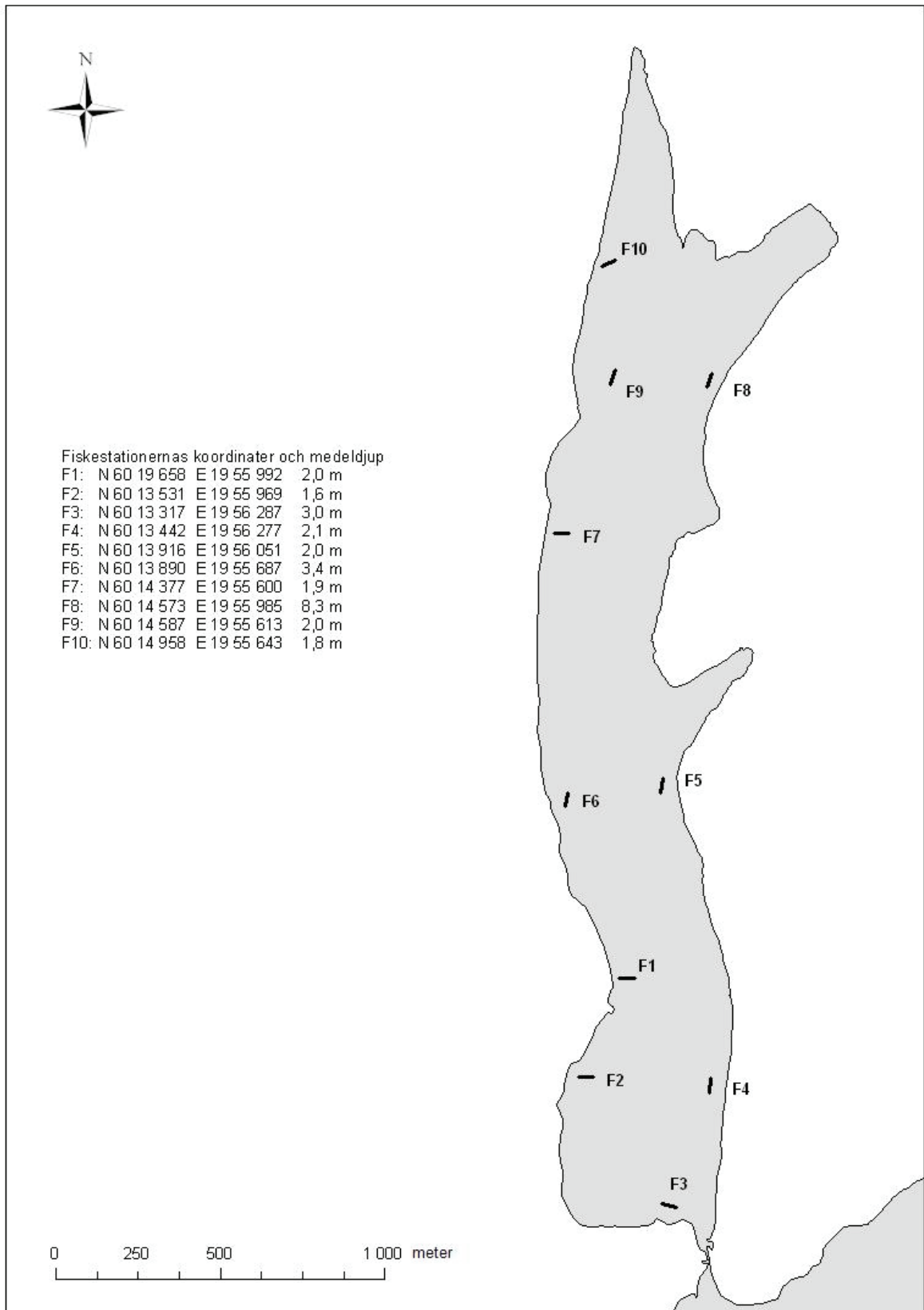
Markusbölefjärden (fig. 3) ligger i Finström kommun och är en förhållandevis grund sjö. En bra omblandning gör att syrebrist i bottenskiktet av sjön är ovanligt, trots ett förhållandevis högt inflöde av närsalter (LINDHOLM 1991). Strandlinjen är till stor del vassbevuxen och i sjön finns det gott om vattenväxter. Speciellt hornsärv (*Ceratophyllum demersum*) förekommer rikligt. Markusbölefjärden fungerar som ytvattentäkt och regleras av Ålands Vatten Ab.

Ett mycket stort fiskbestånd påträffades i tidigare provfiskeundersökningar från mitten av 1970-talet (STORBERG 1980b). Även i provfiskeundersökningen år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) var fiskbeståndet mycket stort. Den vanligaste fiskarten var då abborre, följt av mört och björkna (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Jämfört med provfiskeundersökningarna på 1970-talet (STORBERG 1980b), hade abborren hade blivit vanligare (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Ökningen av abborrpopulationen i Markusbölefjärden tolkades som ett tecken på att sjöns näringsbelastning på senare tid blivit mindre (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

2.3 Långsjön

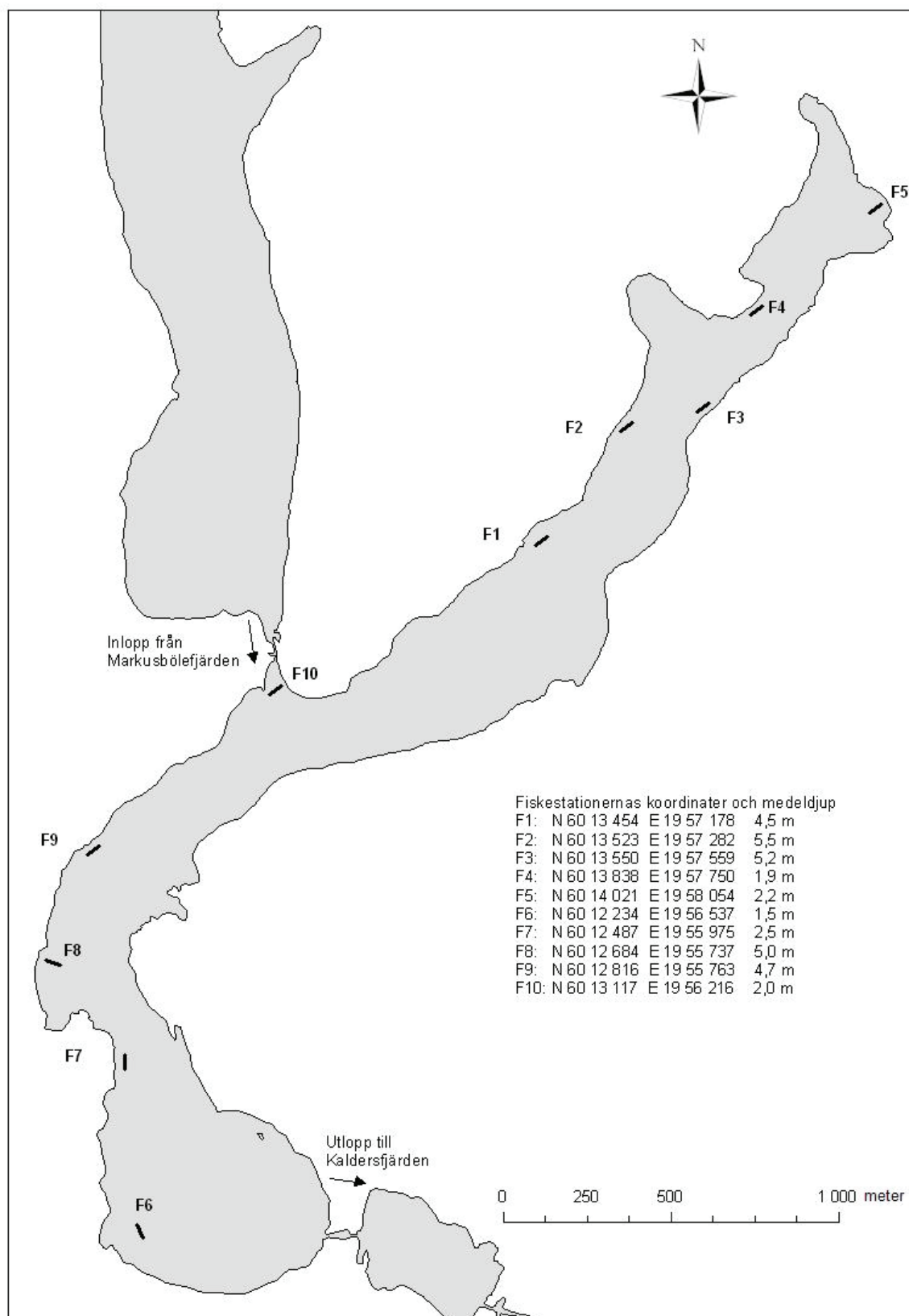
Långsjön (fig. 4) i Finström och Jomala kommun har en relativt hög näringsbelastning, men är också en mycket produktiv sjö. Sjön är långsmal och består av flera delbassänger och dess djupaste delar drabbas periodvis av syrebrist (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). Strandkanten domineras av vass. Den södra delen av sjön är på flera ställen kantad av mycket branta klippor och djupet ökar snabbt på dessa lokaler.

Idag fungerar Långsjön som ytvattentäkt åt Ålands Vatten Ab, som sköter regleringen av sjön. På 1970- och 80-talet förekom ansevärliga algbloomningar och även perioder med relativt kraftig fiskdöd i Långsjön (LINDHOLM 1991). Fiskbeståndet verkar dock åtminstone till storleken ha återhämtat sig. Provfiskeundersökningen år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) visade att Långsjön hade ett stort fiskbestånd, där abborre var den dominerande arten. Abborren hade också ökat i andel jämfört med provfiskeundersökningar utförda i mitten av 1970-talet (STORBERG 1980b, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).



Figur 3. Koordinater och medeldjup för provfiskestationerna (F1-F10) i Markusbölefjärden 2009 (modifierat efter MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Figure 3. The coordinates and average depth of the stations for test fishing (F1-F10) in lake Markusbölefjärden in 2009 (modified after MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).



Figur 4. Koordinater och medeldjup för provfiskestationerna (F1-F10) i Långsjön 2009 (modifierat efter MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Figure 4. The coordinates and average depth of the stations for test fishing (F1-F10) in lake Långsjön in 2009 (modified after MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

2.4 Östra Kyrksundet

Till sin vattenvolym och storlek är Östra Kyrksundet (fig. 5) i Sunds kommun Ålands största sjö (LINDHOLM 1973). Den långa strandlinjen kantas i norr och söder av högt belägna områden, vilket minskar vindexponeringen i sjön (LINDHOLM 1973). Sjön består av tre bassänger, varav den norra och södra delen är djupast (LINDHOLM 1973). Den huvudsakliga bottentypen är lera (LINDHOLM 1973). Östra Kyrksundet förbinds med Västra Kyrksundet via Bromansströmmen. Sjön stod fram till 1979 (LINDHOLM 1991) därigenom även i förbindelse med havet, eftersom Västra Kyrksundet hade kontakt med havet via Slottssundet (eller Gloströmmen). Före de båda kanalerna muddrades på 1930-talet (LINDHOLM 1973) var sjön utsötad. Efter muddringen kunde saltvatten tränga in i sjön då havsvattennivån låg högre än sjöns vattenstånd, även utflöde av sötvatten kunde förekomma (LINDHOLM 1973). I och med inflödet av saltvatten var förhållandena i Östra Kyrksundet meromiktiska.

År 1979 isolerades de båda sjöarna från havet och Östra Kyrksundet fungerade därefter som vattentäkt åt flera byar (LINDHOLM 1991). I slutet av 1970-talet och under 1980-talet försämrades vattenkvaliteten och giftiga algblomningar förekom (STORBERG 1980d, LINDHOLM 1991), vilket ledde till att sjöns användning som vattentäkt stoppades (LINDHOLM 1991). Fram till 1970-talet var Östra Kyrksundet en god kräftsjö (STORBERG 1980d, LINDHOLM 1991).

Vegetationen i sjöns norra del karakteriseras av vass och flytbladsväxter, exempelvis gäddnate (*Potamogeton natans*), samt gul (*Nuphar lutea*) och vit näckros (*Nymphaea candida*, LINDHOLM 1973). Växtligheten i den södra delen är sparsam, men överlag har Östra Kyrksundet en artrik vattenvegetation (LINDHOLM 1991).

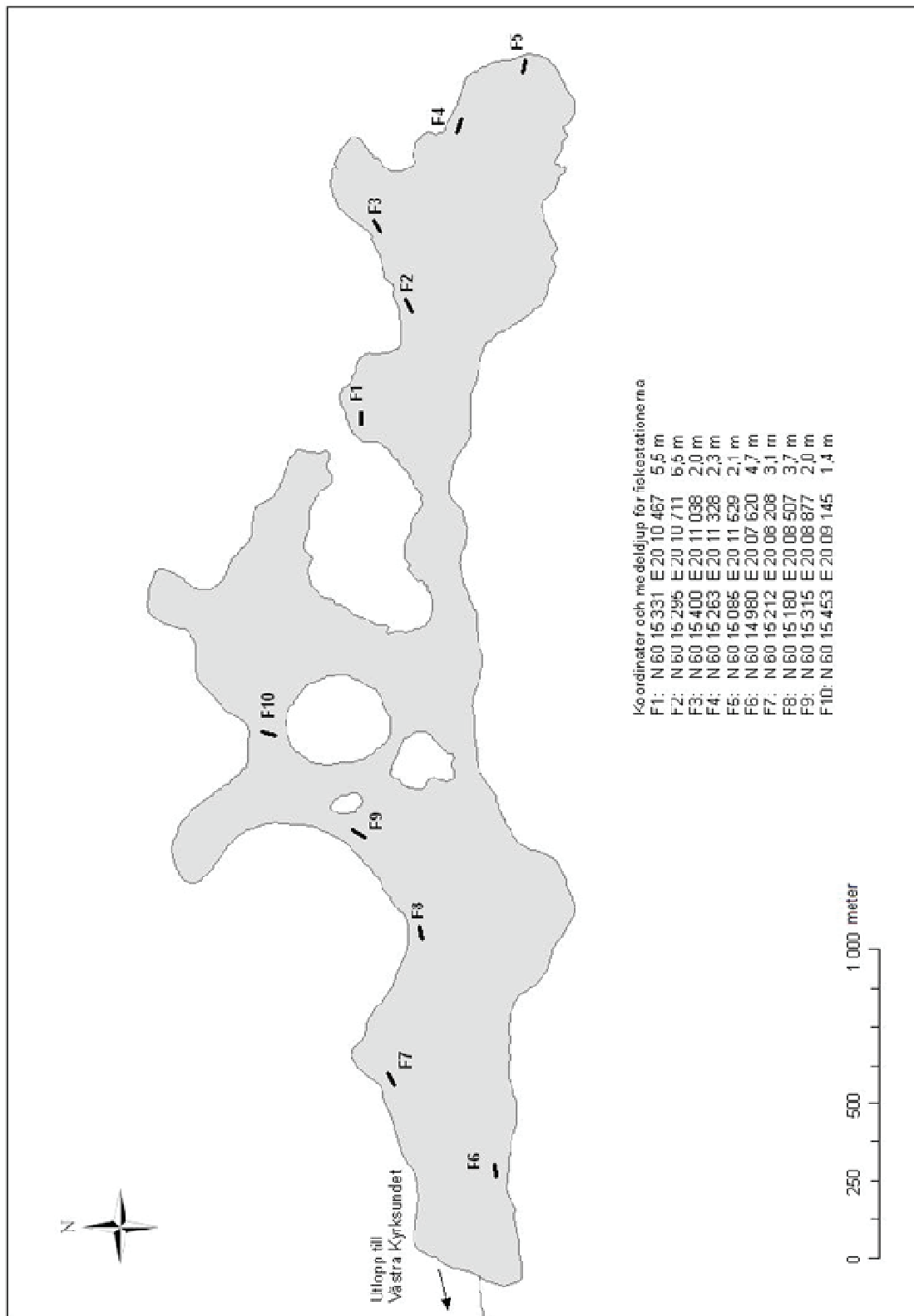
Östra Kyrksundet har klassats som eutrof och sjön har haft ett kraftigt dominerande mörtbestånd (STORBERG 1980b, AARNIO & ÖSTMAN 1988). Fiskbeståndet kännetecknas även av abborre, gers, gädda och id, arter karakteristiska för ett näringsrikt vattendrag (STORBERG 1980b). Även löja, björkna, braxen, nors, sarv, sik (*Coregonus lavaretus*), lake och sutare (*Tinca tinca*) har påträffats i sjön (AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

2.5 Västra Kyrksundet

Västra Kyrksundet (fig. 6) förbinds till Östra Kyrksundet via Bromansströmmen och var fram till 1979 ansluten till havet via Slottssundet (eller Gloströmmen, LINDHOLM 1991). I likhet med Östra Kyrksundet var Västra Kyrksundet före muddringar av de båda kanalerna på 1930-talet (LINDHOLM 1973) ett utsötat vattendrag. Inflödet av saltvatten skapade meromiktiska förhållanden i sjön. Sjön är relativt vindskyddad, eftersom höglänta områden finns både i norra och södra delen (LINDHOLM

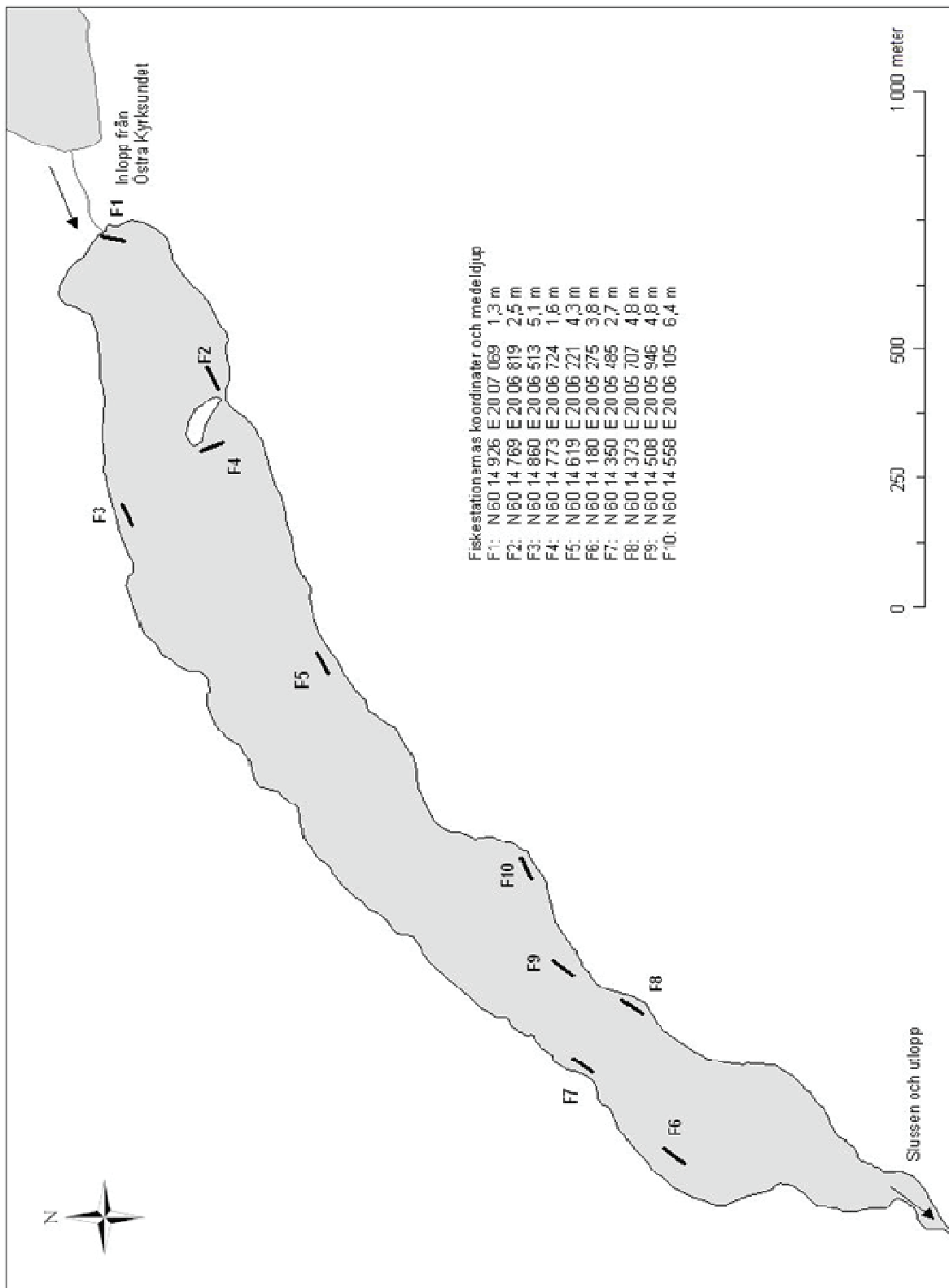
1973). I slutet av 1970-talet och under 1980-talet var vattenkvaliteten i Västra Kyrksundet dålig och sjön luftades (STORBERG 1980d, LINDHOLM 1991).

Vattenvegetationen är sparsam, i den norra delen finns vass, även natearter påträffas (LINDHOLM 1973). Sjön har eutrofa egenskaper (LINDHOLM 1991) och fiskbeståndet dominerades av mört under 1980-talet (STORBERG 1980b, AARNIO & ÖSTMAN 1988). År 2007 dominerades fiskbeståndet däremot av abborre (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Vanliga fiskarter i Västra Kyrksundet är dessutom gers, löja och braxen (STORBERG 1980b; 1982, AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). I sjön har även lake, sarv, strömming (*Clupea harengus var. membras*), id, gädda, nors, björkna och sutare påträffats (STORBERG 1980b; 1982, AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).



Figur 5. Koordinater och medeldjup för provfiskestationerna (F1-F10) i Östra Kyrksundet 2009 (modifierat efter MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Figure 5. The coordinates and average depth of the stations for test fishing (F1-F10) in lake Östra Kyrksundet in 2009 (modified after MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).



Figur 6. Koordinater och medeldjup för provfiskestationerna (F1-F10) i Västra Kyrksundet 2009 (modifierat efter MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Figure 6. The coordinates and average depth of the stations for test fishing (F1-F10) in lake Västra Kyrksundet in 2009 (modified after MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

3 Material och metoder

Undersökningen utfördes i enlighet med metodiken i tidigare motsvarande undersökningar (NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) för att i största möjliga mån få jämförbara resultat.

3.1 Provfiske med nät

Nätprovfisket i Vargsundet utfördes i tre fiskeomgångar (8-10.6, 25-26.7 och 25-26.8). Målet var att återbesöka de stationer som fiskats i tidigare undersökningar (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Den första fiskeomgången (8-10.6) användes tre översiktsnät under två nätter, den tredje provfiskeomgången (25-26.8) användes sex översiktsnät under en natt (d.v.s. sex nätnätter/fiskeomgång). Översiktsnäten var 35 m långa och 3 m höga och bestod av fem stycken 7 m långa paneler. Maskstorlekarna var 16,5; 21,5; 25; 33 och 50 mm.

Fem nordiska kustprovfiskenät användes den andra provfiskeomgången (25-26.7) under en natt (d.v.s. fem nätnätter). De nordiska kustprovfiskenäten hade en totallängd på 45 m och var 1,8 m höga. Näten bestod av nio 5 m långa paneler, där maskstorlekarna var 30; 15; 38; 12; 47; 10; 24; 60 och 19 mm. Gemensamt för metoden med de olika fisknäten var att båda sorters nät placerades på botten inom djupintervallen 0-3 m och 3-6 m (med några undantag, se fig. 2 för djupet på varje lokal). I båda ändarna av varje nät fästes tyngder och flöten i linor.

Näten lades mellan kl. 17.30 och kl. 19.00 och vittjades följande morgon mellan kl. 5.30 och kl. 7.00, vilket innebar ca 12 timmars fångsttid per nätnatt. Näten togs upp och transporterades till Husö biologiska station, där fisken plockades ur näten och sorterades enligt i vilken panel de förekom.

GPS-koordinater togs vid utplaceringen vid nätets norra ända. Temperatur (°C), salthalt (ppt) och pH mättes både vid utsättningen och vid upptagningen av näten. Värdena mättes 1 m från ytan och 1 m från botten vid nätets norra ända med en YSI Professional Plus-mätare. Siktdjupet mättes i den norra ändan av nätet med en Secchi-skiva.

Samtliga fiskar artbestämdes, vägdes, mättes och därtill könsbestämdes 20 abborrar per panel. På rovfiskar över 15 cm studerades magsäckens innehåll. Fiskar som skadats under bortplockningen från näten, eller fiskar som skadats av kräftor och på så sätt saknade en stor del av kroppen, varken vägdes eller mättes. Dessa inkluderades inte i beräkningarna av biomassan av fisk i de olika sjöarna. För fiskar som lossnat ur nätet under transporten noterades endast vid vilken lokal de fångats.

Markusbölefjärden, Långsjön, samt Östra och Västra Kyrksundet provfiskades i två omgångar under sommaren. Den första omgången under perioden 28.6-22.7 och den andra omgången under perioden

5.8-24.8. Fem stycken nordiska kustprovfiskenät användes under två nätter vid varje fiskeomgång (d.v.s. 10 nätnätter/fiskeomgång och totalt 20 nätnätter/sjö). I övrigt var metoden likadan som i Vargsundet och även här återbesöktes stationer från provfisket år 2007 (fig. 3-6).

Nät och övrig utrustning som användes i flera sjöar, desinficerades mellan användningarna för att minimera eventuell smittospridning. All utrustning tvättades först med vatten. Nät, flöten, tyngder och material som klarade av värmen, torkades i >70°C i bastu mer än fem timmar. Kläder och stövlar tvättades med vatten och torkades mellan omgångarna. YSI Professional Plus-mätare, ekolod och övrig utrustning som inte tål värme, tvättades med desinfektionsmedlet Virkon S.

