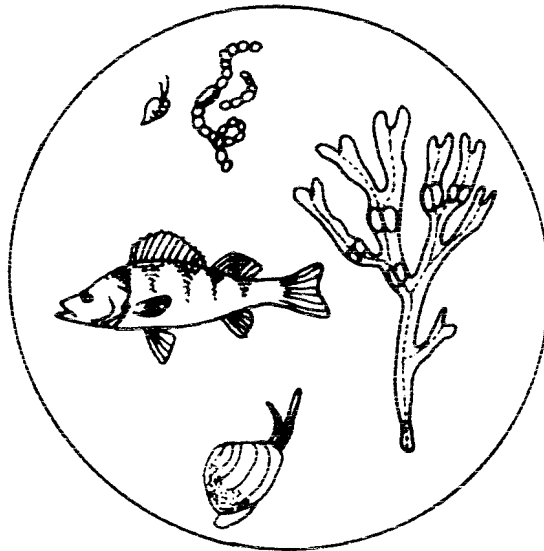


**FORSKNINGSRAPPORTER  
FRÅN  
HUSÖ BIOLOGISKA STATION**

No 97 (1998)



*Johnny Berglund*

**Kartering av makrofyter och drivande alger på grunda  
mjukbottnar i Ålands skärgård**

*(Survey of macrophytes and drifting algae on shallow soft bottoms in the Åland  
archipelago)*

Husö biologiska station  
Institutionen för biologi  
Åbo Akademi

I publikationsserien **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** rapporteras forskning utförd i anknytning till Husö biologiska station. Serien utgör en fortsättning på serierna: **Husö biologiska station Meddelanden** och **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Utgivare är Husö biologiska station, Institutionen för biologi, Åbo Akademi; författarna svarar själva för innehållet. Förfrågningar angående serien riktas till stationen under adress: 22220 Emkarby, telefon: 018-37221, telefax: 018-37244 (även: BioCity, Åbo Akademi, 20520 Åbo, telefon: 02-2154311).

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: FIN-22220 Emkarby, Finland, phone: (0)18-37221, telefax: (0)18-37244. Also: BioCity, Åbo Akademi University, FIN-20520 Åbo, Finland, phone: (0)2-2154311.

Redaktör:

Editor: Johanna Mattila

Åbo Akademis tryckeri - Åbo 1998

ISBN: 952-12-0255-6

ISSN: 0787-5460

## Kartering av makrofyter och drivande alger på grunda mjukbottnar i Ålands skärgård

*(Survey of macrophytes and drifting algae on shallow soft bottoms in the Åland archipelago)*

Johnny Berglund

Husö biologiska station; Institutionen för biologi, Åbo Akademi  
22220 Emkarby, Åland

### **Abstract**

*Due to increasing nutrient levels the primary production has increased in the Baltic Sea. In many areas increased amounts of filamentous algae have been reported.*

*A survey of macrophytes and drifting algae was carried out in 1997 in the Åland archipelago. Altogether 11 shallow bays around the Åland mainland were investigated under the period July to September. The study includes species diversity, estimations of biomass and occurrence of drifting algal mats.*

*The coverage of macrophytes was estimated with a 50x50 cm frame and the biomass was estimated with a 35,64 cm<sup>2</sup> sampling corer.*

*Altogether 37 different species of macrophytes were noted. The average biomass varied between 450 and 1300 g wetweight/m<sup>2</sup> and 100 to 350 g dryweight/m<sup>2</sup>. The coverage and biomasses showed a high correlation with the Baardseth exposure-index. Drifting macroalgal mats occurred at 10 of 13 localities examined.*

### **Inledning**

Halterna av näringsämnen i Östersjön har stigit markant under de senaste årtiondena (Rosenberg et.al. 1990). Detta har lett till en ökad primärproduktion både i pelagialen och i bentalen (Cederwall & Elmgren 1990). I pelagialen har växtplanktonets biomassa ökat och algbloomningar har blivit allt vanligare. I bentalen är det främst de ettåriga trådalger som har ökat.

Föreliggande kartering har utförts på uppdrag av Ålands länscapsstyrelse. Arbetet ingår i ett större projekt "EU Life-algae (LIFE96ENV/S/380)", inom vilket man vill undersöka möjligheterna att skörda och utnyttja drivande alger, samt utreda effekterna av skörd på miljön.

Syftet med undersökningen var att få en heltäckande bild av förekomsten av drivande alger runt fasta Åland. Målsättningen var att estimeras makrofyternas, och då speciellt de drivande trådalgernas dynamik och biomassa i grunda vikar, samt att uppskatta lämplig tidpunkt för skörd.

