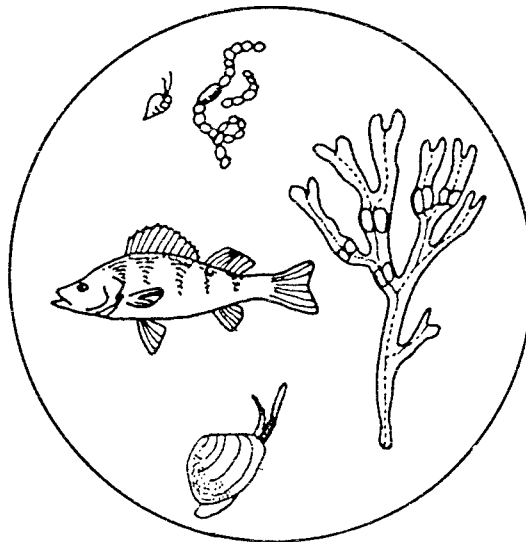


**FORSKNINGSRAPPORTER  
FRÅN  
HUSÖ BIOLOGISKA STATION**

**No 91 (1994)**



*Alf Norkko & Erik Bonsdorff*

**Bottenfauna och hydrografi i området mellan kust och öppet hav i  
den åländska skärgården.**

*(Zoobenthos and hydrography in the transition-zone between the shallow  
coastal bottoms and the open sea in the Åland archipelago, N. Baltic Sea)*

Husö biologiska station  
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: 22220 Emkarby, telefon: 928-37221, telefax: 928-37244 (även: BioCity, Åbo Akademi, 20520 Åbo, telefon: 921-654311).

The series **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** contains scientific results and processed data from research activities of Husö biological station, Department of biology, Åbo Akademi University; the authors have full responsibility for the contents of each issue. The series is a sequel to the publications: **Husö biologiska station Meddelanden** and **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Inquiries should be addressed to: Husö biological station, Åbo Akademi University. Address: SF-22220 Emkarby, Finland, phone: (9)28-37221, telefax: (9)28-37244. Also: BioCity, Åbo Akademi University, SF-20520 Åbo, Finland, phone: (9)21-654311.

Redaktör:

Editor: Ea Maria Blomqvist

Åbo Akademis tryckeri - Åbo 1995

ISBN: 951-650-505-8

ISSN: 0787-5460

Forskningsrapporter från Husö biologiska station. No 91 (1994): 1-44 ISSN: 0787-5460,  
ISBN:951-650-505-8

## **Bottenfauna och hydrografi i området mellan kust och öppet hav i den åländska skärgården**

*(Zoobenthos and hydrography in the transition-zone between the shallow coastal bottoms and the open sea in the Åland archipelago, N. Baltic Sea)*

Alf Norkko & Erik Bonsdorff  
Husö biologiska station  
22220 Emkarby, Åland  
Finland

### **Abstract**

*In 1994 zoobenthos and hydrography was studied on 29 stations in the Åland archipelago. These stations which are all in the depth-range of 20 to 40 m, represent two categories: the exposed stations in the transition-zone between the shallow coastal bottoms and the open sea, and the sheltered bottoms in the inner and middle archipelago. The main emphasis of the study was on zoobenthos, but in order to facilitate interpretation of the biotic data hydrography, chemistry and basic sediment characteristics were included. The main aim of the study was to create a baseline (19 new stations) of the situation on the bottoms of this depth-strata. Further aims were to compare the two categories of bottoms and to identify possible longterm changes that may have occurred on the previously visited stations since the 1970's.*

*Clear differences were identified in regard to the physical, chemical and biological characteristics between the two categories of bottoms.*

*The results revealed that the bottoms at the interface between shallow coastal bottoms and the open sea are in fairly good condition and of importance from a productional point of view. These bottoms however, exhibit clear signs of structural disturbance with elevated abundance and biomass values. The sheltered bottoms exhibit natural differences from the exposed, but are also more affected by the local sources of nutrients. An analysis of the situation 1976/78 and 1993/94 gives further evidence of the ongoing process of eutrophication with increased total abundance and biomass. It is concluded that the nutrient load remains the main source of stress in the Åland archipelago waters.*

## Introduktion

Sommaren 1994 utfördes en undersökning av bottenfauna och hydrografi i den åländska ytterskärgården. Ett flertal systematiska karteringar av bottenfaunan i den åländska skärgården har utförts utgående från Husö biologiska station sedan 1970-talet (HELMINEN 1974, WESTERBERG 1978, ERIKSSON & LEPPÄKOSKI 1983, BLOMQVIST & BONSDORFF 1986, BONSDORFF 1988, ÖSTMAN 1988, SANDBERG et al. 1989, SUOMALAINEN 1989, BONSDORFF et al. 1990, BONSDORFF et al. 1991, WISTBACKA 1994). Ett gediget bakgrundsmaterial har således byggts upp vilket befämjar analysen av långtidsförändringar (såväl naturliga variationer som förändringar förorsakade av människan) och ökar vår möjlighet att korrekt tolka förändringar i bottenfaunasamhällets struktur och funktion (BONSDORFF & BLOMQVIST 1993).

Hittills har flertalet undersökningar fokuserats på grunda bottnar på mellan 1-25 m:s djup i inner- och mellanskärgården. Syftet med detta arbete var att kartera bottnar i den åländska ytterskärgården på 20 och 40 m:s djup som en grund för miljöövervakning i framtiden.

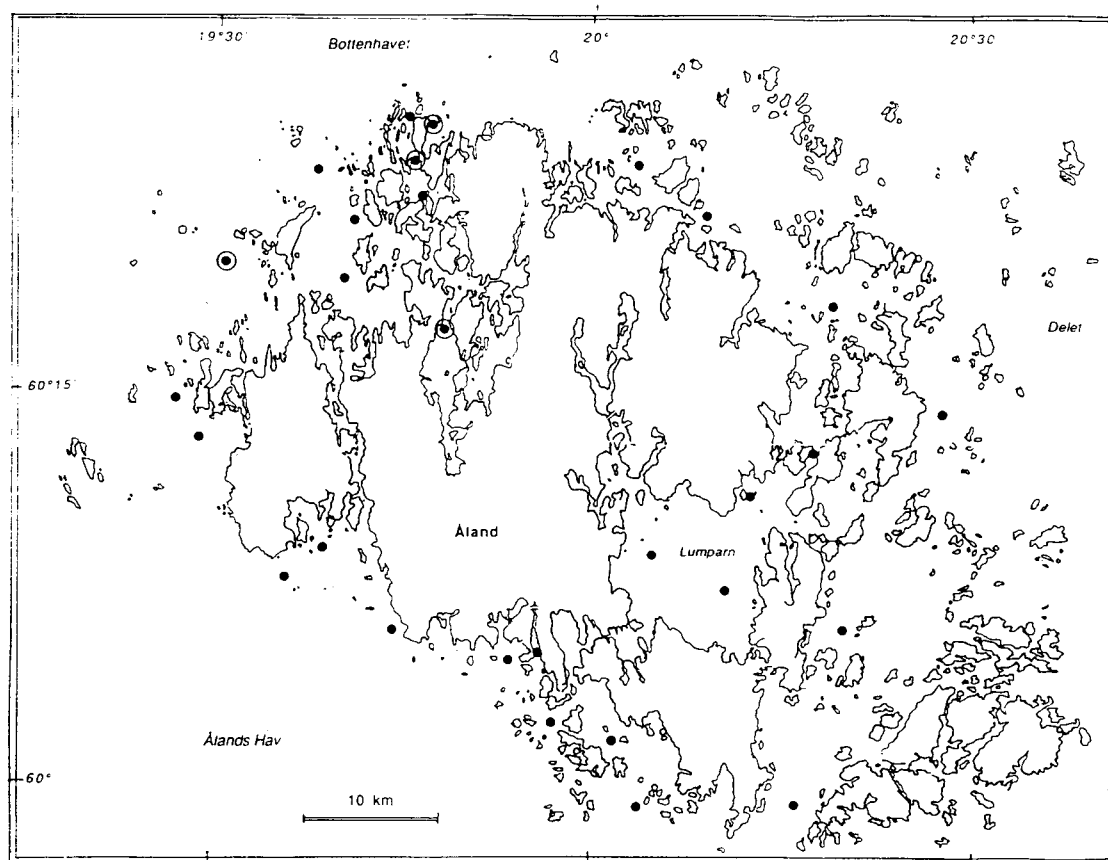
Bottarna i detta djupstrata har varit rätt bristfälligt undersökta (med undantaget av Husös Ål-stationer) eftersom provtagningar från dessa djup ligger på gränsen till vad som är möjligt från småbåtar (och provtagning för hand) och eftersom den nationella övervakningen med havsforskningsfartyg generellt begränsar sig till djupare bottnar på öppet hav. Bottarna i detta djupstrata kan betecknas som ekvivalenter till de stora havsområdenas kontinentala "hyllor" (continental shelf).

Arbetet utfördes utgående från och på Husö biologiska station på uppdrag och finansierat av Ålands Landskapsstyrelse med hjälp av stationens praktikanter. Övriga finansiärer av detta arbete var Åbo Akademi samt Finlands Akademi (miljövetenskapliga kommissionen) via projektet "Sedimentkvalitet och bottenfauna" (E. B.).

## Undersökningsområden

Totalt 29 stationer runt fasta Åland besöktes i juni/juli 1994. Kriterierna vid val av stationer var att de möjligast väl skulle täcka kustområdet och variationen av botten typer (sand-lera; erosions- transport- och ackumulationsbottnar), samt ligga på ett djup mellan 20 och 40 m. Därtill skall stationerna vara lätta att lokalisera och nå. För att få en uppfattning om säsongsvariationen återbesöktes 4 av dessa stationer (2 sandbotten lokaler, 2 lokaler med lersediment) i oktober. 10 av de 29 stationerna har hört till Husös provtagningsnätverk från tidigare (8 Ål-stationer). Av de återstående 19 nya stationerna föreslås ett urval (baserat på stationernas lämplighet) förbli permanenta vid en fortsatt övervakningsversamhet.

Undersökningsområdet kan i sin helhet delas i två olika typer; dels stationer i skyddade havsvikar-/områden, och dels stationer som ligger exponerade mot öppet hav. Denna förenklade klassificering reflekteras i sedimentkvalitet på stationerna, där skyddade lokaler generellt sett har högre organisk halt i sedimentet och karakteriseras som stationer med lersediment. De exponerade områdena har i regel en låg organisk halt i sedimentet där sedimenttypen har inslag, eller dominans, av sand. Även på en öst-västlig skala finns väsentliga skillnader i sedimenttyp. Västra Ålands kustområde karakteriseras av hög topografisk öppenhet, rakare kustlinje och kraftig sluttning ner till djup på över 200 m i Ålands hav. Området domineras av erosionsbottnar och sydlig strömningsriktning. De östra delarna av fasta Åland har en lägre topografisk öppenhet, mer mosaikartad skärgård och ett mindre medeldjup (ca 20 m). Detta område domineras av transport- och ackumulationsbottnar, och en nordlig strömningsriktning.



**Fig. 1.** Översiktskarta över fasta Åland med samtliga stationer utmärkta (•). ⊙ = stationer som återbesöktes på hösten. *The investigated stations (•) in the main Åland archipelago, ⊙ = indicate stations that were revisited during fall.*

För att beskriva stationerna och områdena de befinner sig i, har vi av praktiska skäl delat in fasta Åland i 4 sektorer utgående från skärningspunkten mellan 60°15'N och 20°00'E: NW-Åland, SW-Åland, NO-Åland samt SO-Åland. Trots denna indelning kommer rapporten i resultaten och helhetsanalysen av bottenfaunan att baseras på exponering och sedimenttyp på alla stationer.

#### *NW - Åland*

Området omfattar en distinkt skärgårdsgradient; utgående från en innerskärgård vid Husö biologiska station till exponerad ytterskärgård vid Finbofjärden (RÖNNBERG 1969). Området är i sin helhet välbeskrivet vad gäller hydrografi, flora och fauna (HELMINEN 1974, 1975, SANDBERG et al. 1989, BACKLUND 1992, LINDHOLM & BONSDORFF 1992, WISTBACKA 1992, HALDIN 1992). I denna sektor valdes totalt 9 stationer. Fyra av dessa stationer, Ål-Bergö (24.5m), Dånö 4 (22 m), Ål-Dånö (25.5 m) och Dånö 2 (35 m) kan betecknas som skyddade, medan de återstående fem stationerna betecknas som exponerade: Saltflyttan (28 m), SNV-9 (23m), Äppelö 3 (35 m), Äppelö 4 (32 m) samt Ådskär (25 m). Stationernas exakta placering framgår ur Tabell 1. Området kan i sin helhet betecknas som relativt opåverkat.

#### *SW - Åland*

Området ligger exponerat ut mot Ålands Hav och Egentliga Östersjön. En gradient ut mot öppet hav från Degersands bukten (1-230 m) har gällande hydrografi och bottenfauna beskrivits av BONSDORFF (1988). Västra delen av Mariehamn faller in i denna sektor; sydväst från Mariehamns västerhamn är avståndet mindre än 5 km ut till 50 m djupt vatten. Mariehamnsområdet har beskrivits grundligt i HELMINEN (1974, 1975), SUOMALAINEN (1989), BONSDORFF et al. (1991). I detta område valdes totalt 8 stationer (Tab. 1): Eckerö 1 (30 m), Ål-Eckerö (25 m), Degersand (19 m), Rödsjär (26 m), Hammarudda (25 m), Möckelö (21 m), Mextra1 (29 m), samt M3 (Oljehamnen, 22.5 m). Alla dessa stationer, med undantaget av M3, kan klassas som exponerade. Området är i sin helhet rätt opåverkat, med undantag av västerhamnen i Mariehamn som belastas av färjtrafiken och den närbelägna oljeterminalen.

#### *NO - Åland*

Området omfattar 4 stationer, där samtliga klassificerats som exponerade: Korpskär (24 m), Silverskär (31 m), Bockholm (27 m) samt Ål-Vårdö (21 m). Området kännetecknas av den mosaikartade Simskåla-arkipelagen, samt det relativt exponerade Delet. Området är i sin helhet relativt opåverkat.

Tabell 1. Lista över stationerna i respektive sektor (NW, SW, NO, SO), deras position, djup, fysiska karakteristiska, samt sidnumrering i Sjöfartstyrelsens småbåtssjökort över Åland (serie C, 1988). Koordinaterna anges som longitud (N)/latitud(E), o.h. = sedimentets organiska halt, dvs glödningsförlust i %, exp. = skyddad lokal (S) eller exponerad lokal (E). EROSION = erosionsbotten, TRANSP = transportbotten, ACKUMU = ackumulations-botten. Red. = reduktions-oxidations lagrets djup i sedimentet (cm).  $\bar{x}$  = medeltalet för alla stationer.

*List of the sampled stations, their position, depth and physical characteristics.*

Station:	koordinater:	djup:	o.h:	red:	exp:	botten:	sjökort:
<b>NW</b> Ål-Bergö	601771/194791	24.5	9.16	0.7	S	TRANSP	769
Dånö 4	602288/194609	22.0	10.26	0.6	S	ACKUMU	769
Ål-Dånö	602418/194534	25.5	10.55	0.6	S	ACKUMU	769
Dånö 2	602575/194512	35.0	11.23	0.4	S	ACKUMU	769
Saltflyttan	602565/194706	28.0	1.10		E	EROSION	769
SNV 9	601967/194040	23.0	2.16		E	EROSION	769
Äppelö 3	602174/194094	35.0	11.02	0.5	E	ACKUMU	769
Äppelö 4	602377/193824	32.0	0.88	3.1	E	EROSION	769
Ådskär	601999/193083	25.0	0.76	2.3	E	EROSION	769
<b>SW</b> Eckerö 1	601457/192726	30.0	0.93		E	EROSION	768
Ål-Eckerö	601310/192900	25.0	2.15	0.4	E	EROSION	768
Degersand	600790/193558	19.0	0.40		E	EROSION	767
Rödsjär	600908/193872	26.0	2.34		E	EROSION	767
Hammarudda	600628/194430	25.0	0.39		E	EROSION	767
Möckelö	600467/195345	21.0	6.89		E	TRANSP	766
M3 (Ål-M)	600512/195588	22.5	6.80	0.7	S	TRANSP	766
Mextra1	600235/195667	29.0	9.96	0.6	E	TRANSP	766
<b>NO</b> Korpsjär	602397/202350	24.0	2.86		E	EROSION	770
Silversjär	602199/200870	31.0	3.11	1.0	E	EROSION	770
Bockholm	601840/201865	27.0	4.83	1.8	E	TRANSP	771
Ål-Vårdö	601438/202718	21.0	3.03		E	EROSION	762
<b>SO</b> Prästö	601312/201725	33.0	4.03	0.3	S	TRANSP	763
Långnäs	600615/201960	25.0	0.10		E	TRANSP	763
Föglö	595932/201569	27.5	6.05		E	TRANSP	765
G3	601112/201204	21.0	6.98	2.9	S	TRANSP	764
Ål-Lumparn	600885/200487	19.0	7.11	0.6	S	TRANSP	764
L 22	600791/201011	22.0	7.42	0.7	S	TRANSP	764
Ål-Järsö	600183/200200	20.0	6.74	0.5	S	TRANSP	766
Mextra3	595943/200373	30.5	3.34		E	EROSION	766
$\bar{x}$ =		25.6	4.8	1.0			

## SO - Åland

Området omfattar Lumparn, östra delen av Mariehamn, samt Föglö- och Österfjärden. Såväl Lumparn som området öster om Mariehamn är välbeskrivna från tidigare (SANDBERG et al. 1989, ÖSTMAN 1989, BONSDORFF et al. 1990), och kan betecknas som påverkade (bl. a. jordbruk och fartygstrafik). Havsområdet söder och öster om Lemland och Lumparland kan beskrivas som en del av uppvällningszonen i Kökar-rännan. Inom SO Åland valdes 8 stationer: Prästö (33 m), G3 (21 m), Ål-Lumparn (19 m), L-22 (22 m), samt Ål- Järsö (20 m) klassificeras som skyddade, medan Långnäs (25 m), Föglö (27.5 m) och Mextra3 (20.5 m) hänförs till de exponerade lokalerna.