3.2 Yngelnotning

I Vargsundet notades sex olika lokaler med yngelnot. Varje lokal besöktes två gånger under sommaren (12.6 och 23.7). Yngelnoten hade två 7 m långa och 1,5 m höga armar med en maskstorlek på 5 mm. Notens fångstkasse hade en maskstorlek på 2 mm. Noten drogs från båt p.g.a. lokalernas djup. Notdragets storlek påverkades av miljön och bottentypen vid lokalen, men i regel drogs noten mellan 10 och 20 m. Därefter togs noten upp på land och fångsten placerades i hinkar och studerades, samt artbestämdes i fält.

Fångade yngel identifierades till abborre och mörtfiskar. Juvenila fiskar artbestämdes och fiskarnas längd mättes. Exemplar av oklar art eller som på annat vis särskiljde sig från övrig fångst bevarades i 70 % alkohol för närmare undersökning. Vid varje lokal uppmättes siktdjup med Secchi-skiva, dessutom mättes temperatur (°C), salthalt (ppt) och pH med en YSI Professional Plus-mätare 1 m från ytan och 1 m från botten vid notningslokalens djupaste del.

3.3 Kräddfiske

I Vargsundet utfördes kräddfiske enligt beskrivna metoder från kräftundersökningen år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Den här undersökningen ämnade återbesöka transekterna som inventerades år 2007 (fig. 2) och området K1, vilket även provfiskats år 1998 (NUMMELIN & PERUS 1999). Provkräftning utfördes tre gånger under sommaren (11-12.7, 3-4.8 och 2-3.9). I undersökningen användes Augustmjärdar (59 cm långa och 24 cm breda, maskstorleken 12 x 49 mm) med betesfisk på nål. Som betesfisk användes (nedfryst) fisk från provfisket i Vargsundet. Betesfisken utgjordes i allmänhet av mört och björkna, men även abborre och andra fiskarter användes.

Burarna sattes ut mellan kl. 17.00 och kl. 19.30 och togs upp följande morgon mellan kl. 5.00 och kl. 9.00. Vid den första kräddfiskeomgången (11-12.7, område K1) utplacerades 35 burar med ca 5 m

mellanrum. Från varje bur löpte en lina med ett flöte. Vid första, mittersta och sista burens mättes siktdjupet med en Secchi-skiva, dessutom mättes temperatur (°C), salthalt (ppt) och pH 1 m från ytan och 1 m från botten med en YSI Professional Plus-mätare. Även burarnas koordinater noterades. Vid varje bur mättes djupet och typ av botten uppskattades.

I kräftfiskeomgångarna två och tre (3-4.8, transekterna K4-K6 och 2-3.9, transekterna K7-K10) placerades burarna i transekter, antalet burar per transekt var 15. Burarna placerades med ca 5 m mellanrum och flöten markerade varje bur. Sammanlagt användes således 45 mjärddar vid provkräftingsomgång två och 60 burar under den tredje omgången. Det totala antalet mjärddar i Vargsundet var 140 (d.v.s. 35 st + 3 x 15 st + 4 x 15 st).

Vid första och sista burens i varje transekt mättes koordinaterna, siktdjupet med Secchi-skiva, dessutom mättes temperatur (°C), salthalt (ppt) samt pH 1 m från ytan och 1 m från botten med en YSI Professional Plus-mätare. Vid varje bur noterades djup och bottentyp.

Kräftorna könsbestämdes, mättes och klassificerades i olika kategorier beroende på i vilken skalömsningsfas de var; 1) nyömsade kräftor med rena och mjuka skal, 2) kräftor med hårda skal, 3) kräftor som är på väg att ömsa skal, där skalet ser smutsigt ut och/eller ryggsköldens kant har börjat lossna. Kräftorna inspekterades även för skador eller sjukdomar varpå friska individer släpptes tillbaka i sjön. Sjuka kräftor avlivades genom kokning/nedfrysning.

3.4 Statistisk analys

Det statistiska programpaketet SPSS Statistics 17.0 användes vid den statistiska analysen. Normalfördelningen på kräftornas längd analyserades med Kolmogorov-Smirnov-test och variansernas homogenitet med Levenes test. Icke-parametriska Mann-Whitneys U-test användes för att jämföra medeltalen, eftersom längden inte var normalfördelad och varianserna inte homogena. Skillnaderna ansågs vara signifikanta då $p \leq 0,05$.

4 Resultat

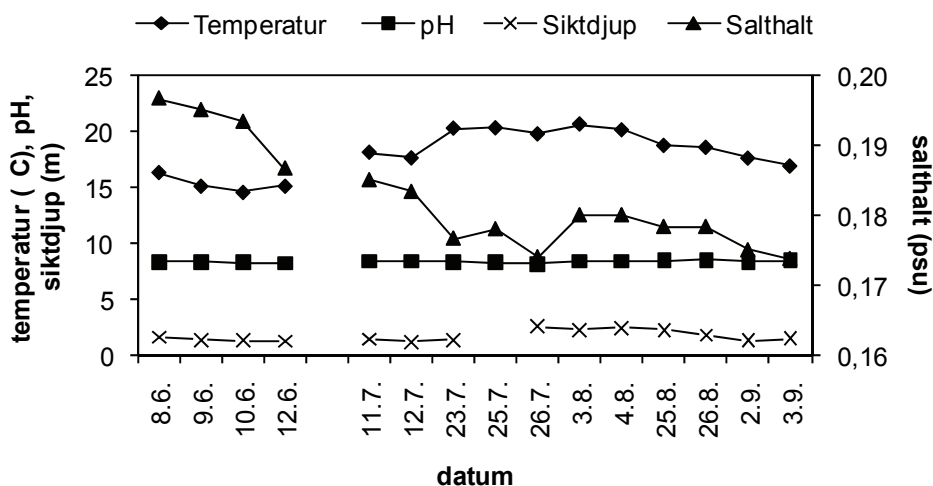
Information gällande sjöarnas vattenkemiska tillstånd (totalfosfor, totalkväve, syre, pH, salthalt och siktdjup) under perioden 1990-2008, har erhållits från miljöbyrån vid Ålands landskapsregering.

4.1 Vargsundet

4.1.1 Hydrografi

Under perioden 1990-2008 var syresituationen på djupintervallet 0-5 m god, och ner till 10 m var vattnet till största delen syresatt, medan syreförhållandena på större djup var dåliga. På de djupaste ställena, d.v.s. ca 25 m, var Vargsundet regelbundet syrefritt. Sjöns pH-värde varierade under samma period kring 7-8 i ytvattnet och kring 6-7 i bottenvattnet. Sommaren 2009 varierade pH kring 8 både i yt- (fig. 7) och bottenvattnet.

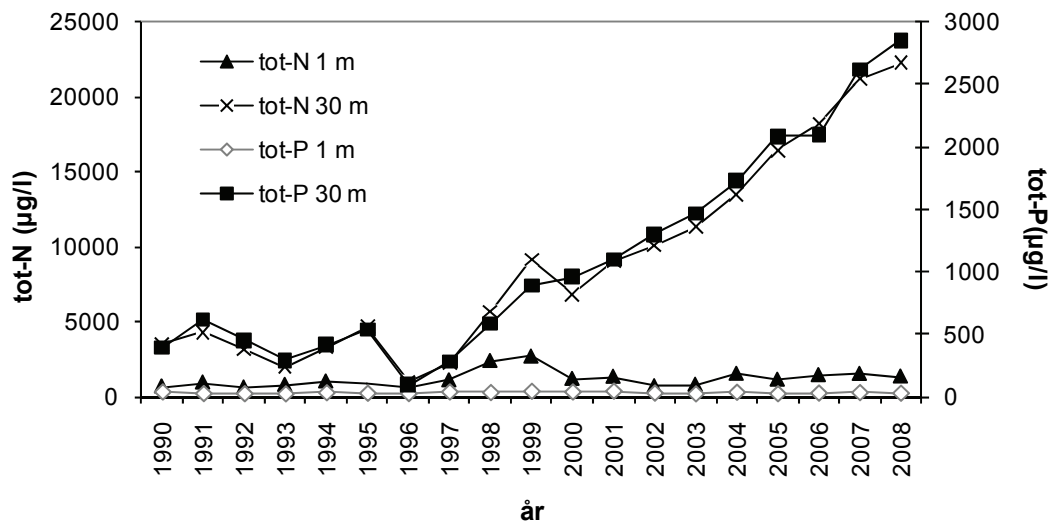
Från maj till september, varierade siktdjupet kring 1-2 m under perioden 1996-2008, motsvarande värden uppmättes även sommaren 2009 (fig. 7). En temperaturskiktning förekom på 14,5 m både i juni (8,5 °C) och augusti (9,7 °C), temperaturen i ytvattnet sjönk i slutet av augusti (fig. 7). Salthalten i yt- och bottenvattnet sjönk från 0,20 psu i början av juni, till omkring 0,18 psu i början av september (fig. 7).



Figur 7. Temperatur, pH, siktdjup och salthalt i ytvattnet i Vargsundet 2009. Siktdjupet uppmättes inte 25.7.2009.

Figure 7. Temperature, pH, Secchi-depth and salinity in the surface layer in lake Vargsundet 2009. The Secchi-depth was not measured 25.7.2009.

Totalkväve och -fosforhalterna i ytvattnet har under perioden 1990-2008 varit relativt stabila (fig. 8). Totalkvävehalterna har varierat kring 1100-1450 µg/l, med toppar på över 2300 µg/l åren 1998-1999. Totalfosforhalterna har hållits mellan 30 och 40 µg/l, men har under 2007-2008 ökat till omkring 60 µg/l. Halterna av totalkväve och -fosfor i bottenvattnet har däremot ökat stadigt från år 1997 (fig. 8). År 1997 var halten av totalkväve i bottenvattnet ca 2200 µg/l, år 2006 hade motsvarande värde ökat till 18 200 µg/l. Totalfosforhalten i bottenvattnet har ökat tiofaldigt under perioden 1997-2008, från 280 µg/l år 1997, till 2800 µg/l år 2008.



Figur 8. Halten av totalkväve och totalfosfor i yt- och bottenvattnet i Vargsundet 1990-2008.

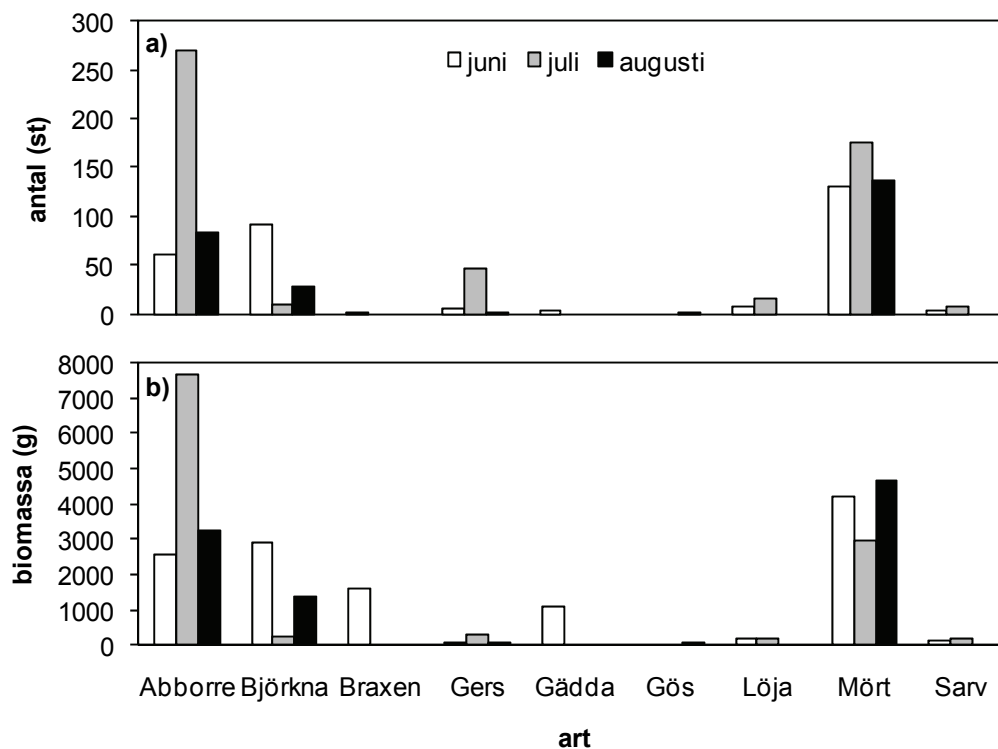
Figure 8. Concentration of total nitrogen and total phosphorus in surface and bottom water in lake Vargsundet 1990-2008.

4.1.2 Provfiske

Under provfisket i juni bestod totalfångsten av 304 fiskar med en biomassa på 12 833 g (fig. 9). Åtta fiskarter fångades; abborre, björkna, braxen, gers, gädda, löja, mört och sarv. Mörten dominerade både i antal (130 st) och biomassa (32,7 % av totalbiomassan), medan björkna (91 st, 22,9 % av totalbiomassan) och abborre (60 st, 20,1 % av totalbiomassan) kom på andra respektive tredje plats.

I juli fångades sex arter; abborre, björkna, gers, löja, mört och sarv, fiskarnas totala antal var 528 st (fig. 9). Fångstens totala biomassa var 11 550 g och i den inkluderades 510 fiskar (fig. 9). Antalet abborrar (269 st) dominerade fångsten och deras andel av biomassan var 66,4 %. Även mört (176 st, 25,8 % av totalbiomassan) bidrog till en stor del av fångsten.

I augusti bestod fångsten av fem arter; abborre, björkna, gers, gös (*Sander lucioperca*) och mört, fiskarnas totala antal var 251 st (fig. 9). De 250 fiskar som inkluderades i totalbiomassan vägde 9363,0 g (fig. 9). Mört dominerade fångsten med 136 individer, vilkas andel av biomassan var 49,8 %. Abborre var den näst vanligaste fiskarten (84 st) och bidrog till 34,5 % av totalbiomassan.

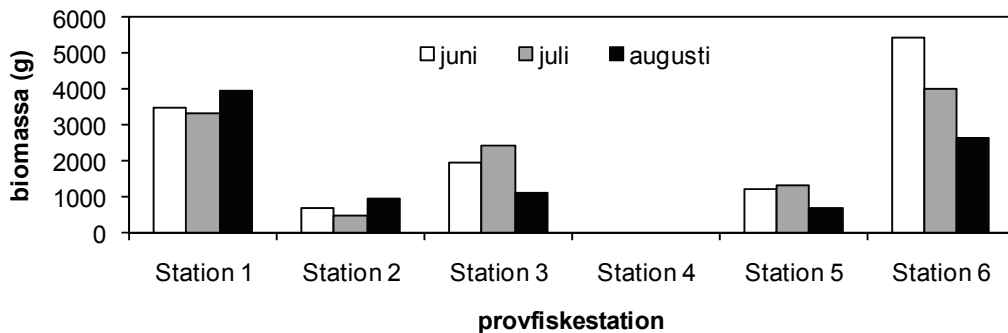


Figur 9. a) Antalet fiskar och b) deras biomassa under provfisket i juni, juli och augusti i Vargsundet 2009.

Figure 9. a) Number of fish and b) their biomass caught in June, July and August in lake Vargsundet 2009.

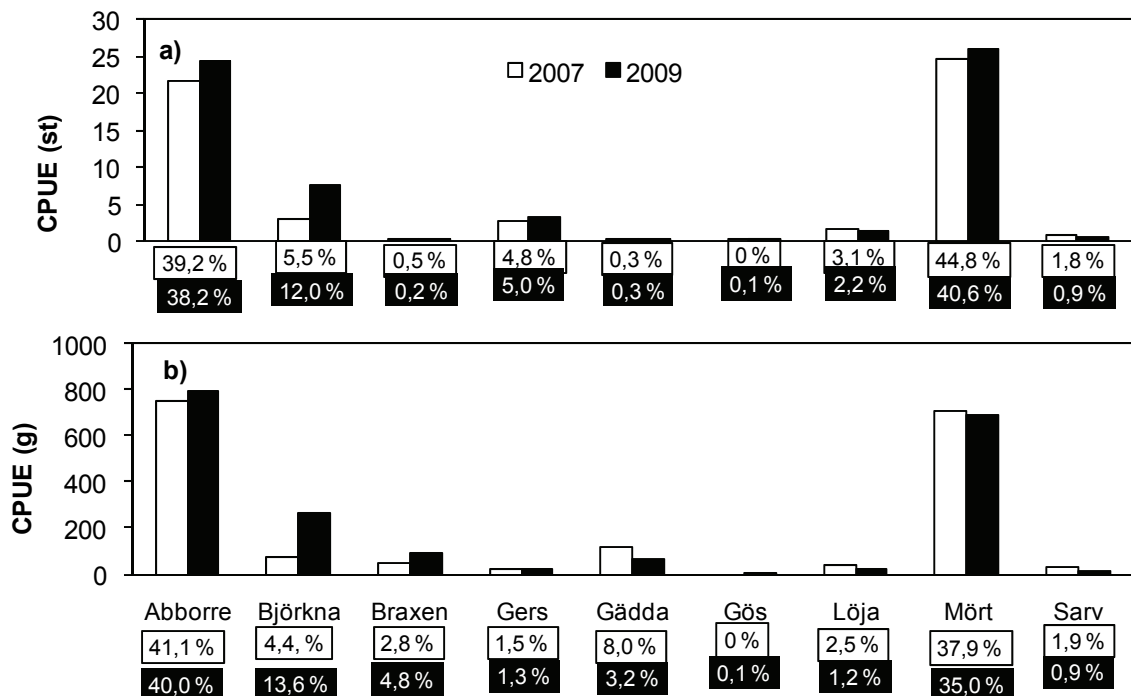
Den största sammanlagda fångsten under sommaren 2009 erhöles på station 6, följd av station 1 (fig. 10). På station 4 fångades ingen fisk (fig. 10). Den totala biomassan av de tre provfiskeomgångarna i Vargsundet var 33 718 g, i totalbiomassan inkluderades 1063 st av de totalt 1080 st fångade fiskarna (fig. 11). Fångsten bestod sammanlagt av nio arter; abborre, björkna, braxen, gers, gädda, gös, löja, mört och sarv. Mört dominerade det sammanlagda antalet fiskar (40,6 % av totalantalet), följd av abborre (38,2 % av totalantalet). Abborre dominerade däremot i biomassa (40,0 % av totalbiomassan), medan mörtens andel av totalbiomassan var 35,0 %. Mörtfiskarnas andel av totalbiomassan var 46,1 %. Andelen rovfiskar i form av abborre och gös över 15 cm, utgjorde 27,5 % av totalbiomassan.

Av totalt 345 analyserade abborrar var 126 st (36,5 %) hanar och 219 st honor (63,5 %). Endast 3 st abborrar över 15 cm långa (av totalt 65 st) var hanar, alla fångade i juni. Av totalt 277 abborrar under 15 cm var 44,4 % (123 st) hanar och 55,6 % (154 st) honor.

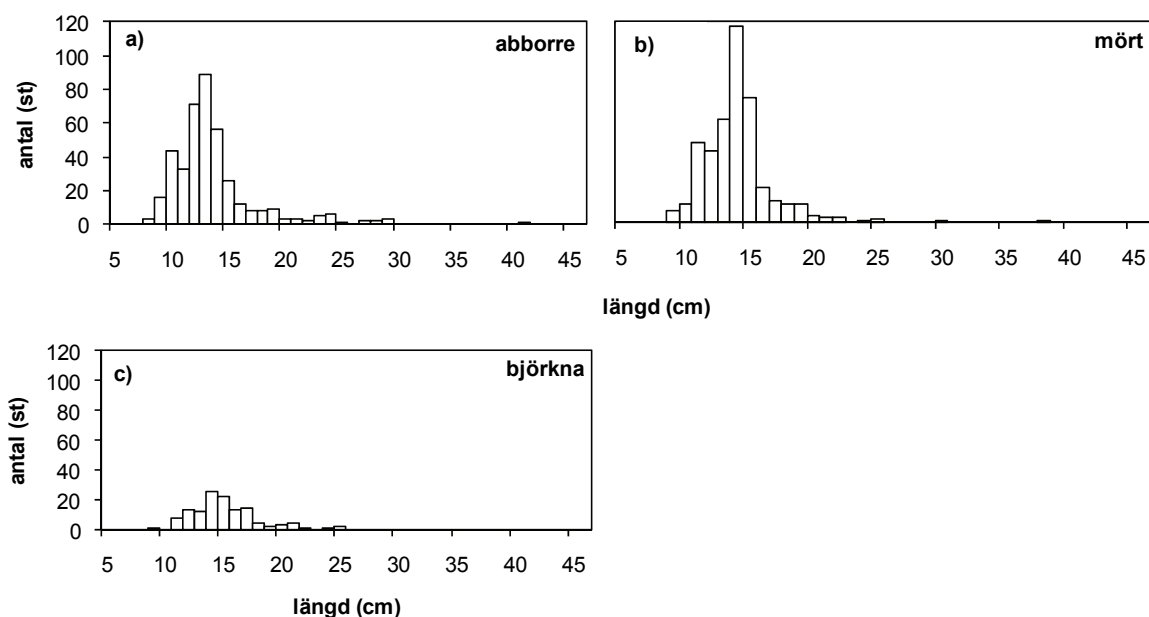


Figur 10. Biomassan av fångsten på de olika provfiskestationerna i Vargsundet 2009.
Figure 10. Biomass of the fish caught at the different stations in lake Vargsundet 2009.

Ingen av de analyserade rovfiskarna hade ätit kräftor. Bandmasken *Ligula intestinalis* förekom i liten utsträckning, främst hos björkna (1,1 % av totalt 175 analyserade björknor). Bland mörtfiskarna förekom svarta fläckar på huden hos 8,6 % av individerna (sammanlagt 372 analyserade fiskar). Fläckarna kan vara fläcksjuka orsakad av sugmasken *Postdiplostomum cuticula*, eller en svampinfektion. I jämförelse med provfiskeundersökningen år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), har inga större förändringar skett bland de dominerande arterna och deras biomassa (fig. 11). Bland de fiskar som bidrog till över 10 % av totalantalet, d.v.s. abborre, björkna och mört, förekom inga markant dominerande längdklasser (fig. 12).



Figur 11. Fångst per ansträngning (CPUE) i a) antal fiskar och b) biomassa, samt de procentuella andelarna av totala fångsten i Vargsundet 2007 (vita boxar, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och 2009 (svarta boxar).
Figure 11. Catch per effort (CPUE) in a) number of fish and b) biomass, as well as the percentages of the total catch in lake Vargsundet 2007 (white boxes, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) and 2009 (black boxes).



Figur 12. Längfördelningen hos de arter som bidrog till mer än 10 % av totala antalet fiskar under provfisket i Vargsundet 2009, a) abborre, b) mört, c) björkna.

Figure 12. Length distribution of the species that contributed to more than 10 % of the total number of fish caught in lake Vargsundet 2009, a) perch, b) roach, c) white bream.

4.1.3 Yngelnotning

Under provfisket med yngelnot i Vargsundet fångades i juni 2073 mörtfiskyngel (karpfiskyngel) och 131 yngel av abborre (tab. 2). Bifångster var enstaka individer av juvenila och/eller adulta fiskar av mört, abborre, löja, gers, björkna och sarv. Under den andra provfiskeomgången med yngelnot i juli, fångades 33 yngel av mörtfisk (karpfisk) och 2 abborryngel (tab. 2). Bifångster var juvenila och/eller adulta fiskar av arterna mört, abborre, sarv, gers och en kräfta.

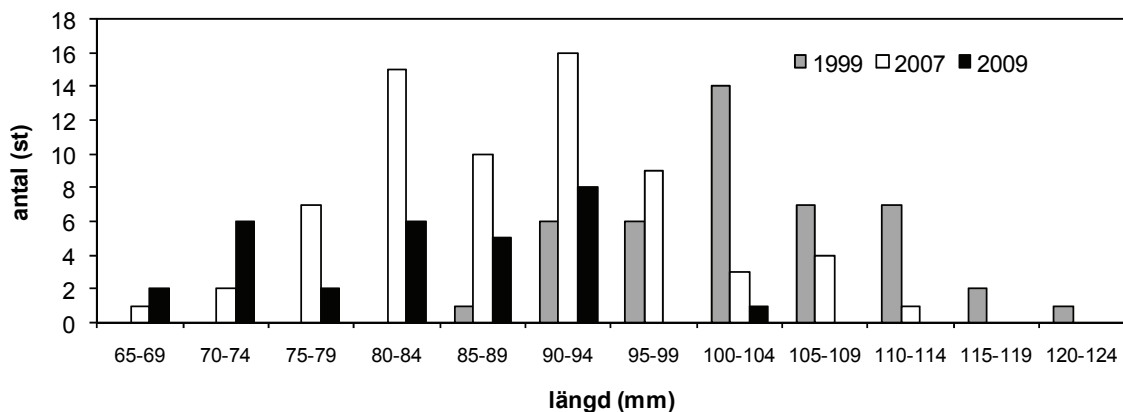
Tabell 2. Antal yngel av mörtfisk och abborre fångade med not i Vargsundet under juni och juli 2009.

Table 2. The number of cyprinid and perch fry caught with beach seine in lake Vargsundet in June and July 2009.