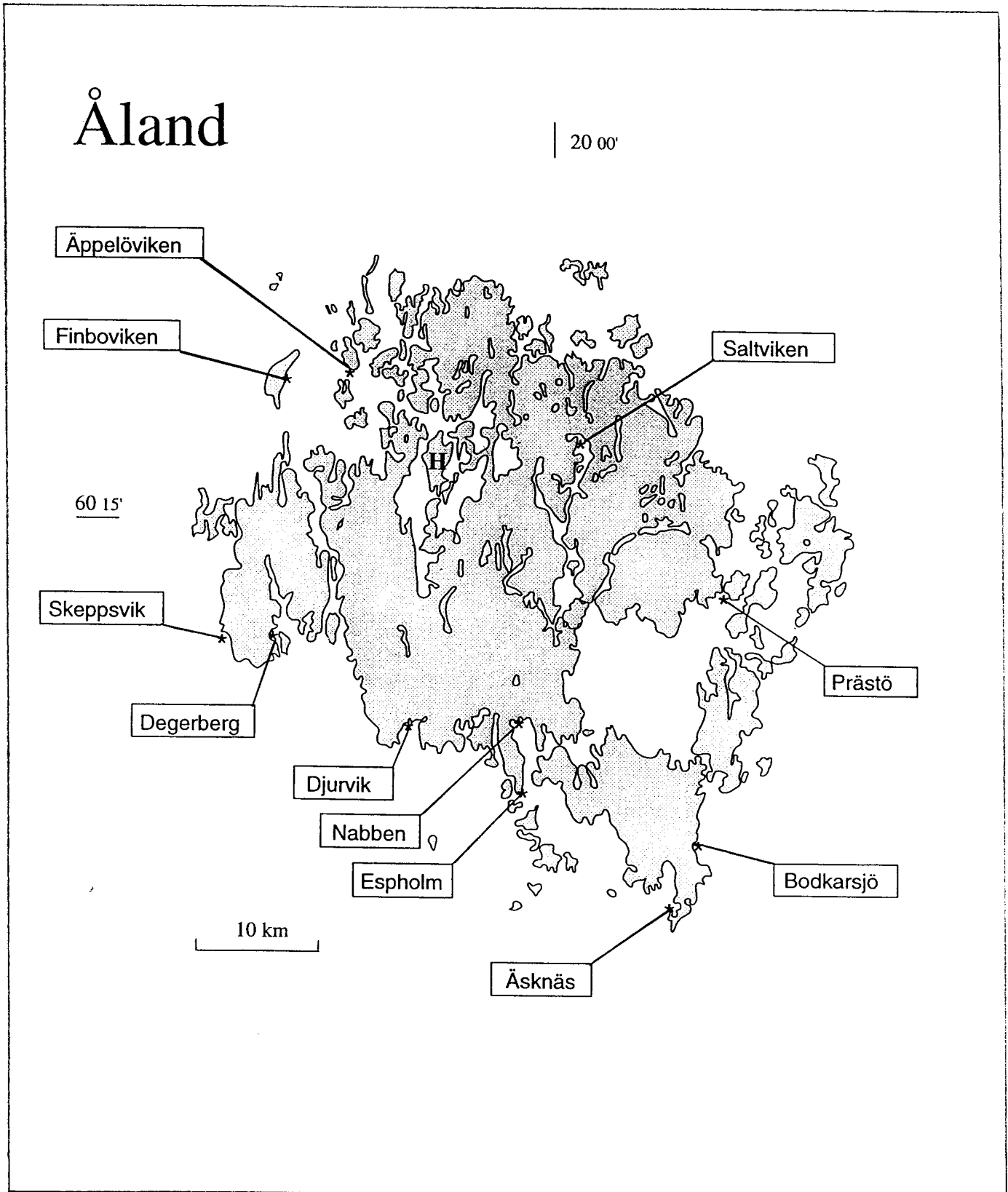
## Undersökningsområdet

En preliminär kartering gjordes i juni-juli 1997. Med hjälp av grundkartan (1:20 000) utvaldes 32 potentiella lokaler med tanke på algförekomst, strandmorfologi och tillgänglighet. Lokaler som utnyttjas som badstränder ansågs vara extra intressanta. Alla lokaler besöktes, varefter 11 valdes ut för närmare undersökning (Fig. 1). Dessa 11 lokaler återbesöktes två gånger i juli och augusti, och en gång i september. Ett exponeringsindex (E.I.) utvecklat av Grenager och Baardseth (1965) användes för att gruppera lokalerna med avseende på öppenhet. Exponeringsindexet bestämdes med hjälp av en transparent cirkel indelad i 40 sektorer. Cirkeln placerades på kartan med centrum på undersökningslokalen och antalet fria sektorer gav indexet. Grenager och Baardseth's metod modifierades så att sektorernas radie var  $\frac{1}{3}$  (2,5 km) av den rekommenderade 7,5 km. Modifieringen gjordes eftersom Grenager och Baardseth's index är gjort för atlantiska förhållanden. Avståndet 2,5 km ansågs vara tillräckligt för att ge en kraftig vågexponering i undersökningsområdet. Lokalerna kunde indelas i tre kategorier: 1) Hårt exponerad sandstrand med ett exponeringsindex över 5 och där vegetationen börjar på ett djup under en meter, 2) relativt skyddad sandstrand med ett index mellan 1 och 5 och med vegetation av främst *Chara aspera* ända upp till vattenlinjen, 3) skyddad strand med lerbotten och index noll. En översikt över lokalerna med koordinater, exponering (väderstreck), kategori och strandlinjens längd presenteras i tabell 1.

Tabell 1. Lokalernas koordinater, exponeringsindex (E.I.), kategori, undersökningsområdets längd och exponering (väderstreck).

*Coordinates, exposure-index (E.I.), length of the study area and exposure (point of the compass) of the localities studied.*

Lokal:	E.I.	Kategori	Längd(m)	Exponerad mot:
Espholm (60°03 N, 19°57 E)	0	3	40	-
Saltvik (60°18 N, 20°02 E)	0	3	10	-
Djurvik (60°05 N, 19°48 E)	1	2	50	söder
Degerberg (60°10 N, 19°35 E)	1	2	55	öster
Åsknäs (59°59 N, 20°11 E)	2	2	45	sydväst
Bodkar (60°01 N, 20°12 E)	3	2	60	öster
Nabben (60°06 N, 19°57 E)	3	2	50	söder
Äppelö (60°21 N, 19°43 E)	4	2	60	söder
Finbo (60°21 N, 20°36 E)	5	2	45	nordost
Prästö (60°12 N, 20°15 E)	6	1	70	sydväst
Skeppsvik (60°09 N, 19°32 E)	7	1	240	sydväst



Figur 1. De undersökta lokalernas läge kring fasta Åland (H=Husö biologiska station).

The study localities around Åland (H=Husö Biological station).

## Allmän beskrivning av lokalerna

De flesta lokaler har en zonerad vegetation med ett *Chara aspera*-bälte från strandlinjen ner till 0,5 meters djup. Under *Chara*-bältet förekommer fröväxter, *Potamogeton spp.*, *Myriophyllum spp.* etc. Undantag utgör de mest skyddade lokalerna Espholm och Saltvik samt de mest exponerade lokalerna Prästö och Skeppsvik. I bilaga 1 presenteras flygbilder av lokalerna och deras vegetation.

### Espholm

Lokalen utgörs av en liten skyddad vik med gyttejotten söderom Mariehamn (E.I.=0). Vegetationen domineras av makrofyterna *Ceratophyllum demersum*, *Zannichellia spp.* och *Najas marina*. Flytande arter såsom *Lemna trisulca* och *Monostroma baltica* förekommer. Under största delen av undersökningsperioden förekom en flytande algmatta vid vattenbrynet och svavelbakterier kunde iaktas. Notning i syfte att avlägsna drivande alger utfördes på lokalen den 30 juli.

### Saltvik

Lokalen ligger längst inne i Saltviksfjärden, en vik som sträcker sig långt in i fasta Åland. Den skyddade lokalen (E.I.=0) domineras i söder av *Potamogeton pectinatus* och i norr av *Chara aspera*. I mindre utsträckning förekommer *Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum alterniflorum* och *C. demersum*.

Siktdjupet på lokalen var knappt 1 meter under hela provtagningsperioden, vilket gjorde att prover togs endast ner till 0,5 meters djup.

### Djurvik

Djurvik har en långgrund strand med sand- och grusbotten. Lokalen är svagt exponerad mot söder (E.I.=1). Vid viken finns ett fritidsområde, vilket gör att stranden har ett högt rekreativvärde. Kransalgen *C.aspera* förekommer allmänt från strandlinjen ner till 0,5 meter. Under 0,5 meter domineras vegetation av *M. alterniflorum*, *Zannichellia spp.*, *Fucus vesiculosus* och *Rannunculus baudotii*.

Lokalen dominerades i juli och början av augusti av trådalger och drivande algmattor. Svavelbakterier noterades i augusti.

### Degerberg

Lokalen är en relativt skyddad sandstrand (E.I.=1) med *C. aspera* och *Zannichellia spp.* från strandlinjen ner till 0,5 meters djup. Under 0,5 meter vidtar en högre vegetation av *P. pectinatus* och *R. baudotii*. Vid 1 meters djup går en brant och nedanför den domineras växtligheten av *F. vesiculosus*, *Chorda filum*, *P. pectinatus* och *P. perfoliatus*.

### Äsknäsfladan

Äsknäsfladan, den sydligaste lokalen, är en relativt grund (uppskattningsvis 1,5 meter djup) flada exponerad mot sydväst (E.I.=2). Sten- och grusbotten dominerar. Vegetationen domineras av *P. pectinatus*, *F. vesiculosus*, *Zannichellia spp.* och *R. baudotii*. På mjukare sandpartier under 1 meter växer *C. aspera*. I juni förekom mycket trådalger och i augusti kunde svavelbakterier iakttas på den matta som kastats upp på stranden.

### Bodkarsjö

Bodkarsjö är en liten privat sandstrand exponerad mot öster (E.I.=3). *C. aspera* dominerar, men även *Zannichellia sp.* förekommer från strandlinjen ner till 0,5 meter. Under *Chara*-bältet domineras vegetationen av *P. pectinatus*, *P. perfoliatus* och *C. filum*. En lös algmatta täckte ca 85% av botten från 2 meters djup och neråt.

### Nabben

Nabben är en långgrund sandstrand längst inne i Slemmern (E.I.=3). *C. aspera* växer från vattenbrynet ner till 0,6 meters djup. Vid ca 1 meter börjar en vegetation av *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Zannichellia spp.*, *M. alterniflorum* och *R. baudotii*. Många gropar gjorda av födosökande fisk observerades i slutet av augusti.

### Äppelövikén (eg. Södersand)

Äppelövikén är en relativt långgrund sandstrand exponerad mot söder (E.I.=4). Från strandlinjen ner till 0,5 meters djup finns ett bälte av *C. aspera*. Vid 1 meters djup domineras vegetationen av *P. pectinatus*, *P. perfoliatus* och *F. vesiculosus*. Stora mängder drivande alger (uppskattningsvis ~3 ton) spolades upp på stranden i slutet av juli.

### Finboviken (eg. Norrsandvik)

Lokalen utgörs av en liten sandvik exponerad mot nordost (E.I.=5). Vegetationen går ända upp till strandlinjen på den mera skyddade sidan. *C. aspera* dominerar från stranden ner till 0,5 meter. Från 1 meter och neråt domineras vegetationen av *F. vesiculosus*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus* och *R. baudotii*. *Zannichellia spp.* och *Tolypella nidifica* förekommer sparsammare. *Zostera marina* förekommer från ca 3,5 meter. En tät trådalgmatta täckte botten, främst i juli, fr.o.m. 2 meter.