## Metodik

Provtagningen utfördes under perioden 1.6.-7.7.1994. Stationerna lokaliserades med ekolod och landmärken. Nya stationer valdes så att de möjligast väl går att återlokaliseras; i Tabell 1 finns koordinaterna för alla stationer, vilket underlättar ett återbesök (t. ex. med en satellit-navigator). Vidare bakgrunds-information uppbevaras på Husö biologiska station (kartor och rådata).

## Hydrografi

Vattenprover togs i samband med bottenprovtagningarna vid yta (1 m:s djup) och botten (1 m över botten). Proverna togs med en vattenhämtare av typ LIMNOS. Följande fysikalisk-kemiska parametrar analyserades:

1. Temperaturen (°C) bestämdes med en bärbar YSI (Yellow Springs Instruments) sond direkt i fält.
2. Saliniteten mättes som konduktivitet med YSI-sond (korrigerar till 25 °C) i fält. Saliniteten uträknades enligt formeln:  $S \text{ ‰} = 0.6701x - 0.3723$ , där  $x$  = konduktiviteten i mS/cm.
3. Syre analyserades enligt Winkler-metoden enligt ANON. (1975), och anges som mättnadsgrad (%).
4. Vattenproverna för total kväve och total fosfor analyserades genom att samtidigt oxidera kväve och fosfor enligt KOROLEFF (1983 a, b), samt därefter enligt finsk standard (SFS).
5. Klorofyll *a* bestämdes från 1.0 l, där vattnet filtrerades genom glasfiberfilter samma dag som provtagningen. Analyserna utfördes enligt ANON. (1983). Klorofyll *a* kan användas som ett grovt mått på tillgänglig föda för bentiska organismer.
6. Siktdjupet bestämdes visuellt med en vit secchiskiva ( $\varnothing = 25 \text{ cm}$ )



### *Sediment*

Sedimentets kvalitet (sand, grus, lera och gyttja) noterades i samband med provtagningen av bottenfaunan. Sedimentets organiska halt bestämdes genom mätning av glödningsförlusten (torkning i 100 °C i 24 h, varefter bränning i 500 °C i 3 h.). Glödningsförlusten kan användas som ett grovt mått på dels sedimentkvaliteten, och dels som ett mått på födotillgången för de bottenlevande djuren. På basen av den organiska halten i sedimenten delades stationerna in i botten typer enligt HÅKANSSON & ROSENBERG (1987):

1. Erosionsbottnar, med en organisk halt på < 4 %
2. Transportbottnar, med en organisk halt mellan 4 och 10 %
3. Ackumulationsbottnar, med en organisk halt på > 10 %

Sedimentets reduktions-oxidations-lager (redox-klin) bestämdes för några av lokalerna i juni 1993 med en sediment-kamera (SPI = Sediment Profile Imagery) enligt ROSENBERG & DIAZ (1993).

Härefter behandlas stationerna enbart som skyddade eller exponerade (resultat och diskussion). Se Tabell 1.

### *Bottenfauna*

Bottenfaunaprover togs med en hämtare Ekman-Birge typ i två omgångar. I juni och början av juli, togs prover från alla stationer, medan 4 stationer (2 exponerade/2 skyddade) återbesöktes i oktober. Fem replikata hugg togs från varje station. Proverna sållades genom ett 0.5 mm såll i fält. Samtliga prover behandlades separat och sorterades okonserverade (levande) under preparationsmikroskop (15 x förstoring). Djuren bestämdes i de flesta fall till artnivå, medan t. ex. tusensnäckor, ostracoder, oligochaeter, mygglarver och juvenila gammarider bestämdes till familj eller ordning.

### *Numerisk och grafisk analys*

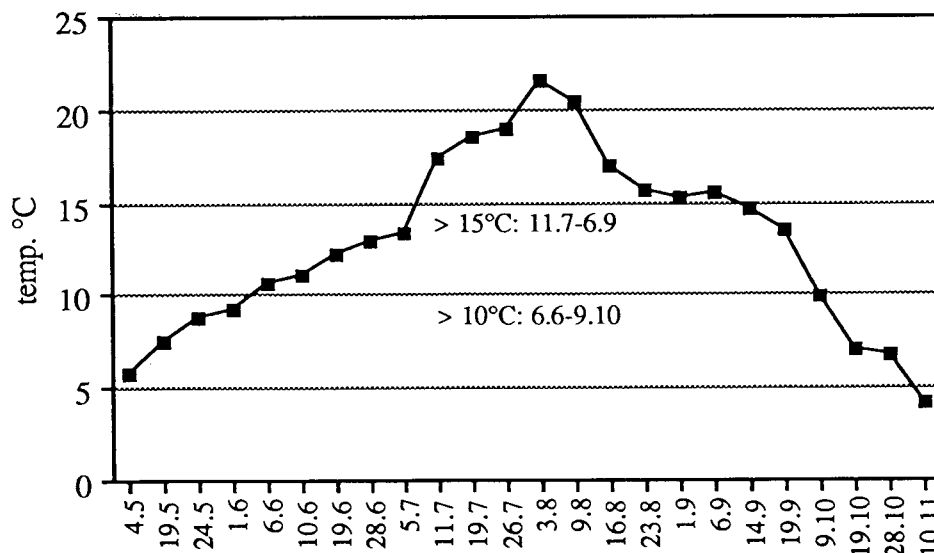
För att åskådliggöra resultaten och göra jämförelser mellan stationer, exponering och botten typ, användes följande numeriska, statistiska och grafiska analysmetoder: För bottenfaunan anges alla data som medelvärden ( $\bar{x} \pm SE$ ) per m<sup>2</sup>. Vid jämförelser mellan stationer, exponering och botten typ (jämförelse i rum) och i tid användes t-test och variansanalys (ANOVA). Regressionsanalyser utnyttjades för att belysa olika omgivningsfaktorerens betydelse för bottenfaunan. För att analysera alla stationers inbördes likhet/olikhet utfördes en kluster-analys; metoden går ut på att på basen av en distansmatris illustrera inbördes avståndet

mellan alla par av enheter (stationer). I den grafiska presentationen förenas successivt de stationer som ligger närmast varandra. Denna analys baserar sig på abundans-värdena av de dominerande arterna på stationerna. Samhällets mångformighet (H') och jämnhet (J) kalkylerades med programmet MacDivInd för MacIntosh-datorer (H. G. HANSSON). Den grafiska analysen syftar till att åskådliggöra skillnaderna mellan exponering och botten typer i översiktfigurer. Analyserna utfördes med programmen StatView 512+, SysStat 5.0 och Cricket Graph 1.3 (för MacIntosh-datorer).

## Resultat

### *Hydrografi - en total analys*

Medelvärdena för ytvattnets hydrografisk-kemiska förhållanden var:  $10.6 \pm 0.4$  °C,  $1.2 \pm 0.04$  µg/l klorofyll *a*,  $12.6 \pm 0.3$  µg/l total fosfor och  $310.9 \pm 2.3$  µg/l total kväve (ytvattnets syremättnad och salthalt mättes). Ytvattentemperaturen under sommarsäsongen 1994 vid Äppelö (NW Åland) illustreras i Fig.2. De fysikalisk-kemiska förhållandena i bottenvattnet illustreras i Tabell 2. Djupare bottnar karakteriseras av relativt stabila förhållanden. Bottnar som ligger exponerade i ytterskärgården har i regel ett gott vattenutbyte, medan skyddade bottnar i viksystem runt fasta Åland har ett sämre vattenutbyte. Dessa fysikalisk-kemiska parametrar reflekteras i sedimentkvaliteten (Tabell 1) och skapar tillsammans ramarna för bottenfauna-samhällets struktur.



**Fig. 2.** Ytvattentemperaturen vid Äppelö under sommarsäsongen 1994.  
*Surface-water temperature off Äppelö in NW Åland during the summer season 1994.*

Vattnen på dessa större djup kan karakteriseras som relativt "marina" med en medelsalthalt på ca 6.7 ‰. På basen av Vattenstyrelsens normer (1985), kan stationerna klassas som mesotrofa (tot-P 12-23 µg/l) med ett medelvärde på ca. 22 µg/l total fosfor. Vid en total analys av samtliga stationer noterades signifikanta positiva samband mellan ökande organisk halt och tot-P ( $p < 0.05$ ), tot-N ( $p < 0.05$ ), klorofyll *a* ( $p < 0.001$ ) i bottenvattnet. Stationerna som omfattas av sektorn i sydvästra Åland, uppvisar de högsta salinitetsvärdena i bottenvattnet. I detta område sker en uppvällning av salint djupvatten från Ålands hav. Den höga saliniteten återspeglas i förekomsten av polychaeter som lever på den absoluta gränsen för sitt utbredningsområde (e.g. *Fabricia sabella*, *Fabriciola balthica*).

Station M3 (Ål-Mariehamn) som är klassad som en skyddad station är exceptionell såtillvida att den påverkas av färjtrafiken flere gånger om dygnet. Sålunda är vattnet fullständigt omblandat och präglas av en hög produktion (primärproduktion och bentisk produktion).

#### *Bottenfauna - en total analys*

Samhällsparametrarna, totala artantalet, abundans, biomassa och arternas mångformighet ( $H'$ ) och jämnhet ( $J$ ) för varje station illustreras i Tabell 3. I abundansvärdena är musselkräftorna (Ostracoda) borträknade för att värdena skall kunna jämföras med värden från tidigare undersökningar. Bottnarna i detta djupstrata uppvisar relativt höga värden, vilket indikerar att ekosystemet är förhållandevis välbalanserat. Summa-medeltalet för alla stationer är  $10.8 \pm 0.3$  arter,  $5014.6 \pm 384.1$  ind/m<sup>2</sup> samt  $185.6 \pm 12.7$  g vvt/m<sup>2</sup>. Shannon-Wieners diversitet-index ( $H'$ ) och dess jämnhetskomponent ( $J$ ) visar på relativt höga värden ( $H' = 2.004 \pm 0.04$ ,  $J = 0.597 \pm 0.01$ ).

Total noterades 34 arter eller taxa på stationerna. Östersjömusslan, *Macoma balthica*, var den enda arten som förekom på alla stationer (Fig. 3). De viktigaste arterna/taxa i avseende av frekvens är: *Macoma balthica* (100%), Oligochaeter (93.1 %), Ostracoder (93.1 %), *Monoporeia affinis* (86.2 %), *Halicryptus spinulosus* (86.2 %), Chironomidae (82.8 %), *Pygospio elegans* (62.1 %), *Mytilus edulis* (55.2 %), *Hydrobia* spp., (51.7 %), *Chironomus plumosus* (51.7%), samt *Saduria entomon* (44.8) (Fig. 2). Dessa var de arter/taxa som förekom i en högre frekvens än 25 %; kluster-analysen baserar sig på dessa dominerande arter/taxa. Generellt anses Östersjömusslan *M. balthica* dominera bottnarna ner till 30-50 m, medan vitmärlan *M. affinis* dominerar på bottnarna djupare än 50 m (t.ex. KUPARINEN et al. 1994).

**Tabell 2.** De fysikalisk-kemiska parametrarna i bottenvattnet, samt siktdjupet på stationerna, juni 1994. - = värde saknas.

*Physical and chemical parameters of the bottom-near water and the secchi-depth of the sampled stations, June 1994.*

Station:	secchi: (m)	°C:	Salinitet: (S‰)	Syre (%)	tot-P: (µg/l)	tot-N: (µg/l)	Chl a: (µg/l)
<b>NW</b> Ål-Bergö	3	7.6	5.92	76	20.55	395.79	3.03
Dånö 4	5.5	5.4	6.48	97	17.81	288.80	3.54
Ål-Dånö	6.5	5.2	6.49	99	39.89	317.43	8.55
Dånö 2	6	4.4	6.54	97	15.73	283.62	2.28
Saltflyttan	6.5	5.0	6.48	96	11.56	258.56	1.94
SNV 9	5.5	5.5	6.52	99	14.90	313.85	1.60
Äppelö 3	6.5	5.2	6.57	97	22.63	330.56	4.30
Äppelö 4	7.5	5.1	6.56	101	11.62	334.14	1.18
Ådskär	9	5.4	6.58	105	15.49	297.54	2.53
<b>SW</b> Eckerö 1	10	3.1	7.11	100	20.43	294.76	2.11
Ål-Eckerö	9.5	2.7	7.19	103	24.12	350.85	1.77
Degersand	7.5	3.2	7.21	94	16.15	314.84	0.51
Rödsjär	6.5	3.4	7.22	92	11.39	305.30	1.18
Hammarudda	6.5	3.9	7.23	95	10.79	336.33	1.26
Möckelö	-	5.2	7.30	93	20.07	340.50	1.26
M3	4	9.0	6.80	96	25.61	365.57	1.35
Mextra1	6.5	5.7	7.37	94	21.14	339.31	1.01
<b>NO</b> Korpsjär	7.5	7.7	6.36	94	14.72	304.10	1.18
Silversjär	7	9.4	6.33	103	16.50	306.49	1.10
Bockholm	6.5	9.6	6.32	86	36.02	341.90	1.76
Ål-Vårdö	5.5	12.5	6.31	103	14.54	305.30	1.10
<b>SO</b> Prästö	5	12.8	6.28	97	79.28	371.73	2.87
Långnäs	4	13.4	6.38	103	18.76	320.81	1.10
Föglö	-	7.9	7.22	82	31.68	341.49	1.43
G 3	4	10.4	6.29	86	23.58	339.71	0.76
Ål-Lumparn	6.2	9.9	6.29	88	16.32	323.39	0.93
L 22	5	10.2	6.28	89	21.44	367.95	0.93
Ål-Järsö	6	9.2	6.95	95	17.34	329.96	1.85
Mextra3	7.5	7.4	7.26	93	21.44	352.23	1.01
<b>Totalt:</b>	6.3	7.1	6.69	95	21.80	326.90	1.91
( $\bar{x} \pm SE$ )	$\pm 0.1$	$\pm 0.3$	$\pm 0.03$	$\pm 0.6$	$\pm 1.07$	$\pm 2.4$	$\pm 0.13$

**Tabell 3.** Bottenfaunans artantal, abundans (ind/m<sup>2</sup>), biomassa (g vvt/m<sup>2</sup>) och Shannon-Wiener's diversitets-index (H') och dess jämnhetskomponent (J) på stationerna och som ett summamedeltal för alla stationer, juni/juli 1994.

*Total number of species, abundance, total biomass and Shannon-Wiener's diversity-index (H') and its evenness component (J) on the sampled stations, June/July 1994.*

Station:	Σ arter:	Abundans:	Biomassa:	H'	J
<b>NW</b> Ål-Bergö	9	3474.0 ± 156.5	145.2 ± 19.0	2.097	0.662
Dånö 4	10	1086.5 ± 263.9	79.9 ± 24.8	1.500	0.452
Ål-Dånö	9	1993.1 ± 309.2	298.6 ± 31.9	1.514	0.477
Dånö 2	7	1617.6 ± 635.6	233.6 ± 82.5	1.073	0.415
Saltflyttan	15	5923.9 ± 905.9	264.7 ± 36.7	2.355	0.619
SNV 9	6	1141.9 ± 304.2	138.4 ± 38.5	1.303	0.504
Äppelö 3	7	927.3 ± 57.3	152.2 ± 16.2	1.045	0.373
Äppelö 4	9	20788.9 ± 2241.0	168.0 ± 31.4	1.798	0.668
Ådskär	9	12020.7 ± 1670.6	397.5 ± 48.2	1.978	0.623
<b>SW</b> Eckerö 1	10	7854.7 ± 243.9	335.8 ± 28.5	2.175	0.731
Ål-Eckerö	9	13474.0 ± 529.3	77.6 ± 10.8	1.110	0.350
Degersand	9	3453.3 ± 366.0	130.0 ± 36.4	2.212	0.698
Rödsjär	14	5709.3 ± 1066.8	76.3 ± 13.7	2.611	0.686
Hammarudda	13	5896.2 ± 325.6	108.0 ± 73.7	2.053	0.555
Möckelö	9	3522.5 ± 402.7	64.1 ± 12.8	2.060	0.650
M3	16	8878.9 ± 361.5	441.7 ± 32.2	2.110	0.528
Mextra1	15	2498.3 ± 307.6	81.9 ± 17.5	2.843	0.747
<b>NO</b> Korpsjär	14	5640.1 ± 118.9	183.1 ± 15.5	1.996	0.666
Silversjär	9	5944.6 ± 848.7	116.4 ± 5.5	1.801	0.642
Bockholm	9	8968.8 ± 824.3	89.5 ± 10.6	1.355	0.427
Ål-Vårdö	14	3771.6 ± 782.7	297.5 ± 123.6	2.575	0.676
<b>SO</b> Prästö	20	4491.3 ± 805.0	438.6 ± 148.0	2.836	0.694
Långnäs	16	2768.2 ± 628.3	149.4 ± 92.0	2.923	0.731
Föglö	13	2782.0 ± 167.6	200.5 ± 34.4	1.880	0.508
G 3	13	3072.7 ± 298.3	312.0 ± 33.5	2.234	0.604
Ål-Lumparn	7	1674.7 ± 314.0	158.1 ± 25.8	1.923	0.689
L 22	7	1384.1 ± 187.6	126.1 ± 35.3	2.126	0.712
Ål-Järsö	11	1910.0 ± 164.3	87.5 ± 20.3	2.349	0.679
Mextra3	12	2678.2 ± 514.9	40.9 ± 16.3	1.878	0.524
<b>Totalt (n=144):</b>	<b>10.8 ± 0.3</b>	<b>5014.6 ± 384.1</b>	<b>185.6 ± 12.7</b>	<b>2.004</b>	<b>0.597</b>

Alla Finlands polychaeter förutom *Terebellides stroemi* (noterats i Degersand vid ett tillfälle av BONSDORFF, 1981), finns representerade i den sydvästra sektorn av Åland. En ny art för Åland noterades i samband med provtagningarna, spioniden *Marenzelleria viridis*. Denna art behandlas i ett senare stycke av denna rapport.