Lokal	Juni		Juli	
	Mörtfisk (st)	Abborre (st)	Mörtfisk (st)	Abborre (st)
N1	666	131	0	2
N2	374	0	1	0
N3	652	0	24	0
N4	349	0	0	0
N5	11	0	0	0
N6	21	0	8	0
Totalt	2073	131	33	2

4.1.4 Provkräftning

Resultaten av provkräftningen i juli rapporteras enligt tidigare motsvarande undersökningar (NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) för att jämföra resultaten. Det totala antalet fångade kräftor uppgick i juli till 30 st, vilket i genomsnitt ger 0,9 kräftor/mjärde. Av totalfångsten var 86,7 % (26 st) hanar och 13,3 % (4 st) honor. Kräftornas medellängd uppmättes till 83 mm och 3,3 % var över 100 mm långa (tab. 3). I jämförelse med kräftundersökningarna år 1999 (NUMMELIN & PERUS 1999) och 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), var medellängden på kräftorna mindre under sommaren 2009 (fig. 13).



Figur 13. Längdfördelningen hos kräftorna fångade i Vargsundet i juli 1999 (NUMMELIN & PERUS 1999), 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och 2009.

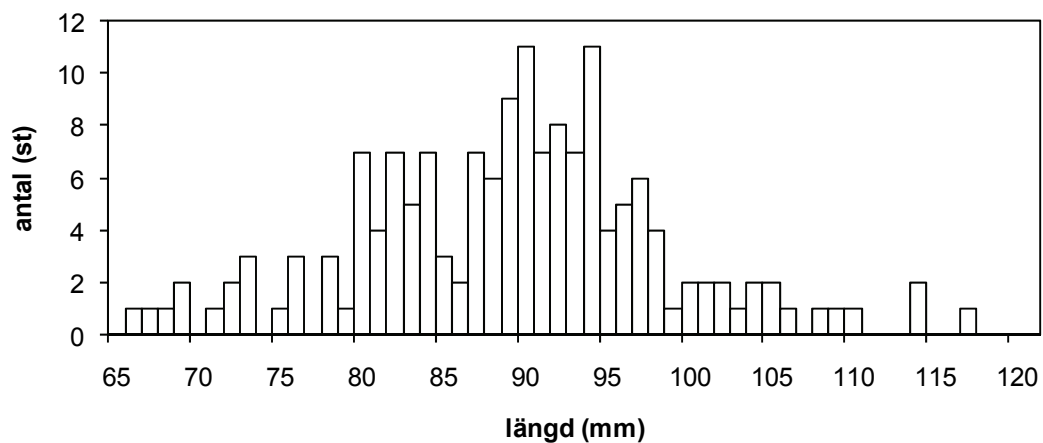
Figure 13. Length distribution of crayfish caught in July in lake Vargsundet 1999 (NUMMELIN & PERUS 1999), 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) and 2009.

Under juli, augusti och september fångades totalt 158 flodkräftor, den genomsnittliga fångsten per ansträngning var 1,1 kräftor/mjärde (tab. 3). Samtliga kräftor fångades på 1-3 m djup. Fysiska skador noterades hos 14,6 % (23 st) av kräftorna, ingen av de fångade individerna hade sjukdomar. Vid transekterna 1, 9 och 10 påträffades största antalet individer under juli respektive september månad (tab. 3). Kräftornas medellängd uppmättes till 89,2 mm (fig. 14) och 18 st, eller 11,4 % av den totala fångsten var 100 mm, eller längre. Av de fångade kräftorna var 67,7 % (107 st) hanar och 32,3 % (51 st) honor. Hanarnas medellängd var 84,4 mm och honornas 69,3 mm. Hanarna var i medeltal större än honorna (Mann-Whitneys U-test, $U = 2206,5$, $p = 0,05$). I juli påträffades tre nyömsade kräftor och i september två stycken, de nyömsade kräftornas andel av den totala fångsten var 3,2 %. I juli var 1,3 % (2 st) på väg att ömsa skal, men majoriteten (95,6 %, 151 st) av de fångade kräftorna hade hårt skal.

Tabell 3. Antal kräftor per transekt och mjärde (CPUE), deras minimi-, maximi- och medellängd, samt den totala fångsten av provkräftningen i Vargsundet 2009.

Table 3. Number of crayfish per transect and trap (CPUE), their minimum, maximum and mean length, as well as the total crayfish catch in lake Vargsundet in 2009.

Datum	Transekt	Antal kräftor (st)	CPUE (kräftor/mjärde)	Längd (mm)		
				Min.	Max.	Medeltal
11-12.7.2009	K1	30	0,9	66	103	83
3-4.8.2009	K4	8	0,5	69	105	92
3-4.8.2009	K5	3	0,2	80	93	88
3-4.8.2009	K6	0	0,0	-	-	-
2-3.9.2009	K7	1	0,1	114	114	114
2-3.9.2009	K8	11	0,7	90	117	102
2-3.9.2009	K9	68	4,5	67	110	90
2-3.9.2009	K10	37	2,5	75	108	91
Totalt		158	1,1			



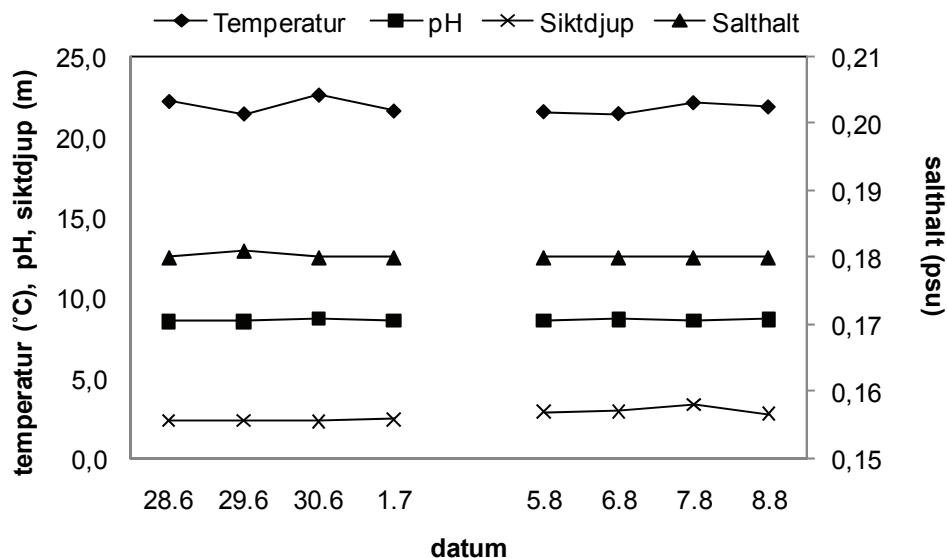
Figur 14. Kräftornas längfördelning i Vargsundet 2009.

Figure 14. Length distribution of the crayfish in lake Vargsundet 2009.

4.2 Markusbölefjärden

4.2.1 Hydrografi

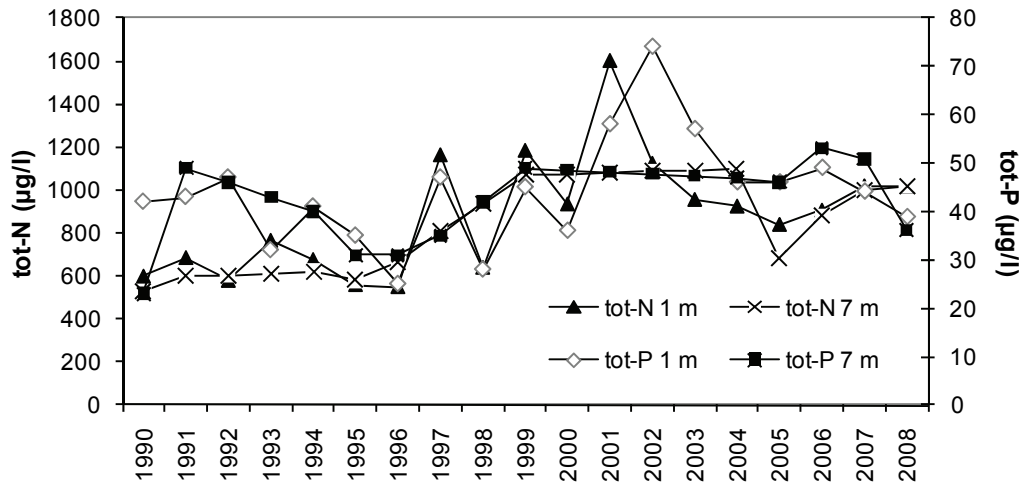
Miljöbyråns årliga mätningar i Markusbölefjärden sedan 1990 visar att pH i ytvattnet i Markusbölefjärden har legat på i medeltal runt 7,7. Under perioden 1990-2008 har syrehalterna till största delen varit goda ner till ca 7 m. Siktdjupet under juni till augusti har under denna period varierat mellan 1,4 och 1,6 meter i medeltal. Vattentemperaturen var stabil, mellan 21,4 °C och 22,6 °C i Markusbölefjärden sommaren 2009. Saliniteten i ytvattnet var 0,18 psu under hela undersökningsperioden och även pH låg stabilt mellan 8,5-8,7. Siktdjupet varierade mellan 2,3-3,4 meter (fig. 15).



Figur 15. Temperatur, pH, siktdjup och salthalt i ytvattnet i Markusbölefjärden 2009.

Figure 15. Temperature, pH, Secchi-depth and salinity in the surface layer in lake Markusbölefjärden 2009.

Koncentrationerna av totalkväve och -fosfor i yt- och bottenvattnet i Markusbölefjärden har ökat sedan början av 1990-talet. Trenden sedan 2006 är ökande för totalkvävehalterna och något minskande för totalfosforhalterna både i yt- och bottenvattnet (fig. 16).



Figur 16. Halten av totalkväve och totalfosfor i yt- och bottenvattnet i Markusbölefjärden 1990-2008.

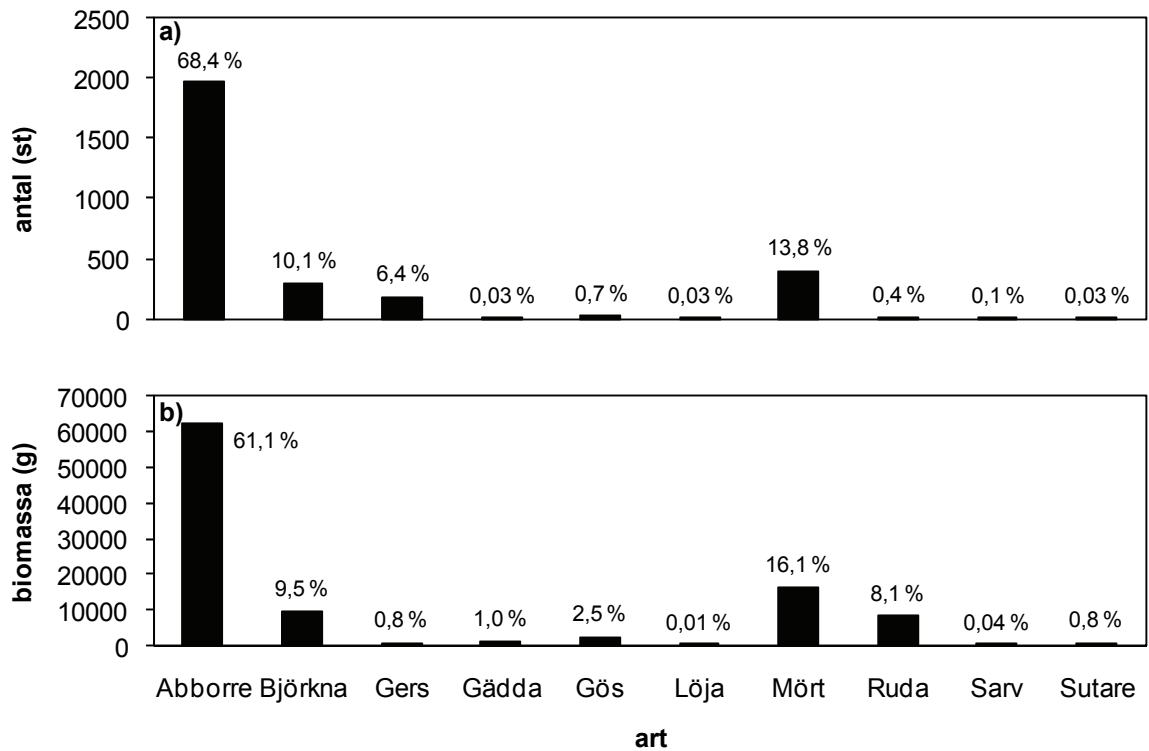
Figure 16. Concentration of total nitrogen and total phosphorus in surface and bottom water in lake Markusbölefjärden 1990-2008.

4.2.2 Provfiske

Under båda provfiskeomgångarna i Markusbölefjärden fångades totalt nio fiskarter. Den sammanlagda fångsten uppgick till 2879 st fiskar, den totala biomassan var 101 841 g (2589 hela fiskar inkluderade). Den mest dominerande arten var abborre med 1970 individer med en biomassa på 62 205 g. Den näst vanligaste fångsten var mört med 397 st individer med biomassa på 16 429 g, följt av björkna med 290 st individer och en biomassa på 9721 g (fig. 17).

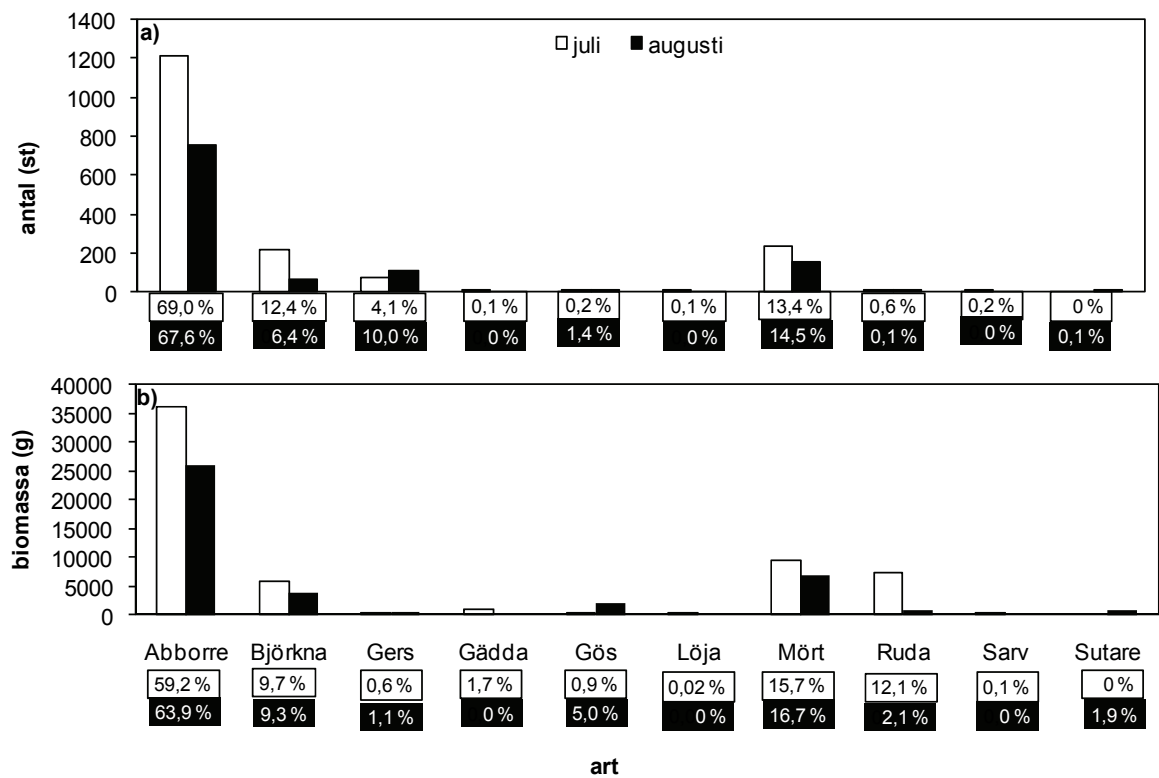
I juli var den dominerande arten abborre (1217 st, 59,2 % av totalbiomassan), följt av mört (236 st 15,7 % av totalbiomassan) och björkna (219 st 9,7 % av totalbiomassan, fig. 18). I jämförelse med provfiskeundersökningen år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) ökade abborren något och mörten minskade något, respektive arter både i antal och biomassa (fig. 19).

Den dominerande arten i augusti var abborre (753 st, 63,9 % av totalbiomassan), följt av mört (161 st, 16,7 % av totalbiomassan), gers (111 st, 1,1 % av totalbiomassan), och björkna (71 st, 9,3 % av totalbiomassan, fig. 18). En hel del kräftor fastnade i näten under provfiskeomgången i augusti, eftersom de lockats att äta av den fångade fisken. Följaktligen var en stor del av fiskfångsten skadad och kunde varken mätas eller vägas ordentligt. Kräftorna släpptes vid ett senare tillfälle tillbaka i sjön.



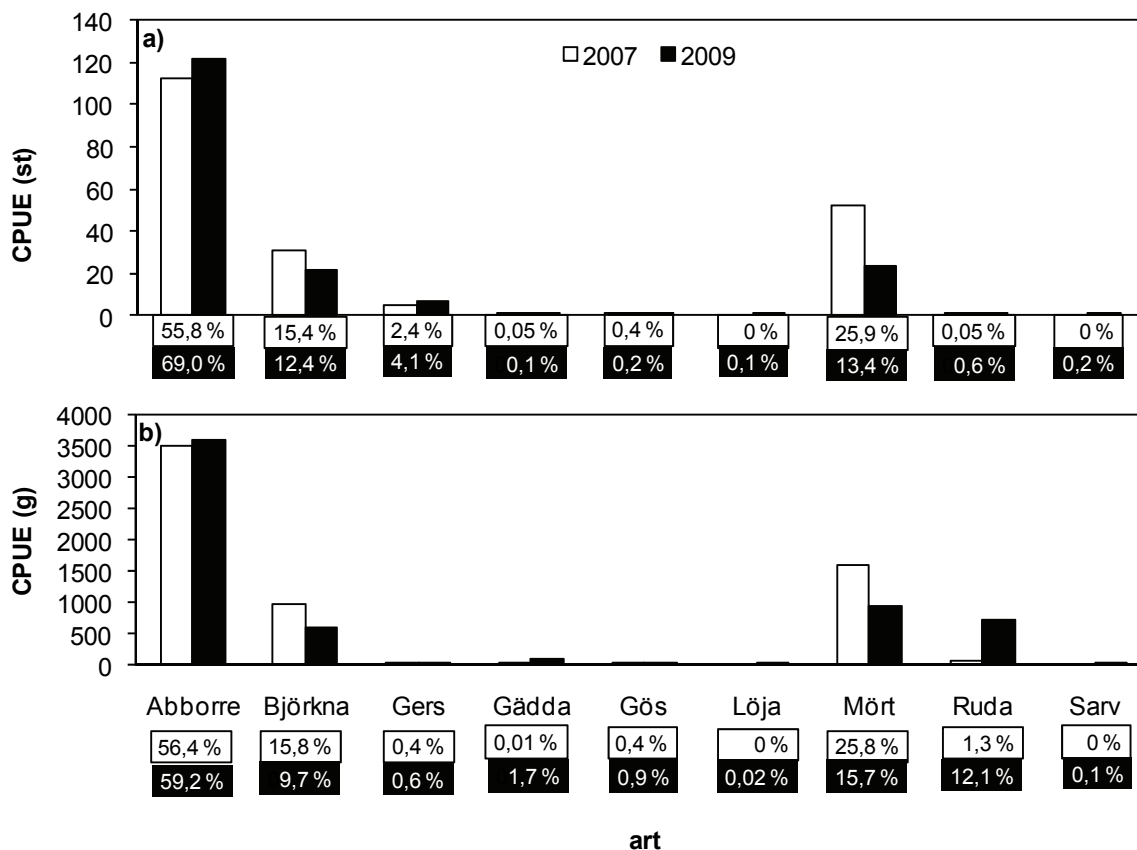
Figur 17. a) Totalantalet och b) totalbiomassan per art, samt de procentuella andelarna av totalfångsten i provfisket i Markusbölefjärden 2009.

Figure 17. a) Total number of fish, b) total biomass, and percentages of the total catch in lake Markusbölefjärden in 2009.



Figur 18. a) Antalet fiskar och b) deras biomassa, samt de procentuella andelarna av totalfångsten under provfisket i juli (vita boxar) och augusti (svarta boxar) i Markusbölefjärden 2009.

Figure 18. a) Number of fish b) and their biomass, as well as the percentages of the total catch in July (white boxes) and August (black boxes) in lake Markusbölefjärden 2009.

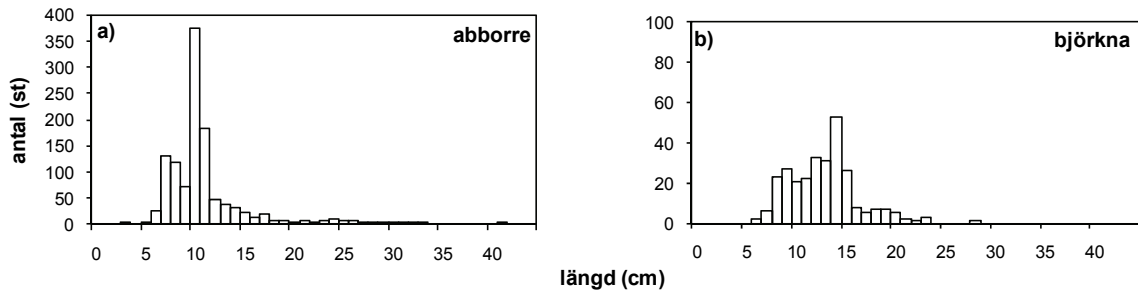


Figur 19. Fångst per ansträngning (CPUE) i a) antal fiskar och b) deras biomassa fångade i Markusbölefjärden under juli 2007 (vita boxar, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och 2009 (svarta boxar).

Figure 19. Catch per effort (CPUE) in a) number of fish and b) their biomass caught in lake Markusbölefjärden in July 2007 (white boxes, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) and 2009 (black boxes).

Rovfiskar i form av gös och abborre över 15 cm utgjorde 40 % av den totala biomassen under 2009 års provfiske. Andelen mörtfiskar av den totala biomassen var 34,6 %. Könsfördelningen bland de totalt 1233 st analyserade abborrarna var 67,2 % honor och 32,8 % hanar. Hos de 916 st analyserade abborrarna som var under 15 cm var 59,4 % honor och 40,6 % hanar. De 308 st abborrarna över 15 cm bestod till 91,3 % av honor och 8,7 % av hanar. Av totalt 293 st öppnade abborrmagar innehöll 24,2 % kräfta.

Av 687 analyserade mörtfiskar, hade 12,9 % svarta prickar på kroppen. Bandmasken *L. intestinalis* hittades i 4,6 % av de analyserade mörtfiskarna (totalt 412 st). Utöver detta var även en abborre drabbad. Små vita runda maskar hittades i magen på 10 st eller 0,8 % av de öppnade abborrarna (1233 st). En dominerande längdklass förekom kring 10 cm hos abborre, i björknans längdfördelning fanns inga markant dominerande längdklasser (fig. 20).

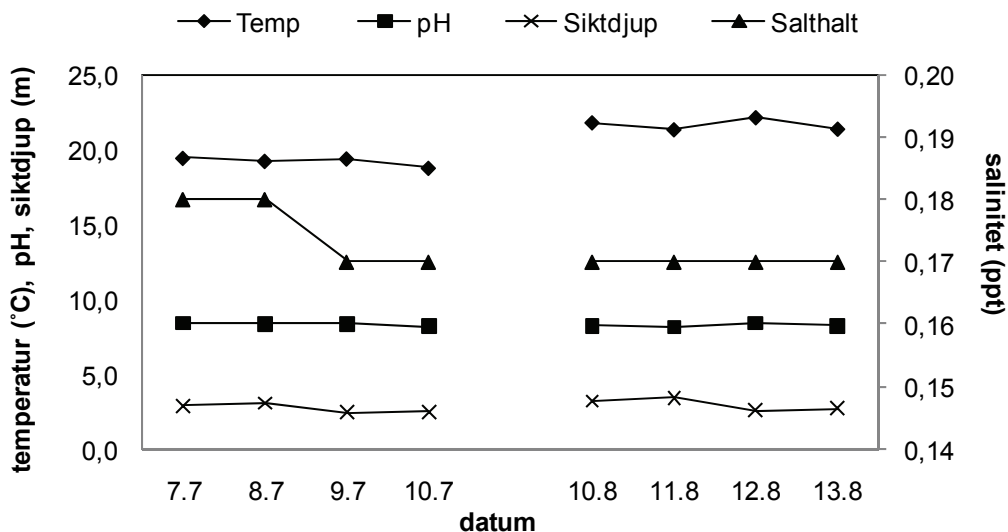


Figur 20. Längdfördelningen hos de arter som bidrog till mer än 10 % av totala antalet fiskar under provfisket i Markusbölefjärden 2009, a) abborre, b) björkna. Notera y-axelns skala.
 Figure 20. Length distribution of the species that contributed to more than 10 % of the total number of fish caught in lake Markusbölefjärden 2009, a) perch, b) white bream. Notice the scale of the y-axis.