### Prästö

Lokalen är en kraftigt exponerad (E.I.=6) och långgrund sandstrand som utnyttjas som badstrand. En vegetation av *T. nidifica*, *P. pectinatus* och *Ruppia maritima* börjar vid 1 meters djup. Vid 1,5 meter tillkommer *P. perfoliatus* och vid 2 meter *Z. marina*. Under hela perioden täcktes botten fr.o.m. 2 meter av en lös algmatta. Svavelbakterier kunde iakttas på mattan i augusti. I september hade algmattan delvis försvunnit.

### Skeppsvik (eg. Hinderbengtsviken)

Skeppsvik är en mot söder och sydväst kraftigt exponerad sandstrand (E.I.=7) med en strandlinje på 240 m. Bottnen i vikens östra halva består av bar sand, medan den mera skyddade västra halvan är täckt med vegetation. Vegetationen börjar vid 1 meter och domineras av *P. pectinatus* och *Z. marina*. Också *M. alterniflorum*, *R. maritima* och *P. perfoliatus* förekommer allmänt. En heltäckande algmatta låg stabilt på bottnen hela juli. I augusti spolades den delvis upp på land.

### Väderförhållanden

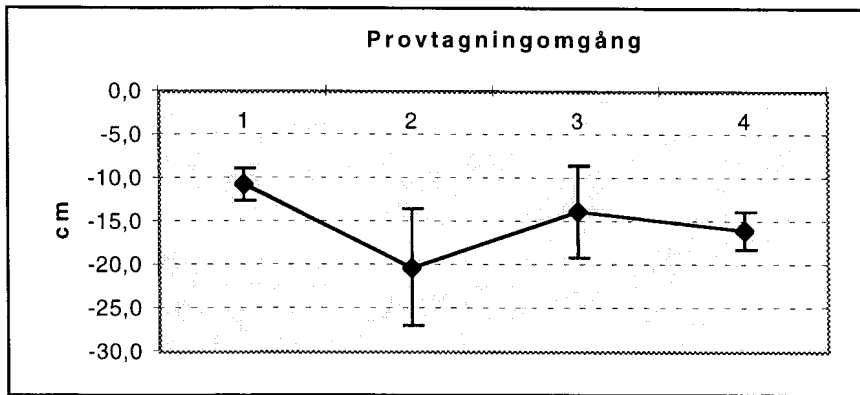
Sommaren 1997 var på Åland den varmaste sedan 1939 med en medeltemperatur på 2,9 grader över det normala (Ålandstidningen, 5.9.-97). Väderförhållandena under provtagningsperioden presenteras i tabell 2. Mätningar vid Meteorologiska institutets station i Jomala visar att juni hade en medeltemperatur på 14,6°C, juli och augusti hade medeltemperaturer på 17,9°C respektive 18,2°C. September var betydligt kallare med 11,8°C i medeltal. Enligt Meteorologiska institutets mätningar på Märket i Ålands hav dominerades månaderna juni till och med september av sydliga vindar och en medelvindstyrka på ca 7 m/s.

*Tabell 2. Översikt över medeltemperatur, vindstyrka och vindriktning under provtagningsperioden. Vindstyrkor under 3 m/s har utelämnats. (Meteorologiska institutet i Åbo, avv.=standard error).  
Mean temperature, wind speed and wind direction during the study period. Wind speeds under 3 m/s are omitted. (Meteorologiska institutet in Turku, avv.=standard error).*

Månad	Temperatur		Vindstyrka		Vindriktning	
	°C	avv.	m/s	avv.	grader	avv.
Juni	14,6	±2,2	6,3	±2,0	176	±100
Juli	17,9	±1,9	6,5	±2,1	195	±101
Augusti	18,3	±1,9	6,5	±2,0	155	±74
September	11,6	±2,7	9,8	±3,0	246	±66
Juni-September	15,7	±3,2	7,3	±2,6	193	±93

Vattenståndet i Föglö, Degerby (Havsforskningsinstitutet) varierade i juli-augusti 1997 i medeltal mellan -10 och -20 cm (Fig. 2). Tyvärr saknas vattenståndsvärden för september.





Figur 2. Vattenståndet i medeltal för provtagningsomgångarna. 1=1-15 juli, 2=16-30 juli, 3=1-15 augusti, 4=16-31 augusti. Mätningar för provtagning 5 saknas (Havsforskningsinstitutet, Avvikelsen=standard error).

Mean water level during the study period. 1=1-15 July, 2=16-30 July, 3=1-15 August, 4=16-31 August. Measurements from the 5 th sampling are missing (Havsforskningsinstitutet, deviation=standard error).

## Metodik

Vid varje provtagning bestämdes vegetationens täckningsgrad med hjälp av en 50x50 cm ram. Linjer drogs parallellt med strandlinjen på 0,25, 0,5 och 1 meters djup. Ramen lades slumpmässigt ut på 5-10 platser längs varje linje och vegetationens procentuella täckningsgrad antecknades.

Biomassaprover (2-4 st) togs med en 35,64 cm<sup>2</sup> propphämtare där täckningsgraden var 100%. På Finbo, Prästö och Skeppsvik lokaler togs proppar även från 2-2,5 meters djup. I laboratoriet delades proven sedan upp i ettåriga trådalger och annan vegetation. Provens artsammansättning bestämdes med hjälp av mikroskop och följande litteratur; ANON (1995), MOESLUND et al. (1990), PANKOW (1971), RUENESS (1977), TIKKANEN & WILLÉN (1992). Våtvikt och torrsvikt bestämdes med en Mettler precisionsvåg med 0,01 g noggrannhet. Våtvikten mättes efter att överskottsvatten för hand klämts ur algerna. För bestämning av torrsvikten torkades algerna i 70°C (24 h). En estimering av vegetationens totala biomassa på lokalerna utfördes och vegetationens utveckling under säsongen följdes upp. Den totala biomassan uppskattades genom att medeltalet för biomassaproverna multiplicerades med medeltäckningsgraden. På några lokaler uppskattades algförekomsten visuellt (genom snorkling) ner till ca tre meters djup. Förutom de ursprungliga lokalerna blev Torsklöbbsundet och Bomarsunds simstrand visuellt undersökta. Biomassaproppar från lösa algmattor på botten togs ner till 2,5 meters djup (7 meters djup vid Torsklöbbsundet). Vid tillfällen när algmattor spolats upp till stranden togs biomassaprover även från dem. Flygfotografering av lokalerna utfördes i jämförande syfte den 15 juli, 28 augusti och 17 oktober. Flyghöjden var cirka 150 m. Vid fotograferingen användes Fuji Sensia 200 diafilm.

Bilderna har bearbetades med bildanalysator och NIH Image 1.61. Spss 6.1 har använts för korrelationsanalyser mellan biomassa och exponeringsindex.

## Resultat

### Arter

Sammanlagt påträffades 37 arter av makrofyter i proven (se tabell 3). Den största gruppen utgjordes av grönalger med 10 arter. *Cladophora glomerata* var den allmännaste förekommande arten. Av gruppen brunalger påträffades 7 arter av vilka *Pilayella littoralis* var den allmännaste. Fem rödalger noterades av vilka *Ceramium tenuicorne* dominerade. Av kransalger förekom 4 arter av vilka *Chara aspera* var den vanligaste. Till gruppen blå-grönalger räknas *Lyngbya spp.* som förekom allmänt på 9 av de 11 lokalerna. Tio olika fröväxter noterades. Artantalet på lokalerna varierade mellan 15 och 22. Medeltalet låg på 18 arter per lokal. I Skeppsvik, som hade flest arter, förekom flera röd- och brunalgarter som saknades på de andra lokalerna. Algerna hade spolats upp från djupare vatten och bildat mattor på 2-4 meters djup.