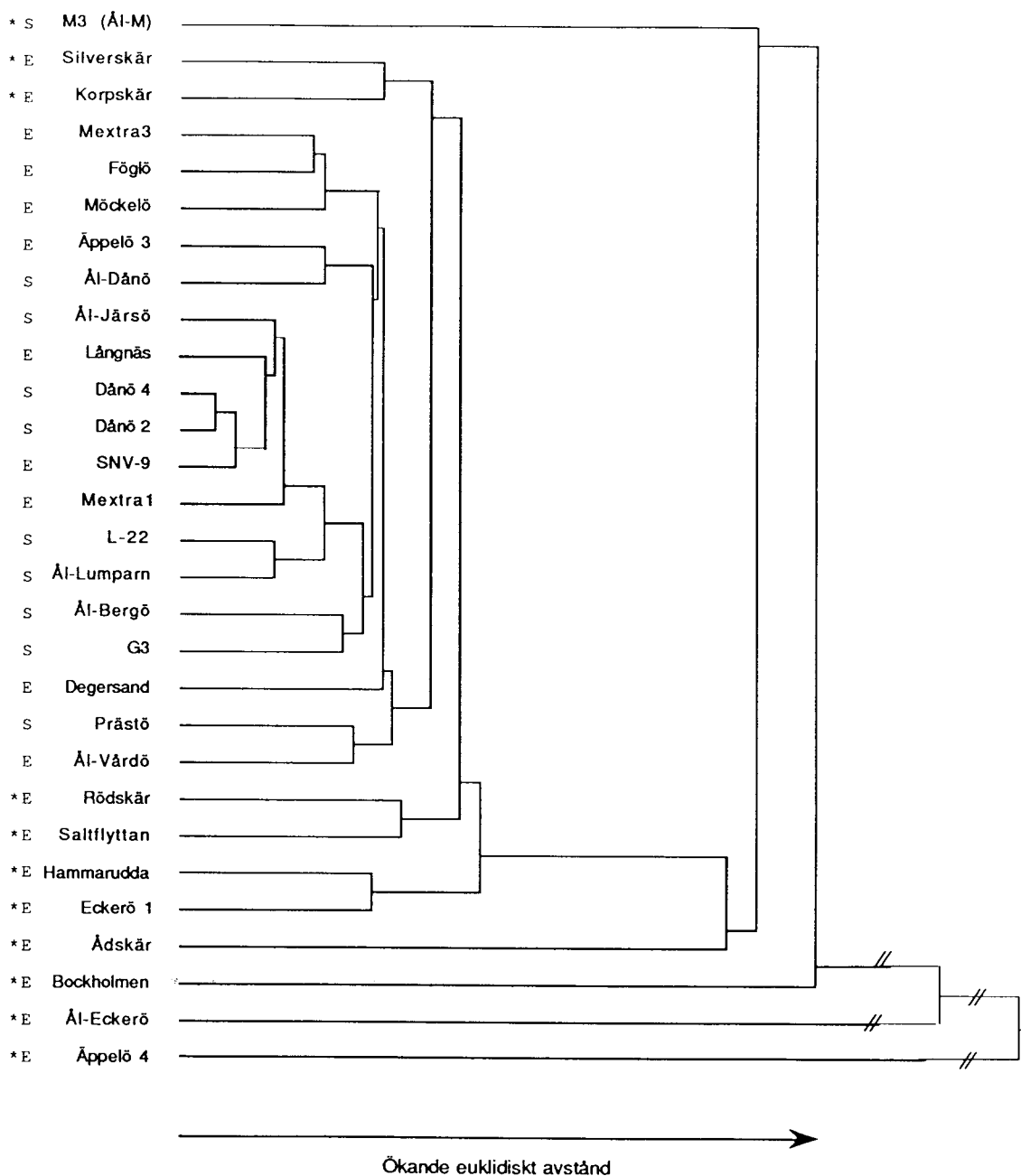
Förhållandet mellan abundans- och biomassa-värdena tyder på en relativt hög produktionsnivå. I en kluster-analys jämfördes alla stationers inbördes förhållande till varandra baserat på abundans-värdena för de dominanta arterna. På detta sätt kan olika stationer grupperas tillsammans på basen av likhet eller olikhet i förhållandet mellan arterna och deras relativa abundanser (Fig. 4). Detta dendrogram visar att stationerna i regel är lika varandra, och att de stationer som faller ut i den grafiska analysen är de stationer vars abundans- medelvärden är högre än summa-medeltalet. Dessa stationer präglas av höga dominanser av antingen *Macoma balthica*, *Monoporeia affinis*, oligochaeter eller ostracoder (ostracoderna är inräknade i denna analys). Den enda skyddade station som faller ut i denna analys är M3 i Mariehamn, som har extremt höga abundanser av *M. balthica* (5591 ind/m<sup>2</sup>). Situationen på M3 avviker som redan tidigare nämnts av att den har exceptionella fysikalisk-kemiska förhållanden. De andra stationer som urskiljs i analysen präglas av en låg organisk halt i sedimentet (Silverskär, Korpskär, Rödsjär, Saltflyttan, Hammarudda, Eckerö 1, Ådskär, Bockholmen, Ål-Eckerö och Äppelö 4).

En regressions-analys utfördes för att illustrera sambandet mellan sedimentkvalitet och total abundans. Denna analys visade på ett signifikant förhållande ( $p < 0.01$ ), och illustrerar betydelsen av sedimentkvalitet för bottenfaunasamhällets struktur och variation (Fig. 5).

Stationer Arter/taxa	Sattflyttan	Dånö 2	AI-Dånö	Dånö 4	AI-Bergö	SNV-9	Appelö 4	Appelö 3	AI-Eckerö	Eckerö 1	Ådskär	AI-Lumparn	L-22	G3	Hammarudda	Degersand	Rödsjär	Möckelö	Mextra 1	M3 (AI-M)	AI-Järsö	Mextra 3	Korpskär	Silverskär	Bockholmen	Prästö	AI-Vårdö	Långhås	Föglö	29
																														%
MOLLUSCA																														
<i>Macoma balthica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100
<i>Cerastoderma glaucum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9
<i>Mya arenaria</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	24.1
<i>Mytilus edulis</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	55.2
<i>Hydrobia spp.</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	51.7
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	20.1
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4
CRUSTACEA																														
<i>Monoporeia affinis</i>	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	86.2
<i>Gammarus spp.</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	20.7
<i>Bathyporeia pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4
<i>Corophium volutator</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	20.7
<i>Saduria entomon</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	44.8
<i>Jaera albifrons (coll.)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9
Ostracoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93.1
<i>Mysis mixta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4
<i>Balanus improvisus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	3.4
POLYCHAETA																														
<i>Nereis diversicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	6.9
<i>Harmothoe sarsi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	20.7
<i>Pygospio elegans</i>	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	62.1
<i>Marenzelleria viridis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	17.2
<i>Polydora redeki</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4
<i>Manayunkia aestuarina</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.3
<i>Fabricia sabella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9
<i>Fabriciella balthica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4
OLIGOCHAETA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93.1
PRIAPULIDA																														
<i>Halicryptus spinulosus</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	86.2
NEMERTINA																														
<i>Prostoma obscurum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	17.2
INSECTA																														
Chironomidae	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	82.8
<i>Chironomus plumosus</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	51.7
VARIA																														
Acantocephala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	3.4
Turbellaria	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9
Planaria	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	20.7
Hydrachnida	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9
<i>Electra crustulenta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	3.4
Σ: 34 arter/taxa	13	7	9	9	9	6	8	7	9	10	9	7	7	11	13	9	14	9	15	16	12	12	8	7	9	18	13	15	13	

Fig. 3. Illustration över artsammansättning på respektive station, samt arternas procentuella förekomst över alla stationer.

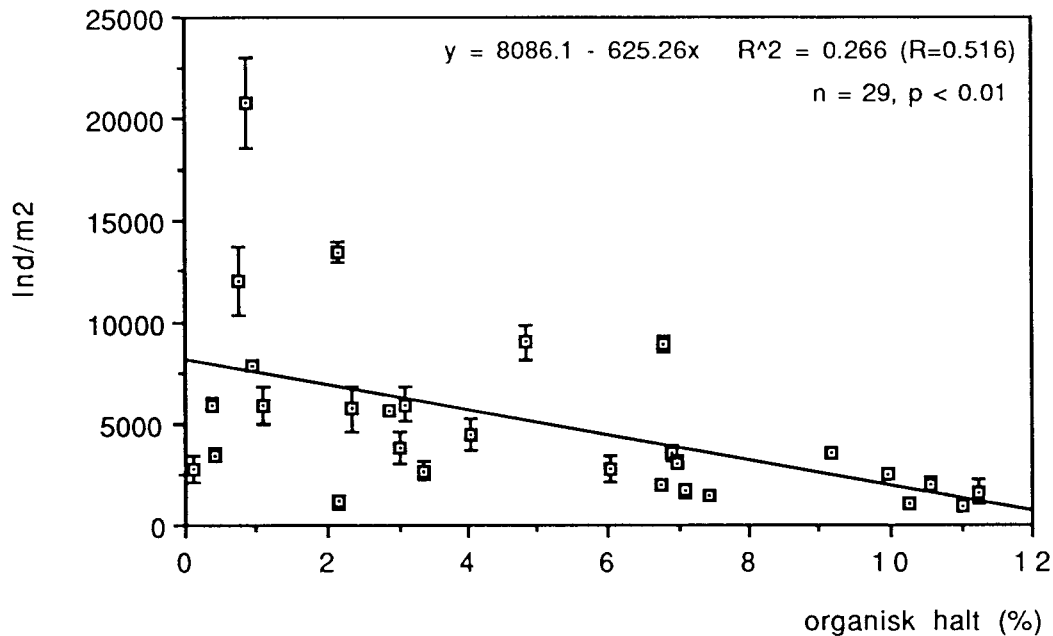
Illustration of the species composition of the sampled stations, and the frequency of species on all stations.



**Fig. 4.** Dendrogram över kluster-analysen som baserar sig stationernas inbördes förhållande beträffande abundans. Stationerna har grupperats enligt ett ökande "Euklidiskt" avstånd ( $\approx$  omvänd similaritet), och med en metod där de närmaste "grannarna" successivt är förenade med varandra. S=skyddade lokaler, E=exponerade lokaler, \* = stationer som har en högre medel-abundans än summa-medeltalet för alla stationer.

*Dendrogram illustrating the single linkage clustering (nearest neighbor method) of all the sampled stations based on the abundance values of the dominant taxa (> 25% frequency of occurrence). The relative distances are based on a euclidean distance matrix.*





**Fig. 5.** Förhållandet mellan sedimentets organiska halt (%) och bottenfaunasamhällets abundans.

*The relationship between increasing organic content of the sediment and the total abundance of the benthic community.*

#### *Skyddade lokaler vs. exponerade lokaler*

På basen av stationernas exponering ut mot öppet hav delades de in i skyddade och exponerade lokaler. Trots att stationerna indelades i olika bottentyper (erosions-, transport- och ackumulations-bottnar; Tab. 1), behandlas bottnarna i resultaten endast på basen av exponering (skyddad vs. exponerad). På detta sätt är analysen och den grafiska framställningen mer illustrativ. Förhållandet mellan bottentyp, exponering och sedimentets organiska halt illustreras i Tabell 1. Ur tabellen framgår att erosionsbottnarna dominerar i detta djupstrata (15 av 29 stationer). De skyddade stationerna (10 stationer) har en organisk halt på i medeltal 7.66 %, medan de exponerade (19 till antalet) har en medel organisk halt på 3.28 % (medeltalet faller inom ramarna för erosionsbottnar).

**Tabell 4.** Förhållandet mellan bottentyp, exponering och organisk halt (angivet som medeltal) i sedimentet.

*The relationship between bottom-type, exposure and organic content of the sediment.*

EXPONERING:		skyddade	exponerade	TOTALT:
BOTTENTYP:	erosionsbottnar	1 station	14 stationer	<b>15 stationer</b>
	org. halt	3.82 %	1.68 %	<b>1.83 %</b>
	transportbottnar	6 stationer	4 stationer	<b>10 stationer</b>
	org. halt	7.01 %	6.93 %	<b>6.98 %</b>
	ackumulationsbottnar	3 stationer	1 stationer	<b>4 stationer</b>
	org. halt	10.67 %	11.02 %	<b>10.77 %</b>
<b>TOTALT:</b>		<b>10 stationer</b>	<b>19 stationer</b>	<b>29 stationer</b>
		<b>7.66 %</b>	<b>3.28 %</b>	<b>4.77 %</b>

#### *Hydrografi (skyddade vs. exponerade)*

I en jämförelse av bottenvattnets fysikalisk-kemiska parametrar på skyddade och exponerade lokaler (Tabell 4), noterades signifikanta skillnader mellan alla jämförda parametrar. Fosforhalterna på de skyddade lokalerna faller inom ramarna för eutrofa vatten (23-80 µg/l) med ett medelvärde på  $28 \pm 18.7$  µg/l. De exponerade lokalernas fosforhalter är mesotrofa med ett medel på  $18.6 \pm 6.6$  µg/l. De skyddade lokalerna har en lägre syremättnad än de exponerade,  $91.8 \pm 1.0$  % mot  $96.6 \pm 0.6$  %.

Ett flertal av de skyddade stationerna har påvisats ha reducerade syrehalter under någon period under sensommaren (BONSDORFF et al. 1991). Bottenvattnets fosforhalter visar ett signifikant positivt förhållande till biomassa.

De skyddade lokalerna har enligt tidigare undersökningar visat tydliga symptom på eutrofiering (BONSDORFF et al. 1992). De relativt höga närsaltvärdena på de exponerade lokalerna kan eventuellt ses som ett tecken på en ökande eutrofiering också i ytterskärgården.

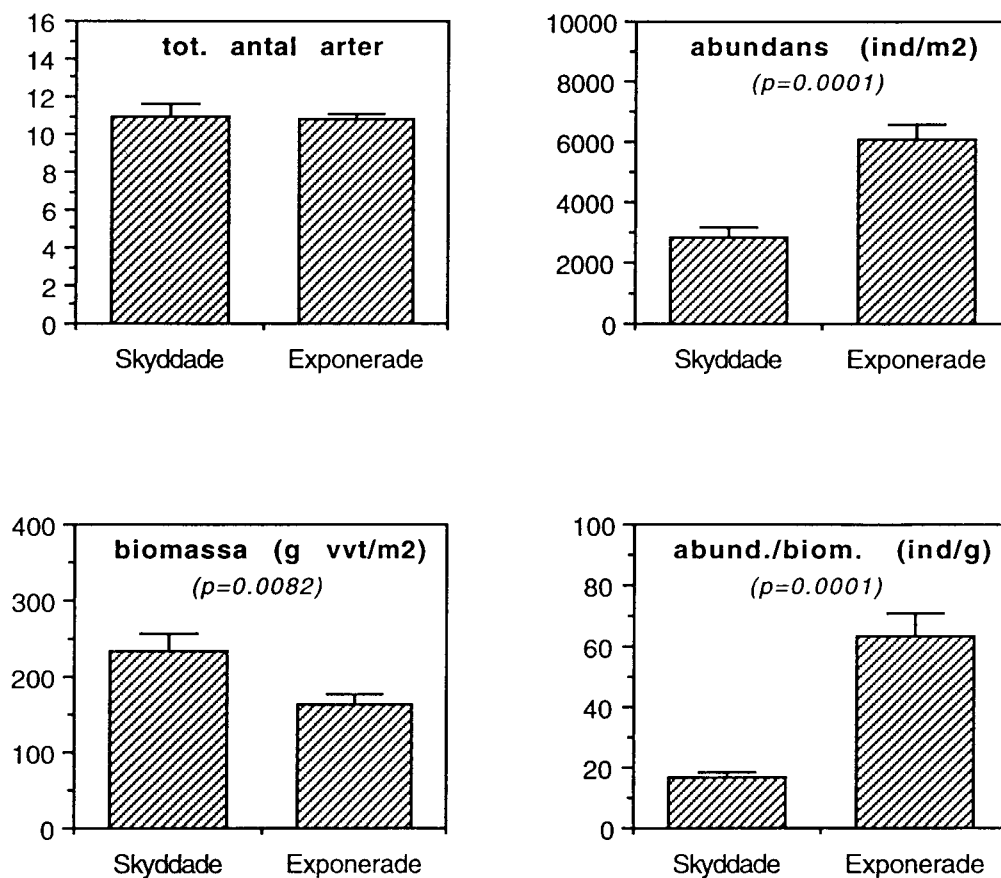
**Tabell 5.** Organisk halt i sedimentet, siktdjup och de fysikalisk-kemiska parametrarna i bottenvattnet för skyddade respektive exponerade stationer; p-värdet anger signifikansnivån i jämförelsen mellan skyddad och exponerad.