4.3 Långsjön

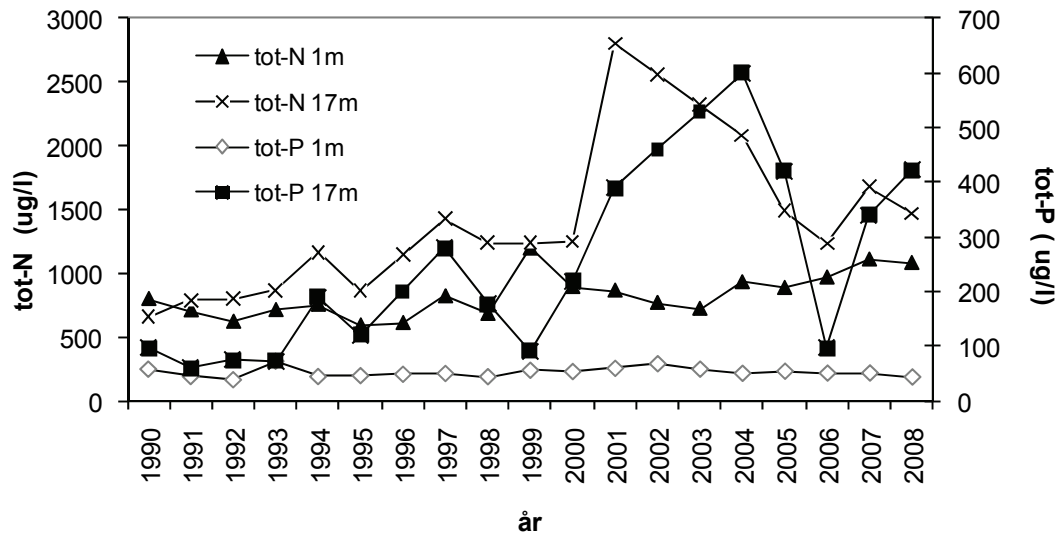
4.3.1 Hydrografi

Regelbunden årlig övervakning av Långsjöns vattentillstånd har skett sedan 1975. pH har under denna period varierat medeltalet har legat på 7,8 i ytvattnet. Syrehalten har hållits på en god nivå ner till ca 8 m. I de djupare delarna, d.v.s. från ca 9 m har syrehalten vanligen minskat och bottenskiktet har ofta varit syrefritt. Siktdjupet har under denna period varit runt 1,4-1,9 m i medeltal under juli och augusti. Under sommaren 2009 steg temperaturen i ytvattnet från 18,8 °C till 22,1 °C. Salthalten i sjön varierade kring 0,17-0,18 psu och pH i ytvattnet hölls kring 8,1-8,4 (fig 21). Siktdjupet var förhållandevis stabilt under sommaren, mellan 2,4-3,4 m.



Figur 21. Temperatur, pH, siktdjup och salthalt i ytvattnet i Långsjön 2009.
 Figure 21. Temperature, pH, Secchi-depth and salinity in the surface layer in lake Långsjön 2009.

I Långsjöns bottenvatten ökade totalkväve och -fosforhalterna under perioden 1990-2008. I ytvattnet har trenden för kväve varit ökande under samma period, medan fosforhalterna har hållit sig relativt stabila runt 50 µg/l (fig. 22).



Figur 22. Halten av totalkväve och totalfosfor i yt- och bottenvattnet i Långsjön 1990-2008.

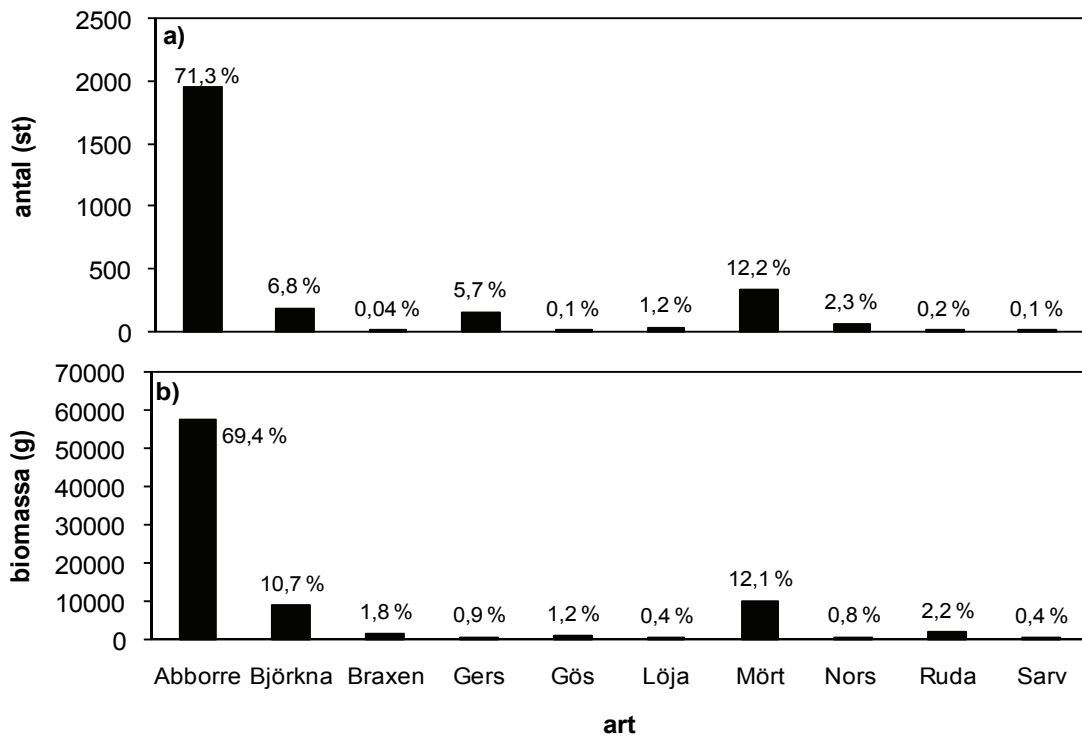
Figure 22. Concentration of total nitrogen and total phosphorus in surface and bottom water in lake Långsjön 1990-2008.

4.3.2 Provfiske

Under provfiskeomgångarna i juli och augusti fångades sammanlagt tio arter. Totalbiomassan var 83 012 g (2546 st hela fiskar inkluderade) och totala antalet fångade fiskar var 2733 st. Abborre var vanligaste fångsten (1949 st och 69,4% av totalbiomassan) följt av mört (334 st och 12,1 % av totalbiomassan) och björkna (186 st och 10,7 % av totalbiomassan, fig. 23). Rovfiskarna gös och abborre över 15 cm utgjorde 40,4 % av den totala fångstbiomassan i Långsjön 2009. Mörtfisk utgjorde 27,7 % av den totala biomassan.

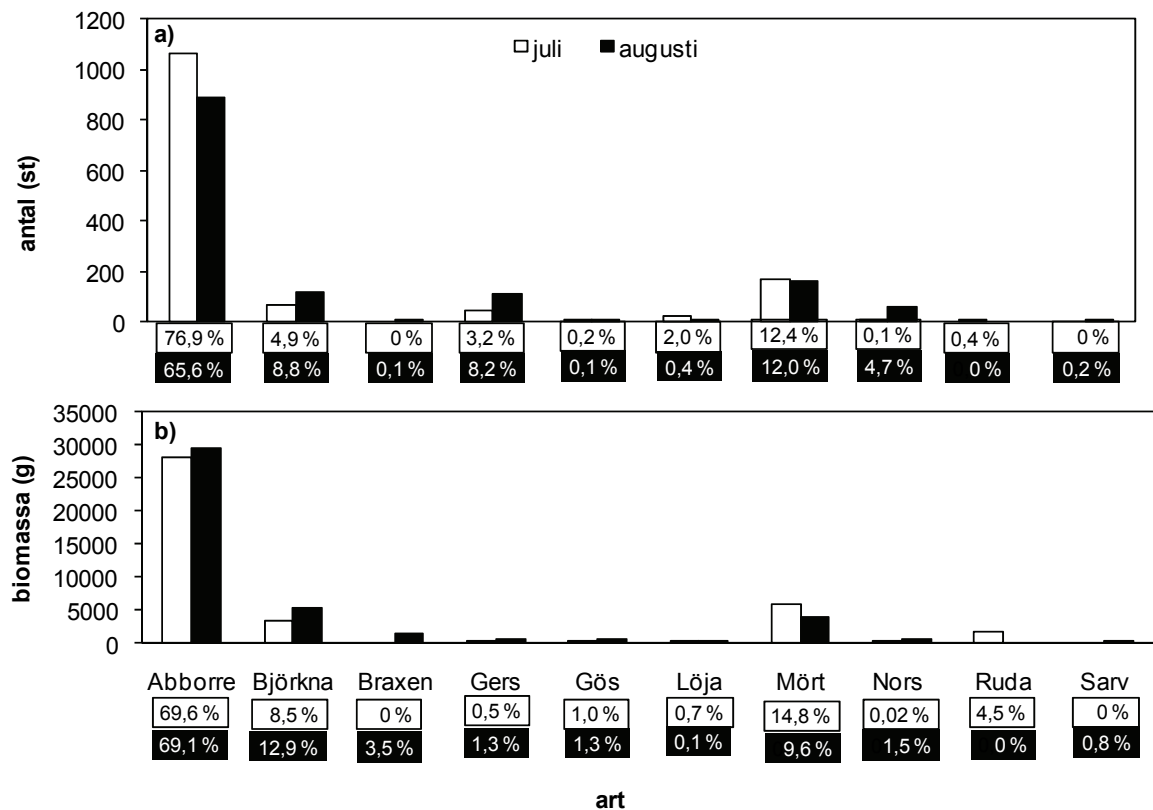
Åtta arter fångades i juli, varav den dominerande arten var abborre (1060 st, 69,6 % av totalbiomassan), följt av mört (171 st, 14,8 % av totalbiomassan) och björkna (67 st, 8,5 % av totalbiomassan, fig. 24). I jämförelse med provfiskeundersökningen år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) ökade abborre, medan mört minskade, båda till antal och biomassa (fig. 25).

Under provfiskeomgången i augusti, fångades nio arter, varav den dominerande arten var abborre (889 st, 69,1 % av totalbiomassan), följt av mört (163 st, 9,6 % av totalbiomassan) och björkna (119 st, 12,9 % av totalbiomassan, fig. 24).



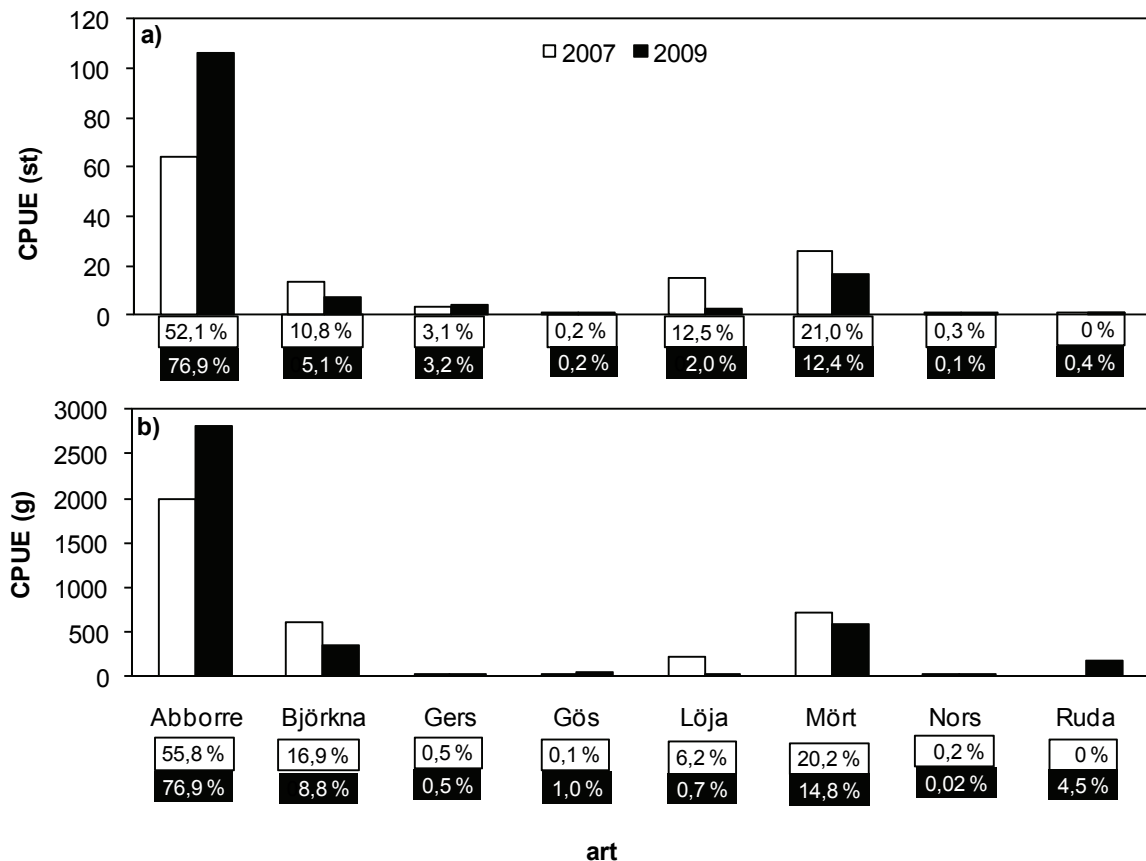
Figur 23. a) Totalantalet och b) totalbiomassan per art, samt de procentuella andelarna av totalfångsten i provfisket i Långsjön 2009.

Figure 23. a) Total number of fish, b) total biomass, and percentages of the total catch of the fish caught in lake Långsjön in 2009.



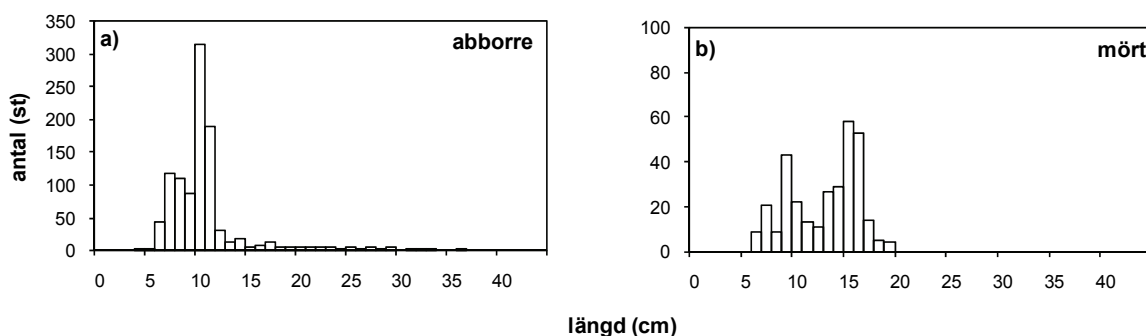
Figur 24. a) Antalet fiskar och b) deras biomassa, samt de procentuella andelarna av totalfångsten under provfisket i juli (vita boxar) och augusti (svarta boxar) i Långsjön 2009.

Figure 24. a) Number of fish and b) their biomass, as well as the percentages of the total catch in July (white boxes) and August (black boxes) in lake Långsjön 2009.



Figur 25. Fångst per ansträngning (CPUE) i a) antal fiskar och b) deras biomassa fångade i Långsjön under juli 2007 (vita boxar, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och 2009 (svarta boxar). Figure 25. Catch per effort (CPUE) in a) number of fish and b) their biomass caught in lake Långsjön in July 2007 (white boxes, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) and 2009 (black boxes).

Könsfördelningen bland abborre var 59,9 % honor och 40,1 % hanar av totalt 1067 st analyserade abborrar. Hos abborrar mindre än 15 cm (totalt 861 st), bestod 53,0 % av honor och 47,0 % av hanar. Av abborrar längre än 15 cm (totalt 195 st), var 89,2 % honor och 10,8 % hanar. Av totalt 197 st analyserade abborrar över 15 cm, hade 19,3 % ätit kräfta. Hos mörtfiskarna (totalt 520 analyserade), hade 13,8 % svarta prickar på kroppen. Bandmasken *L. intestinalis* hittades hos 4,8 % av totalt 210 analyserade mörtfiskar. Hos abborre dominerade längdklassen kring 10 cm något, medan det mörtens i längdfördelning inte förekom dominerande längdklasser (fig. 26).



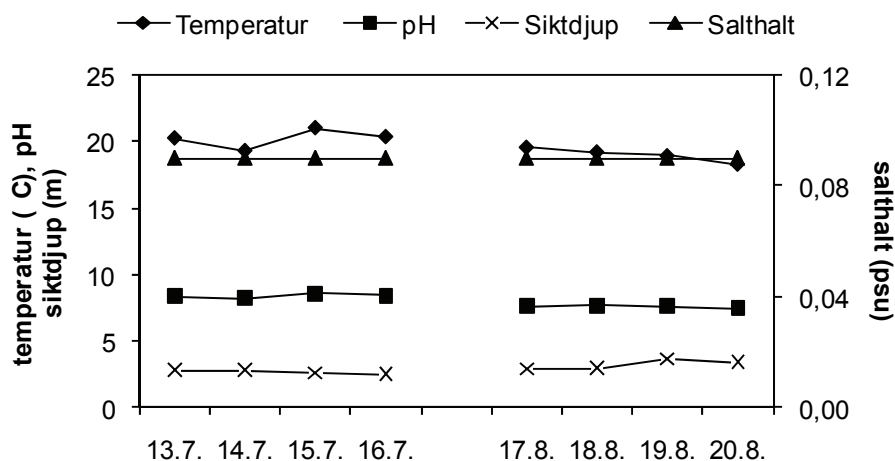
Figur 26. Längdfördelningen hos de arter som bidrog till mer än 10 % av totala antalet fiskar under provfisket i Långsjön 2009, a) abborre, b) mört. Notera y-axelns skala. Figure 26. Length distribution of the species that contributed to more than 10 % of the total number of fish caught in lake Långsjön 2009, a) perch, b) roach. Notice the scale of the y-axis.

4.4 Östra Kyrksundet

4.4.1 Hydrografi

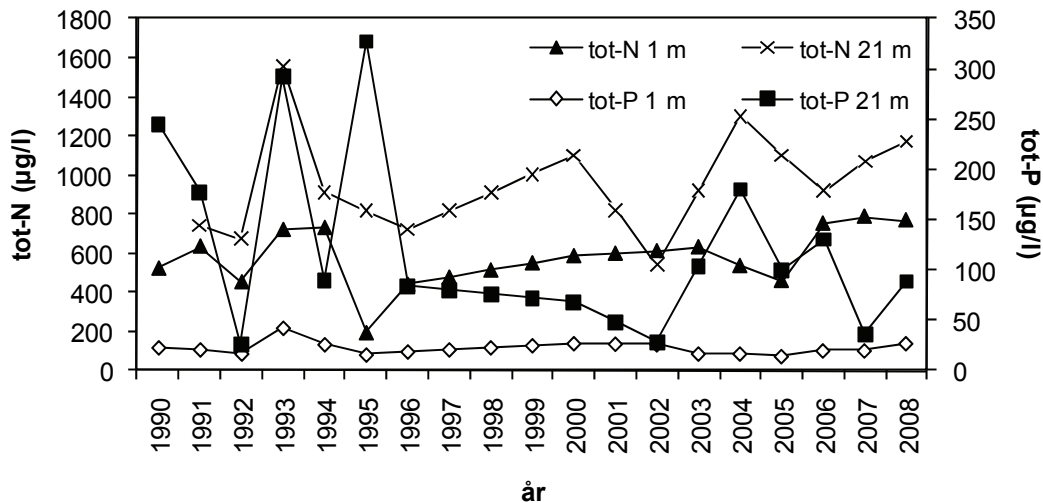
Under perioden 1990-2008 var syrehalterna i Östra Kyrksundet till största delen goda ner till 15 m. Djupare ner var syrehalterna vanligen lägre och i de djupaste delarna (21 m) var syreförhållandena dåliga, även om bottenvattnet sällan varit helt syrefritt. I ytvattnet varierade pH-värdet under samma period mellan 7 och 8, och något lägre pH-värden uppmättes i bottenvattnet. Sommaren 2009 var pH-värdet kring 8 både i yt- (fig. 27) och bottenvattnet.

Siktdjupet var 1990-2008 till största delen mer än 2 m, och sommaren 2009 var siktdjupet vanligen större än 2,5 m (fig. 27). Temperaturen i både yt- (fig. 27) och bottenvattnet var något högre i juli än i augusti. En temperaturskiktning noterades på 10 m (9,6 °C) i augusti. Salthalten uppmättes till 0,09 psu, förutom i augusti på ca 10 m, då den var 0,10 psu (fig. 27).



Figur 27. Temperatur, pH, siktdjup och salthalt i ytvattnet i Östra Kyrksundet 2009.
 Figure 27. Temperature, pH, Secchi-depth and salinity in the surface layer in lake Östra Kyrksundet 2009.

Totalfosforhalterna i ytvattnet var under perioden 1990-2008 till största delen kring 20 µg/l, motsvarande bottenhalter varierade kraftigt från 1990 till 1996, med halter uppemot 300 µg/l, varefter halterna sjönk för att åter tillta efter år 2001 (fig. 28). Totalkvävehalterna i ytvattnet varierade kring 200-750 µg/l från 1990 till 2008, medan halterna i bottenvattnet varierade kring 1000 µg/l, med något lägre värden (ca 500 µg/l) år 2002 och något högre (1300 µg/l) år 2004 (fig. 28).

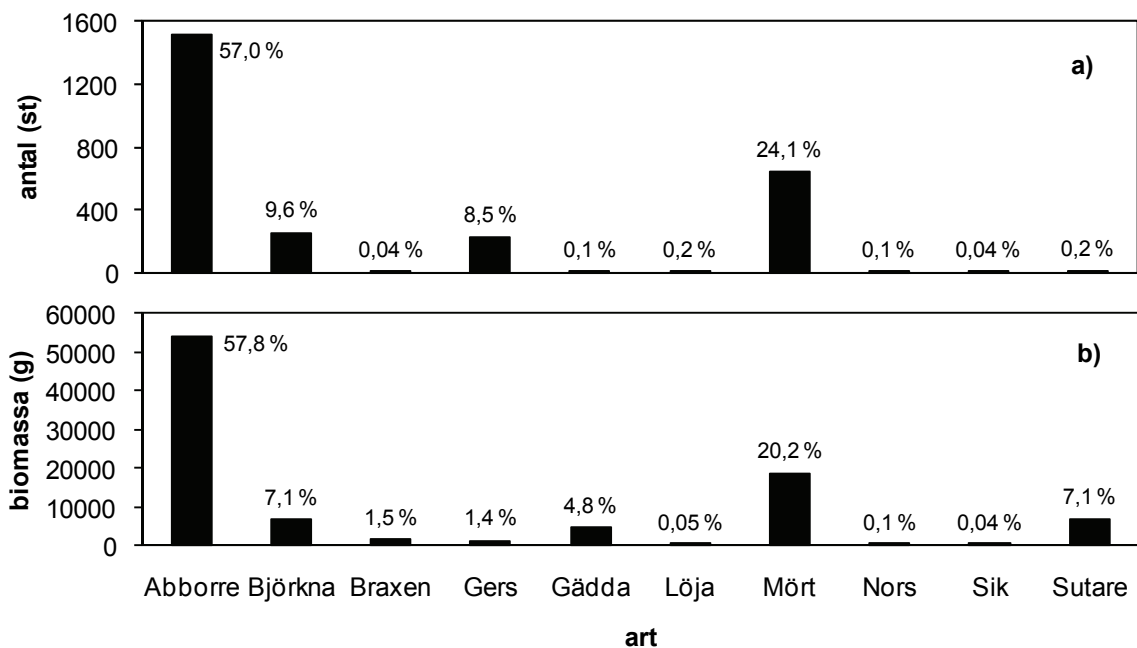


Figur 28. Halten av totalkväve och totalfosfor i yt- och bottenvattnet i Östra Kyrksundet 1990-2008.

Figure 28. Concentration of total nitrogen and total phosphorus in surface and bottom water in lake Östra Kyrksundet 1990-2008.

4.4.2 Provfiske

De sammanlagt tio arterna fångade i Östra Kyrksundet under provfiskeomgångarna i juli och augusti hade totalbiomassan 92 810 g (fig. 29, 2623 av totalt 2655 fiskar inkluderade i totalbiomassan). Abborre var den dominerande arten, både till antal (57,0 % av totalantalet) och biomassa (57,8 % av totalbiomassan). Mört var den nästvanligaste arten i fångsten, dess andel av totalantalet var 24,1 % och av totalbiomassan 20,2 %. Mörtfiskarnas andel av totalbiomassan var 35,9 %. Över 15 cm långa rovfiskarnas (abborrarnas) andel av totalbiomassan var 37,4 %.

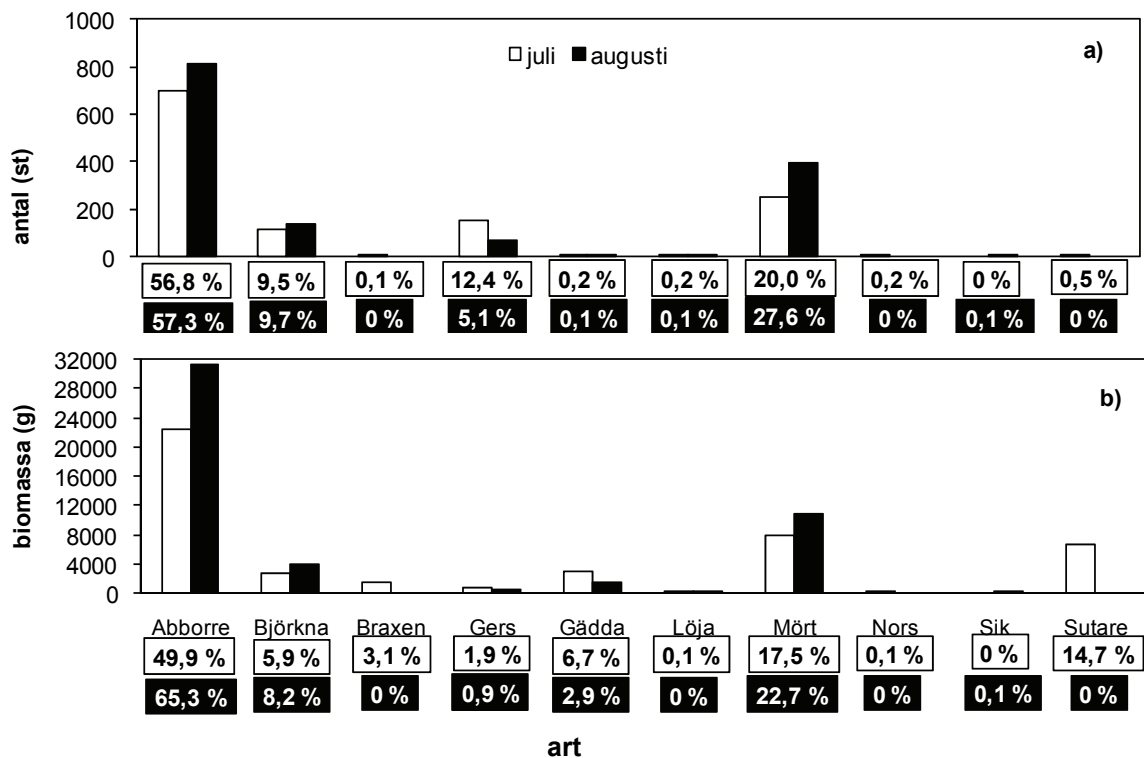


Figur 29. a) Totalantalet och b) totalbiomassan per art, samt de procentuella andelarna av totalfångsten i provfisket i Östra Kyrksundet 2009.