### Makrofyternas biomassa

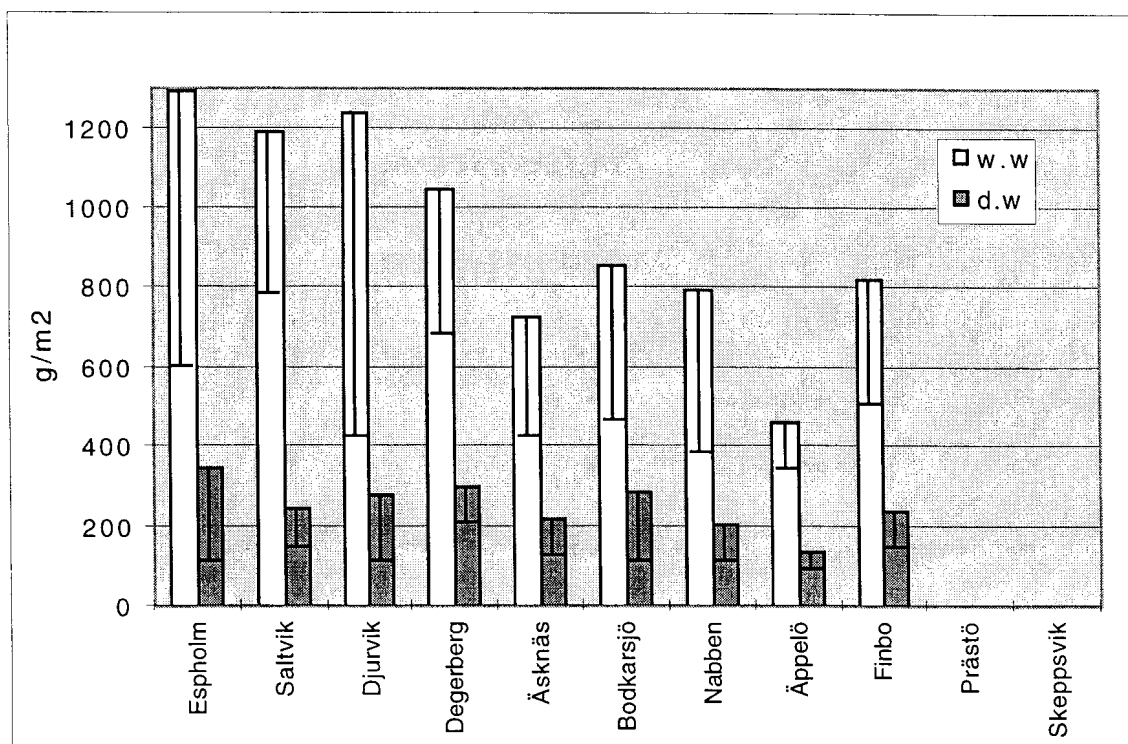
De högsta medelbiomassorna per m<sup>2</sup> förekom på de mera skyddade lokalerna (E.I.=0-1). Espholm hade den största biomassan med 1292±687 g våtvikt/m<sup>2</sup> och 348±236 g torrsvikt/m<sup>2</sup> (bilaga 2). Saltvik, Djurvik och Degerberg hade också över 1000 g våtvikt/m<sup>2</sup>. De övriga lokalerna hade mellan 450 och 860 g våtvikt/m<sup>2</sup>. Avvikelserna är stora på grund av naturlig tillväxt under säsongen. Biomassan minskar när exponeringsindexet ökar (figur 3). Korrelationen mellan exponeringsindexet och biomassan är -0,92 för våtvikten och -0,85 för torrsvikten (p<0,001; bilaga 2).

Makrofyternas biomassa utvecklades ganska olika trots att man allmänt kunde räkna med en ökande biomassa under sommaren. I bilaga 3 presenteras biomassans utveckling. Espholm, Äsknäs och Bodkarsjö hade den högsta biomassan i början av juli. Även Nabben hade en liten topp i början av juli. De relativt skyddade lokalerna Saltvik och Degerberg hade en tydligt ökande biomassa under provtagningsperioden. De mera exponerade lokalerna Finbo och Skeppsvik hade sin högsta biomassa mot slutet av juli. Äppelö och Nabben hade sin biomassatopp i slutet av augusti.

Tabell 3. Lista över noterade arter i propparna. m=mycket allmän, t=tämligen allmän, s=sparsamt förekommande, x=visuellt noterade.

Species recorded in the biomass samples. m=very common, t=fairly common, s=sparsely occurring, x=visually noted.

	Espho.	Saltv.	Djurv.	Deger.	Äskn.	Bodk.	Nabb.	Äppel	Finbo	Prästö	Skepp.
Max.djup för propparna:	0,7m	0,7m	0,5m	0,5m	1,0m	1,0m	0,7m	0,7m	2,5m	2,0m	2,5m
<b>Nostocophyceae (Blågrönalger):</b>											
Lyngbya spp.	m	t	m	m	m	m	m	t	t	s	s
<b>Chlorophyceae (Grönalger):</b>											
Cladophora glomerata	t	m	m	m	m	m	m	t	t	m	t
C. rupestris						s		s	t		m
Enteromorpha intestinalis	s	t	t	t	t		t	s		s	s
Monostroma balticum	t						s				
Mougeotia spp.	t	t	t	t	t	t	t	s	t	s	
Percursaria percursa	t	t	m	m	m	t	m	t	t	t	
Rhizoclonium riparium	s	s				s		s			
Spirogyra spp.	t	t	t	t	t	m	t	s	t	s	
Ulothrix spp.	t	t	t	m	t	t	m	t	t	t	
Zygnema spp.		s	t	m	m	t	t		t	s	
<b>Fucophyceae (Brunalger):</b>											
Chorda filum			t		s			t		s	t
Dictyosiphon foeniculaceus				s							m
D. chordaria											s
Ectocarpus siliculosus		t		t	m	s		t	m	t	t
Fucus vesiculosus			x		x	s		s	t		m
Pilayella littoralis	t	t	m	m	m	m	s	t	m	m	m
Stictyosiphon tortilis								s	s		s
<b>Bangiophyceae (Rödalger):</b>											
Ceramium tenuicorne						t	s	s	s	m	m
Furcellaria lumbricales											s
Polysiphonia fucoides										s	m
P. fibrillosa											t
Rhodomela confervoides											t
<b>Carophyceae (Kransalger):</b>											
Chara aspera	t	m	m	m	m	m	m	m	x		
C. canescens	s										
C. globularis									s		
Tolypella nidifica		t						t	t	s	s
<b>Chormophyta (Fröväxter):</b>											
Ceratophyllum demersum	m	t									s
Lemna trisulca	m						t				
Najas marina	m										
Myriophyllum alterniflorum		x	t		x		x				t
Potamogeton pectinatus	t	m	t	x	t	t	t	x	x	t	t
P.perfoliatus		t	x			x		x	x	x	
Ranunculus baudotii			x	x	x		x		x		
Ruppia maritima	t					s	s		s	x	x
Zannichellia spp.	m		t	x	x	t	t				
Zostera marina						s		t	x	t	t
<b>antal totalt:</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>22</b>



Figur 3. Makrofyternas medelbiomassa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) för lokalerna. Lokalerna är ordnade enligt stigande exponeringsindex. w.w = våtvikt, d.w = torrsvikt, avvikelser=standard error. Mean biomass of macrophytes ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) at the localities. The localities are arranged according to ascending exposure-index. w.w=wet weight, d.w=dry weight, deviation=standard error.

### Förhållandet mellan trådalger och övrig vegetation

Biomassaproven sorterades så långt det var möjligt i kransalger, trådalger och fröväxter. Grupperna vägdes separat och förhållandet mellan dem beräknades. Förhållandena och deras utveckling presenteras som grafer i bilaga 4. Alla lokaler ingår inte i beräkningarna p.g.a det tidskrävande arbete som hade krävts för sortering av alla prov. Lokalerna Saltvik, Degerberg, Åsknäs, Bodkarsjö och Nabben valdes ut.

I Saltvik dominerades biomassan klart av fröväxter, förutom i september då trådalger tog över. Degerberg hade en relativt stabil fördelning mellan krans- och trådalger med en liten dominans av trådalger under hela perioden. Bodkarsjö och Åsknäs lokaler dominerades av trådalger i juli, medan kransalger tog över i augusti. Kransalger dominerade Nabben i juli och halva augusti. I september var fördelningen mellan kransalger, trådalger och fröväxter mera jämn.

Ett medeltal av resultaten för Saltvik, Degerberg, Åsknäs, Bodkarsjö och Nabben visar att kransalger (*Chara aspera*) står för 42%, trådalger för 43% och fröväxterna för 15% av biomassan ner till 1 meters djup.