*Comparisons between organic content of the sediment, secchi-depth and the physical and chemical parameters in the bottom-near water of sheltered and exposed localities.*

Parameter:	Skyddad:	Exponerad:	p-värde:
organisk halt (%)	7.7 ± 0.3	3.3 ± 0.3	p=0.0001
siktdjup (m)	5.1 ± 0.2	7.0 ± 0.2	p=0.0001
temp. (°C); botten	8.5 ± 0.4	6.4 ± 0.3	p=0.0001
salinitet (S‰); botten	6.4 ± 0.4	6.8 ± 0.04	p=0.0001
syre (%); botten	91.8 ± 1.0	96.6 ± 0.6	p=0.0001
klorofyll a (µg/l); yta	1.4 ± 0.1	1.1 ± 0.03	p=0.0008
klorofyll a (µg/l); botten	2.6 ± 0.3	1.5 ± 0.08	p=0.0001
tot-P (µg/l); yta	13.7 ± 0.5	12.1 ± 2.3	p=0.0009
tot-P (µg/l); botten	28.0 ± 18.7	18.6 ± 6.6	p=0.0001
tot-N (µg/l); yta	318.6 ± 5.5	307.0 ± 1.9	p=0.0160
tot-N (µg/l); botten	339.5 ± 5.0	320.5 ± 2.4	p=0.0001

#### *Bottenfauna (skyddad vs. exponerad)*

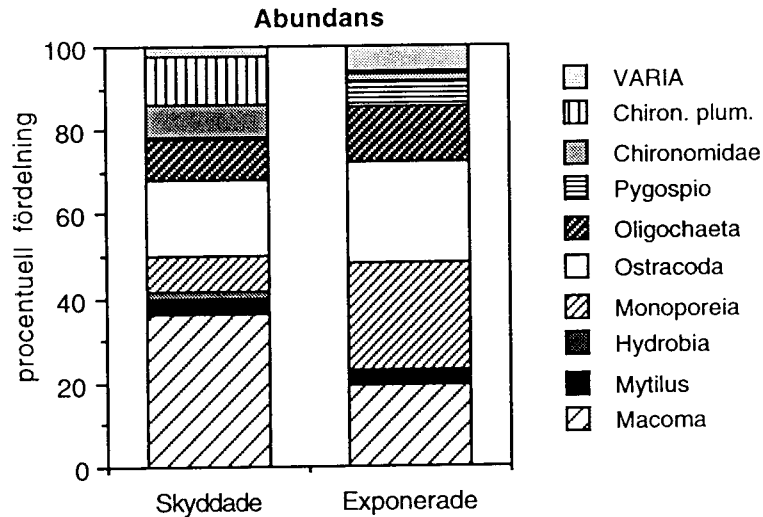
Avsevärda skillnader förekommer beträffande bottenfaunasamhällets struktur på de skyddade och exponerade stationerna. I avseende av det totala artantalet erhöles ingen signifikant skillnad mellan skyddade och exponerade lokaler (Fig. 6), medan vi fann en signifikant lägre abundans ( $2847.3 \pm 340.7$  mot  $6060.8 \pm 524.8$  ind/m<sup>2</sup>), och högre biomassa ( $232.1 \pm 25.6$  mot  $161.7 \pm 13.7$  g vvt/m<sup>2</sup>) på de skyddade jämfört med de exponerade lokalerna. Om man på basen av detta jämför förhållandet mellan antal individer (abundans) och biomassan på skyddad respektive exponerade lokaler erhåller man en kvot av hur många individer som krävs för att bilda ett gram våtvikt. Denna jämförelse baserar sig på abundans och biomassa för varje separata hugg/replikat ( $n = 144$ ). För denna kvot erhöles signifikanta skillnader mellan skyddad och exponerad,  $16.4 \pm 1.8$  mot  $63.3 \pm 7.6$  ind/g (Fig. 6), vilket ger en medelvikt på 60.9 respektive 15.8 mg per individ. Detta illustrerar dels att förhållandevis långlivade arter dominerar de skyddade lokalerna medan de exponerade lokalerna numerärt domineras av mindre individer och mer kortlivade arter. Om man bortser från *Macoma balthica* innebär detta att omsättningstiden på de exponerade lokalerna är hög vilket också innebär en hög produktionsnivå. De skyddade lokalerna är dock rikare på näring och individerna (*M. balthica* inberäknat) växer snabbare (högre medelvikt per individ).



**Fig. 6.** Bottenfaunans totala artantal, abundans, biomassa samt förhållandet mellan abundans och biomassa på de skyddade respektive exponerade lokalerna.

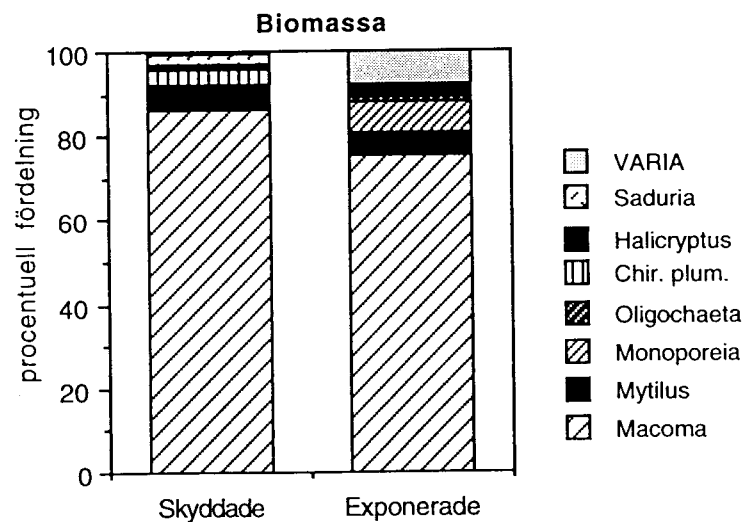
*Total number of species, abundance, biomass and the abundance/biomass ratio on the sheltered and exposed stations.*

Samhällets struktur på de skyddade och exponerade lokalerna avviker också i avseende av den procentuella fördelningen av olika arter och deras tätheter (dominansförhållanden). På de skyddade lokalerna utgörs ca 40 % av individantalet av mollusker (*M. balthica*, *Mytilus edulis* samt *Hydrobia* spp.), kräftdjuren (*M. affinis* och ostracoda) utgör ca 25 %, mygglarver (Chironomidae samt *Chironomus plumosus*) ca 20 %, och oligochaeter ca 10 % (Fig. 7). På de exponerade lokalerna utgör molluskerna drygt 20 %, kräftdjuren ca 50 %, medan anneliderna (oligochaeta och *Pygospio elegans*) utgör ca 18 % (Fig. 7).



**Fig. 7.** Den procentuella fördelningen av individer på olika arter och taxa på de skyddade respektive exponerade lokalerna.

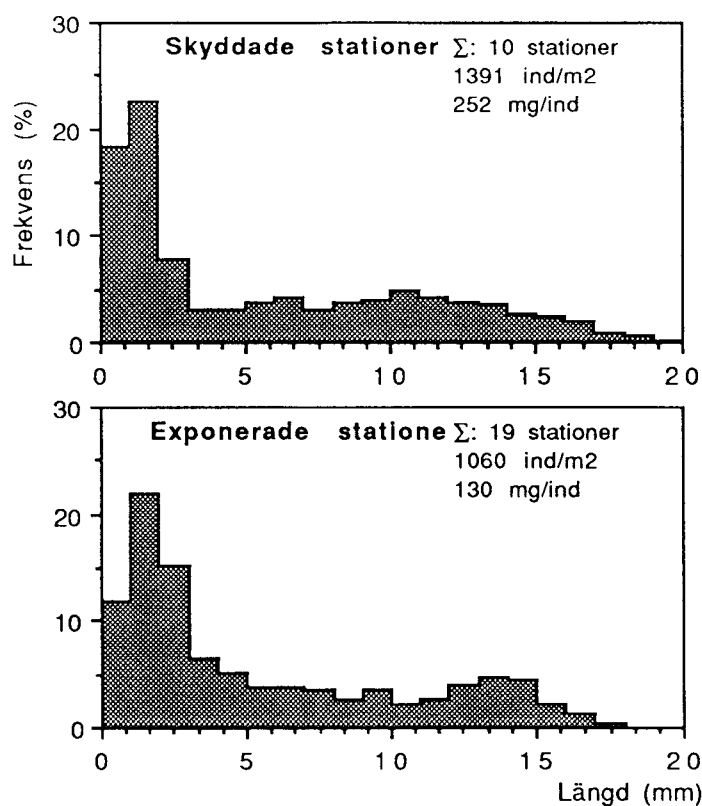
*The distribution (%) of individuals among the different species and taxa on the sheltered and exposed stations.*



**Fig. 8.** Den procentuella fördelningen av biomassa mellan olika arter och taxa på de skyddade respektive exponerade lokalerna.

*The distribution (%) of biomass among the different species and taxa on the sheltered and exposed stations.*

I avseende av biomassan utgör *M. balthica* och *M. edulis* över 90% och *H. spinulosus* samt *C. plumosus* ca 7 % på de skyddade lokalerna. På de exponerade lokalerna utgörs ca 80 % av biomassan av *M. balthica* och *M. edulis*, 7 % av *M. affinis* (Fig. 8). I avseende av samhällets diversitet och jämnhet erhöles inga signifikanta skillnader mellan skyddade och exponerade lokaler ( $H'$  är 2.000 för skyddade lokaler och 2.009 för de exponerade lokalerna). Inga större skillnader kan noteras i östersjömusslans storleksfördelning (Fig. 9). Storleksfördelningen kan användas som ett mått på miljötilstånd på bottenarna. Musslorna har en distinkt rekryteringsperiod på försommaren och har en medeltillväxt på ca 3 mm per år. Musllorna blir relativt långlivade (6-7 år) och populationens struktur kan därför avspegla effekter av långåriga förändringar i vatten- och sedimentmiljön. Populationsstrukturen (åldersfördelningen) hos muslorna i Fig. 8 uppvisar ett för försommaren naturligt fördelningsmönster med både små och stora individer. Stationerna skiljer sig signifikant i avseende av *M. balthicas* totalabundans med 1391 ind/m<sup>2</sup> på skyddade och 1060 ind/m<sup>2</sup> på exponerade stationer. Också muslornas medelvikt avviker; medelmusslan på skyddade bottenar väger i snitt 252 mg medan medelmusslan på exponerade lokaler väger 130 mg. Detta reflekterar sedimentkvalitetens betydelse för tillväxt och näringsstatus hos musslan.



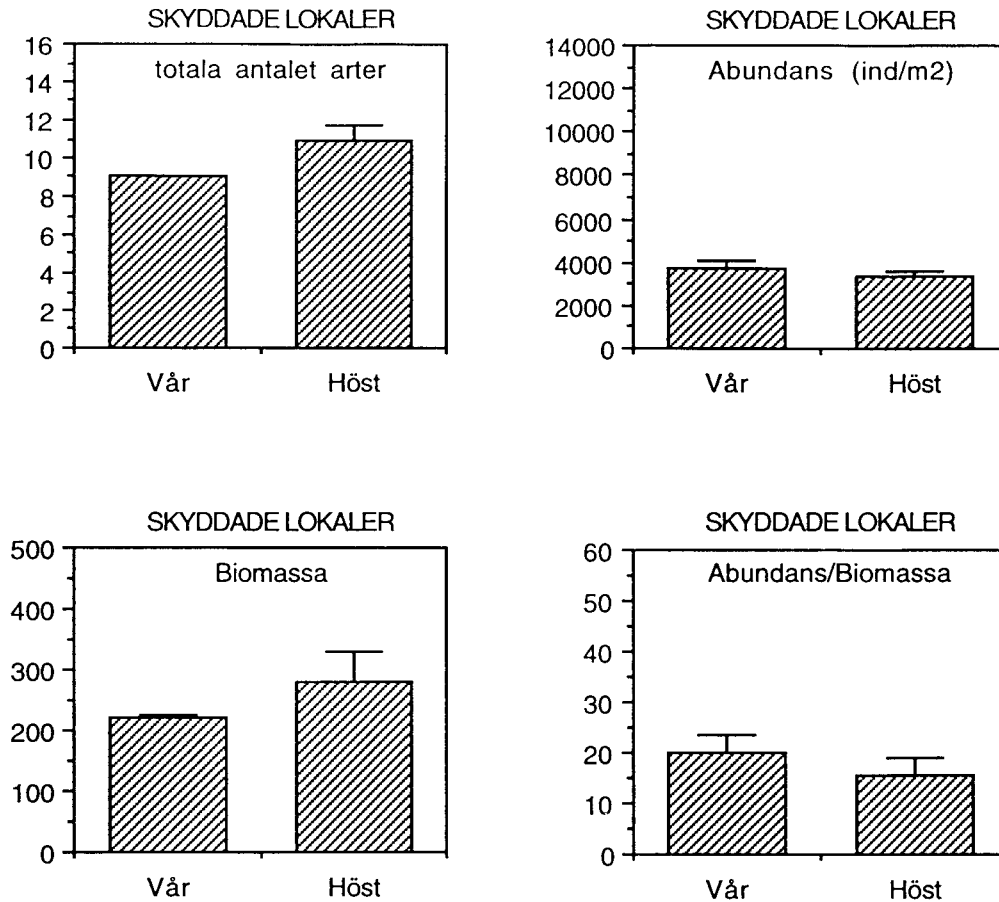
**Fig. 9.** Längdfördelningen hos *Macoma balthica* på de skyddade respektive exponerade stationerna.

*The relative size-distribution of Macoma balthica on the sheltered and exposed stations.*

#### *Säsongsvariationen på skyddade och exponerade lokaler*

Fyra av stationerna återbesöktes på hösten (oktober) för att få en uppfattning om variationen inom ett år. Den relativt korta sommaren präglas av rekrytering och tillväxt medan samhällena på hösten stabiliseras inför vintern (BONSDORFF & BLOMQVIST 1989). De återbesökta stationerna bestod av två skyddade och två exponerade lokaler. Resultaten från dessa slogs ihop för att bättre kunna jämföra vår och höst.

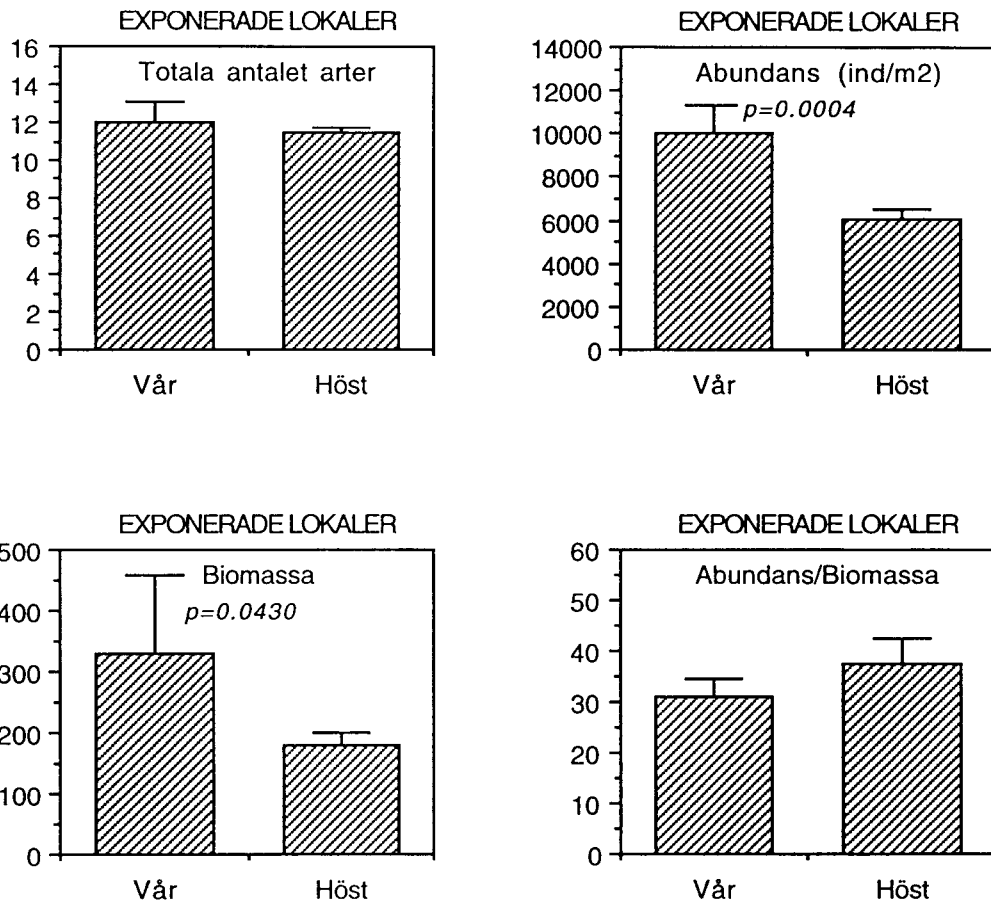
De skyddade lokalerna uppvisade inga signifikanta skillnader mellan vår och höst i avseende på totala antalet arter, abundans, biomassa eller abundans/biomassa (kvoten baserar sig på varje separat huggs abundans och biomassa) (Fig. 10). Förhållandet mellan abundans och biomassa antyder en viss mortalitet av unga individer (reducerad kvot). Detta avspeglar de skyddade lokalernas karaktär, där stationerna i en lägre grad påverkas av fysiska faktorer såsom säsongsbetonade förändringar i strömningsförhållanden eller exponering för höststormar.