Figure 29. a) Total number of fish, b) total biomass, and percentages of the total catch in lake Östra Kyrksundet 2009.

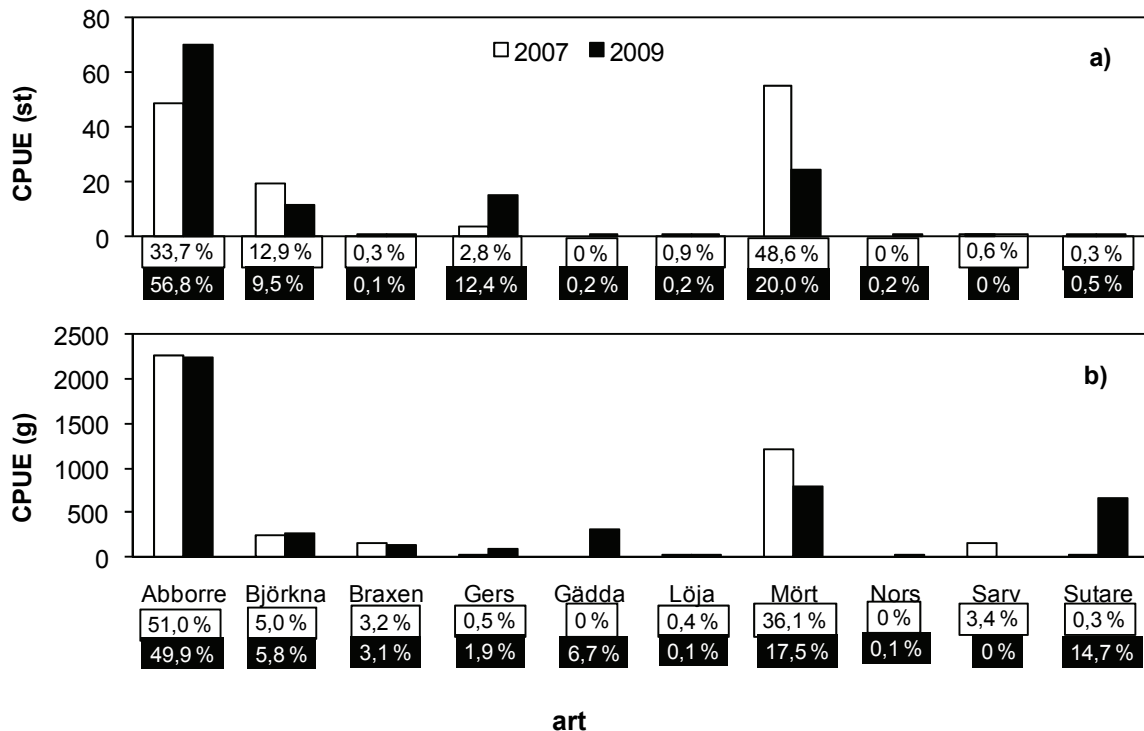
I juli dominerade abborre både till antal (702 st) och biomassa (49,9 % av totalbiomassan), medan mört (248 st) stod för 17,5 % av totalbiomassan (fig. 30). Björkna och gers utgjorde betydande andelar av totala antalet fiskar, 20,0 % respektive 9,5 % av totalantalet, även om deras andel av totalbiomassan var liten (5,9 % respektive 1,9 %). Maganalyser hos 82 st abborrar visade att 3,7 % (3 st) hade ätit kräftor. I jämförelse med provfiskeundersökningen år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), ökade abborren något i antal, men inte nämnvärt i biomassa (fig. 31). Under samma period minskade mörten både i antal och biomassa (fig. 31).

I likhet med provfisket i juli, dominerade abborren både till antal (812 st) och biomassa i augusti (65,3 % av totalbiomassan, fig. 30). Mört (392 st) bidrog till den näststörsta andelen av totalbiomassan (22,7 %), följt av björkna (138 st) vars andel av totalbiomassan var 8,2 % (fig. 30). En abborre (0,4 %), av totalt 241 st analyserade, hade ätit kräfta.



Figur 30. a) Antalet fiskar och b) deras biomassa, samt de procentuella andelarna av totalfångsten under provfisket i juli (vita boxar) och augusti (svarta boxar) i Östra Kyrksundet 2009.

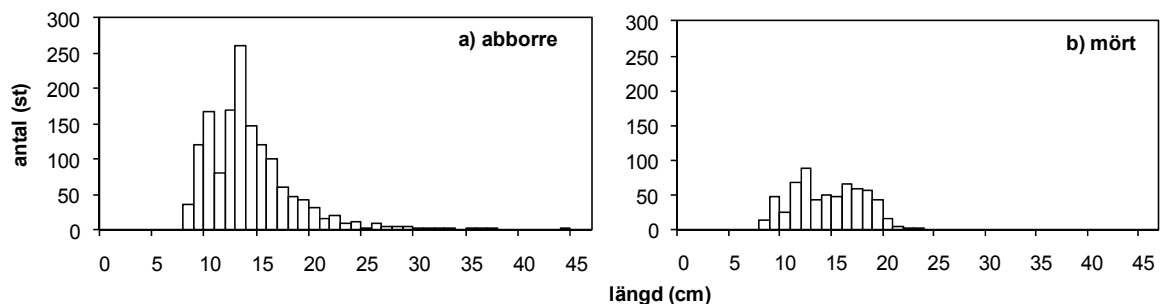
Figure 30. a) Number of fish and b) their biomass, as well as the percentages of the total catch in July (white boxes) and August (black boxes) in lake Östra Kyrksundet 2009.



Figur 31. Fångst per ansträngning (CPUE) i a) antal fiskar och b) deras biomassa fångade i Östra Kyrksundet under juli 2007 (vita boxar, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och 2009 (svarta boxar).

Figure 31. Catch per effort (CPUE) in a) number of fish and b) their biomass caught in lake Östra Kyrksundet in July 2007 (white boxes, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) and 2009 (black boxes).

Fisklöss, möjligen *Caligus lacustris*, påträffades hos 0,9 % av abborrarna och 1,1 % hade små vita maskar i bukhålan (sammanlagt 1055 st analyserade). Abborrfångsten (totalt 1054 analyserade fiskar) bestod till 50,5 % av hanar (532 st) och 49,5 % av honor (522 st). Hos över 15 cm långa abborrar var 63,4 % (225 st) honor och 36,6 % (130 st) hanar (av totalt 355 st). De abborrar som var under 15 cm långa (totalt 686 st) bestod av 57,9 % (397 st) hanar och 42,1 % 289 st) honor. Av totalt 259 st analyserade mörtfiskar, var 3,5 % infekterade av bandmasken *L. intestinalis*. Inga markant dominerande längdklasser fanns bland abborre och mört (fig. 32), vilka båda bidrog till mer än 10 % av det totala fångstantalet.



Figur 32. Längdfördelningen hos de arter som bidrog till mer än 10 % av totala antalet fiskar under provfisket i Östra Kyrksundet 2009, a) abborre, b) mört.

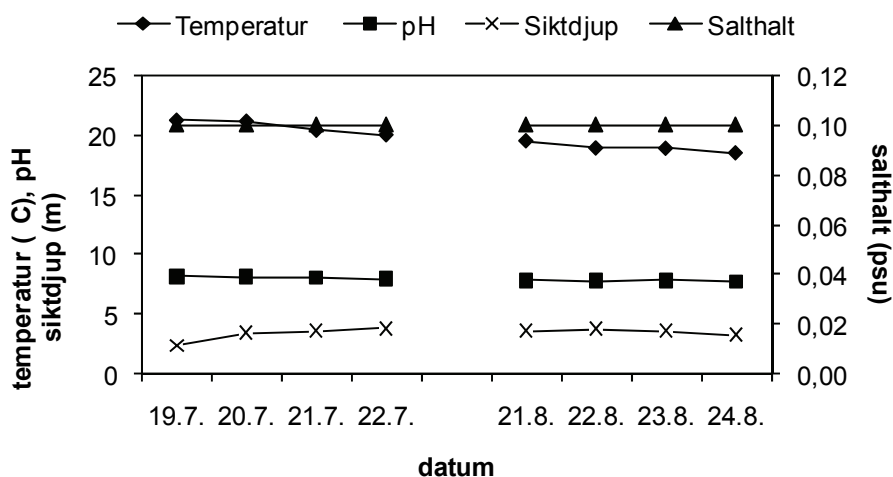
Figure 32. Length distribution of the species that contributed to more than 10 % of the total number of fish caught in lake Östra Kyrksundet 2009, a) perch, b) roach.

4.5 Västra Kyrksundet

4.5.1 Hydrografi

Under perioden 1990-2008 var syreförhållandena i Västra Kyrksundet goda ända till ca 16 m, på större djup förekom syrebrist. Under samma period hölls pH relativt stabilt kring 7-8 i hela vattenkolumnen, sommaren 2009 uppmättes pH-värden kring 8, både i yt- (fig. 33) och bottenvattnet.

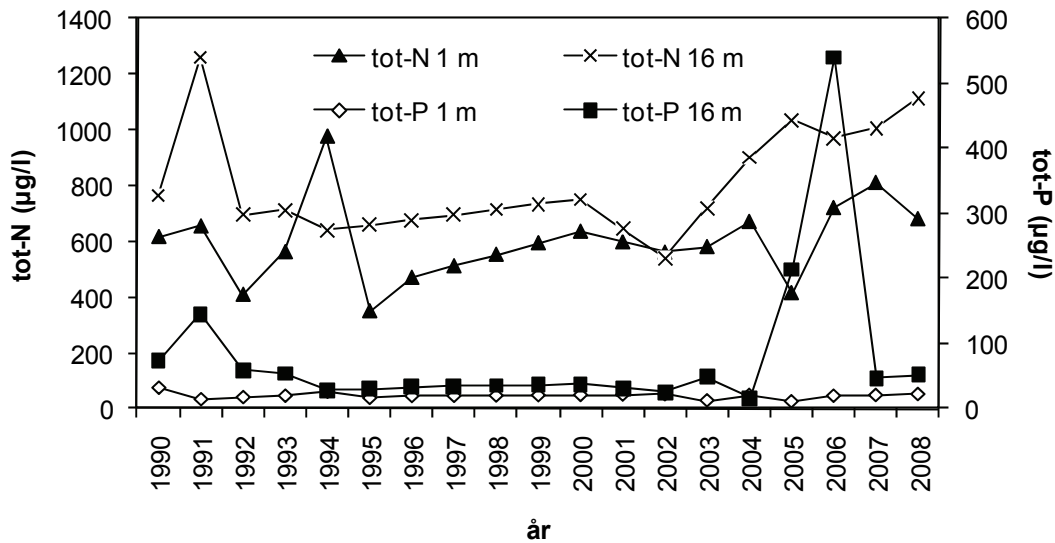
Siktdjupet var under maj-september perioden 1990-2008 mellan 2 och 3 m. Sommaren 2009 var siktdjupet till största delen större än 3 m (fig. 33). En temperaturskiktning noterades på 14 m (8,2 °C) i slutet av augusti, temperaturen i ytvattnet var stabil (fig. 33). Salthalten uppmättes till 0,10 psu (fig. 33), på 9 och 14 m varierade den mellan 0,10 och 0,11 psu.



Figur 33. Temperatur, pH, siktdjup och salthalt i ytvattnet i Västra Kyrksundet 2009.

Figure 33. Temperature, pH, Secchi-depth and salinity in the surface layer in lake Västra Kyrksundet 2009.

Totalkvävehalterna varierade kring 600 µg/l i ytvattnet under perioden 1990-2008, motsvarande halter i bottenvattnet ökade från år 2004 till koncentrationer kring 1000 µg/l, men avtog 2007-2008 (fig. 34). Totalfosforhalterna var under samma period relativt stabila både i yt- (kring 20 µg/l) och bottenvattnet (kring 800 µg/l, fig. 34).

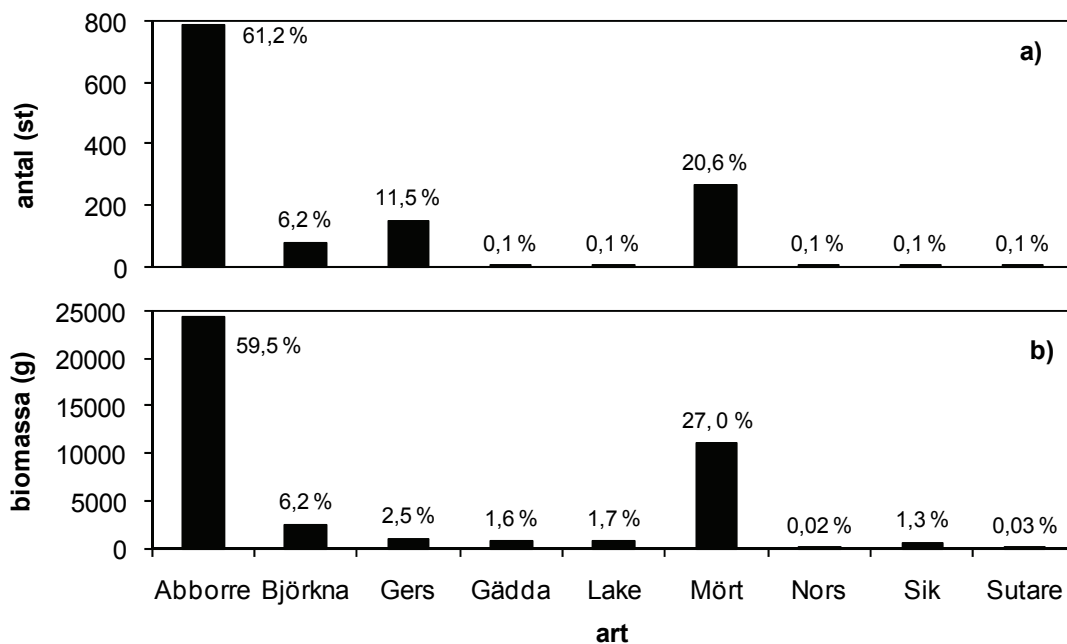


Figur 34. Halten av totalkväve och totalfosfor i yt- och bottenvattnet i Västra Kyrksundet 1990-2008.

Figure 34. Concentration of total nitrogen and total phosphorus in surface and bottom water in lake Västra Kyrksundet 1990-2008.

4.5.2 Provfiske

Vid provfisket i juli och augusti fångades sammanlagt nio olika arter, vilkas totala antal var 1291 st, 1228 st inkluderades i totalbiomassan 40 793 g (fig. 35). Abborre dominerade till antal (61,2 % av totalantalet) och biomassa (59,5 % av totalbiomassan), följt av mört, vars andel av totalantalet var 20,6 % och av totalbiomassan 27,0 %. Mörtfiskarnas andel av totalbiomassan var 33,3 %. Över 15 cm långa rovfiskarnas (abborrarnas) andel av totalbiomassan var 29,7 %.

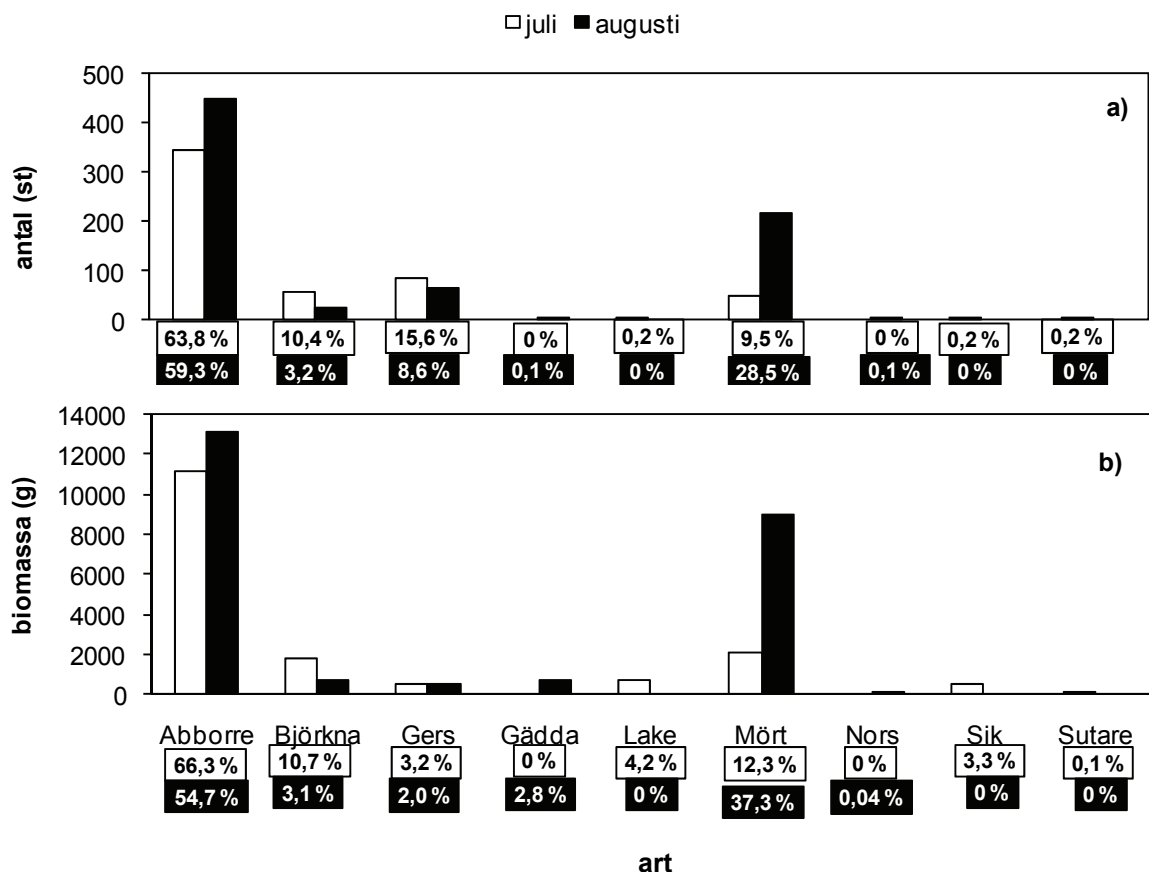


Figur 35. a) Totala antalet och b) totalbiomassan per art, samt de procentuella andelarna av totalfångsten i provfisket i Västra Kyrksundet 2009.

Figure 35. a) Total number of fish, b) total biomass, and percentages of the total catch in lake Västra Kyrksundet 2009.

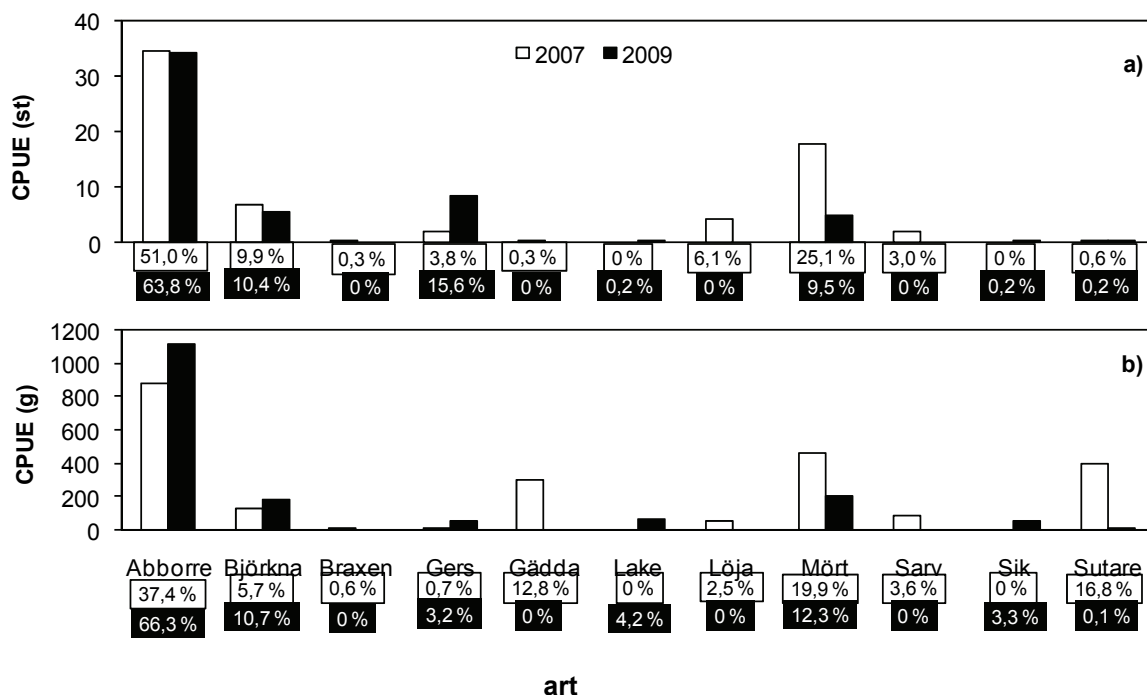
Mer än hälften av fångsten i juli bestod av abborre (343 st), vars andel av totalbiomassan var 66,3 % (fig. 36). Antalet individer av björkna (56 st) var högre jämfört med mört (51 st), men mörtarnas andel av totalbiomassan var större än björknans (12,3 % respektive 10,7 %). Maganalyser hos 35 st abborrar visade att 11,4 % (4 st) hade ätit kräftor. I jämförelse med provfiskeundersökningen år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), ökade abborren något i biomassa och mörtens minskade både till antal och biomassa (fig. 37).

En braxen fångades i augusti, men släpptes tillbaka eftersom den satt löst i nätet. Dess längd uppskattades till 40 cm och dess vikt till 1000 g (värdet är inte medräknat i den totala biomassan). Skador, troligen orsakade av kräftor, förekom hos 36 st abborrar med den sammanlagda vikten 524,4 g, vilken inte ingår i totalbiomassan. I likhet med provfiskeomgången i juli, dominerade abborre både till antal (447 st) och biomassa i augusti (54,7 % av totalbiomassan, fig. 36). Mört (215 st) bidrog till 37,3 % av totalbiomassan. En abborre (1,5 %) av 68 st kontrollerade, hade ätit kräfta.



Figur 36. a) Antalet fiskar och b) deras biomassa, samt de procentuella andelarna av totalfångsten under provfisket i juli (vita boxar) och augusti (svarta boxar) i Västra Kyrksundet 2009.

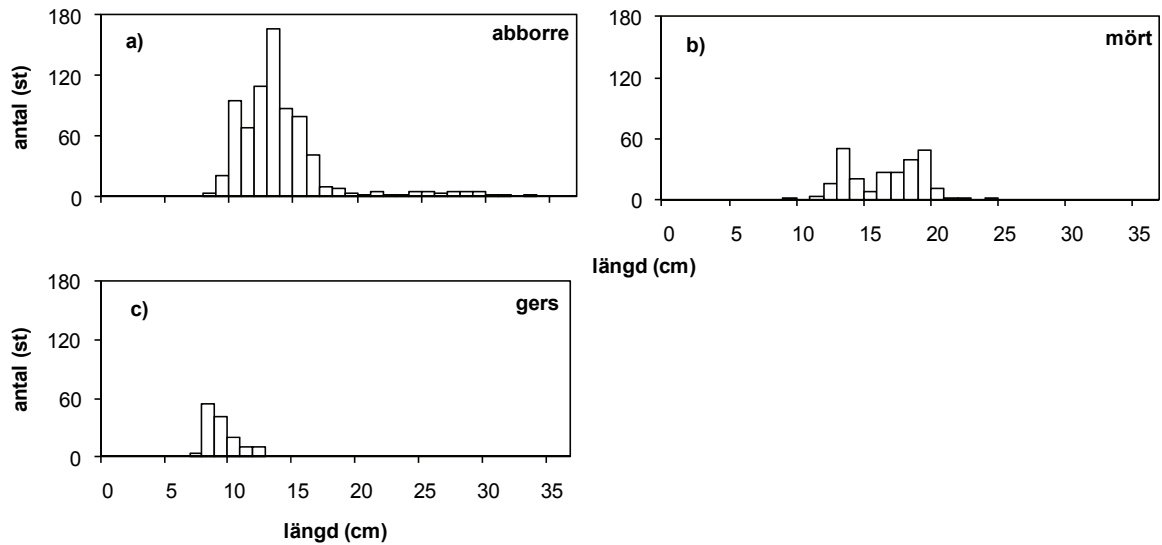
Figure 36. a) Number of fish and b) their biomass, as well as the percentages of the total catch in July (white boxes) and August (black boxes) in lake Västra Kyrksundet 2009.



Figur 37. Fångst per ansträngning (CPUE) i a) antal fiskar och b) deras biomassa fångade i Västra Kyrksundet under juli 2007 (vita boxar, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och 2009 (svarta boxar).

Figure 37. Catch per effort (CPUE) in a) number of fish and b) their biomass caught in lake Västra Kyrksundet in July 2007 (white boxes, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) and 2009 (black boxes).