## Täckningsgrad

En medeltäckningsgrad under sommaren beräknades för 5-10 provytor tagna från två-tre djup per lokal (bilaga 2). Saltvik hade den högsta täckningsgraden med 87%. Djurvik, Espholm, Bodkarsjö och Äsknäs hade alla en täckningsgrad kring 60 %. Nabben hade 45%, Degerberg 36 % och de mera exponerade lokalerna Äppelö och Finbo hade en täckningsgrad kring 30 %. Prästö och Skeppsvik hade ingen vegetation ner till 1 meters djup. Korrelationen mellan medeltäckningsgrad och exponeringsindex för alla lokaler är -0,88 ( $p < 0,001$ ; bilaga 2).

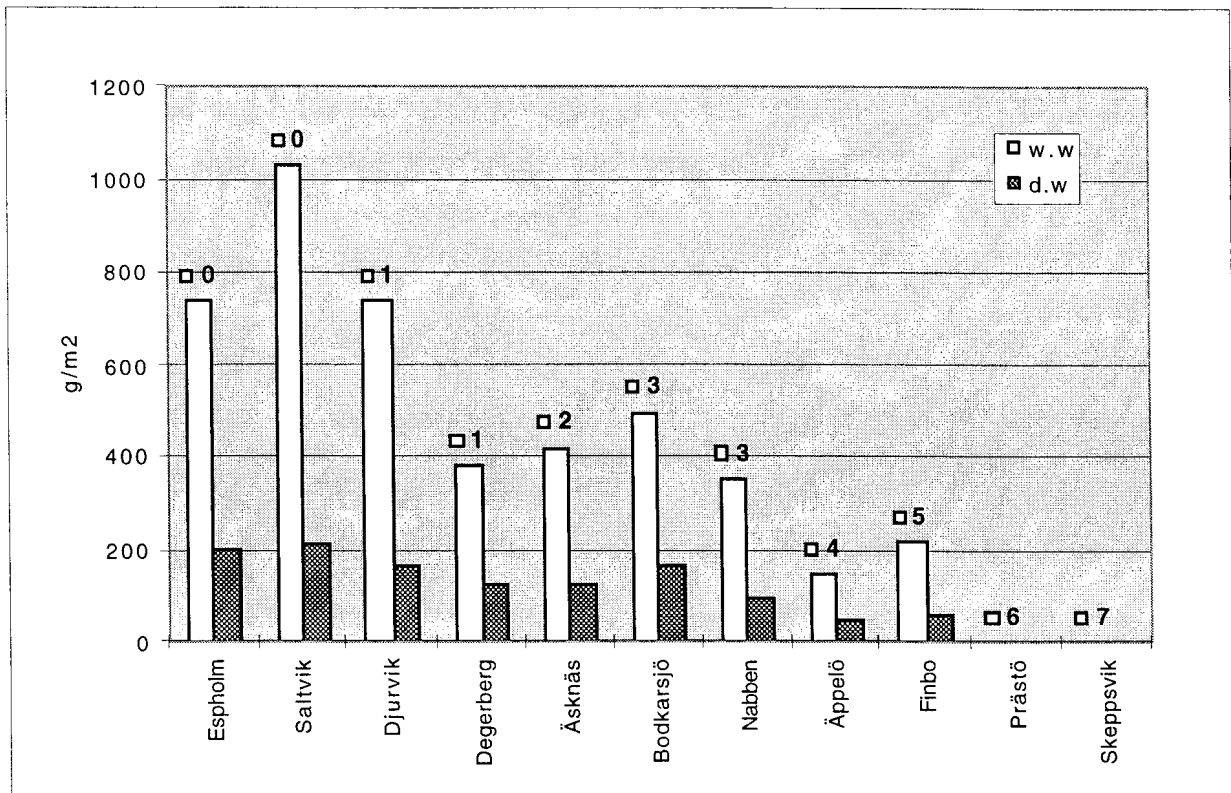
Täckningsgradens utveckling under sommaren varierade kraftigt. Minst varierade täckningsgraden på 1 meters djup. Täckningsgradens utveckling under sommaren framgår ur bilaga 5.

## Lokalernas biomassa

Ett medeltal för den totala biomassan per kvadratmeter med beaktande av täckningsgrad presenteras i figur 4. De skyddade lokalerna har en biomassa på över 700 g våtvikt per kvadratmeter. Saltvik har den högsta biomassan med 1032 g våtvikt/m<sup>2</sup>. Djurvik och Espholm har 742, respektive 738 g våtvikt/m<sup>2</sup>. Degerberg, Äsknäs, Bodkarsjö och Nabben har mellan 350 och 500 g våtvikt/m<sup>2</sup>. De mera exponerade lokalerna, Äppelö och Finbo har 149 respektive 219 g våtvikt/m<sup>2</sup>. Mäter man biomassan i torrsvikt varierar lokalernas biomassa mellan 200 och 50 g/m<sup>2</sup>. Lokalernas medelbiomassa i våtvikt och exponeringsindex korrelerar med en faktor på -0,90 ( $p < 0,001$ ; bilaga 2).

En sammanslagning av täckningsgrad och biomassa ger en något klarare bild över hur vegetationen har utvecklats på lokalerna under provtagningsperioden (bilaga 6). Variationen är mindre än om enbart täckningsgraden beaktas.

De flesta lokaler har i regel en ökande biomassa mot slutet av augusti. Klara undantag är lokalerna Espholm och Äsknäs. De har den högsta biomassan i juli. Bodkarsjö och Djurvik har också en biomassatopp i början av juli. I september sjunker biomassan på flera av lokalerna. Tydligast är detta för lokalerna Djurvik, Nabben och Äppelö. Drivande alger har i viss grad förorsakat de stora variationerna.



Figur 4. Lokalernas medelbiomassa med beaktande av täckningsgraden. Siffrorna på staplarna står för lokalens exponeringsindex. Lokalerna har ordnats enligt stigande exponeringsindex. w.w =våtvikt, d.w = torrsvikt.

Mean biomass, including coverage of the localities. The numbers above the bars indicate exposure indices. The localities are arranged according to ascending exposure-index. w.w=wet weight, d.w=dry weight.

### Total biomassa

Ett av målen med undersökningen var att göra en estimering av lokalernas totala biomassa. I tabell 4 ges en översikt över beräkningen. Avvikelsen är stor på många av lokalerna. Detta beror främst på den naturliga säsongvariationen eftersom biomassaprov togs under en 2,5 månaders period. Djurvik med den största biomassan på över 3000 kg, har en extrem avvikelse på nästan 2000 kg. Denna avvikelse kan förklaras med att stora mängder drivande alger förekom i början av augusti (se bilaga 6). Biomassan sjönk kraftigt mot slutet av augusti. Övriga lokaler har en mera moderat avvikelse.

Tabell 4. Lokalernas storlek och totala biomassa (kg) ner till 1 meters djup. w.w=våtvikt, d.w=torrvikt, avv.=standard error.

Size of and total biomass (kg) measured in the localities down to 1 meter depth. w.w=wet weight, d.w=dry weight, deviation=standard error.

Lokal	m <sup>2</sup>	kg w.w ±avv.	kg d.w ±avv.
Espholm	2000	1483 ±788	400 ±271
Saltvik	300	310 ±104	64 ±26
Djurvik	4100	3026 ±1982	679 ±402
Degerberg	2000	761 ±263	216 ±65
Äsknäs	4400	1829 ±747	538 ±212
Bodkarsjö	3800	1894 ±857	627 ±375
Nabben	3800	1343 ±682	375 ±153
Äppelö	3900	582 ±142	170 ±52
Finbo	2100	459 ±177	131 ±49
Prästö	3400	0 ±0	0 ±0
Skeppsvik	5800	0 ±0	0 ±0

### Drivande algmattor

Drivande alger som förekom på lokalerna kan delas in i två kategorier; lösa algmattor som ligger relativt stabilt på botten (Bonsdorff 1992), och flytande algsamlingar vid vattenbrynet.