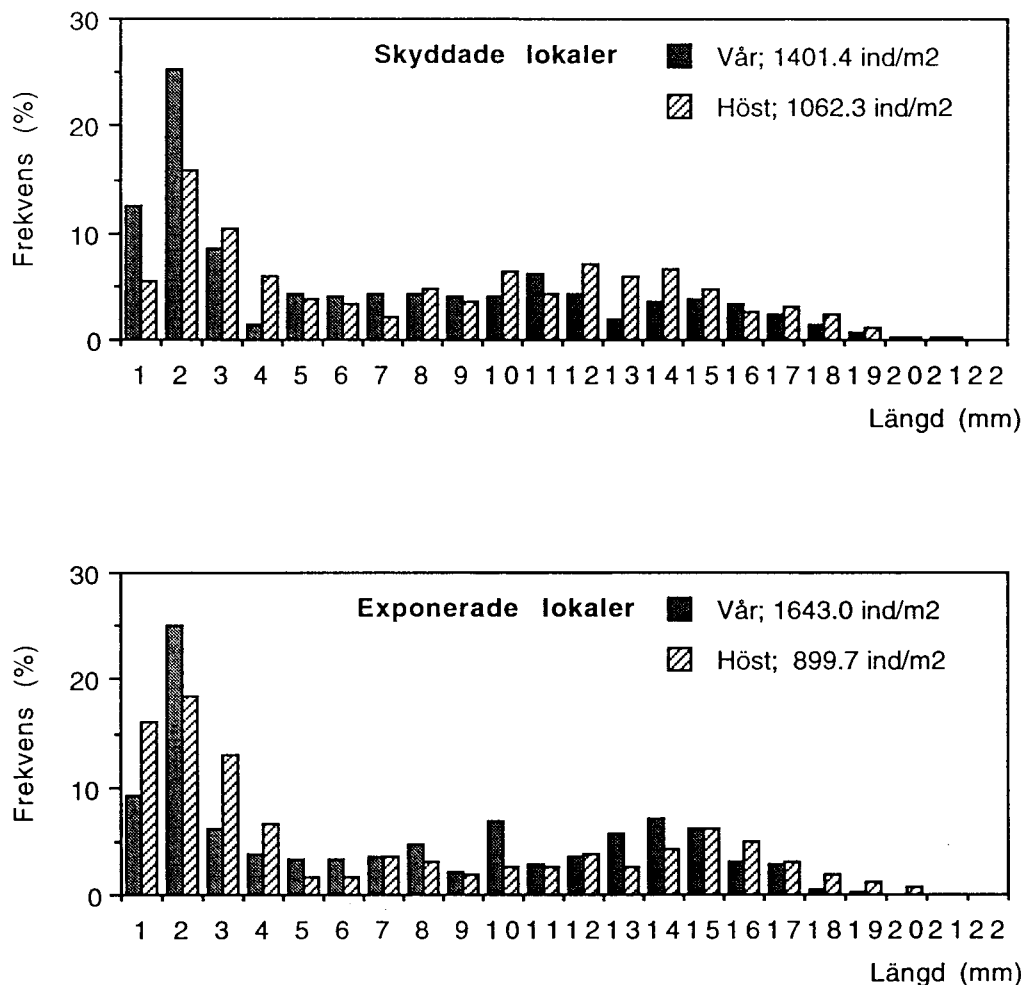
**Fig. 10.** Jämförelse av det totala antalet arter, abundans, biomassa och kvoten av abundans och biomassa på de skyddade lokalerna mellan försommaren och hösten.  
*Comparison of species, abundance, biomass and the abundance/biomass ratio between early summer and fall on the sheltered stations.*

De exponerade lokalerna i sin tur är utsatta för strömmar och höststormar, och är därför betydligt mer instabila. Inga signifikanta skillnader mellan det totala antalet arter och kvoten mellan abundans och biomassa noterades (Fig. 11). Biomassan och abundansen för exponerade stationerna reducerades emellertid signifikant (Fig. 11). Förändringen i abundans kan i hög grad förklaras med ett bortfall av den numerärt dominerande 1+ generationen av *Monoporeia affinis*, också *Macoma balthica* minskade signifikant i antal från 1643 ind/m<sup>2</sup> till 899.7 ind/m<sup>2</sup>. Östersjömuslans bortfall är antagligen också orsaken till de reducerade biomassorna mellan vår och höst. Östersjömuslans storleksfördelning avslöjar en mortalitet hos de minsta individerna (1-2 mm) på de skyddade lokalerna, medan de övriga storleksklasserna visar på en viss tillväxt (Fig. 12). På de exponerade lokalerna är tillväxten mindre; däremot har det skett en klar nyrekrytering med en ökning av 1 mm:s klassen, vilket illustrerar betydelsen av substratet för rekryteringsframgången.





**Fig. 11.** Jämförelse av det totala antalet arter, abundans, biomassa och kvoten av abundans och biomassa på de exponerade lokalerna mellan försommaren och hösten. *Comparison of species, abundance, biomass and the abundance/biomass ratio between early summer and fall on the exposed stations.*



**Fig. 12.** Förändringen i längdfördelningen hos *Macoma balthica* mellan vår och höst på de skyddade och exponerade lokalerna.

*Changes in the relative size-distribution of Macoma balthica between June and October on the sheltered and exposed stations.*

#### *Marenzelleria viridis*, en ny havsborstmask i åländska vatten

Ur ett geologiskt och biologiskt perspektiv kan Östersjön betraktas som ett ungt hav. Praktiskt taget all fauna och flora har immigrerat för mindre än 7000 - 8000 år sedan. Det är uppenbart att denna invandring av arter fortfarande pågår. Diversifieringen och ökningen av antalet arter i Östersjön kan ses som en successiv återhämtning efter istiden och den låga diversiteten i Östersjön anses gynna en fortsatt invandring av arter (LEPPÄKOSKI 1984, 1991). Människan fungerar som en biogeografisk vektor, jämförbar med naturliga spridningsmekanismer, men som försnabbar en spridning av arter och sålunda har ett flertal av de invandrade arterna immigrerat med människans hjälp (MOONEY & DRAKE 1987, LEPPÄKOSKI 1991). Den spionida polychaeten, *Marenzelleria viridis*, är ett bra exempel på

detta fenomen. Arten noterades i Finland för första gången 1990 vid Hangö udd och rapporterades av NORKKO et al. (1993). Arten verkar ha spritt sig snabbt och förekommer på ett flertal olika sedimenttyper och djup. *M. viridis* har alla förutsättningar att förbli ett permanent tillskott i bottenfaunan eftersom den tål kraftigt utsötat vatten.

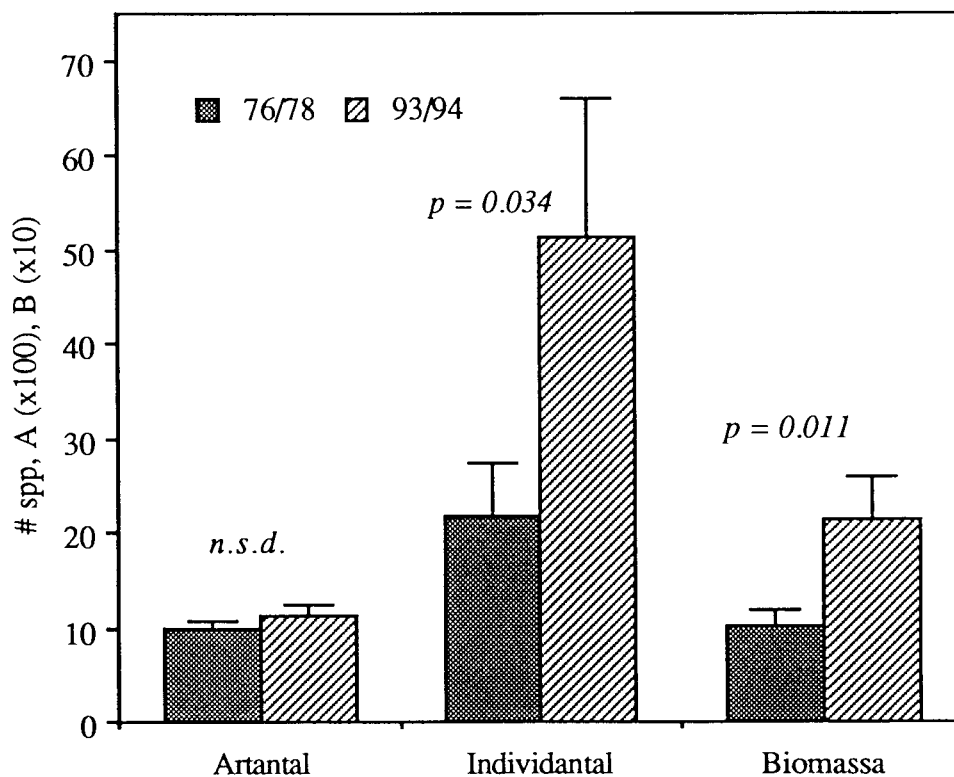
I samband med denna undersökning noterades arten för första gången i åländska vatten. Vid försommarens provtagningsomgång noterades arten på stationerna Hammarudda, Ål-Järsö, Föglö, Prästö och Silverskär. På stationerna som återbesöktes under hösten upptäcktes *M. viridis* som nya på Saltflyttan och Ådskär. Individtätheterna var emellertid låga med ca 20 ind/m<sup>2</sup>, men finns nu representerad på botten runt hela Åland. Trots att negativa samband påvisats mellan massförekomster av denna art och andra bottenlevande organismer i södra Östersjön (e.g. ESSINK & KLEEF 1993), är det sannolikt att arten i första hand kommer att ha positiva effekter på biotat hos oss och bilda ytterligare en födokomponent för de högre trofinivåerna.

#### *Långtidsförändringar i bottenfaunan på Ål-stationerna*

En totalanalys och jämförelse av situationen 1976/1978 och 1993/1994 utfördes på basen av material från samtliga Ål-stationer (Ål-Bergö, Ål-Äppelö, Ål-Dånö, Ål-Eckerö, Ål-Lumparn, Ål-Vårdö, Ål-Järsö och M3 = Ål-Mariehamn). För Ål-Äppelö användes data från 1993 eftersom denna station inte inkluderades i provtagningen detta år. För alla stationer räknades ett summa medeltal och situationen mellan 76/78 och 93/94 jämfördes med en parvis t-test. I analysen behandlades parametrarna: totala antalet arter, abundans och biomassa. Inga signifikanta skillnader erhöles för artantal, medan en signifikant ökning erhöles för såväl abundans ( $p=0.034$ ) som biomassa ( $p=0.011$ ) (Fig. 13). Analysen illustrerar det faktum att produktionsnivån höjts till en följd av ökad näringstillgång. Dessa resultat bekräftar tidigare undersökningar (e.g. SANDBERG et al. 1989, BONSDORFF et al. 1990, 1991) där en långt fortskriden eutrofiering har påvisats. Dessa effekter är emellertid mer accentuerade i de inre viksystemen i t. ex. Färjsundet-Lumparn området (WISTBACKA 1994).

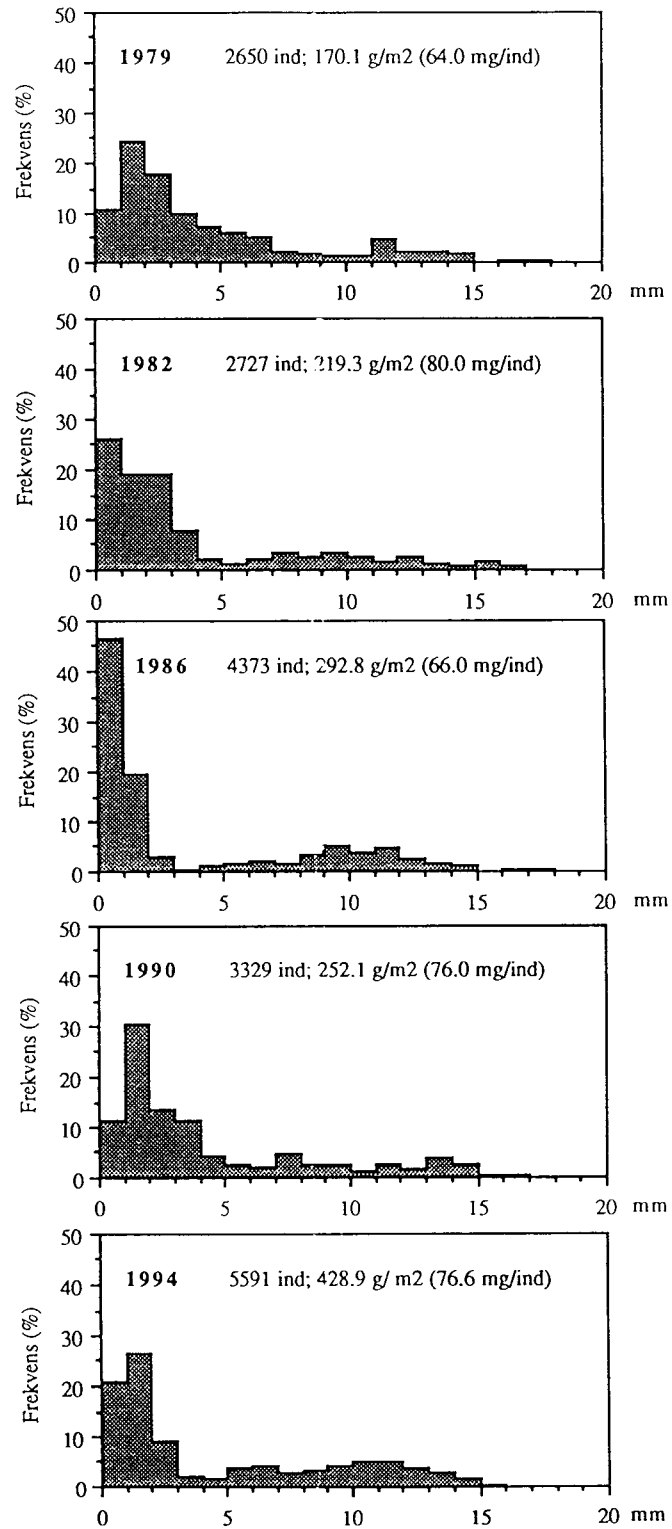
Vid en noggrann analys av situationen på en station, station M3 (Ål-Mariehamn, invid oljeterminalen), kan man notera att förhållandena varit förvånansvärt stabila över tid. Det är intressant att inga större förändringar går att urskilja på basen av storleksfördelningen hos *Macoma balthica*, även om såväl individantal som biomassa har ökat (Fig. 14). Stationen uppvisar en mycket hög produktionsnivå, och en ökande trend beträffande artantal, abundans och biomassa. Artantalet har ökat svagt hela perioden 1972-94, men utbytet av arter mellan provtagningarna har samtidigt varit stort (Fig. 15), vilket kan ha flere

förklaringar (provstorlek, recipientens allmäntillstånd i relation till utsläpp, hög turbulens på grund av livlig färjtrafik, samt invandrade arter). Exemplet illustrerar dock bäst betydelsen av att långtidsanalyser kräver ett flertal stationer för att kunna detektera och tolka förändringar i tid och rum.



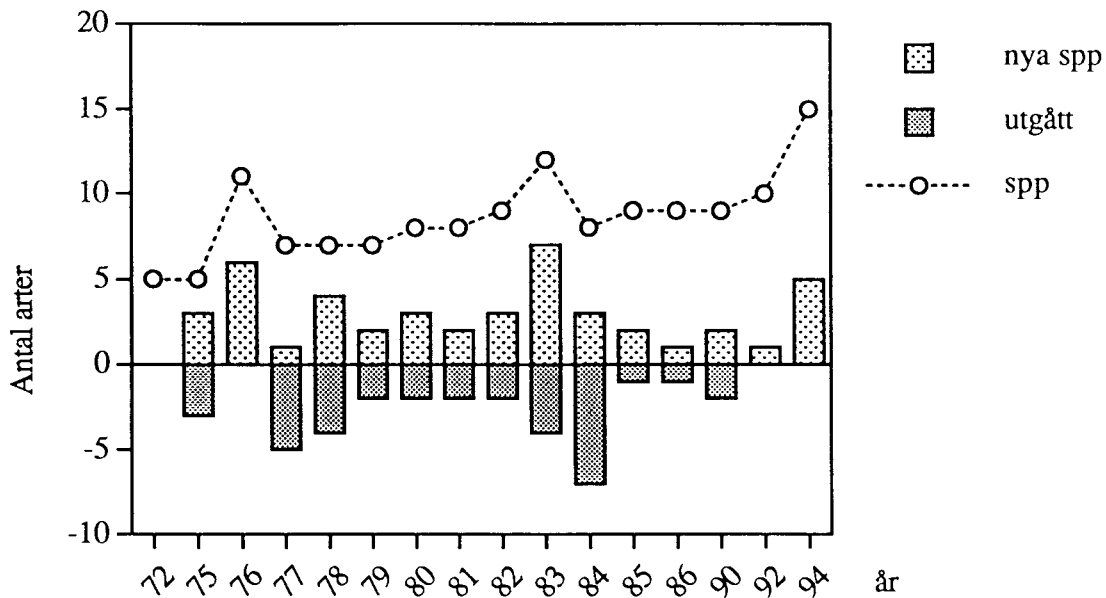
**Fig. 13.** Jämförelse av artantal, abundans och biomassa på Ål-stationerna 1976/78 och 1993/94.

*Comparison of species, abundance and biomass on the Ål-stations between 1976/78 and 1993/94.*



**Fig. 14.** Storleksfördelningen, abundans och biomassa för *Macoma balthica* över tid från 1979 till 1994 på Ål-Mariehamn (M3).