Fisklöss (möjligen *C. lacustris*) förekom hos 1,4 % och små vita maskar noterades i bukhålan på 2,3 % av abborrarna (totalt 572 st analyserade). Bland mörtfiskarna var 3,7 % infekterade av *L. intestinalis* och 1,5 % (sammanlagt 135 st analyserade) hade svarta fläckar, möjligen fläcksjuka orsakad av sugmasken *P. cuticula*. Av 571 st analyserade abborrar var 59,4 % (339 st) hanar och 40,6 % (232 st) honor. Av totalt 110 abborrar längre än 15 cm var 27,3 % (30 st) hanar och 72,7 % (80 st) honor. Hos individer under 15 cm (totalt 453 st) var 67,5 % (306 st) hanar och 32,5 % (147 st) honor. Inga markant dominerande längdklasser fanns i abborrens, mörtens eller gersens längdfördelningar (fig. 38).



Figur 38. Längdfördelningen hos de arter som bidrog till mer än 10 % av totala antalet fiskar under provfisket i Västra Kyrksundet 2009, a) abborre, b) mört, c) gers.

Figure 38. Length distribution of the species that contributed to more than 10 % of the total number of fish caught in lake Västra Kyrksundet 2009, a) perch, b) roach, c) ruffe.

4.6 Jämförelser mellan de fem undersökta sjöarna

4.6.1 Sjöarnas hydrografi

Vargsundets bottenvatten har under perioden 1990-2008 uppvisat mycket höga halter av totalfosfor och -kväve (fig. 8). Halterna av totalkväve och -fosfor i Markusbölefjärden har sedan 1990-talet ökat både i yt- och bottenvattnet (fig. 16). De senaste åren har emellertid kurvorna för näringshalterna visat en tendens till att börja plana ut. I Långsjön har trenden varit svagt ökande vad det gäller halter av fosfor och kväve i yt- och bottenvattnet (fig. 22). Ökningen är dock inte lika brant som motsvarande i Vargsundet. I Östra Kyrksundet har totalkvävehalterna ökat något de senaste åren. Totalfosforhalterna har varierat under perioden 1990-2008, men har under 2000-talet varit mindre än under senare hälften av 1990-talet (fig. 28). I Västra Kyrksundet har halterna av totalkväve och -fosfor i yt- och bottenvattnet visat en något stigande tendens under 2000-talet (fig. 34).

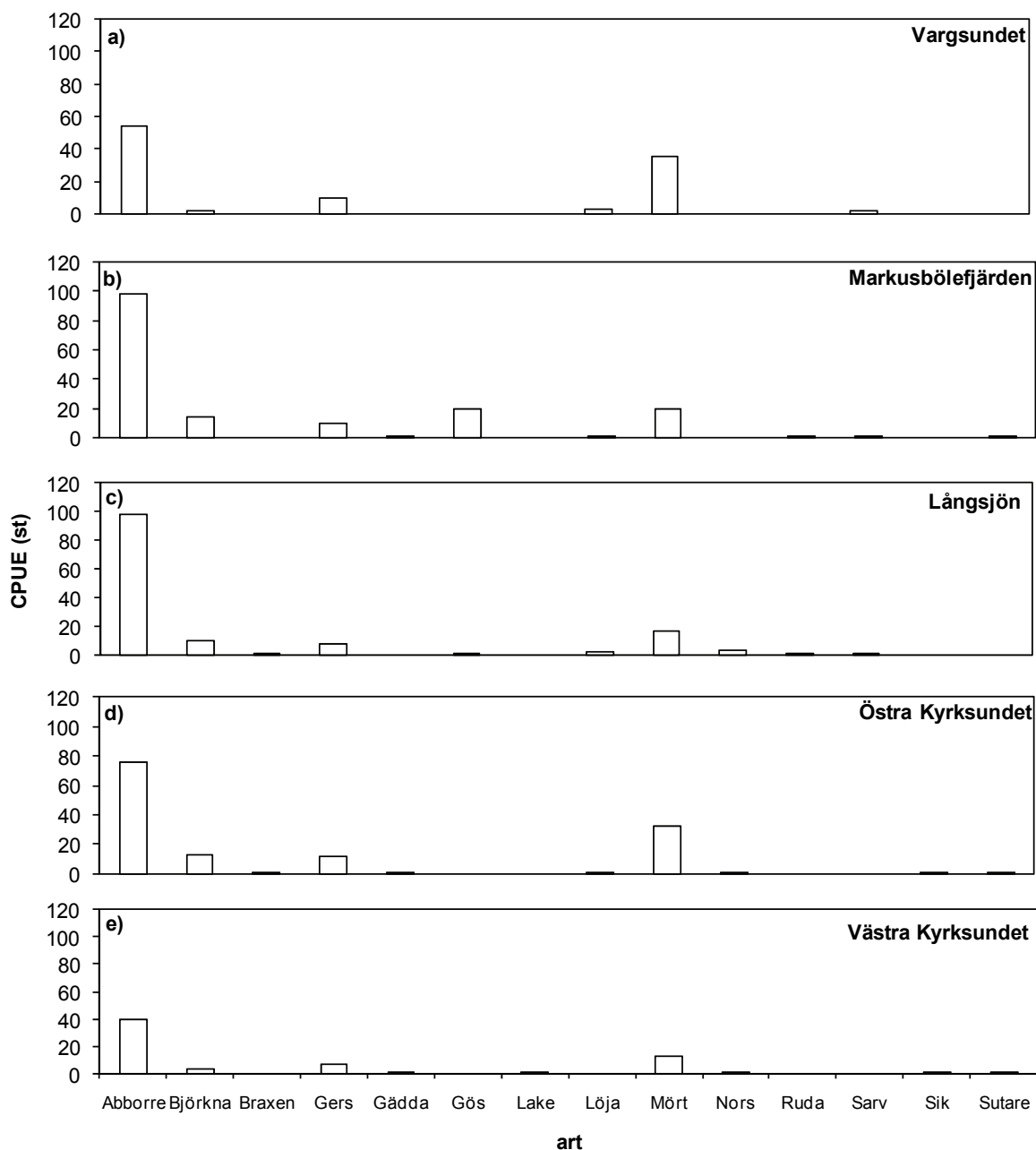
Siktdjup, pH och salinitet i ytvattnet var relativt konstant under undersökningsperioden 2009 i samtliga sjöar. Siktdjupet var generellt något större i samtliga sjöar under den andra provfiskeomgången i augusti, jämfört med den i juli. I Östra Kyrksundet var siktdjupet något större jämfört med de övriga sjöarna, minsta siktdjupet uppmättes i Vargsundet. Sjöarna skiljer sig inte nämnvärt i fråga om ytvattnets pH. Ytvattnets salinitet i Långsjön och Markusbölefjärden var mellan 0,17-0,18 psu. I

Kyrksunden var saliniteten på en lägre nivå, 0,09 psu. I Vargsundet sjönk saliniteten i ytvattnet från 0,20 psu i början av sommaren till 0,17 psu i slutet av sommaren.

4.6.2 Provfiske i sjöarna

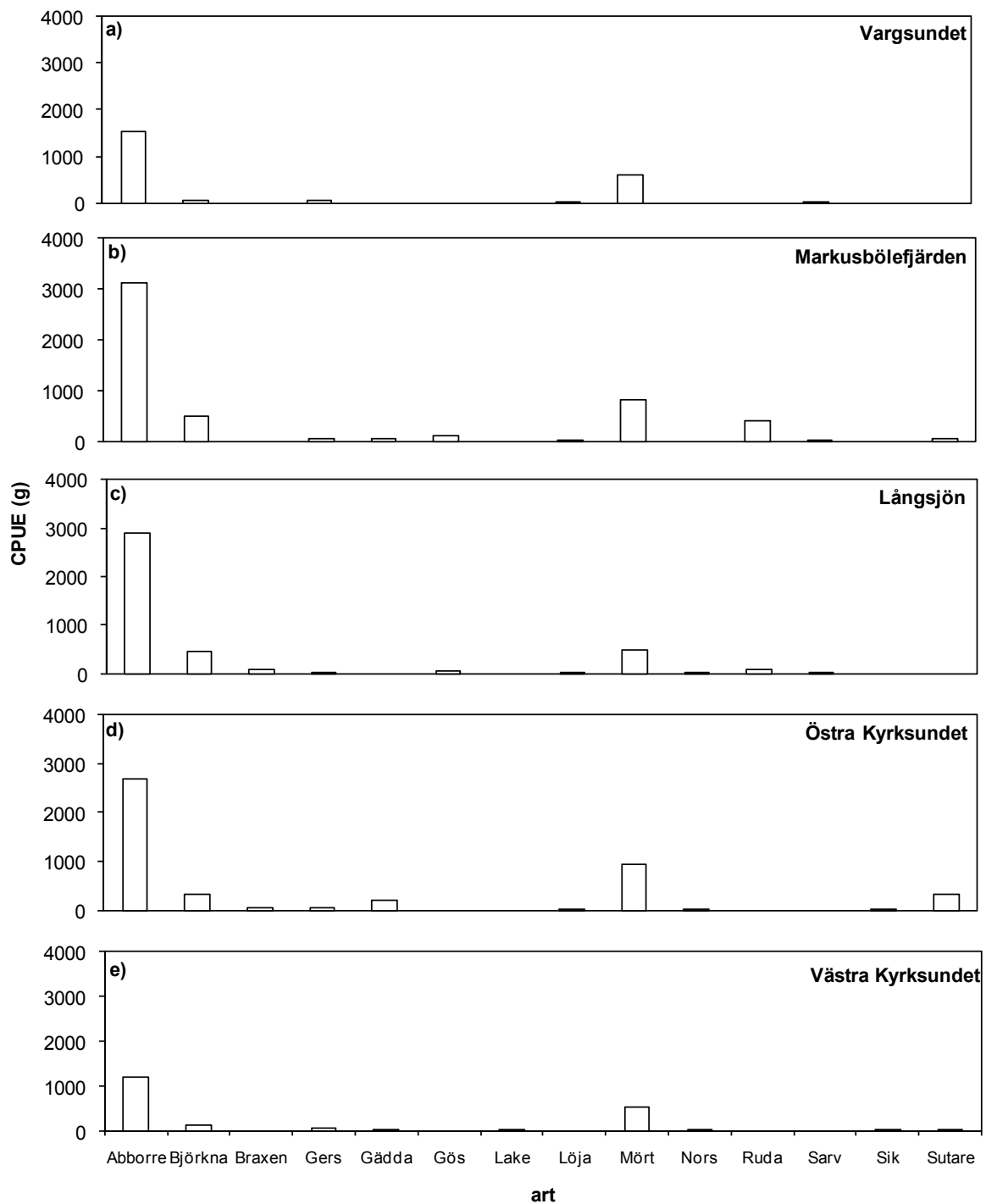
För att kunna göra en jämförelse mellan sjöarna används Catch Per Unit Effort (CPUE), vilket är den genomsnittliga fångsten per nätnatt. Markusbölefjärden hade det största fiskbeståndet både till antal och biomassa. I Långsjön var fiskbeståndet till antal näst störst (fig. 39), men biomassan i Östra Kyrksundet var något större än motsvarande i Långsjön. Till antal och biomassa var fiskbeståndet i Västra Kyrksundet och Vargsundet mindre än i de övriga sjöarna (fig. 40).

Samtliga sjöar var abborrdominerade, med undantaget att mört dominerade till antal i Vargsundet. I alla sjöarna fångades abborre, björkna, gers och mört. Löja fångades inte i Västra Kyrksundet och gädda saknades ur fångsten i Långsjön. Sarv och gös påträffades i Långsjön, Markusbölefjärden och Vargsundet. Braxen förekom i Långsjön, Vargsundet och i Östra Kyrksundet, medan nors fångades i Långsjön, Västra och Östra Kyrksundet. Sutare förekom i Markusbölefjärden samt i Västra och Östra Kyrksundet. Ruda fångades endast i Långsjön och Markusbölefjärden, medan sik enbart fångades i Västra och Östra Kyrksundet. Västra Kyrksundet var den enda sjön där lake fångades.



Figur 39. Antalet fiskar per art och ansträngning i de fem undersökta sjöarna. Vargsundet visar endast provfiskeomgången i juli, övriga både juli och augusti. Totala antalet fiskar per ansträngning var a) 63,5 st i Vargsundet, b) 144,0 st i Markusbölefjärden, c) 136,7 st i Långsjön, d) 132,8 st i Östra Kyrksundet och e) 64,6 st i Västra Kyrksundet.

Figure 39. Number of individuals per species and effort (CPUE) in the five studied lakes. Values for lake Vargsundet are only from July, the other lakes show the catch of July and August. Total number of fish per effort was a) 63,5 individuals in lake Vargsundet, b) 144,0 individuals in lake Markusbölefjärden, c) 136,7 individuals in lake Långsjön, d) 132,8 individuals in lake Östra Kyrksundet and e) 64,6 individuals in lake Västra Kyrksundet.



Figur 40. Biomassan per art och ansträngning (CPUE) i de fem undersökta sjöarna. Vargsundet visar endast provfiskeomgången i juli, övriga både juli och augusti. Totala biomassan per ansträngning var a) 1983 g i Vargsundet, b) 5092 g i Markusbölefjärden, c) 4144 g i Långsjön, d) 4641 g i Östra Kyrksundet och e) 2040 g i Västra Kyrksundet.

Figure 40. Biomass of individuals per species and effort (CPUE) in the five studied lakes. Values for lake Vargsundet are only from July, the other lakes show the catch of July and August. Total biomass per effort was a) 1983 g in lake Vargsundet, b) 5092 g in lake Markusbölefjärden, c) 4144 g in lake Långsjön, d) 4641 g in lake Östra Kyrksundet and e) 2040 g in lake Västra Kyrksundet.

5 Diskussion

5.1 Vargsundet

5.1.1 Vargsundets limnologiska tillstånd

Syreförhållandena i de djupaste delarna av Vargsundet har länge varit dåliga och i regel syrefria (LINDHOLM 1975, STORBERG 1980a, ÅDJERS 1989, NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007, vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). De regleringar som gjorts i sjön har orsakat varierande salthalter sedan 1930-talet, men salthalten i ytvattnet har stadigt minskat sedan 1975 (vattendata 1975-2002 från MILJÖBYRÅN/ÅLR, NUMMELIN & PERUS 1999). Sommaren 2009 uppmättes en förhållandevis jämn salthalt på 0,20 psu, salthalten har därmed minskat från 2007, då den var 0,30 psu (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Bottenvattnets salthalt är emellertid troligen högre, eftersom det havsvatten som tidigare trängt in i sjön har en större densitet än sötvattnet vid ytan. MUSTAMÄKI & AHLBECK (2007) konstaterade att den meromiktiska skiktningen med största sannolikhet har blivit kraftigare i Vargsundet sedan mängden inflödande havsvatten avtagit.

Det stagnerade syrefria bottenvattnet har lett till att näringshalterna av totalkväve och -fosfor varit mycket höga i bottenskiktet, halterna har stadigt ökat sedan 1997 (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). Om förhållandena i sjön ändras på det sättet att det nuvarande syrefria skiktet blandas med ovanpåliggande vattenlager, kommer mycket stora mängder fosfor att frigöras i det produktiva skiktet. Fosfor, som vanligen är det begränsande näringsämnet i sjöar (BRÖNMARK & HANSSON 2005), kan då utnyttjas av primärproducenterna, d.v.s. mikroalger. De extremt höga näringshalterna leder troligen till en stor produktion av mikroalger och en övergödning av sjön (LINDHOLM 1975, LINDHOLM 1991, NUMMELIN 2000).

Den inre belastningen kan åtgärdas med olika restaureringsmetoder (se NUMMELIN 2000), men då är det viktigt att även den yttre belastningen minskas. Jordbruk och skogsbruk kan minska tillrinningen till sjön genom att bl.a. upprätta skyddszoner och sedimentbassänger, eller optimera gödslingen. Den näringsbelastning som kommer från bosättningen kan inom de närmaste åren minska, eftersom hushållen senast år 2014 måste ansluta sig till det kommunala avloppsnätverket, eller med hjälp av gårdsspecifika system rena sitt avloppsvatten. De extremt höga halterna av fosfor i sedimentet talar även för att restaureringsåtgärder kan komma att bli nödvändiga i sjön, i synnerhet med tanke på att Vargsundet kommer att utses till reservvattentäkt (pers. komm. WENNSTRÖM/ÅLR, 3.6.2009),

5.1.2 Fiskbeståndet i Vargsundet

I Vargsundet fångades sommaren 2009 nio fiskarter, varav gös varken påträffats år 1998 (NUMMELIN & PERUS 1999) eller 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). En nors fångades år 1998 (NUMMELIN & PERUS 1999), men arten har sedan dess inte påträffats vid provfiske i Vargsundet. Nors har tidigare vandrat in längs Vargsundsådran för att leka i Vargsundet (NUMMELIN & PERUS 1999) och avsaknaden av arten kan betyda att den inte längre vandrar upp i sjön. Löja har funnits i fångsten sedan 2007. Provfiskeundersökningen år 2009 resulterade därmed i högre antal arter än 1998 och 2007, då artantalet var åtta (NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Artsammansättningen har generellt sett varit likadan i provfiskeundersökningar gjorda i Vargsundet sedan 1980-talet (ÅDJERS 1986, NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Antalet och mängden fiskar skilde sig inte nämnvärt mellan provfiskeomgångarna i juni och augusti. I juli fångades ett något större antal fiskar än vid de övriga två omgångarna, vilket kan vara ett resultat av att olika nät användes då.

Abborre och mört var fortfarande de arter, vilka bidrog till största antalet fiskar och mängd biomassa av fångsten. I likhet med år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), dominerade mörtens fångsten i juni och augusti, medan abborren dominerade i juli. Förändringen av den dominerande arten i juli är troligen en följd av att en annan typ av nät användes. År 1998 dominerade mörtens både i antal och i biomassa under hela sommaren (NUMMELIN & PERUS 1999), medan provfisket åren 2007 och 2009 visade att mörtens andel av det totala antalet fiskar var störst, men abborren dominerade i biomassa. Mörtens andel av det totala antalet fiskar och biomassan har även minskat sedan 1998 och 2007, vilket indikerar en förbättring av näringsförhållandena i sjön (SAMMALKORPI & HORPPILA 2005, VILT- OCH FISKERIFORSKNINGSINSTITUTET 2008). Samtidigt har björknans andel av biomassan ökat sedan 2007, men antalet individer är ungefär på samma nivå som 1998.

Abborrens könsfördelning var skev och visade att majoriteten av individerna var honor. För individer under 15 cm var könsfördelningen emellertid förhållandevis jämn, medan majoriteten av abborrarna över 15 cm var honor. Hos fiskar blir honor i allmänhet större än hanar (PETHON & SVEDBERG 2004).

Det totala antalet fiskar har i stort sett hållits på samma nivå, även om en liten ökning kan noteras sedan 1998. Fångstens totala biomassa nådde inte upp till motsvarande värde som år 1998, men har ökat en aning sedan 2007. Fiskbeståndet består därför troligen av fiskar av mindre medelstorlek i jämförelse med år 1998, då den kraftiga blomningen av *Prymnesium parvum* ett år tidigare sannolikt påverkade fiskfångsten (NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). I likhet med 2007 dominerade ingen längdklass hos abborre och mört, även björkna uppvisade en normalfördelad kurva, samtliga med toppar vid 13-14 cm.

Inga fiskar påträffades på de syrefria djupen (14 m och djupare) och situationen har därför inte förändrats sedan år 1998 (NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Största fångsten erhöles på station 6 i juni och juli, medan fångsten var störst på station 1 i augusti. Båda stationerna är grunda med en riklig vassvegetation och har även vid tidigare provfiske (NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) bidragit till den största biomassan.

Om biomassan per nät är över 2 kg och antalet individer per nät är fler än 100 st, klassificeras sjön som näringsrik och fiskbeståndet som stort (SAMMALKORPI & HORPPILA 2005). Vargsundets fiskbestånd är då medelstort och även om bottenvattnets näringshalter är höga, kan ytvattnet klassificeras som "normalt eutroft" (LINDHOLM 1991). Enligt samma klassificering var fiskbeståndet i Vargsundet även år 2007 medelstort (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Ett regelbundet fiske är viktigt i Vargsundet, eftersom näringsämnen som är bundna i fiskarna då försvinner från sjön, och därmed underlättas ytvattnets förhållandevis eutrofa situation. Eftersom Vargsundet kommer att utses till reservvattentäkt (pers. komm. WENNSTRÖM/ÅLR, 3.6.2009), rekommenderas fortsatta regelbundna undersökningar av fiskbeståndet i sjön. Istället för att provfiska i de hittills syrefria områdena på ca 14 m, kunde syreprov tas. För att få mera jämförbara resultat med de andra undersökta sjöarna, kunde likadana nät (Nordic översiktsnät, eller Nordic översiktsnät anpassade för sjöar, se MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) användas även i Vargsundet. Ett byte av nättypen innebär dock att metodiken som använts i provfiskeundersökningar i sjön sedan 1998 avbryts, vilket försvårar jämförelser mellan olika provfiskeundersökningar.

5.1.3 Fiskyngelproduktion

Enligt resultaten av yngelnotningen år 2009 kan konstateras att både mörtfiskar och abborrar hade förökats i Vargsundet. På grund av undersökningens begränsade fångstansträngning, går det inte att bedöma i vilken utsträckning reproduktionen skett. I jämförelse med notfiskeundersökningarna år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), var mörtfiskynglen betydligt fler och abborrynglen färre sommaren 2009. Lokalerna N4-N6 hade emellertid mycket lerig botten och noten fylldes med dy och gyttja, vilket betydligt försvårade notningen. Fångsten vid dessa lokaler blev också mindre. Vilka lokaler som besöks vid eventuella framtida undersökningar bör ses över.

5.1.4 Kräftbeståndet

I likhet med tidigare undersökningar (STORBERG 1980a, ÅDJERS 1986, NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) fångades få kräftor i Vargsundet 2009, även om olika metoder i undersökningarna begränsar direkta jämförelser. Orsaken till att storleken på kräftpopulationen är liten har upprepade gånger konstaterats bero på ett begränsat habitat för kräftorna att leva på

(STORBERG 1980a, ÅDJERS 1986, NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Kräftbeståndet är emellertid livskraftigt (NUMMELIN 2000) och i och med den minskande salthalten finns potential för en ökning i populationen.

På gyttjebottnarna i sjöns norra och södra ända påträffades endast ett fåtal kräftor sommaren 2009 och flest kräftor fångades på hårbotten vid den östra stranden. Alla fångade kräftor fanns på 3 m eller grundare djup. Längden på kräftorna har i vid största delen av tidigare provkräftningar (ÅDJERS 1986, NUMMELIN & PERUS 1999, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) visats vara liten. Sommaren 2009 var medellängden under 100 mm och följaktligen var kräftorna av en liten storlek. Kräftans storlek påverkas av de yttre faktorerna temperatur, vattenkvalité, näringstillgång, storleksselektivt fiske samt kräftbeståndets täthet (WESTMAN & NYLUND 1985).

Inventering av kräfta på djupa lokaler fyller ett syfte då det ger en fingervisning av hur stort habitat kräftan nyttjar i sjön; målet med standardiserat kräftprovfiske är att inventera sjöns alla djup och bottentyper. Den aktuella undersökningens kräftfiskeansträngning var emellertid inte tillräckligt omfattande för att kvalificeras som ett standardiserat kräftprovfiske. Den totala fångsten i Vargsundet har även varit av den storleken att det vore mer givande att placera burarna grundare, om en bättre bild av kräftpopulationen önskas. Det kan tyckas onödigt att cirka halva provkräftingsansträngningen sker på djup där kräfta med största sannolikhet inte förekommer. Framtida kräftprovfiske bör, ifall det inte utökas ytterligare, hellre omfatta grundare lokaler från 0-3 m. Även tidpunkten för provkräftingen kunde ske senare, t.ex. med två omgångar i augusti och två i september. Vargsundets storlek och djup gör sjöns medeltemperatur lägre än i mindre och grundare sjöar, vilket kan ha betydelse för kräftornas aktivitet i början av säsongen (STORBERG 1980a).

5.2 Markusbölefjärden

5.2.1 Markusbölefjärdens limnologiska tillstånd

Halterna av totalkväve och -fosfor i yt- och bottenvattnet i Markusbölefjärden har ökat sedan 1990-talet och det är av vikt att stävja denna utveckling. Närsaltsinflödet i form av ytvatten och avloppsvatten kan ses över ytterligare och ett mer regelbundet fiske i sjön skulle kunna vara en lämplig åtgärd med avsikt att ta närsalter ur sjöns system.

5.2.2 Fiskbeståndet i Markusbölefjärden

Markusbölefjärden har ett stort och abborrdominerat fiskbestånd. Abborrens andel av fiskbeståndet har ökat jämfört med 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), medan andelen björkna och mört var

mindre både till antal och till biomassa. År 2007 erhöles en mer abborrdominerad fångst jämfört med provfisken på 1970-talet (STORBERG 1980b, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Att abborre ökar och att mörtfisk minskar, kan vara ett tecken på att effekter av sjöns närsaltsbelastning åtminstone inte ökat sedan undersökningen år 2007. I nätprovfisket 2009 fångades utöver de arter som även förekom i nätprovfisket år 2007 och 1975-1976 (abborre, mört, björkna, gers, gös, gädda och ruda, STORBERG 1980b, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), även sarv, löja och sutare. År 1975 fångades dock en id (STORBERG 1980b), vilket inte förekommit i några provfisken sedan dess. Det är troligt att den dubblade provfiskeinsatsen 2009, jämfört med 2007, påverkade resultatet. Sannolikt är att de flesta arterna funnits redan tidigare i sjön.