Algmattor på botten förekom under nästan hela säsongen på lokalerna Skeppsvik, Prästö, Finbo, Äppelö och Bodkar. Mattorna täckte den vegetationsfria delen av botten nästan till 100% från och med 2 meters djup. De dominerades av brun- och av rödalger. Även på Äsknäs, Djurvik och Espholm lokaler förekom alger på botten. Dessa algmattor hade mera inslag av grönalger och *Chara aspera*. Sammanlagt undersöktes 13 lokaler genom snorkling eller dykning, och på 10 av dem förekom lösa algmattor. Algmattornas biomassa på lokalerna Finbo, Prästö, Skeppsvik, Äsknäs och Torsklobb var i medeltal 797±89 g våtvikt/m<sup>2</sup> eller 235±23 g torrvikt/m<sup>2</sup> (n=17; tabell 5).

Tabell 5. Drivande bottenalgmattors förekomst och biomassa (g/m<sup>2</sup>). w.w=våtvikt, d.w=torrvikt, avv.=standard error, n=antal replikat.

Occurrence and biomass (g/m<sup>2</sup>) of drifting algal mats. w.w=wet weight, d.w=dry weight, avv.=standard error, n=number of samples.

Lokal	datum	w. w ±avv.	d. w ±avv.	n
Äsknäs	20.aug	794 ±0	209 ±0	1
	9.sep	543 ±314	147 ±60	3
Finbo	6.aug	912 ±0	247 ±0	1
	21.aug	532 ±8	195 ±4	2
Prästö	7.aug	840 ±0	261 ±0	1
	27.aug	943 ±47	377 ±46	2
Skeppsvik	7.jul	702 ±66	168 ±25	2
	26.aug	1368 ±216	349 ±60	2
Torsklobb	12.aug	542 ±128	165 ±46	3
Medeltal		797 ±89	235 ±23	tot. 17

Lokalerna var i varierande grad utsatta för flytande alger vid stranden. På Espholm förekom "strandmattor" under hela säsongen, medan Djurvik och Äsknäs var mest utsatta i juli. Mattornas biomassa per kvadratmeter var i medeltal  $1521 \pm 678$  g våtvikt eller  $366 \pm 218$  g torrsvikt ( $n=26$ ). Avvikelsen är stor, vilket visar att mattornas tjocklek varierade kraftigt på olika lokaler och vid olika tidpunkter. Den tjockaste strandmattan med en biomassa på  $3154 \pm 1278$  g våtvikt / $m^2$  förekom på Äppelö i september. Djurvik och Äsknäs hade under hela juli en stabil strandmatta med en biomassa på  $2903 \pm 524$ , respektive  $1211 \pm 321$  g våtvikt / $m^2$ . På Espholm fanns under hela perioden en matta med en medelbiomassa på  $1041 \pm 247$  g våtvikt / $m^2$ . På åtminstone 7 av lokalerna hade alger spolats upp på stranden och illaluktande svavelbakterier kunde iakttas på de flesta av dem.

Tabell 6. Strandmattornas förekomst och biomassa ( $g/m^2$ ). w.w=våtvikt, d.w=torrsvikt, avv.=standard error, n=antal replikat.  
Occurrence and biomass ( $g/m^2$ ) of algal mats on the beach. w.w=wet weight, d.w=dry weight, avv.=standard error, n=number of samples.

Lokal	datum	w.w $\pm$ avv.	d.w $\pm$ avv.	n
Espholm	3.jul	$1489 \pm 0$	$435 \pm 0$	1
	17.jul	$948 \pm 8$	$155 \pm 3$	2
	4.aug	$640 \pm 0$	$139 \pm 0$	1
	18.aug	$1087 \pm 184$	$177 \pm 73$	3
Djurvik	9.jul	$3427 \pm 0$	$479 \pm 0$	1
	25.jul	$2379 \pm 450$	$819 \pm 164$	2
Degerberg	7.jul	$909 \pm 0$	$195 \pm 0$	1
	27.jul	$575 \pm 0$	$94 \pm 7$	2
	26.aug	$1109 \pm 63$	$579 \pm 25$	2
Äsknäs	8.jul	$890 \pm 0$	$163 \pm 0$	1
	21.jul	$1531 \pm 0$	$245 \pm 0$	1
Äppelö	2.jul	$1069 \pm 0$	$128 \pm 0$	1
	21.sep	$3154 \pm 1278$	$533 \pm 224$	3
Prästö	27.aug	$1413 \pm 431$	$490 \pm 186$	3
Skeppsvik	31.jul	$2196 \pm 66$	$861 \pm 6$	2
Medeltal		$1521 \pm 678$	$366 \pm 218$	tot. 26

## Diskussion

### Arter

I tabell 3 listas alla arter som identifierades i biomassapropparna. Grönalgerna var den största gruppen på de djup som undersöktes. Många av brun- och rödalger växer på betydligt större djup, men hade spolats upp mot grundare vatten och bildat algsamlingar. Att urskilja lösa algtofsar från fastsittande var omöjligt vid provtagningarna. Fröväxternas



förekomst (tabell 3) kompletterades med visuella noteringar i fält. Artsammansättningen varierade mellan de olika lokalerna beroende på lokalens närhet till öppet hav och lokalens exponeringsgrad. Alla påträffade algarter har tidigare noterats i en sammanställning över makroalgars utbredning i Östersjön (Nielsen et al. 1995).

### **Makrofyternas succession**

Flera av lokalerna hade en biomassatopp i början av juli. Biomassan sjönk en aning i slutet av månaden för att sen öka mot slutet av augusti och i september. En orsak till att biomassan på lokalerna inte följde en allmänt ökande trend var att trådalger har en produktionstopp i juli (Jansson 1974). Utrymme och näringsämnen begränsade antagligen algernas tillväxt, och deras biomassa gick ner. Största delen av trådalger avskiljades eller lossnade från underlaget och spolades upp på land. På stranden bildades illaluktande mattor som bröts ner. Efter en tid steg biomassan igen när trådalger började växa på nytt. Trenden som kunde urskiljas var att de mest skyddade lokalerna (E.l.=0-1) hade en stabilt ökande biomassa, medan de mera exponerade lokalerna hade en biomassatopp under mitten av sommaren. Den skyddade lokalen Espholm utgjorde ett undantag och hade i motsats till de övriga skyddade lokalerna en sjunkande biomassa. Äsknäs och Bodkar hade en tidigare och högre topp än de mera exponerade lokalerna Nabben och Äppelö. Detta kunde förklaras av att Äsknäs och Bodkar hade mycket trådalger i juli. Trådalgernas höga biomassa beror eventuellt på lokalernas sydliga läge, eller på att de stora bilfärjorna på rutten Åbo-Mariehamn-Stockholm passerar relativt nära. Färjorna drar upp näringsämnen från djupare vatten samt medför en tidig islossning (Rönneberg 1991).

### **Förhållandet mellan trådalger och övrig vegetation**

Fördelningen mellan trådalger och övrig vegetation visar att trådalger dominerade biomassan på vissa lokaler i mitten av sommaren. Bodkarsjö, Äsknäs och delvis Degerberg hade alla en hög trådalgsdominerad biomassa i början av juli. Trådalgernas dominans minskade i augusti och biomassan gick ner. Den skyddade Saltvik lokalen hade ingen trådalgstopp, utan en jämnt ökande biomassa. Förhållandets medeltal (bilaga 4) ger inte direkt någon allmän bild för alla lokaler eftersom de är ganska olika, men det visar hur stor andel trådalger har av vegetationen. Trådalgernas tillväxttoppar syns bra i utvecklingen av den totala biomassan.

## **Täckningsgraden**

Medeltäckningsgraden från 0-1 meters djup var som högst på de skyddade lokalerna och minskade med stigande exponering. Detta är naturligt eftersom en ökad vågexponering gör det svårare för makrofyter att få fäste.

Täckningsgradens utveckling (bilaga 5) är svårtolkad. Orsaker till detta är bland annat förekomsten av drivande algmattor. Under heltäckande algmattor har låga makrofyter svårt att klara sig och täckningsgraden minskar. Andra faktorer som påverkar täckningsgraden är födosökande fisk. På Nabben noterades tydliga spår av fisk som grävt gropar och därmed avlägsnat vegetation. Även svåra väderleksförhållanden, såsom hårda vindar och varierande vattenstånd styr täckningsgradens utveckling.