*The relative size-distribution, abundance and biomass of Macoma balthica over the time period from 1979 to 1994 on Ål-Mariehamn (M3).*



**Fig. 15.** Artantalet samt utbytet av arter på M3 (Ål-Mariehamn) under perioden 1972-1994.

*Total number, and the replacement sequences of species on station M3, during the period 1972-94.*

### Sammanfattning

Eutrofieringen av Östersjön är en fortgående process (NEHRING & MATTHÄUS 1991). I den åländska skärgården och i Skärgårdshavet identifieras eutrofieringen som det största enskilda hotet mot biotat (HELCOM 1990, 1993, JUMPPANEN & MATTILA 1994). Generellt sett är närsaltskoncentrationerna högre i de kustnära vattena än i det öppna havet (jfr närsaltshalter på de skyddade och exponerade stationerna). Detta visar att en stor del av närsaltstillskottet härstammar från land eller kustnära verksamhet och sålunda accentueras de biologiska effekterna av eutrofieringen närmare land. I skärgårdsvattena accentueras betydelsen och effekterna av de lokala punktbelastningarna av närsalter såsom fiskodlingar. De höga närsaltskoncentrationerna gynnar produktion med intensiva blomningar av alger och med en ökad mängd sedimenterande organiskt material som följd. Den höga

produktionsnivån i pelagialen ger till en början en högre produktion av bottenfauna. Vid en fortgående eutrofiering blir de negativa effekterna alltmer drastiska. Dessa effekter tar sig uttryck i periodisk syrebrist i bottenvattnen. Syrebrist betecknas globalt sett som den största enskilda negativa faktorn som strukturerar bottenfaunan (DIAZ & ROSENBERG 1995). BONSDORFF et al. (1990, 1991) visade hur bottenfaunan förändrats över tid i den åländska skärgården från 1972/73 till 1990 enligt klassiska responsmönster vid ökande eutrofiering (e.g. PEARSON & ROSENBERG 1978). I helhetsanalysen som utfördes av BONSDORFF et al. (1990,1991) var syremättnaden i bottenvattnet den viktigaste förklarande faktorn vad beträffar artsammansättningen på alla de undersökta stationerna.

Detta arbete understryker och verifierar de tidigare dragna slutsatserna om en fortgående eutrofiering. Jämförelsen av situationen på Ål-stationerna mellan '76/78 och '94 visar tydligt på långtidsförändringar med förhöjda abundans- och biomassavärden för bottenfaunan. Den åländska skärgården kan fortsättningsvis anses befinna sig i den fas av eutrofieringsförloppet där bottenfaunasamhällets komplexitet är reducerat, men där den ökade tillgången till näring gett upphov till en förhöjd abundans och biomassa (jfr. BONSDORFF et al. 1990).

Resultaten visar också på de markanta skillnaderna mellan skyddade och exponerade lokaler, både i avseende på de fysikalisk-kemiska faktorerna och strukturen i bottenfauna-samhället. Allmäntillståndet i de åländska vattnena vid den öppna kusten kan betecknas som relativt gott med en rik bottenfauna. Trots detta måste miljötillståndet på de exponerade lokalerna vid området mellan kust och hav betecknas som stort

Den fortsatta invandringen av nya arter till Östersjön måste också ses som en reell del av långtidsförändringarna. Sedan 1970-talet har två nya arter etablerats i vattnena runt Åland (spionida polychaeterna *Polydora redeki* och *Marenzelleria viridis*). I vissa fall (enskilda stationer) kan immigrationen av dessa två arter vara den avgörande orsaken till att långtidsförändringar av artantal inte kan detekteras. Invandringen av nya arter kan exempelvis motverka en övrig utarmning så att inga signifikanta skillnader erhålls vid en statistisk analys.

Syftet med detta arbete var att göra en baskartering av de djupare bottarna runt fasta Åland, jämföra skyddade bottnar i detta djupstrata med exponerade, samt att göra en jämförelse i tid för att få en uppfattning om miljötillståndets utveckling. Materialet visar att de valda stationerna är representativa, genom att den totala variationen för alla stationer kan anses liten. Samtidigt illustrerar materialet vikten av att använda ett flertal stationer som en grund för en helhetsanalys.

Bottenfaunan är ett synnerligen lämpligt instrument för övervakning av långtidsförändringar. Den fungerar som ett känsligt mått på förändringar i den fysikalisk-kemiska miljön (förändringar i syreförhållanden, organisk halt etc) då många arter är långlivade, och bottenfaunan därmed återspeglar summan av fluktuationer i miljön

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att det undersökta djupstratat i området mellan kust och öppet hav är stor betydelse ur produktionshänseende och därmed viktigt för hela näringskedjan (t. ex. fiskbestånd). Dessa bottenares betydelse accentueras ytterligare av att Östersjöns djupare bottenar (> 50 m) under längre perioder (decennier) upplevt syrefattiga (eller syrefria) förhållanden. De intermediära bottenarna är därför av stor betydelse som födoområde för kommersiellt viktiga fiskarter såsom torsk och strömming, men också t. ex. sik och plattfisk. Eftersom detta djupstrata redan kan klassas som påverkat (rubbat ur sin ekologiska balans) är det av stor vikt att detta område skonas från ytterligare belastning och ytterligare befästs som ett referensområde i Östersjön och i andra internationella sammanhang.



## Referenser

BACKLUND, C. 1992. Primärproduktion i ett åländskt skärgårdsområde. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 80: 1-12 (+ bilagor).

BLOMQVIST, E. M. & E. BONSDORFF 1986. Spatial and temporal variations of benthic macrofauna in a sandbottom area on Åland, northern Baltic Sea. *Ophelia*, Supplement 4: 27-36.

BONSDORFF, E. 1981. Notes on the occurrence of polychaeta (Annelida) in the archipelago of Åland, SW Finland. *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica* 57: 141-146.

BONSDORFF, E. 1988. Zoobenthos and problems with monitoring; an example from the Åland area. *Kieler Meeresforsch., Sonderh.* 6: 85-98.

BONSDORFF, E. & E. BLOMQVIST, 1989. Do exceptional winters affect the zoobenthos and fish in shallow, brackish archipelago waters? An example from the northern Baltic Sea. *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica* 65: 47-53.

BONSDORFF, E. & E. BLOMQVIST, 1993. Biotic couplings on shallow water soft bottoms - examples from the northern Baltic Sea. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu Rev.* 31: 153-176.

BONSDORFF, E., K. AARNIO & A. LINDELL 1990. Bottenfauna och hydrografi i den åländska skärgården 1973-1990: Mariehamn och Eckerö 1990, samt en totalanalys av den faståländska skärgården i relation till eutrofiering. Forskn., rapp. från Husö biol. stat. No 75 : 1-31.

BONSDORFF, E., K. AARNIO & E. SANDBERG 1991. Temporal and spatial variability of zoobenthic communities in the archipelago waters of the Northern Baltic Sea - consequences of eutrophication? *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 76: 433-449.

DIAZ, R. J. & R. ROSENBERG 1995. Marine benthic hypoxia: ecological effects and behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 33, in press.

ERIKSSON, J. & E. LEPPÄKOSKI 1983. Bottenfauna på Ål-stationer i den åländska skärgården. Husö biol. stat. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse nr. 32: 1-17.

ESSINK, K. & H. L. KLEEF 1993. Distribution and life cycle of the North American polychaete *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873) in the Ems estuary. *Neth. J. Aqu. Ecol.* 27: 237-246.

HALDIN, D. 1992. Den högre brackvattenvegetationen i norvästra Åland 1991, samt en jämförelse med läget 1963 och 1965. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 81: 1-13 (+ bilagor).

HELMINEN, O. 1974. Bottenfaunan i den åländska skärgården I-IV. Specialarbete för bilaudatur i allmän biologi, ekologisk linje, Åbo Akademi (del I och II).

HELMINEN, O. 1975. Bottenfaunan i den åländska skärgården I-IV. Husö biol. stat. Medd. 17: 43-71.

KUPARINEN, J., K. LEONARDSSON, J. MATTILA & J. WIKNER 1994. Bottniska vikens ekologi: näringsvävsstruktur, materialflöden och trender. Vatten 50: 201-219.

HELCOM, 1990. Second periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea, 1984-1988; background document. Baltic Sea Environment Proc. 35 b: 1-432.

HELCOM, 1993. The Baltic Sea joint comprehensive environmental action programme. - Baltic Sea Environment Proc. 48: 1-33.

HÅKANSSON, L. & R. ROSENBERG 1987. Praktisk kustekologi. Svenska naturvårdsverkets rapport, 110 pp.

JUMPPANEN, K. & J. MATTILA 1994. The development of the state of the Archipelago Sea and environmental factors affecting it (på finska med engelskt sammandrag). Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. ISBN 951-9348-53-0, 206 pp.

KOROLEFF, F. 1983 a. Total and organic nitrogen. I GRASSHOF, K., M EHRHARDT & K. KREMLING (eds). Methods of seawater analysis. Verlag chemie, Weinheim: 162-169.

KOROLEFF, F. 1983 a. Determination of phosphorous. I GRASSHOF, K., M EHRHARDT & K. KREMLING (eds). Methods of seawater analysis. Verlag chemie, Weinheim: 125-139.

LINDHOLM, H. & E. BONSDORFF 1992. Sjöfågelfaunan i ett nordväståländskt skärgårdsområde - en baslinjekartering utförd sommaren 1991. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 83: 1-14.

LEPPÄKOSKI, E. 1984. Introduced species in the Baltic Sea and its coastal ecosystems. Ophelia, Suppl. 3 123-135.

LEPPÄKOSKI, E. 1984. Introduced species - resource or threat in brackish-water seas? Examples from the Baltic and the Black Sea. Mar. Poll. Bull. 23: 219-223.

MOONEY, H. A. & J. A. DRAKE 1987. The ecology of biological invasions. Environment 29 (5): 10-37.

NEHRING, D. & W. MATTHÄUS, 1991. Current trends in hydrographic and chemical parameters and eutrophication in the Baltic Sea. Int. Revue ges. Hydrobiol. 76: 297-316.

NORKKO, A., E. BONSDORFF & C. BOSTRÖM 1993. Observations of the polychaete *Marenzelleria viridis* (Verrill) on a shallow sandy bottom on the south coast of Finland. Mem. Soc. Fauna Flora Fennica 69: 112-113.

PEARSON T. H. & R. ROSENBERG 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 16: 229-311.

ROSENBERG, R. & R. J. DIAZ 1993. Sulfur bacteria (*Beggiatoa* spp.) mats indicate hypoxic conditions in the inner Stockholm archipelago. *AMBIO* 22 (1): 32-36.

RÖNNBERG, O. 1969. Hydrografi och zonerung i ett nordvästäländskt skärgårdsområde. *Husö biol. stat. Medd.* No 1: 5-15.

SANDBERG, E. K. AARNIO & E. BONSDORFF 1989. Bottenfaunans utveckling i nordvästra Åland och i Lumparn-området - en jämförelse av situationen 1972-73 och 1989. *Husö biol. stat. Forskn. rapp. till Ålands landskapsstyrelse* nr. 71: 1-44.

SUOMALAINEN, S. 1989. En sammanställning av stationens recipientundersökningar i Mariehamns Västerhamn 1983-1986. *Husö biol. stat. Forskn. rapp. till Ålands Landskapsstyrelse* nr. 73: 1-20.

WESTERBERG, J. 1978. Benthic community structure in the Åland archipelago (N. Baltic) represented by samples of different sizes. *Kieler Meeresforsch., Sonderh.* 4: 53-60.

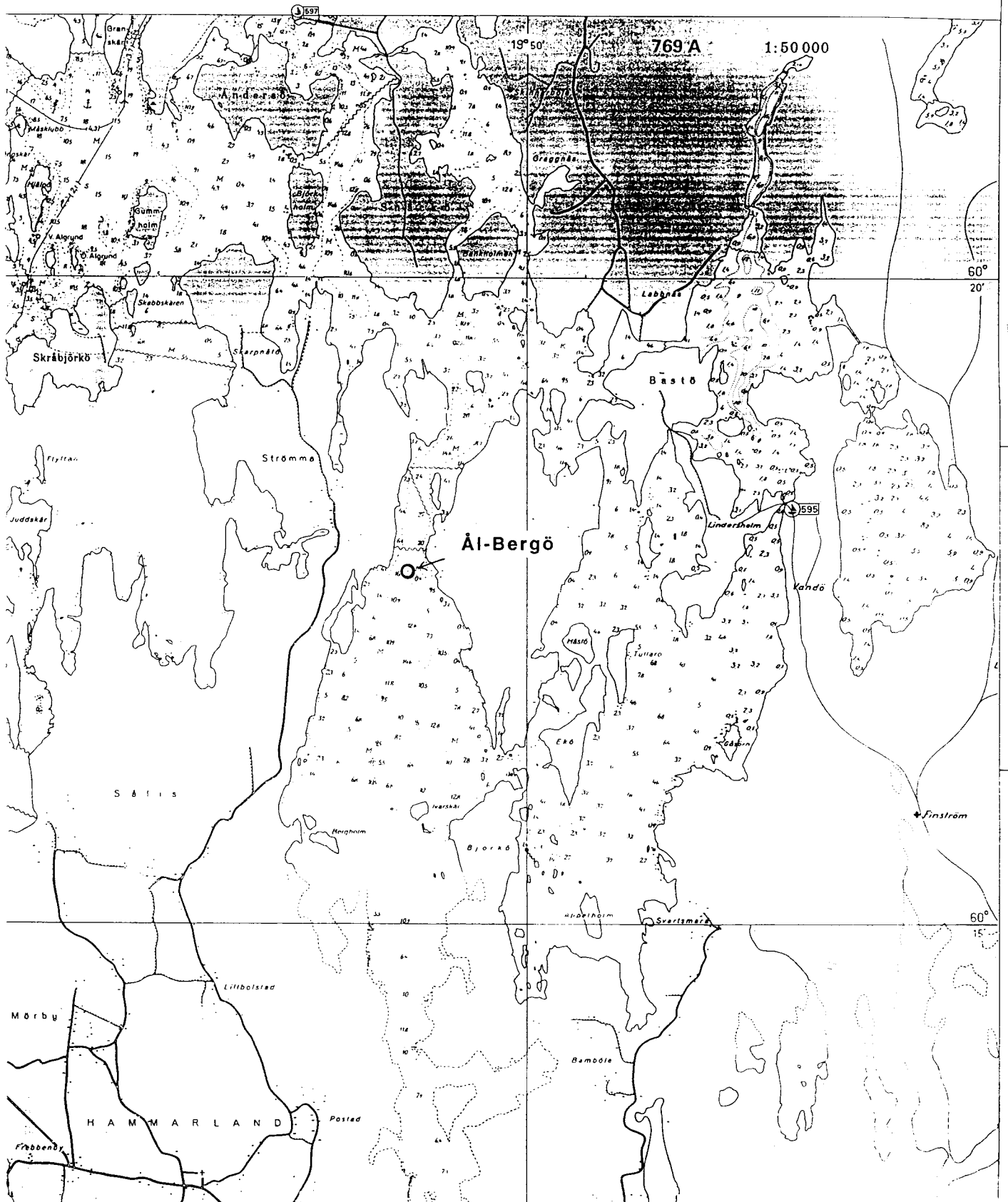
WISTBACKA, S. 1992. En *Base-line* inventering av fisksamhällenas sammansättning längs en skärgårdsgradient på nordvästra Åland. *Forskn., rapp. från Husö biol. stat.* No 82: 1-30 (+ bilagor).

WISTBACKA, S. 1994. Bottenfaunan och fisksamhället i Färjsundet-Lumparn området 1993. *Forskn., rapp. från Husö biol. stat.* No 89 : 1-39 (+ bilagor).

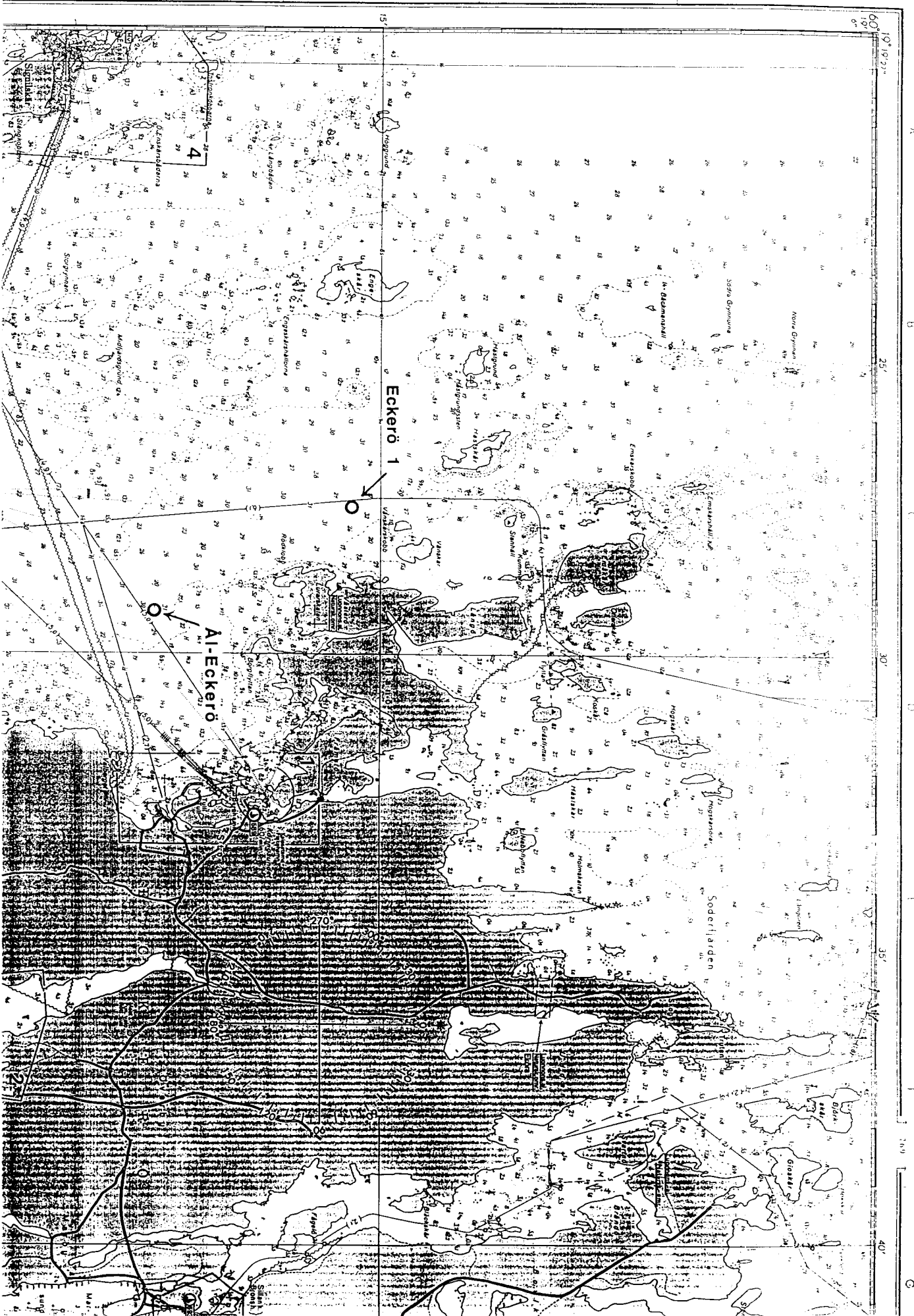
ÖSTMAN, M. 1989. Belastningen i Lumparn 1989. *Husö biol. stat. Forskn. rapp. till Ålands Landskapsstyrelse* nr. 73: 1-20.