Abborrens könsfördelning i Markusbölefjärden var skev, hos abborrar under 15 cm var könsfördelningen jämnare, medan honor dominerade abborrarna i storleksklassen över 15 cm. Förklaringen kan vara skillnader i beteende mellan könen, vilket gör att de i olika utsträckning fastnar i näten. Honor blir i regel dessutom större än hanar och lever något längre (PETHON & SVEDBERG 2004), vilket kan förklara en del av könsfördelningen över 15 cm. Andelen abborrar som ätit kräfta var något större år 2009 jämfört med 2007, men deras antal utgjorde fortfarande inte en betydande del av abborrbeståndet.

Längdfördelningen av abborre år 2009 i Markusbölefjärden visade på två stora toppar vid 9,3 och 10,5 cm. År 2007 förekom liknande toppar runt 10 och 13 cm (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Tusenbrödrabestånd kan uppstå i mycket täta abborrbestånd, då födokonkurrens gör att det inte finns tillräcklig med föda för ytterligare tillväxt. I sådana fall består dessa längdklasser av fisk från flera årsklasser som inte kunnat tillväxa normalt. För att kunna avskriva att ett tusenbrödrabestånd av abborre förekommer i Markusbölefjärden vore åldersstudier av abborrpopulationen av intresse. Det kan inte helt uteslutas att de stora längdklasserna runt 9,3 och 10,5 cm var ett resultat av ett tusenbrödrabestånd.

I provfiskeomgången i augusti hade tillväxten av hornsärv i sjön tilltagit till den grad att det i vissa delar av sjön inte gick att lägga näten på exakt samma plats som i provfiskeomgången i juli. Näten lades i stället något djupare och möjligtvis är det en anledning till att fiskefångsten i augusti var något mindre jämfört med i juli.

5.3 Långsjön

5.3.1 Långsjöns limnologiska tillstånd

De djupaste delarna av Långsjön har drabbats av återkommande perioder av syrebrist under 1990-2008 (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). Samtidigt har halterna av totalkväve och -fosfor i yt- och bottenvattnet ökat sedan 1990-talet (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). Närsaltsinflödet i form av ytvatten och avloppsvatten kan därför ses över ytterligare och ett mer regelbundet fiske i sjön bör övervägas, i och med att närsalter då försvinner ur sjöns system.

5.3.2 Fiskbeståndet i Långsjön

Fiskbeståndet i Långsjön kan utgående från den här undersökningens resultat fortsatt klassas som stort, eftersom genomsnittsfångsten per nät sommaren 2009 överskred 100 fiskar och 2 kg (SAMMALKORPI & HORPPILA 2005, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Sommaren 2009 dominerades fångsten av abborre. Jämfört med provfiskeundersökningen år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), fångades sommaren 2009 större andel abborrar, medan björkna och mört minskade både till antalet och till biomassa. Denna trend är ännu mera markant jämfört med 1970-talets provfiske (STORBERG 1980b). År 2009 fångades även braxen, ruda och sarv, vilka inte förekom år 2007. Ruda och sarv förekom ej heller i provfiskeundersökningarna på 1970-talet, dock förekom braxen (STORBERG 1980b). Fiskeansträngningen under sommaren 2009 var två gånger större än den under 2007 och är troligen orsaken till att flera arter fångades.

Den generella trenden till minskad fångst av mört och björkna kan indikera att effekterna av eutrofieringen i sjön åtminstone inte blivit värre sedan 2007, då kvoten av mörtfisk kan användas som en indikation på eutrofieringsgraden i sjöar (SAMMALKORPI & HORPPILA 2005, VILT- OCH FISKERIFORSKNINGSINSTITUTET 2008). I brist på långtidsdata kan emellertid inte normala variationer i populationssammansättningen uteslutas.

Könsfördelningen hos abborre dominerades av honor. Hos individer under 15 cm var könsfördelningen emellertid jämn, medan abborrar över 15 cm till största delen bestod av honor. Den skeva könskvoten kan förklaras av skillnader i beteende mellan könen, vilket gör att de i olika utsträckning fastnar i näten. En bidragande orsak kan vara att honor blir större än hanar och lever något längre (PETHON & SVEDBERG 2004). Det förhållandevis stora antalet abborrar i längdklasserna runt 10 cm, tillsammans med att åldersdata saknas, gör att ett möjligt tusenbrödrabestånd bland abborrarna inte kan avskrivas.

5.4 Östra Kyrksundet

5.4.1 Östra Kyrksundets limnologiska tillstånd

Den fortgående utsötningsprocessen har lett till att salthalten i Östra Kyrksundet minskat avsevärt sedan 1970-talet (LINDHOLM 1975, STORBERG 1980b). Ett stagnerat skikt finns emellertid ännu i sjöns djupaste delar där syresituationen är dålig, trots att förhållandena sannolikt förbättras sedan 1970-talet (LINDHOLM 1975, STORBERG 1980b, AARNIO & ÖSTMAN 1988, vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). Ytvattnets salthalt uppmättes sommaren 2009 till 0,09 psu och den har följaktligen sjunkit sedan 2007, då salthalten var 0,10 psu (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007).

Näringshalterna av totalfosfor och -kväve i bottenvattnet har varierat avsevärt sedan 1990 (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR) och halterna har varit förhållandevis höga sedan 1970-talet (LINDHOLM 1975, STORBERG 1980b, AARNIO & ÖSTMAN 1988, vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). De höga näringshalterna i bottenvattnet kan kopplas till skiktets stagnerade förhållanden. Under 1970-talet noterades en försämring av näringssituationen i sjön (LINDHOLM 1975, STORBERG 1980b, LINDHOLM 1991), men överlag har förhållandena förbättras sedan dess, troligen tack vare de allt svagare meromiktiska förhållandena (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Sjön kan emellertid ännu klassas som eutrof och åtgärder som förbättrar vattenkvalitén (se MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) är därför ännu aktuella.

5.4.2 Fiskbeståndet i Östra Kyrksundet

Fiskbeståndet i Östra Kyrksundet har sedan 1970-talet inte genomgått några stora förändringar. Antalet arter som fångats vid provfisken har varierat mellan åtta (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och elva (AARNIO & ÖSTMAN 1988). Sommaren 2009 fångades alla de arter, vilka påträffats i tidigare undersökningar (STORBERG 1980b, AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), förutom id (förekom på 1970-talet, STORBERG 1980b), lake (förekom på 1970- och 80-talen, STORBERG 1980b, AARNIO & ÖSTMAN 1988) och sarv, som påträffats i samtliga tidigare undersökningar. Sutare fångades sommaren 2009 och har funnits i fångsten sedan 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), medan löja har påträffats sedan 1980-talet (AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och sik saknades i fångsten på 1970-talet och år 2007, men påträffades igen sommaren 2009. Även nors och gädda saknades år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), men påträffades igen 2009. Variationerna i fiskarterna gäller främst sådana arter, vars andel av totalantalet och biomassan varit liten och är troligen ett resultat av att olika metoder använts i undersökningarna. Inga anmärkningsvärda skillnader fanns mellan provfiskeomgångar juli och augusti 2009, en något större fångst erhöles i augusti.

Mängden biomassa per nätansträngning har hållits på samma nivå sedan 1980-talet och antalet fiskar per nätansträngning har varit kring 100 till 150 individer sedan 1970-talet. Abborre och mört har bibehållit den dominerande andelen av totala antalet fiskar och totala biomassan sedan 1970-talet. Mörtens andel av det totala antalet fiskar och totalbiomassan nådde en topp på 1980-talet (AARNIO & ÖSTMAN 1988), varefter dess andel minskat. Sommaren 2009 var mörtens andel av totalantalet mindre än hälften av motsvarande värden på 1970- och 1980-talen (STORBERG 1980b, AARNIO & ÖSTMAN 1988). Dess andel av totalbiomassan var 2009 emellertid dubbelt större än på 1970-talet, men ändå hälften mindre än på 1980-talet. Mörtbeståndet verkar därför bestå av ett mindre antal fiskar med större medelvikt än tidigare. Mörtens medellängd har dock bibehållits kring 12 cm, även om fångsten år 2007 och 2009 visade tendenser mot ett högre antal fiskar över 12 cm än på 1980-talet. Under 1970-talet var en betydande andel av de fångade mörtarna infekterade av bandmasken *L. intestinalis* (STORBERG 1980b). Bandmasken har i senare undersökningar inte uppträtt i lika stor täthet (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), även om en liten ökning kan ses 2009 i jämförelse med 2007.

Samtidigt som mörtens andel av fångsten minskat, har abborrens andel av totalantalet och -biomassan ökat. Sommaren 2009 utgjorde abborrfångsten mer än hälften av det totala antalet fiskar och biomassan. Abborrens andel har därmed ökat sedan 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), även om en jämförelse mellan provfisket i juli 2007 och 2009 visar att dess andel av totalbiomassan varit oförändrad. Överlag har abborrens andel av fångsten fördubblats sedan 1970- och 80-talet (STORBERG 1980b, AARNIO & ÖSTMAN 1988). Abborrens medellängd var på 1980-talet och 2007 kring 10 cm (AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), sommaren 2009 fångades individer med något större medellängd, men ingen längdklass dominerade i betydande grad. Könsfördelningen för totala antalet abborrar och för individer kortare än 15 cm var förhållandevis jämn, majoriteten av individerna längre än 15 cm var emellertid honor. Björknans andel av det totala antalet fiskar har ökat sedan 1970-talet, medan gersens andel har minskat, även om en liten ökning i antal har skett sedan 2007.

Den minskande andelen mört i Östra Kyrksundet, tyder på att förhållandena i sjön har förbättras sedan 1970-talet. Fiskbeståndet är ändå typiskt för en eutrof sjö och eftersom biomassan per nät är över 2 kg och antalet individer per nät är fler än 100 st (SAMMALKORPI & HORPPILA 2005), kan sjöns fiskbestånd klassas som stort. Genom ett regelbundet fiske avlägsnas näringsämnen och det kan tillsammans med andra åtgärder (se MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) förbättra näringsituationen i sjön. Fortsatta studier av sjöns fiskpopulation och limnologiska tillstånd rekommenderas (för eventuella förbättringar se MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Provfiske två gånger under säsongen ger en mera exakt bild av fisksamhället.

5.5 Västra Kyrksundet

5.5.1 Västra Kyrksundets limnologiska tillstånd

I likhet med Östra Kyrksundet, har salthalten i Västra Kyrksundet minskat markant sedan 1970-talet, då sjön stod i direkt kontakt med havet (LINDHOLM 1975, STORBERG 1980b). Ytvattnets salthalt har inte förändrats sedan 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Ett syrefritt skikt uppträder ännu i de djupaste delarna (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR), men sjöns meromiktiska förhållanden har avsevärt försvagats i jämförelse med 1970-talet (LINDHOLM 1975, STORBERG 1980b).

Det stagnerade bottenskiktet orsakar förhöjda näringshalter i bottenvattnet, men med undantag av 2004-2006 har halterna hållits relativt stabila (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). Näringsituationen i sjön är troligen bättre än på 1970-talet, men sjön kan ännu klassas som eutrof.

5.5.2 Fiskbeståndet i Västra Kyrksundet

I Västra Kyrksundet fångades nio arter, av vilka största delen påträffats i sjön vid tidigare undersökningar (STORBERG 1980b, STORBERG 1982, AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Strömming fångades i sjön på 1970- och 80-talen (STORBERG 1980b, STORBERG 1982, AARNIO & ÖSTMAN 1988), men har inte påträffats i senare undersökningar, vilket kan innebära att arten inte längre vandrar in i sjön. Id har inte heller fångats sedan 1970- och 80-talen. Löja fångades rikligt före isoleringen av sjön 1979 (STORBERG 1980b, STORBERG 1982), men saknades i fångsten på 1980-talet (STORBERG 1982, AARNIO & ÖSTMAN 1988). År 2007 fångades löja igen i Västra Kyrksundet, men sommaren 2009 påträffades arten inte.

Sarv har erhållits i ett fåtal exemplar på 1970-talet (STORBERG 1980b, STORBERG 1982) och 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007), men saknades ur fångsten på 1980-talet (AARNIO & ÖSTMAN 1988) och år 2009. Sutare har påträffats i sjön sedan år 2007, men arten har även förekommit före sjön isolerades från havet (STORBERG 1982). Nors fångades inte i provfisket år 2007, men fanns åter i fångsten 2009. Lake har inte påträffats i provfiskeundersökningar i Västra Kyrksundet sedan före sjön isolerades från havet (STORBERG 1980b), men fångades igen 2009. År 2009 fångades även ett exemplar av sik, vilken inte rapporterats i tidigare undersökningar gjorda i sjön. Troligtvis har arten ändå funnits i sjön. Skillnaderna i de fångade arterna kan till en stor del troligen förklaras av olikheter i de använda metoderna vid provfiskeundersökningarna. Inga påfallande skillnader fanns 2009 mellan provfiskeomgångarna i juli och augusti. En något större fångst erhöles vid det senare provfisket.

Mängden biomassa per nätansträngning har hållits på samma nivå och antalet fiskar per nätansträngning har varit kring 60 till 70 individer sedan senare delen av 1980-talet (AARNIO & ÖSTMAN 1988). I jämförelse med då Västra Kyrksundet stod i kontakt med havet (STORBERG 1980b), har mängden och antalet fisk per nät varit betydligt mindre vid senare undersökningar (STORBERG 1982, AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Fångsten har ändå ökat sedan tiden direkt efter att sjön isolerades från havet (STORBERG 1982, AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Före isoleringen från havet dominerade mört provfiskefångsterna både i antal och i biomassa (STORBERG 1980b, STORBERG 1982), varefter populationen p.g.a. de förändrade salthalterna minskade (STORBERG 1982), för att igen dominera fångsten på 1980-talet (AARNIO & ÖSTMAN 1988). Sedan år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) har artens andel av det totala antalet och biomassan åter igen minskat. Mörtens medellängd och längdfördelning har sedan 1980-talet inte förändrats nämnvärt, medellängden år 2009 var 13 cm.

Gers utgjorde efter Västra Kyrksundets isolering från havet en betydande del av fångstens totala antal (STORBERG 1982, AARNIO & ÖSTMAN 1988), men nådde inte upp till samma värden 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) och 2009, även om en liten ökning i antal har skett sedan 2007. Anledningen till att gersen minskat kan vara att andelen rovfiskar ökat i Västra Kyrksundet.

Sedan isoleringen från havet har abborrpopulationen i sjön småningom återhämtat sig. Arten har visat en stadig ökning både i andel av totalantalet och -biomassan sedan 1980-talet (AARNIO & ÖSTMAN 1988, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). År 2009 utgjorde abborren mer än hälften av totalantalet och -biomassan, vilket innebär att dess andel av totalantalet var sju gånger större och dess andel av totalbiomassan nästan fem gånger mer än i början av 1980-talet (STORBERG 1982). Artens andel av totalbiomassan ökade även år 2009 i jämförelse med 2007, även om dess andel av totalantalet hölls på samma nivå. Längdklassen 13 cm tenderade att dominera abborrens längdfördelning 2009, det kan emellertid vara samma åldersklass som dominerade längdklassen 11 cm år 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Könstilldelningen hos abborre var förhållandevis jämn. Hos individer över 15 cm var majoriteten honor, men under längden 15 cm dominerade hanar.

I likhet med situationen i Östra Kyrksundet, antyder den minskande andelen mört att näringsförhållandena förbättrats (SAMMALKORPI & HORPPILA 2005, VILT- OCH FISKERIFORSKNINGSINSTITUTET 2008) i Västra Kyrksundet. Därtill har fiskbeståndet till en stor del anpassat sig till förhållandena i den isolerade sjön. Biomassan per nät var lite över 2 kg och antalet fiskar per nät något under 100 st. Fiskbeståndet kan därför klassas som medelstort (SAMMALKORPI & HORPPILA 2005), d.v.s. inga markanta förändringar har skett sedan 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). I likhet med de andra sjöarna, avlägsnar ett regelbundet fiske näringsämnen ur sjön, vilken ännu kan klassas som måttligt eutrof.

Fortsatta studier av sjöns fiskpopulation och limnologiska tillstånd rekommenderas (för eventuella förbättringar se MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Provfiske borde ske två gånger under säsongen för

att ge en enhetlig bild av fiskbeståndet. År 2009 hittades en kräfta, möjligtvis infekterad av brandfläckssjuka (orsakad av *Ramularia astaci*), i Björby träsk, som ligger på Östra och Västra Kyrksundets tillrinningsområde. Därför rekommenderas att eventuella framtida undersökningar av fisk- och kräftbestånden i sjöarna även kunde innefatta Björby träsk.

5.6 Jämförelser mellan de fem undersökta sjöarna

5.6.1 Sjöarnas limnologiska tillstånd

Utsötningsprocesserna i Långsjön, Markusbölefjärden, samt Östra och Västra Kyrksundet verkar vara i det närmaste fullbordade (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). Jämfört med de andra sjöarna hade Vargsundet under perioden 1990-2008 (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR) högre salthalter i bottenskiktet, även under sommaren 2009 uppmättes något högre salthalt i bottenvattnet. Halterna av totalkväve och -fosfor i yt- och bottenvattnet var oförändrade eller ökande under perioden 1990-2008 i samtliga sjöar (vattendata 1990-2008 från MILJÖBYRÅN/ÅLR). Speciellt i Vargsundet var halterna mycket höga i bottenvattnet, särskilt de extrema totalfosforhalterna är mycket oroväckande. Fortsatt arbete med att begränsa tillflödet av närsalter rekommenderas i samtliga sjöar och eventuella restaureringsåtgärder borde beaktas i Vargsundet.

5.6.2 Fiskbestånden i sjöarna

Fångsten per ansträngning var störst både till antal och till biomassa i Markusbölefjärden. Även Långsjön och Östra Kyrksundet hade stora fiskbestånd både till antal och till biomassa. I Västra Kyrksundet och Vargsundet var fiskbestånden medelstora. Abborre dominerade i biomassa i samtliga sjöar. Abborrens andel av totalantalet var störst i alla sjöar utom Vargsundet, där mörten dominerade i antal.

I Långsjön, Markusbölefjärden och Östra Kyrksundet fångades tio arter, i Vargsundet och Västra Kyrksundet nio. Olika fiskarter fastnar till varierande grad i provfiskenet och sannolikt finns det flera arter, vilka inte påträffades i provfiskeomgångarna år 2009, i sjöarna. Dock fångades fler arter under provfiskeundersökningen år 2009, jämfört med undersökningen år 2007. Den fördubblade provfiskeinsatsen i Markusbölefjärden, Långsjön, samt Östra och Västra Kyrksundet förklarar troligen största delen av skillnaderna i antalet arter. Ett utökat provfisket gav en mera enhetlig bild av det verkliga fiskbeståndet i sjöarna.

Kallvattenarten sik fångades enbart i Västra och Östra Kyrksundet. I Västra Kyrksundet fångades dessutom en lake. Förekomsten av sik och lake i dessa sjöar kan tolkas som att levnadsförhållandena på större djup var förhållandevis goda. Mörtfiskarnas andel av totalfångstens biomassa minskade i samtliga sjöar jämfört med tidigare provfiskeundersökningar (STORBERG 1980a; c, MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Minskningen av mörtfisk antyder att situationen de undersökta sjöarna inte förvärrats sedan 2007.

I undersökningen år 2007 konstaterades att andelen abborrar som ätit kräfta var starkt kopplat till kräftförekomsten i de undersökta sjöarna (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007). Abborrar utnyttjade kräfta som födotillgång i högre utsträckning då det fanns mycket kräftor. År 2009 var andelen abborrar som ätit kräfta högre än 2007 i Långsjön och Markusbölefjärden. Resultatet är antagligen mycket beroende av hur kräftornas skalömsningsfaser och därmed exponering för predatorer, sammanfaller med provfisketillfällena.

Skillnaden mellan provfiskeomgångarna i juli och augusti 2009 visar hur säsongen och väderförhållanden inverkade på fångstsammansättningen. Yttre faktorer påverkar provfiskeundersökningar och därmed även bilden av ett fiskbestånds utveckling. Det här bör beaktas i jämförelserna med tidigare provfiskeundersökningar. Kontinuerliga provfiskeundersökningar vartannat år är en nödvändighet för att på ett korrekt sätt kunna följa utvecklingen av fiskbestånden i dessa sjöar.

5.6.3 Parasiter

Bandmasken *L. intestinalis* förekom i liten utsträckning i alla sjöar utom Vargsundet. Majoriteten av de infekterade fiskarna var mört och björkna, hos vilka 3,5-4,6 % av de analyserade individerna var drabbade. Fisklöss, möjligen *Caligus lacustris*, återfanns i liten utsträckning i alla sjöar. Den drabbade arten var för det mesta abborre.

I alla sjöar, med undantag av Östra Kyrksundet, förekom det svarta fläckar på kroppen hos mörtar och björknor, möjligtvis fläcksjuka orsakad av sugmasken *P. cuticula*, eller en svampinfektion. Dock har inga fiskar skickats på prov. De svarta fläckarna var vanligare i Långsjön och Markusbölefjärden, där 12,9-13,8 % av de undersökta mörtarna och björknorna var drabbade, jämfört med Västra Kyrksundet och Vargsundet, där motsvarande andel varierade mellan 1,5-8,6 %.

6 Klassificering av fiskbestånden i fem åländska sjöar

Fiskbestånden i de fem åländska sjöarna Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet klassificeras i enlighet med EU:s vattendirektiv 2000/60/EG. Klassificeringen sker med hjälp av Vilt- och Fiskeriforskningsinstitutets framtagna klassificeringsguide (svenska översättningen) (VILT- OCH FISKERIFORSKNINGSINSTITUTET 2008). Klassificering enligt EU:s vattendirektiv baseras sig på en jämförelse mellan olika variabler av en viss sjö eller vattendrags vattenkvalitet, fiskbestånd, bottenfauna och växtplankton och referensvärden framtagna från referenssjöar med minimal mänsklig påverkan. För vissa sjötyper saknas opåverkade referenssjöar. För sådana sjöar har referensvärden framtagits på annat vis bland annat med hjälp av expertbedömningar och historiska och paleolimnologiska data (VILT- OCH FISKERIFORSKNINGSINSTITUTET 2008). Utifrån klassificeringen får varje variabel sedan ett EQR värde mellan 0-1 som kan användas för en sammanlagd klassificering av sjöarnas tillstånd. För att göra detta tas medianen av alla variabelers EQR-värden ("ecological quality ratio", VILT- OCH FISKERIFORSKNINGSINSTITUTET 2008).

Vid klassificeringen av ett fiskbestånds status används parametrarna biomassa per nätnatt, antal fiskar per nätnatt, mörtfiskarnas andel av den totala biomassan, rovfiskarnas (gös och abborre över 15 cm) andel av den totala biomassan samt en bedömning av det totala fisksamhällets artsammansättning. Denna klassificering baseras på data från 2007 års provfiske (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) samt 2009 års provfiske i sjöarna Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet samt Västra Kyrksundet. Utöver detta tillkommer även en bedömning av mängden klorofyll *a* samt totalfosfor och -kväve i ytvattnet under perioden 2000-2008 från maj till och med oktober månad. I slutändan görs en sammanvägd klassificering av sjöarnas tillstånd utifrån dessa tillgängliga data. Samtliga sjöar i denna klassificering tillhör sjötyp 12 (RrRk) vilket är näringsrika och kalkrika sjöar (data från Miljöbyrån, ÅLR, VILT- OCH FISKERIFORSKNINGSINSTITUTET 2008). De olika parametrarna av dessa sjöars fiskbestånd kommer sålunda att jämföras med referensvärden framtagna från fiskbestånd i liknande sjöar med minimal mänsklig påverkan.

2007 och 2009 års nätprovfiske genomfördes inte enligt standardiserat provfiskeprotokoll och kan därför egentligen inte användas som underlag för en regelrätt klassificering av sjöarnas fiskebestånd. Storleken på ett standardiserat nätprovfiske i en sjö är beroende av sjöns yta och djup. En stor sjö behöver provfiskas flera nätnätter än en liten sjö. Omfattningen av 2009 års nätprovfiske motsvarar inte fullt ut ett standardiserat nätprovfiske. Vargsundet skulle med sin yta och djup behöva 40 nätnätter men provfiskades med bara 17 nätnätter. Markusbölefjärden och Västra Kyrksundet storlek skulle behöva 24 nätnätter men provfiskades med 20 nätnätter vardera. Långsjön skulle behöva provfiskas med 32 nätnätter men fiskades med 20 nätnätter. Östra Kyrksundet skulle motsvara 40

nättnätter men fiskades med 20 nättnätter (NATURVÅRDSVERKET 2001). Provfisket år 2007 var enbart hälften av 2009 års provfiske förutom i Vargsundet där fiskansträngningen var densamma som år 2009. Ett standardiserat nätprovfisket bör även utföras så att alla djup i sjön blir representerade. Provfisket 2007 och 2009 innehöll en del djupare lokaler men var i första hand inriktad på djupintervallen 0-3 och 3-6 meter. Dock bör här understrykas att nätprovfisket 2007 och 2009 ändå var relativt omfattande och bör kunna ge en förhållandevis god fingervisning av de olika fiskbeståndens tillstånd. För en mera tillförlitlig klassificering av fiskbeståndens tillstånd i dessa sjöar bör ett standardiserat provfiske från flera år ligga till grund. I provfisket 2009 liksom i tidigare provfiske i dess sjöar (MUSTAMÄKI AHLBECK 2007) användes nordiska kustprovfiskenät. I nätfisket i Vargsundet under 2007 och 2009 användes även översiktsnät vid två av de tre fiskeomgångarna respektive år (se material och metoder del 3.1). Den nättyp som bör användas vid standardiserat provfiske av insjöar är original nordic nets med den minsta maskstorlekarna (Pers. komm. Johanna Mattila/Husö Biol. 2.11.2009). Vi har i denna klassificering valt att bortse från skillnader i nätfiskemetod då underlaget för en klassificering av Vargsundet annars skulle vara allt för litet. Fångstskillnaderna mellan de nordiska kustprovfiskenäten och översiktsnäten i Vargsundet är i inte iögonfallande stora och de sammanlagda provfiskeresultaten borde ge ett bättre underlag för en klassificering.