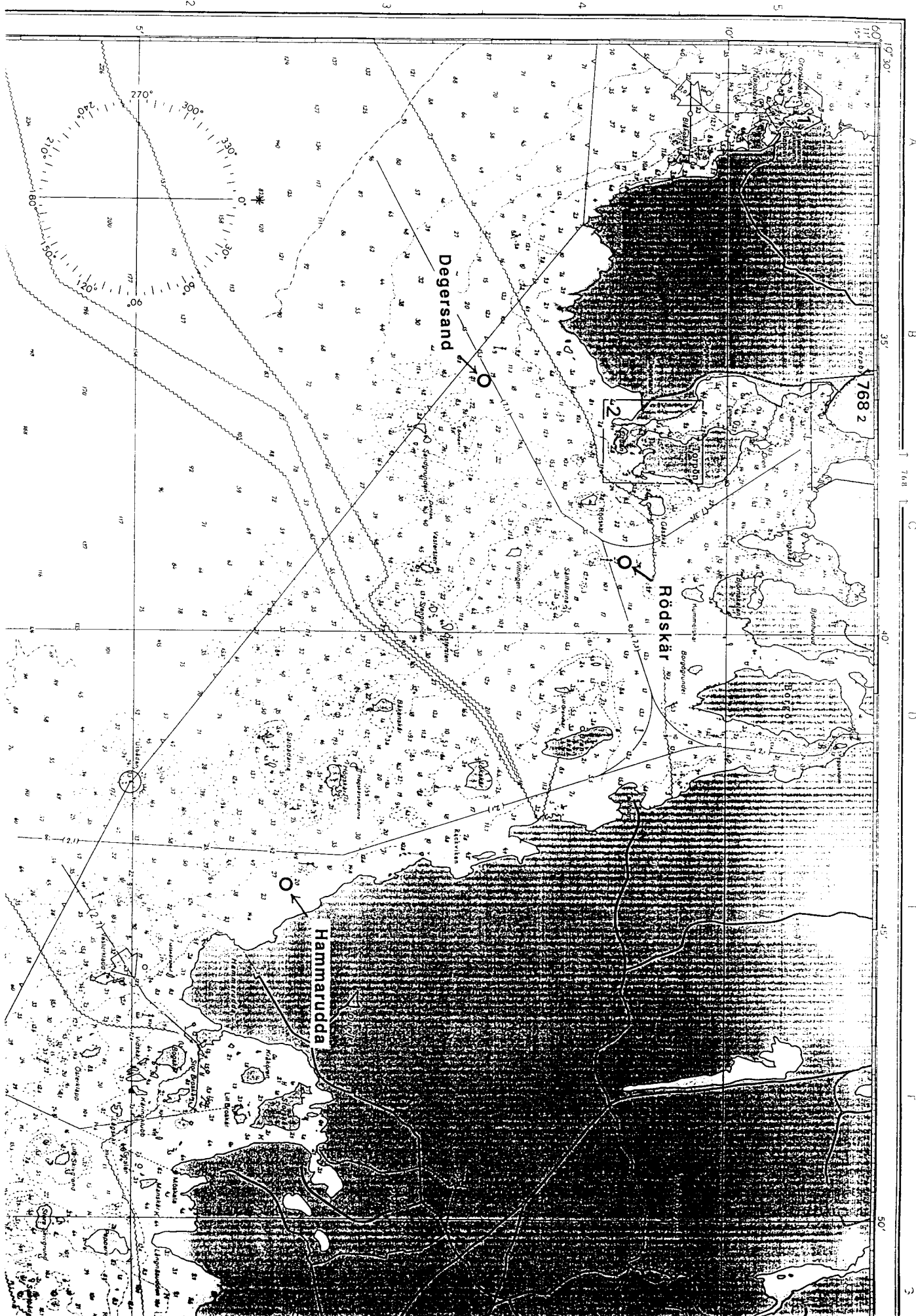
Fig. 16-26. Utdrag ur Sjöfartstyrelsens småbåtssjökort med alla 29 stationers placering.

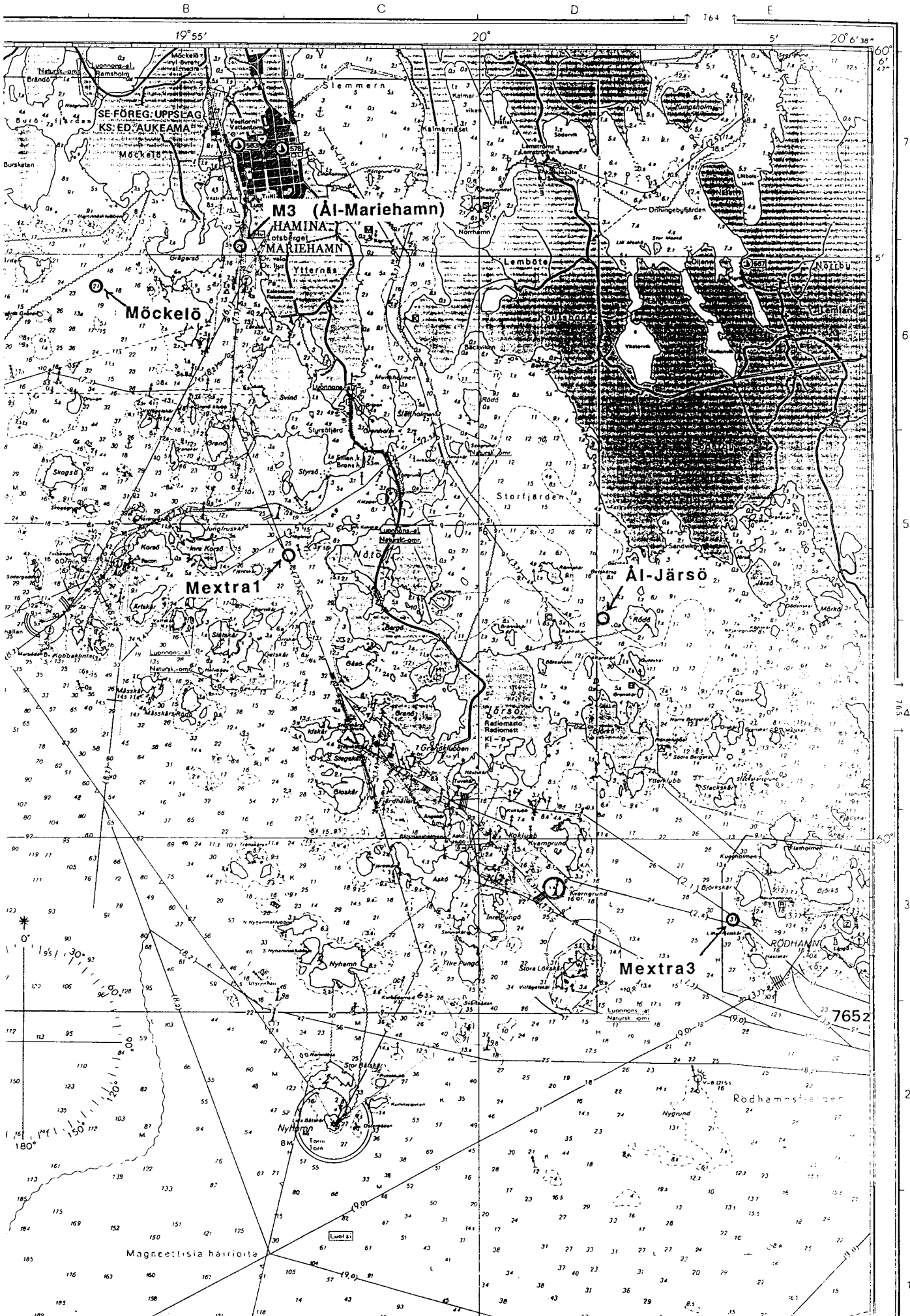




SHIPS AND AIRCRAFT OPERATING IN THESE WATERS MUST BE ADVISED OF THE DANGER OF SHIPWRECK





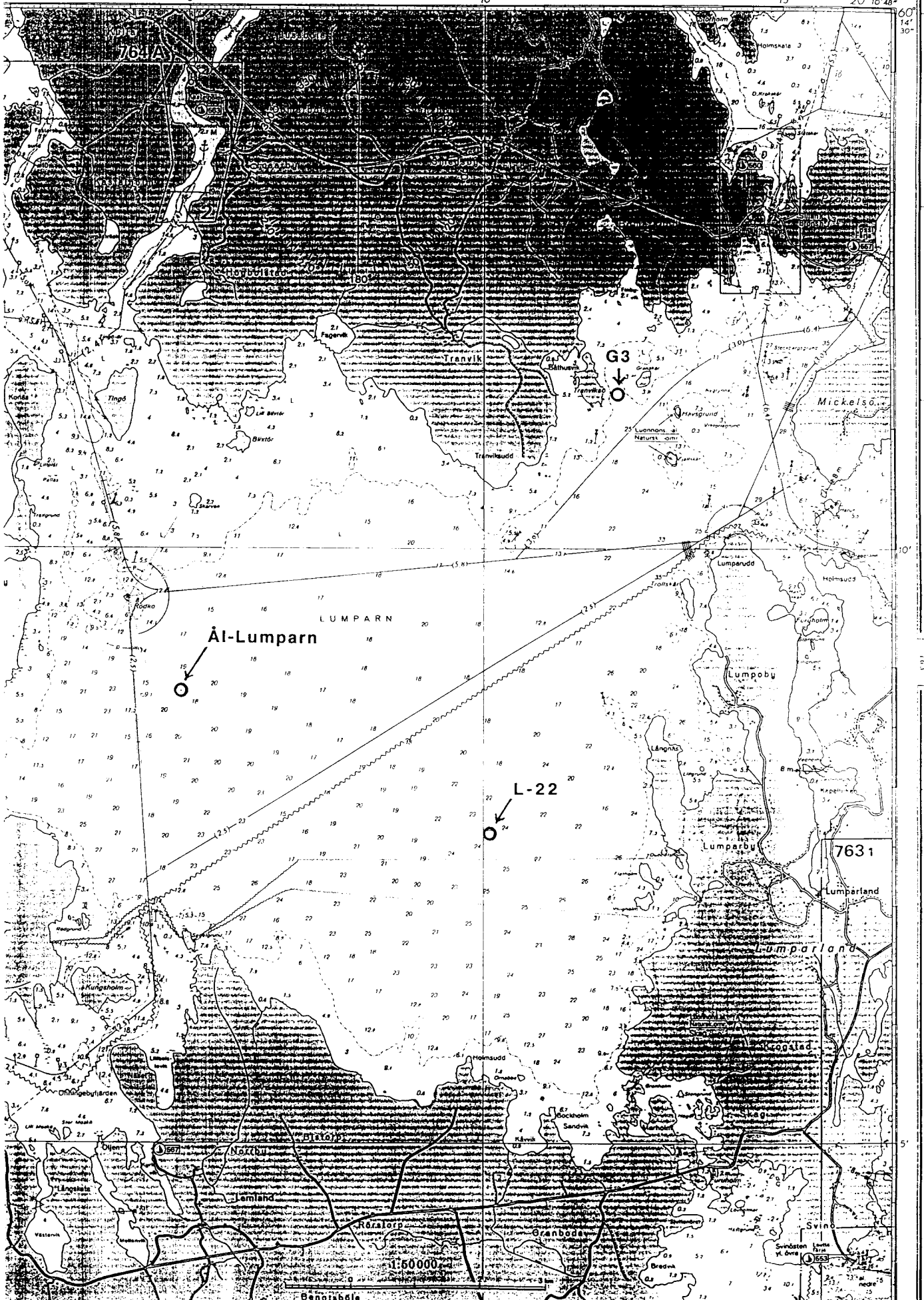


7  
6  
5  
4  
3  
2  
1

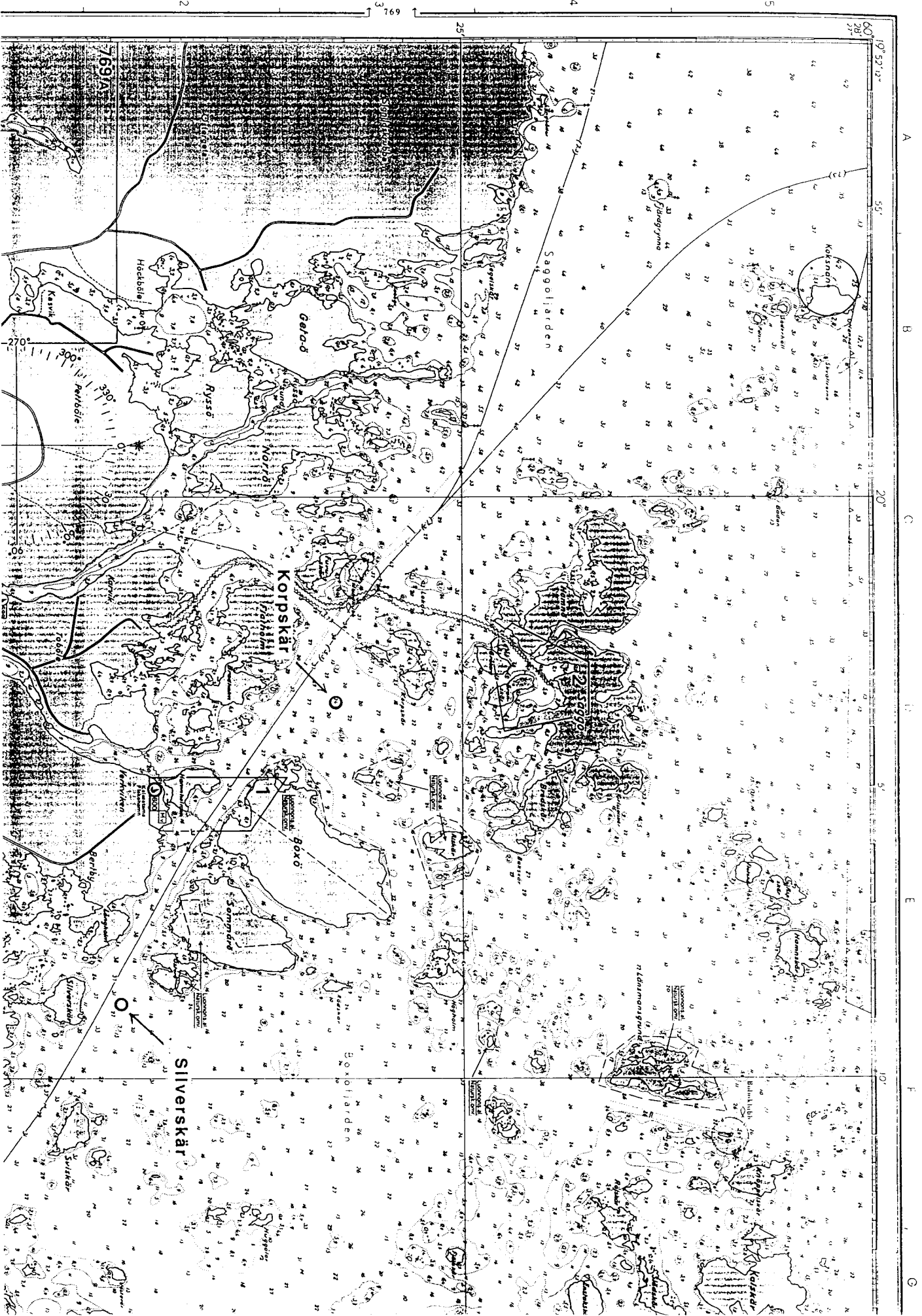


B C D E 771

5' 10' 15' 20' 16' 48"



7  
6  
5  
4  
3  
2  
1



2

3 769

4

5

A

B

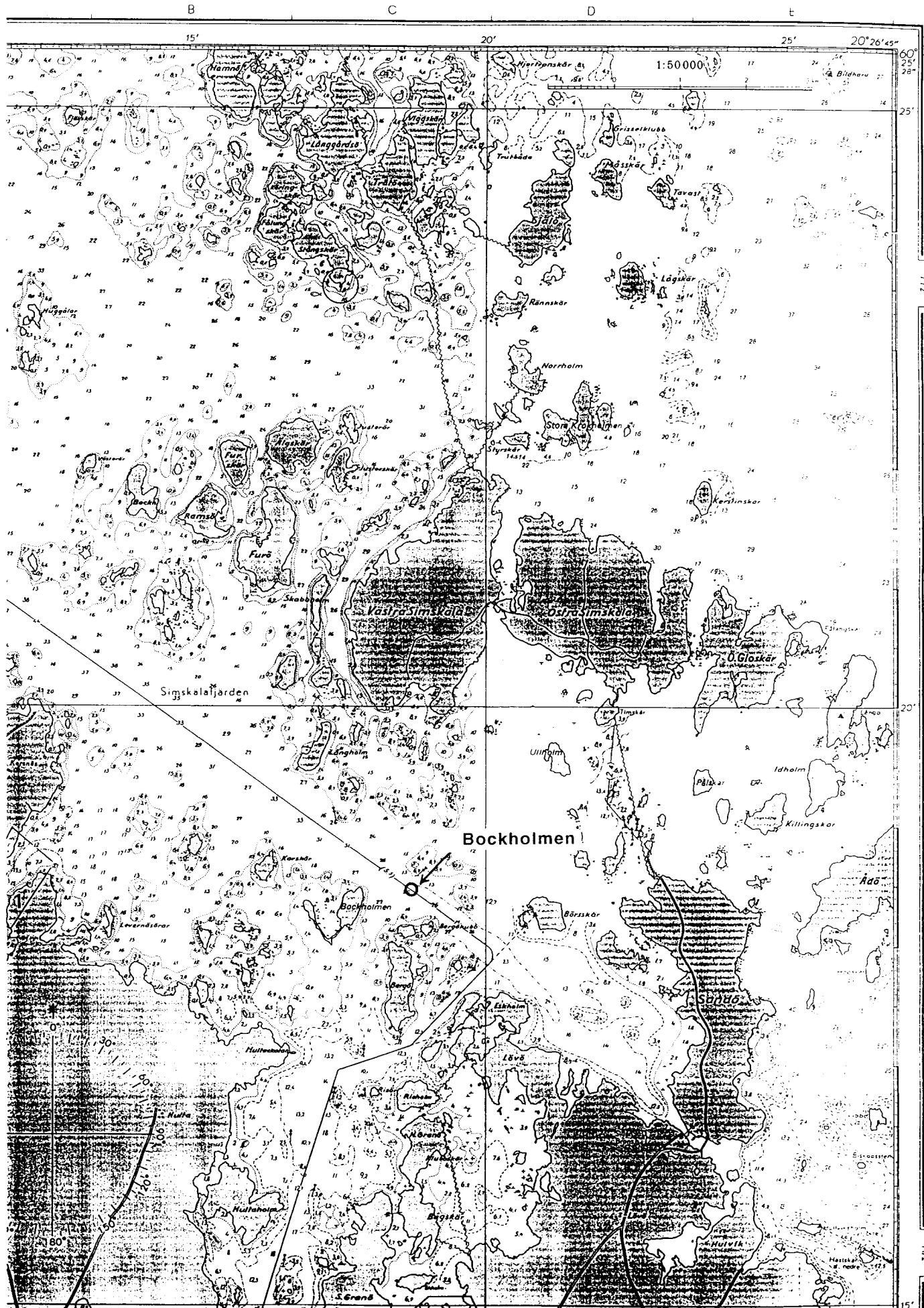
C

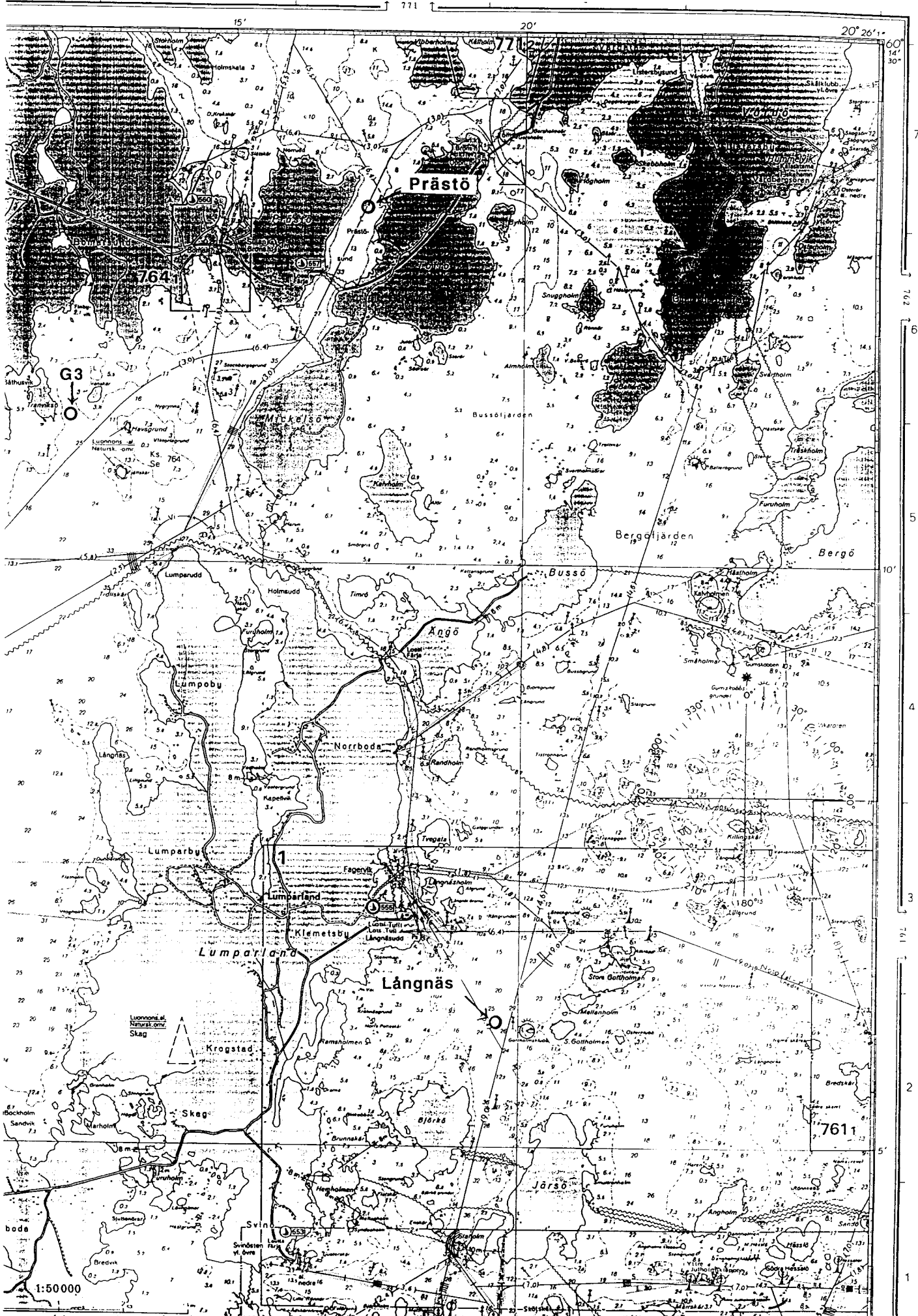
D

E

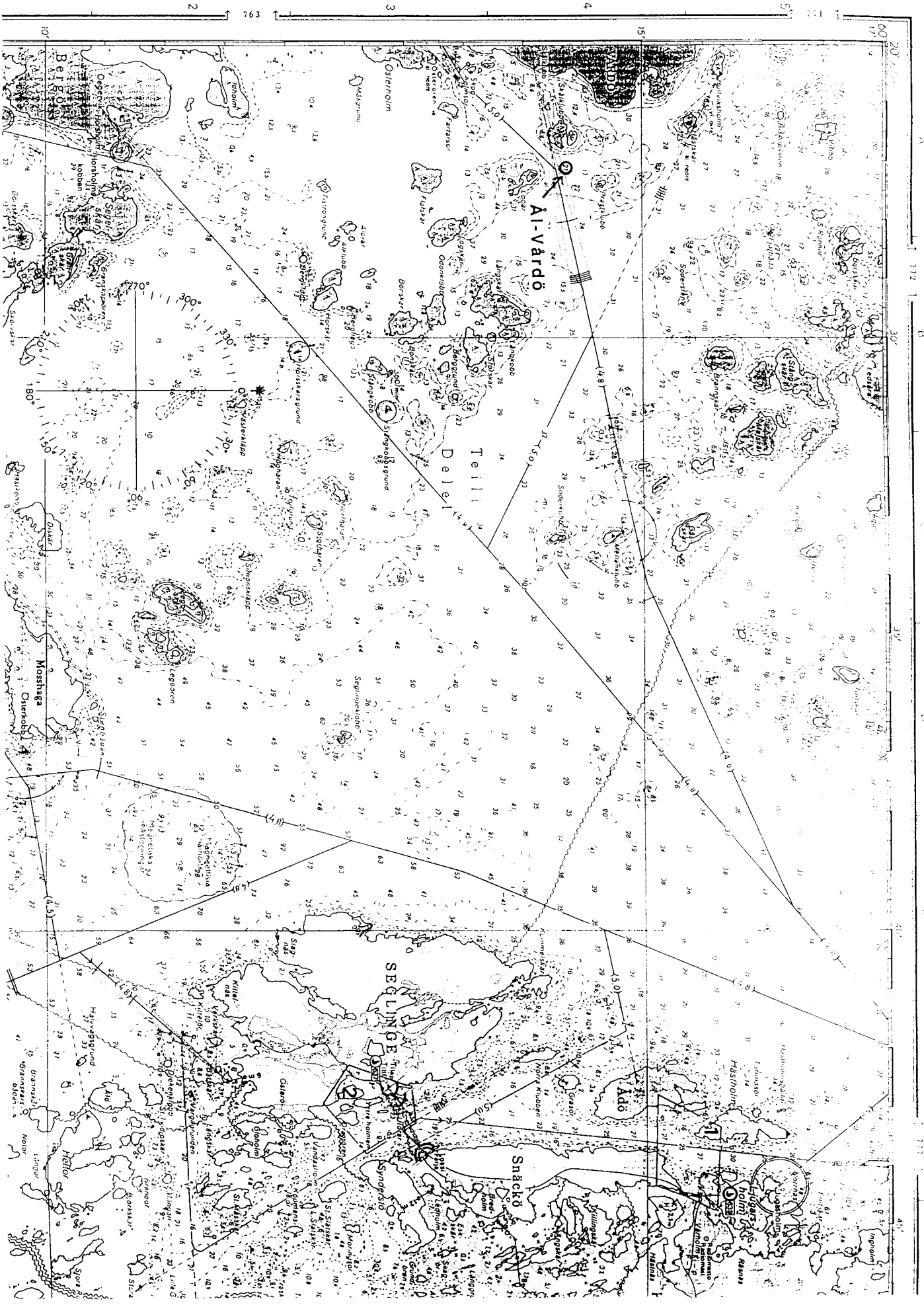
F

G





7  
6  
5  
4  
3  
2  
1



2

263

3

4

4

5

60°

17'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

10'

172

1

8

30'

35'

40'

45'

50'

55'

60'

65'

70'

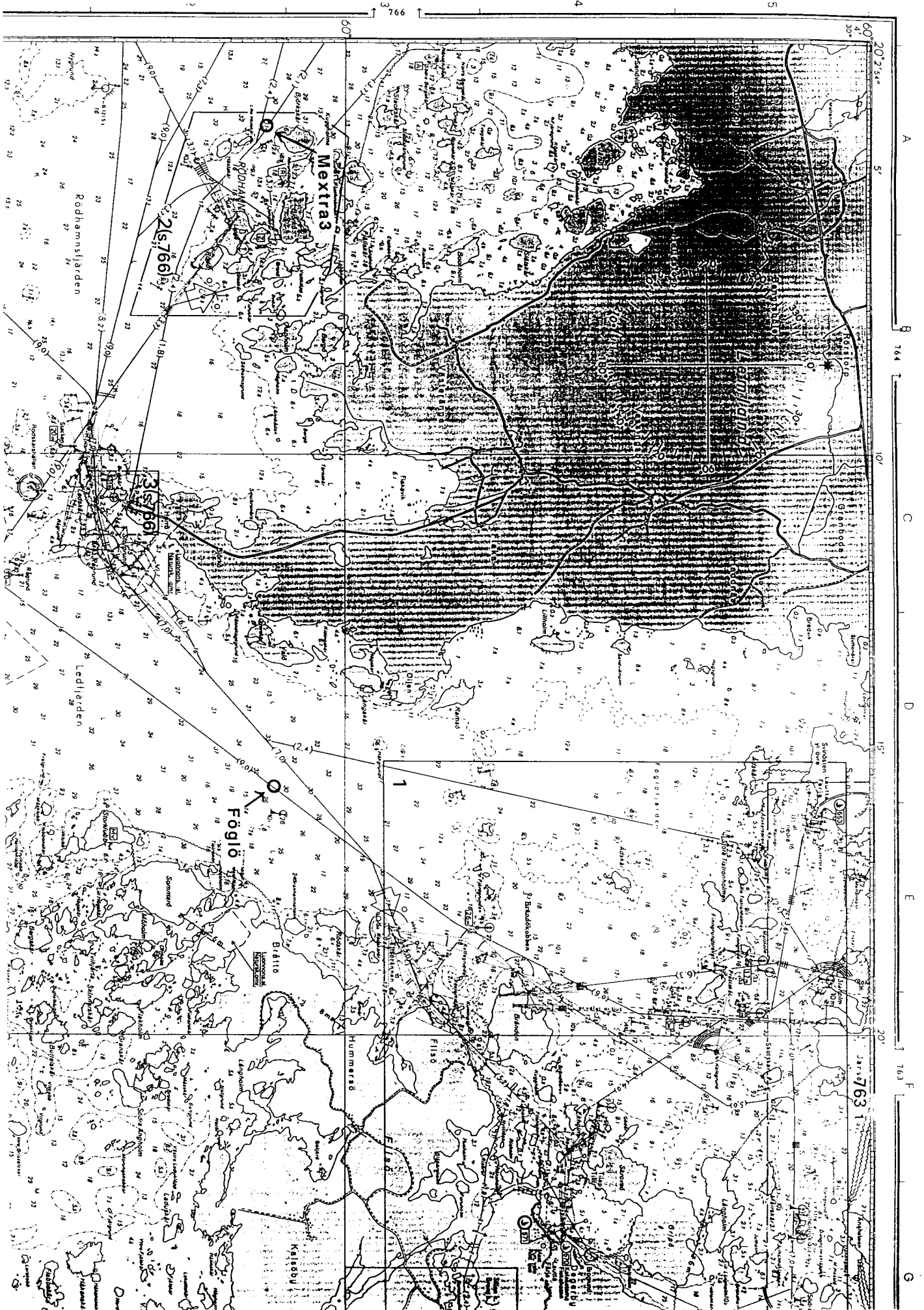
75'

80'

85'

90'

95'



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

- No 79 1992 ÅDJERS, K. & C. BACKLUND: Säsongvariationer i hydrografi, näringsämnen och klorofyll *a* i ett nordvästäländskt skärgårdsområde. (*Seasonal variations in hydrography and nutrients in an archipelago gradient on the Åland Islands.*)
- No 80 1992 BACKLUND, C.: Primärproduktion i ett åländskt skärgårdsområde. (*Primary production in an archipelago gradient on the Åland Islands.*)
- No 81 1992 HALDIN, D.: Den högre brackvattenvegetationen i nordvästra Åland 1991, samt en jämförelse med läget 1963 och 1965. (*Phytobenthos in the archipelago of NW Åland 1991 compared to 1963 and 1965.*)
- No 82 1992 WISTBACKA, S.: En *Base-line* inventering av fisksamhällenas sammansättning längs en skärgårdsgradient på nordvästra Åland. (*A base-line study on the fish communities along an archipelago gradient on NW Åland, N. Baltic Sea.*)
- No 83 1992 LINDHOLM, H. & E. BONSDORFF: Sjöfågelfaunan i ett nordvästäländskt skärgårdsområde - en baslinjekartering utförd sommaren 1991. (*The seabirds of NW Åland - a baseline study 1991.*)
- No 84 1992 LINDELL, A.: En kartering av Mariehamns stads vattenområden, samt en inventering av stränder och grunda vatten. (*A base-line survey of the water areas surrounding Mariehamn, Åland.*)
- No 85 1993 BACKLUND, C.: Hydrografi, näringsämnen och klorofyll-*a* i tre havsvikar på fasta Åland. (*Hydrography, nutrients and chlorophyll-a in some inner bays on the Åland islands.*)
- No 86 1993 AUGUSTSSON, I.: Den högre vattenvegetationen i några inre havsvikar på fasta Åland 1992. (*Phytobenthos of some inner bays on the Åland Islands in 1992.*)
- No 87 1993 WISTBACKA, S.: En inventering av fisksamhället i tre viksystem på Åland. (*The fish communities of three bays on Åland.*)
- No 88 1994 BACKLUND, C.: Hydrografi, näringsämnen och klorofyll-*a* i Lumparns viksystem. (*Hydrography, nutrients and chlorophyll-a in the Lumparnfjärd and its connecting bays.*)
- No 89 1994 WISTBACKA, S.: Bottenfaunan och fisksamhället i Färjsundet-Lumparn området 1993. (*Zoobenthos and fish communities in the Färjsundet-Lumparn area in 1993.*)
- No 90 1994 HALDIN, D.: En översiktlig kartering av vattenvegetationen på hårdbottenlokaler i nordvästra Ålands skärgård 1994. (*Survey of hard bottom vegetation in the archipelago on NW Åland 1994.*)
- No 91 1994 NORKKO, A. & E. BONSDORFF: Bottenfauna och hydrografi i området mellan kust och öppet hav i den åländska skärgården. (*Zoobenthos and hydrography in the transition-zone between the shallow coastal bottoms and the open sea in the Åland archipelago, N. Baltic Sea.*)
- (Detta nummer) (*Present no.*)

ISSN 0787-5460  
ISBN 951-650-505-8  
Åbo 1994  
Åbo Akademis tryckeri