6.1 Resultat av Fiskebeståndens klassificering

I denna sammanställning analyseras fiskedata från 2007 och 2009 för sig men även ihopslagna där medelvärdet av de bägge provfiskerna redovisas. Halterna av kväve och fosfor i ytvattnet i sjöarna mellan maj och oktober redovisas för sig och används även i den sammanlagda klassificeringen av sjöarna. Medianen av det erhållna EQR värdena från samtliga använda variabler ger den sammanlagda klassificeringen av varje sjö.

6.1.1 Fiskbeståndsklassificering utifrån 2009 års data

Resultaten av klassificeringen visar att Vargsundet får hög status vad det gäller fiskfångstens biomassa, antal, andel mörtfiskar och andel rovfiskar av total biomassan. Bedömningen av fiskbeståndets sammansättning ger en god status. Den sammanvägda bedömningen av Vargsundets fiskbestånd 2009 ger en hög status. Västra Kyrksundet får samma klassificering som Vargsundet för samtliga variabler och även här bedöms den sammanlagda statusen av fiskbeståndet till hög. Östra Kyrksundet får en dålig status vad det gäller biomassans storlek. Antalet fångade fiskar klassas med måttlig status. Mörtfiskarnas andel av biomassan liksom rovfiskarnas andel av biomassan klassas bägge med hög status. Fiskbeståndets sammansättning klassas med god status och den totala bedömningen av fiskbeståndet 2009 blir god status. Markusbölefjärdens fiskbestånd får till storleken av biomassan klassificeringen dålig, antalet fångade fiskar renderar klassen otillfredställande. Andelen mörtfiskar och rovfisk av biomassan ger bägge en hög status. Fiskbeståndets sammansättning klassas som gott och den sammanlagda bedömningen av fiskbeståndet blir sålunda en god status.

Fiskbeståndets biomassa i Långsjön klassas som otillfredsställande och antalet fiskar klassas med måttlig status. Andelen mörtfiskar och rovfisk i biomassan klassas som hög status. Fiskbeståndets sammansättning klassas som god. Den totala bedömningen av fiskbeståndet i Långsjön 2009 blir god status (Tab. 4).

6.1.2 Fiskbeståndsklassificering utifrån 2007 års data

En analys av provfisket 2007 ger ett liknande resultat som 2009 års provfiske med några undantag. Västra Kyrksundets biomassa klassificeras som god och inte hög. Markusbölefjärden klassas i antal fiskar som dålig och inte otillfredsställande, liksom Östra Kyrksundets antal fiskar klassas som otillfredsställande och inte måttlig (Tab. 4).

6.1.3 Kväve och fosfor samt klorofyll a 2000-2008

Vid klassificeringen av totalkväve och totalfosfor samt klorofyll a i ytvattnet i sjöarna har medianen av de uppmätta värdena under perioden maj till och med oktober år 2000 till och med år 2008 använts. De uppmätta värdena har jämförts mot referensvärdena framtagna från sjöar av sjötyp 12 (Rk). Vargsundet fick en god status vad det gäller fosfor och klorofyll a men måttlig status av kväve. Markusbölefjärden hade otillfredsställande höga värden av fosfor och måttliga halter av kväve men fick hög status vad det gäller klorofyll a. Långsjön hade måttliga värden av kväve och fosfor men hög status av klorofyll a. Östra Kyrksundet fick hög status vad det gäller halterna av fosfor och klorofyll a, kvävehalterna klassades med god status. Västra Kyrksundet fick en hög status vad det gäller fosfor och klorofyll a medan kvävehalterna klassades med god status (Tab. 4).

6.1.4 Total klassificering av sjöarna

Då medianen av samtliga variablers EQR från 2007 och 2009 års fiske sammanställs får Vargsundet och Västra Kyrksundet en hög status. Medan Långsjön, Markusbölefjärden och Östra Kyrksundet får en god status (Tab.4). Den totala klassificeringen av sjön där all tillgänglig data för fiskbestånden 2007 samt 2009 tillsammans med data över klorofyll a samt totalkväve och -fosfor i ytvattnet under maj till och med oktober visar att samtliga sjöar uppnår ett EQR som motsvarar god status. Västra Kyrksundet får till och med en hög status (Tab.4).

Tabell 4. Klassificering av fiskbestånden baserat på provfiske i fem åländska sjöar år 2009. Färgkodningen indikerar statusen hos varje sjös fiskbestånd för varje variabel.

Table 4. Classification of the fish population based on test fishing in five lakes in the Åland islands in 2009. The colour code indicates the status of each lakes fish population for the various variables.

Sjö	Vargsundet	Markusbölefjärden	Långsjön	Östra Kyrksundet	Västra Kyrksundet
Sjöklass	sjötyp 12 (Rk)	sjötyp 12 (Rk)	sjötyp 12 (Rk)	sjötyp 12 (Rk)	sjötyp 12 (Rk)
Sjöstorlek	110	156	143	200	59,5
Fiske 2007					
Biomassa (gram/nättnatt)	1697,9 (H)	6613,8 (D)	3583,2 (O)	4718,1 (D)	2344,6 (G)
Antal fiskar (antal/nättnatt)	55,1 (H)	213,3 (D)	123,6 (M)	156 (O)	70,8 (H)
Mörtfiskarnas andel av biomassa (%)	49,4 (H)	43 (H)	43,3 (H)	47,5 (H)	49,1 (H)
Rovfiskens andel av biomassa (%)	24,4 (H)	34,3 (H)	32,4 (H)	39,7 (H)	16,1 (G)
Antal arter (var av indikatorarter)	8 (0) (G)	7 (0) (G)	7 (0) (G)	8 (0) (G)	9 (0) (G)
Fiskbeståndets totala status 2007 (EQR)	0,98 (H)	0,6 (G)	0,66 (G)	0,6 (G)	0,84 (H)
Fiske 2009					
Biomassa (gram/nättnatt)	1983,4 (H)	5092 (D)	4150,6 (O)	4640 (D)	2039,7 (H)
Antal fiskar (antal/nättnatt)	63,5 (H)	143,9 (O)	136,6 (M)	132,8 (M)	64,5 (H)
Mörtfiskarnas andel av biomassa (%)	46,1 (H)	34,6 (H)	27,7 (H)	35,9 (H)	33,3 (H)
Rovfiskens andel av biomassa (%)	27,5 (H)	40 (H)	40,4 (H)	37,4 (H)	29,7 (H)
Antal arter (var av indikatorarter)	9 (0) (G)	10 (0) (G)	10 (0) (G)	10 (1) (G)	9 (2) (G)
Fiskbeståndets totala status 2009 (EQR)	1 (H)	0,66 (G)	0,68 (G)	0,66 (G)	1 (H)
Fiske 2007 & 2009					
Medelvärde Biomassa (gram/nättnatt)	1840,6 (H)	5852,9 (D)	3866,9 (O)	4679,1 (D)	2192,2 (H)
Medelvärde Antal fiskar (gram/nättnatt)	59,3 (H)	178,6 (O)	130,1 (M)	144,4 (O)	67,65 (H)
Mörtfiskarnas andel av totalbiomassa (%)	47,8 (H)	43 (H)	35,5 (H)	41,7 (H)	41,2 (H)
Rovfiskens andel av totalbiomassa (%)	25,9 (H)	37,1 (H)	36,4 (H)	38,5 (H)	22,9 (H)
Antal arter (var av indikatorarter)	9(0) (G)	10 (0) (G)	10 (0) (G)	10(1) (G)	9(2) (G)
Fiskbeståndets totala status 2007och 2009 (EQR)	1 (H)	0,6 (G)	0,66 (G)	0,6 (G)	1 (H)
Fiskbeståndets totala status 2007 och 2009 (median av samtliga fiskbeståndsvariablers EQR)	0,98 (H)	0,63 (G)	0,67 (G)	0,65 (G)	0,99 (H)
Vattneparametrar 2000-2008					
Totalfosfor (µg/l)	26 (H)	50 (O)	47 (M)	17 (H)	18,5 (H)
Totalkväve (µg/l)	900 (M)	860 (M)	810 (M)	585 (G)	530 (G)
Klorofyll a (µg/l)	7,9 (G)	4,6 (H)	6,5 (H)	4,3 (H)	4,35 (H)
Slutlig klassificering					
Sammanlagd klassificering av samtliga variabler (EQR)	0,6 (G)	0,6 (G)	0,66 (G)	0,66 (G)	0,8 (H)

Färgkodning

Hög (H)	God (G)	Måttlig (M)	Otillfredsställande (O)	Dålig (D)	Ej klassificerad
---------	---------	-------------	-------------------------	-----------	------------------

6.2 Diskussion av klassificeringen

Variablerna biomassa per nätnatt och antal fångade fiskar per nätnatt är dipolära, det vill säga både mycket stora fångster och mycket små fångster jämfört med referensvärdena ger en sämre klass (VILT- OCH FISKERIFORSKNINGSINSTITUTET 2008). Utifrån data från provfisket år 2009 klassades variabeln biomassa i Markusbölefjärden och Östra Kyrksundet med en dålig status. Fiskfångstens vikt är där mycket stor jämfört med referensvärdena för sjöar av typ 12 (RrRk). Långsjöns biomassa är också relativt stor klassas och den klassas som otillfredsställande. Vargsundet och Västra Kyrksundet gav något mindre fiskfångster och klassificeras med hög status. Till antalet var fiskbestånden relativt stort i Markusbölefjärden och klassas därmed med otillfredsställande status. Långsjön och Östra Kyrksundet får en måttlig status. Vargsundet och Västra Kyrksundet får med sitt mindre antal fångade fiskar en hög status. Fiskbeståndens sammansättning med avseende på andelen mörtfiskar och rovfiskar av den totala biomassan klassas däremot som hög i samtliga sjöar. Samtliga sjöar har hög andel rovfiskar i biomassan och karpfiskarnas andel är låg.

De skilda klassificeringarna av fiskbestånden 2007 och 2009 blir tämligen lika men skiljer sig på några punkter. När provfisket 2007 analyseras för sig får Västra Kyrksundets något högre biomassa 2007 klassificeringen god istället för 2009 års klassificering hög. Rovfiskarnas andel av biomassan i Västra Kyrksundet var mindre 2007 och ger klassen god istället för hög. Markusbölefjärdens höga antal av fiskar ger klassen dålig istället för otillfredsställande. Detsamma gäller för Östra Kyrksundets höga antal fångade fiskar som ger klassen otillfredsställande istället för måttlig. Dessa skillnader avspeglar fiskbeståndens utveckling i sjöarna mellan åren 2007 och 2009, men det är också möjligt att skillnaderna kommer sig av skillnader i provfisket omfattning. När provfiskeresultaten från 2007 och 2009 analyseras ihop i form av medelvärden så stämmer klassificeringen överens med den för 2009 års provfiske, dock med undantag för Östra Kyrksundets antal fiskar som klassas med otillfredsställande istället för måttligt.

Beträffande klorofyll *a* erhåller alla sjöar en hög status utom Vargsundet som får en god status. Dock saknas uppgifter om totala växtbiomassan i sjöarna samt blågröna algers procentuella andel av biomassan. Östra och Västra Kyrksundet får hög status av fosforhalter i ytvattnet. Vargsundet får god status medan Långsjön får måttlig status och Markusbölefjärden får otillfredsställande status. Beträffande halterna av totalkväve i ytvattnet får Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet en god status. Vargsundet, Långsjön och Markusbölefjärden får en måttlig status. Man bör komma ihåg att denna klassificering baseras på halterna av kväve och fosfor i ytvattnet och säger inget om tillståndet på djupare vatten i sjöarna.

Den sammanvägda klassificeringen av sjöarnas fiskbestånd baseras på medianen av de EQR-värden som de olika klassificerade variablerna gett. Markusbölefjärden, Långsjön och Östra Kyrksundets fiskbestånd klassificeras i kategorin god medan Vargsundet och Västra Kyrksundets fiskbestånd klassas med hög status.

Referensvärdena i klassificeringen av sjöars fiskbestånd är utformade utifrån standardiserade nätprovfisken. Denna klassificering baseras på provfiskedata från 2007 och 2009. Ingen av provfiskeomgångarna uppfyller till fullo ett standardiserat provfiske. Nättypen som används i Vargsundet i dessa undersökningar skiljer sig från de som bör användas för nätprovfiske av insjöar. Vi har i denna klassificering valt att bortse från skillnader i nättyp då underlaget för en klassificering annars skulle vara för litet. Vilken nättyp som används kan påverka fångstens sammansättning, biomassan fångad fisk per nätnatt och hur stort antal fiskar som fångas per nätnatt. Undersökningen av fiskbestånden i sjöarna åren 2007 och 2009 inriktade sig med några undantag i första hand på djupintervallen 0-3 och 3-6 meter. I ett standardiserat provfiske är det möjligt att en större andel av fiskeansträngningen skulle ske på större djup vilket troligtvis skulle sänka den totala fångsten per nätnatt. Därför är det möjligt att klassificeringsvariablerna biomassan och antalet fiskar per nätnatt är något större jämfört med referensvärdena framtagna med standardiserat provfiske. Avvikelseorna i metodiken orsakar en viss osäkerhet i denna klassificering av fiskbestånden i sjöarna. Inga fiskar har ålderbestämts i 2007 eller 2009 års undersökning och åldersstrukturen för de olika fiskarterna kan sålunda inte bedömas. Detta är att rekommendera i eventuella framtida studier av fisksamhället i dessa sjöar.

Bedömningen av sjöarna kan tyckas vara grov, och det går att ha många invändningar mot detta klassificeringssystem. Dock ger klassificeringen en lättöverskådlig överblick av fiskbeståndens sammansättning i dessa sjöar. Halterna av klorofyll *a* samt kväve och fosfor i ytvattnet under maj till och med oktober 2000-2008 har inkluderats i den sammanvägda klassificeringen. Då uppgifter saknas har övriga vattenparametrar inte kunnat inkluderas i sammanställningen. Det är viktigt att poängtera att en klassificering av sjöars tillstånd alltid skall genomföras med all tillgänglig data och att de enskilda klassificerade parametrarna inte bör användas var för sig som utlåtande på en sjös status. Denna klassificering är inte någon fullständig klassificering av sjöarna utan kan enbart användas som ett inledande steg till en eventuell senare helhetsbedömning och klassificering av dessa sjöar.

7 Konklusioner

- Inga anmärkningsvärda förändringar har skett i Vargsundets fiskbestånd sedan 1998. Fiskbeståndet kan klassas som medelstort. Abborrens andel av populationen ökade medan mörtens minskade. Kräftpopulationen var fortfarande liten och kräftorna var av en liten storlek. De höga näringshalterna i det stagnerade bottenskiktet och speciellt de extrema totalfosforhalterna, utgör fortfarande en stor risk för ökad grad av eutrofiering i sjön. Klassificeringen av fiskbeståndet i sjön utifrån tillgängliga data ger en hög status. Den sammanlagda klassificeringen utifrån tillgänglig data ger god status.
- Markusbölefjärdens fiskbestånd var mycket stort och dominerades av abborre. Halterna av totalkväve och framförallt totalfosfor var otillfredsställande höga. Klassificeringen av fiskbeståndet i sjön liksom den sammanlagda klassificeringen av sjön utifrån tillgängliga data ger bägge en god status.
- Långsjön hade ett stort och abborrdominerat fiskbestånd. Sjöns vatten hade otillfredsställande höga halter av totalkväve och speciellt totalfosfor. Klassificeringen av fiskbeståndet i sjön liksom den sammanlagda klassificeringen av sjön utifrån tillgängliga data ger bägge en god status.
- Fiskbeståndet i Östra Kyrksundet var stort. Abborrens andel av populationen fördubblades sedan 1970- och 80-talet, mörtens andel minskade. De förhållandevis höga näringshalterna gör att sjön fortfarande kan klassas som eutrof. Klassificeringen av fiskbeståndet i sjön liksom den sammanlagda klassificeringen av sjön utifrån tillgängliga data ger bägge en god status.
- Fiskbeståndet i Västra Kyrksundet har anpassat sig till utpräglade sötvattensförhållanden och beståndet var medelstort. Abborrens andel av populationen ökade, medan mörtens minskade. Näringsituationen i sjön är troligen bättre än på 1970-talet, men sjön kan ännu klassas som eutrof. Klassificeringen av fiskbeståndet i sjön liksom den sammanlagda klassificeringen av sjön utifrån tillgängliga data ger bägge en hög status.

8 Tack till

Herbert Svenblad, Kenneth Rammsdahl, Kurt-Erik Jansson, Fjalar Eklund, Sture Eriksson, Bengt Mattsson, Thor-Erik Johansson, Jerry Mattsson, Jan Nordin, Göte Wine och Bert Hellman för bistånd i form av båtar och annat material. Tack också till alla andra som bidragit med information och hjälp. Tack även till Johanna Mattila och Åsa Hägg för handledning och synpunkter på rapportmanus. Och slutligen tack alla på Husö biologiska station för en trevlig sommar.

Litteratur

AARNIO, K. & ÖSTMAN, T. 1988. Undersökning av kyrksunden i Sund: vattenkvalitet, planktonsammansättning och fiskbestånd. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse. Nr 66, 36 s.

BRÖNMARK, C. & HANSSON, L.A. 2005. *The Biology of Lakes and Ponds*. Oxford University Press, Oxford, 285 s.

ESKELINEN, U. 2009. Kalaterveys 2008. Strategian toimeenpääntön arviointi. Tillgänglig på Internet, http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/kalaterveys_2008_strategian_toimeenpanon_arviointi.pdf, (25.6.2009).

EVERHART, W. H. & YOUNGS, W. D. 1981. *Principles of Fishery Science*. Cornell University Press, London, 394 s.

HELMINEN, O. 1978. Tillrinningen till Markusbölefjärden och Långsjön 1976. Husö biol. Stat. Medd. Nr 20, s. 5-30.

KILPINEN, K. 2009. Rapu. Kalatalouden Keskusliitto. Tillgänglig på Internet, <http://www.ahven.net/suomi/esitteet/rapuesite1.php>, (24.6.2009).

KINNERBÄCK, A. 2001. Standardiserad metodik för provfiske i sjöar. Stratifierad provtagning med Nordiska översiktsnät möjliggör statistiskt säkra analyser av fisksamhällenas status och förändringar över tiden. Fiskeriverket informerar 2, 24 s.

LINDHOLM, T. 1973. Undersökning av brackvattensjöarna Västra Kyrksundet och Östra Kyrksundet i Sund, med speciell hänsyn till växtplanktons primärproduktion. Pro gradu avhandling. Institutionen för biologi, Åbo Akademi, 102 s.

LINDHOLM, T. 1975. Meromiktiska sjöar på Åland – en undersökning av åländska sjöar med bräckt vatten. Husö. biol. stat. Medd. Nr 17, s. 17-41.

LINDHOLM, T. 1991. Från havsvik till insjö. Miljöförlaget, Helsingfors, 160 s.

LINDHOLM, T., ÖHMAN, P., KURKI-HELASMO, K., KINCAID, B. & MERILUOTO, J. 1999. Toxic algae and fish mortality in a brackish-water lake in Åland, SW Finland. *Hydrobiol.* 397: 109-120.

MUSTAMÄKI, N. & AHLBECK, I. 2007. Fisk- och kräftbestånden i fem åländska sjöar sommaren 2007. Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 120, 49 s.

NATURVÅRDSVERKET. 2001. Provfiske i sjöar. Naturvårdsverket. Version 1:2 S. 1-22.

NUMMELIN, C. & PERUS, J. 1999. Hydrografi, primärproduktion, växtplanktonsammansättning, bottenfauna, kräft- och fiskbestånd i Vargsundet sommaren 1998. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 98, 36 s.

NUMMELIN, C. 2000. Uppföljning av situationen i Vargsundet sommaren 1999 samt en miljökonsekvensbedömning av den planerade slussen. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 99, 28 s.

PETHON, P. & SVEDBERG, U. 2004. Fiskar. Naturserien, Prisma, 162 s.

SAMMALKORPI, I. & HORPPILA, J. 2005. Ravintoketjुकunnostus. I: Ulvi, T. & Lakso, E. (red.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114, Suomen Ympäristökeskus, Edita, Helsingfors, s. 169-190.

STORBERG, K.-E. 1980a. Situationen i Vargsundet under 1970-talet, med speciell hänsyn till kräftbeståndet. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse. Nr 17, 7 s.

STORBERG, K.-E. 1980b. Fiskbeståndet i fem åländska kustsjöar (Inre Verkviken, Kyrksunden, Långsjön och Markusbölefjärden). Rekommendationer och åtgärdsförslag. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse. Nr 14, 26 s.

STORBERG, K.-E. 1980c. Förekomst och fångst av flodkräfta på Åland åren 1976-1978. Husö biol. Stat. Medd. Nr 22, s. 33-104.

STORBERG, K.-E. 1980d. Kräftundersökningar år 1979. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse. Nr 10, 30 s.

STORBERG, K.-E. 1982. Fiskbeståndet i Västra Kyrksundet åren 1975-1981. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse. Nr 26, 10 s.

SVÄRDSON, G. 1976. Fiskar och fiske i de stora sjöarna. I: Statens Naturvårdsverk (red.). Sjöar under påverkan, Statens naturvårdsverk Publikationer 2, LiberFörlag, Stockholm, s. 61-72.

TULONEN, J., JÄRVENPÄÄ, T. & WESTMAN, K. 1999. Yleistä rapututkimuksista tarkkailussa. I: Böhling, P. & Rahikainen, M. (red.). Kalataloustarkkailu. Periaatteet ja menetelmät, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsingfors, s. 232-272.

URHO, L. 1999. Poikastutkimukset. I: Böhling, P. & Rahikainen, M. (red.). Kalataloustarkkailu. Periaatteet ja menetelmät, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsingfors, s. 58-76.

WESTMAN, K. & NYLUND, V. 1985. Rapu ja ravustus. Weilin-Göös, Esbo, 173 s.

VILT- OCH FISKERIFORSKNINGSINSTITUTET, 2008. Referensvärden och bedömningsgrunder för ekologisk klassificering av ytvatten. Finlands miljöcentral, 74 s.

ÅDJERS, K. 1986. Undersökning av Vargsundet 1986. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse. Nr 53, 18 s.

ÅLANDS LANDSKAPSREGERING, 2005. Kontrollprogram för Vargsundet/Ösundet, Vargsundsådran och Bodafjärden. Nf2-31-98-1. Protokoll fört vid enskild föredragning, 18.10.2005.

De senaste Forskningsrapporterna från Husö biologiska station:

No 115 2006 MÄENSIVU, M.: Testning av parametrar (klorofyll-*a* och djuputbredning av blåstång, *Fucus vesiculosus*) för beskrivning av biologiska kvalitetsfaktorer enligt EU:s ramdirektiv för vatten [*Testing the parameters (chlorophyll-a and depth distribution of bladder wrack, Fucus vesiculosus) for describing the Biological Quality Elements according to the EU Water Framework Directive*]

No 116 2007 AHLBECK, I.: Kartering av fiskbestånd på Föglö, SE Åland. (*Survey of fish stocks on Föglö, SE Åland*).

No 117 2007 NYGÅRD, H.: Bottenfaunan och hydrografen i den åländska ytterskärgården sommaren 2006. (*The benthic fauna and hydrography in the outer archipelago zone of Åland Islands in the summer of 2006*).

No 118 2007 KOHONEN, T. & J. MATTILA (red.): Mesoskaliga vattenkvalitetsmodeller som stöd för beslutsfattande i skärgårdsregionerna Åboland-Åland-Stockholm, BEVIS- slutrapport. (*Mesoscale water quality models as support for decision making in the archipelagos of Turku, Åland and Stockholm, BEVIS final report*).

No 119 2007 PUNTILA, R.: Basinventering av potentiellt viktiga *Chara*-vikar på norra Åland. (*Fundamental research of potentially important Chara-bays in northern Åland*)

No 120 2007 MUSTAMÄKI, N. & I. AHLBECK: Fisk- och kräftbestånden i fem åländska sjöar sommaren 2007. Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet. (*Fish and crayfish stocks in five lakes in the Åland Islands in the summer of 2007*)

No 121 2008 SÖDERSTRÖM, S.: Test av klassificeringsmetoder för Ålands kustvatten enligt EU:s ramdirektiv för vatten – Klorofyll-*a* och mjukbottenvegetation. (*Testing of classification methods for coastal waters at Åland Islands according to the EU Water Framework Directive – Chlorophyll-a and soft-bottom vegetation*)

No 122 2009 AARNIO, K.: Kvalitetsfaktorer för EU:s vattendirektiv i kustområden: bottenfauna. Jämförelse av olika sällstorlek och provtagningsdesign i beskrivandet av bottenfaunasamhällen. (Quality elements for EU Water Frame Directive in coastal areas: zoobenthos. Comparing different sieve sizes and sampling designs in characterizing the zoobenthic assemblages)

No 123 2009 PERSSON, J.: Uppföljning av kräftbestånden i fyra Åländska sjöar 2008. (*A follow up study of the crayfish populations in four lakes in Åland 2008*)

No 124 2009 NYSTRÖM, J.: Basinventering av bottenvegetationen i grunda havsvikar med potentiell förekomst av kransalger i Saltvik, Sund och Föglö, Åland (*An inventory of the underwater vegetation in coastal lagoons with a potential presence of stoneworts in Saltvik, Sund and Föglö, Åland Islands*)

No 125 2009 HÄGGQVIST, K. & J. PERSSON: Uppföljning av fiskbestånden i Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet, samt kräftpopulationen i Vargsundet. (*A follow-up of the fish population in lakes Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet and Västra Kyrksundet, as well as the crayfish population in lake Vargsundet*) (Detta nummer, present no.)

ISSN:0787-5460
ISBN: 978-952-12-2378-5 (pdf)

Åbo 2009

Uniprint