En felkälla utgörs av att prov alltid togs på samma vattendjup oberoende av vattenstånd. I och med detta drogs undersökningslinjerna på olika platser och är därför inte helt jämförbara.

## **Drivande algmattor**

Ettåriga trådalger lossnar från underlaget mot hösten och börjar brytas ner. De lösa algtofsarna koncentreras och bildar heltäckande mattor på botten eller vid stranden. Stora mängder trådalger som kastas upp på stranden uppmärksammades i Östersjö-området redan på 1970-talet (Rosenberg et al. 1990). Sedan dess har problemet bara blivit vanligare och alger uppenbarar sig på stränderna allt tidigare på sommaren. Under karteringen noterades ruttnande alger och svavelbakterier på stränderna redan i början av juli.

Bonsdorff (1992) rapporterar om bottenmattor med biomassa mellan 150 (1990) och 832 g torrsvikt/m<sup>2</sup> (1991). Karteringen 1997 gav en medelbiomassa på 235±23 g torrsvikt/m<sup>2</sup> (tabell 5). I stort ökade andelen fria bottenar mot slutet av augusti.

Problemet med de drivande algmattorna är att de förorsakar syrebrist när de bryts ner och därmed påverkar bottendjursamhället negativt (Norkko & Bonsdorff 1996).

## Sammanfattning

Under juli-september 1997 karterades 11 grunda havsvikar ner till en meters djup med tyngdpunkt på förekomsten av högre vegetation och trådalger. Målet var att få en allmän uppfattning om algförekomsten runt Åland. Lokalerna återbesöktes i fyra omgångar för att klarlägga biomassans utveckling.

Sammanlagt påträffades 37 arter av makrofyter. Grönalgerna var den dominerande alggruppen med 10 olika arter. Makrofyternas medelbiomassa för sommaren varierade mellan 450 och 1300 g våtvikt/m<sup>2</sup>, med undantag för Prästö och Skeppsvik lokaler som saknade vegetation ner till 1 meters djup. Lokalerna hade en biomassatopp i juli och/eller i slutet av augusti. På många ställen förekom drivande trådalgmattor på botten eller flytande vid stranden. På minst 7 lokaler iaktogs svavelbakterier på de ruttnande algmattorna.

Det var väldigt svårt att behandla resultat från de olika lokalerna likartat och dra gemensamma slutsatser. Lokalerna har olika strandtyp och borde kanske ha behandlats separat. Lokalerna Prästö och Skeppsvik kunde ha uteslutits eftersom de saknade vegetation på det karterade djupet. De gav trots allt intressant information om artdiversitet och förekomst av algmattor.

Lokalernas biomassa korrelerade bra med Greenager & Baardseths exponeringsindex. Indexet kunde utnyttjas för att i stort bestämma makrofyternas förekomst och biomassa på liknande lokaler. Observeras borde att sommaren 1997 var mycket varm och solig.

För kommande undersökningar rekommenderas att lokalerna är av samma typ och att ett större antal prov tas. Provtagningsperioden borde börja tidigare för att få med makrofyternas hela utvecklingscykel. Hydrografiska parametrar och då speciellt total fosfor och total kväve borde även undersökas.

## Litteratur

- ANONYMOUS, 1995 : Kompendium i marin botanik. -Åbo Akademi, Inst. för biologi, 33 pp.
- BONSDORFF, E. 1992 : Drifting algae and zoobenthos - effects on settling and community structure. -Neth. J. Sea Res. 30: 57-62.
- CEDERWALL, H. & R. ELMGREN, 1990 : Biological effects of eutrophication in the Baltic Sea, particularly the coastal zone. -AMBIO 19: 109-112.
- GRENAGER, B & E. BAARDSETH, 1965 : A two-stage sampling method of estimating seaweed quantities. -Proceedings of the fifth international seaweed symposium, Halifax, Canada, 129-135.
- JANSSON, A.-M. 1974 : Community structure, modelling and simulation of the *Cladophora* ecosystem in the Baltic Sea. -Contrib. Askö Lab. Univ. Stockholm. 5:1-130.
- MOESLUND, B., LOJNANT, B., MATHIESEN, H., MATHIESEN, L., PEDERSEN, A., THYSSEN, N. & J. C.SCHOU, 1990 : Danske vandplanter. -Silkeborg bogtrykkeri A/S,192 pp.
- NIELSEN, R., KRISTIANSEN, A., MATHIESEN, L. & H. MATHIESEN, 1995 : Distributional index of the benthic macroalgae of the Baltic sea area. -Acta Bot. Fennica, 155: 1-51.
- NORKKO, A. & E. BONSDORFF, 1996 : Rapid zoobenthic community responses to accumulations of drifting algae. -Mar. Ecol. Prog. Ser. 131:143-157.
- PANKOW, H. 1971 : Algenflora der Ostsee. -Gustav Fischer Verlag, 648 pp.
- ROSENBERG, R., ELMGREN, R., FLEISCHER, S., JONASSON, P., PERSSON, G. & H. DAHLIN, 1990 : Marine eutrophication case studies in Sweden. -AMBIO 19: 102-108.
- RUENESS, J. 1977: Norsk algeflora. -Universtetsforlaget. Oslo-Bergen-Tromsø, Norge, 266 pp.
- RÖNNBERG, O. 1991 : Förändringar i bottenvegetation i åländska skärgårdsvatten. - Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica. 67:102-106.
- TIKKANEN, T. & T. Willén, 1992 : Växtplanktonflora. -Naturvårdsverket, Tuna-Tryck AB, Sverige, 280 pp.

Bilaga 1. Flygbilder av lokalerna (bilder saknas av Bokarsjö och Finbo).  
Provtagningsområdets bredd, 1 meters djup, dominerande vegetation och drivande algmattor  
är utmärkta

Aerial photographs of the localities. Length of the study area, 1 meter depth, dominating  
vegetation and drifting algal mats are indicated.

Förklaringar:

C= *Chara aspera*

F= *Fucus vesiculosus*

K = *Ceratophyllum demersum*

N= *Najas marina*

M= *Myriophyllum alterniflorum*

P= Potamogeton arter, *P. pectinatus* eller *P. perfoliatus*

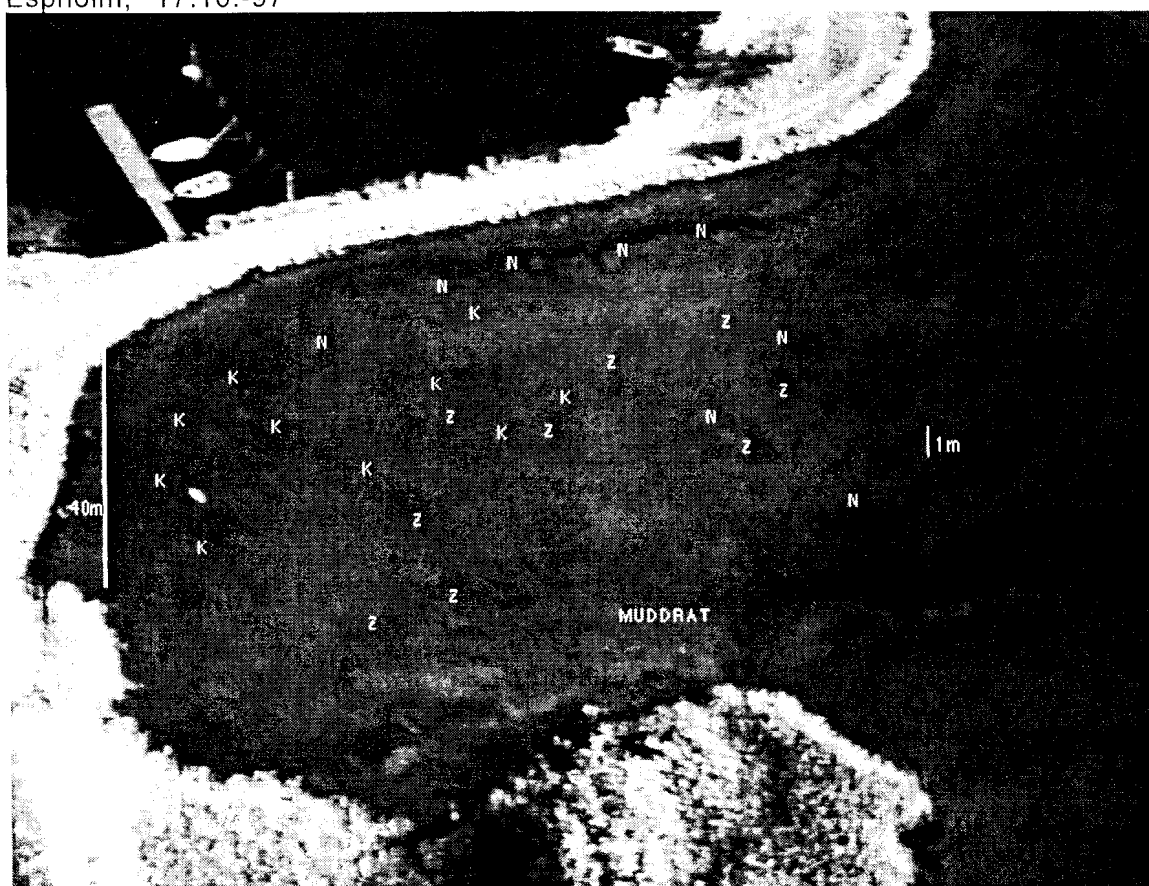
R= *Ranunculus baudotii*

Z= *Zannichellia* spp.

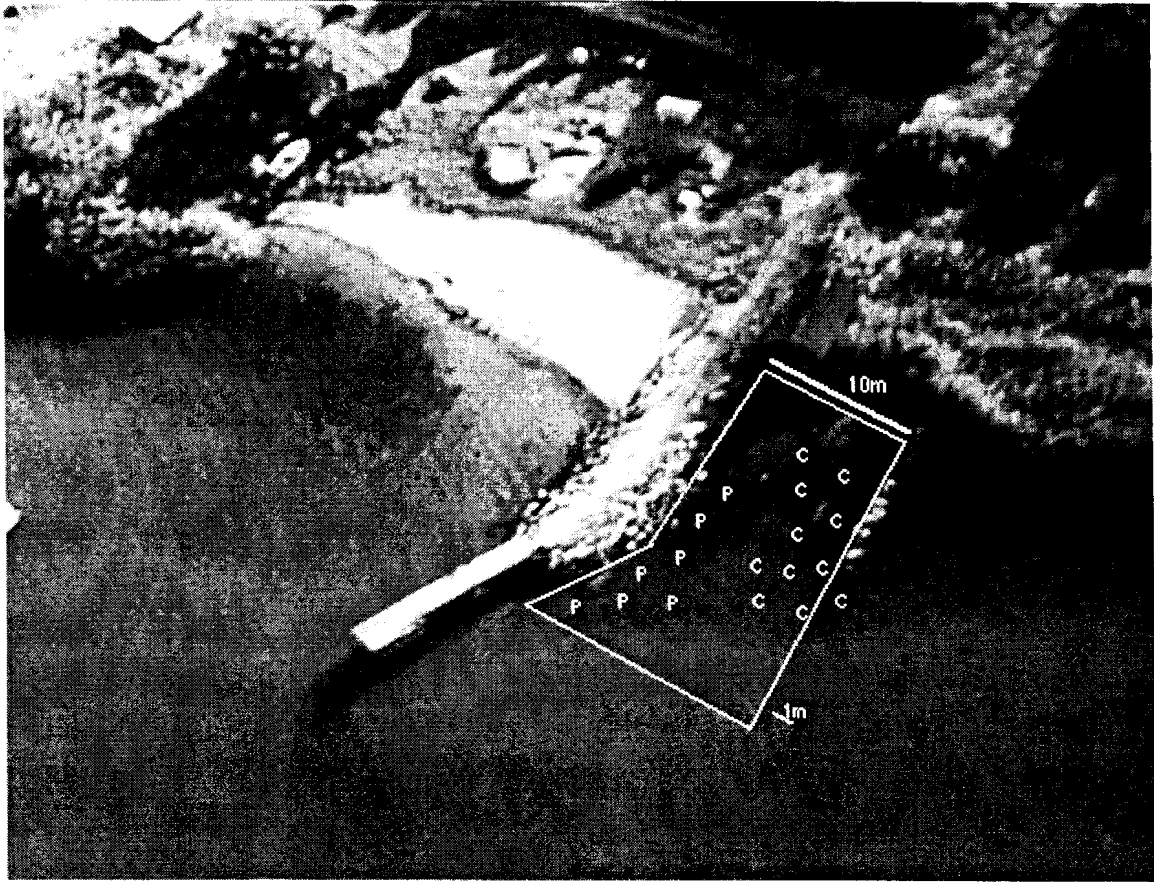
Zo= *Zostera marina*

↓= gropar gjorda av födosökande fisk

Espholm, 17.10.-97



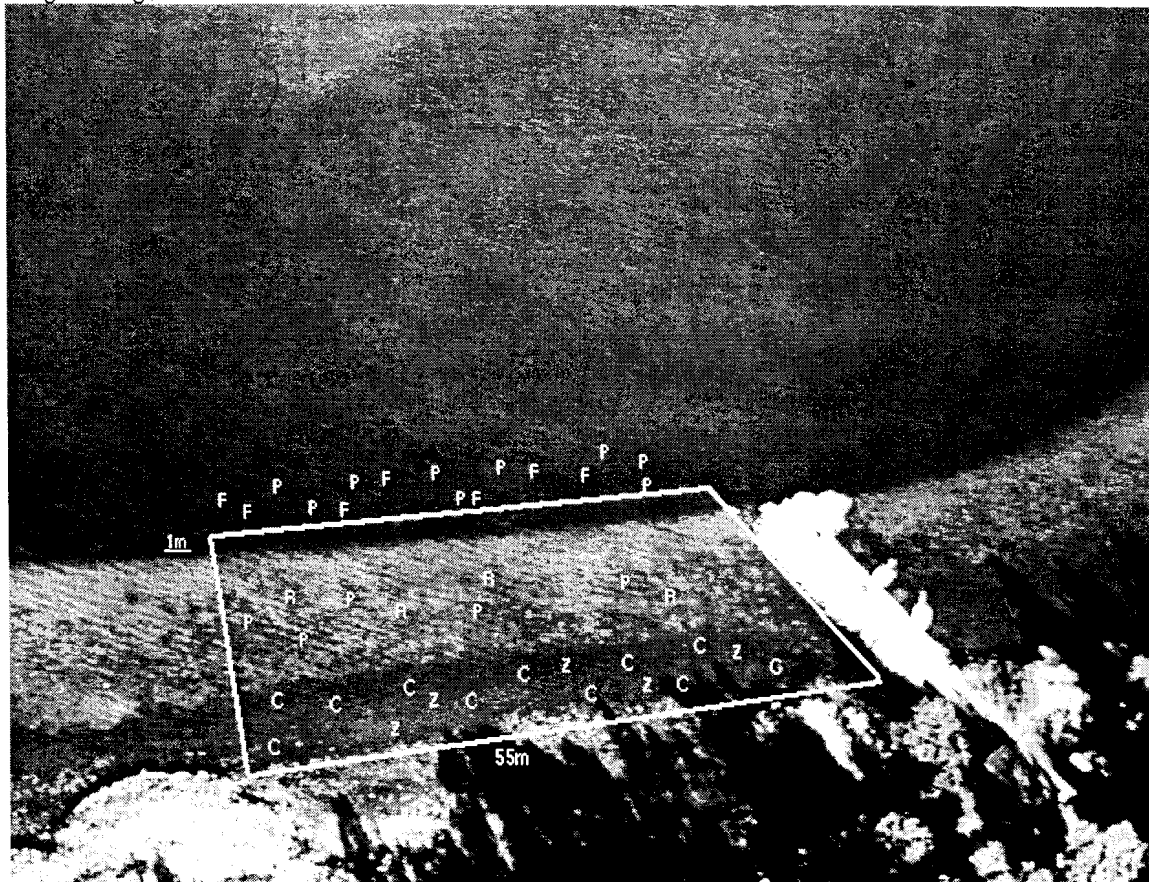
Saltvik, 15.7.-97



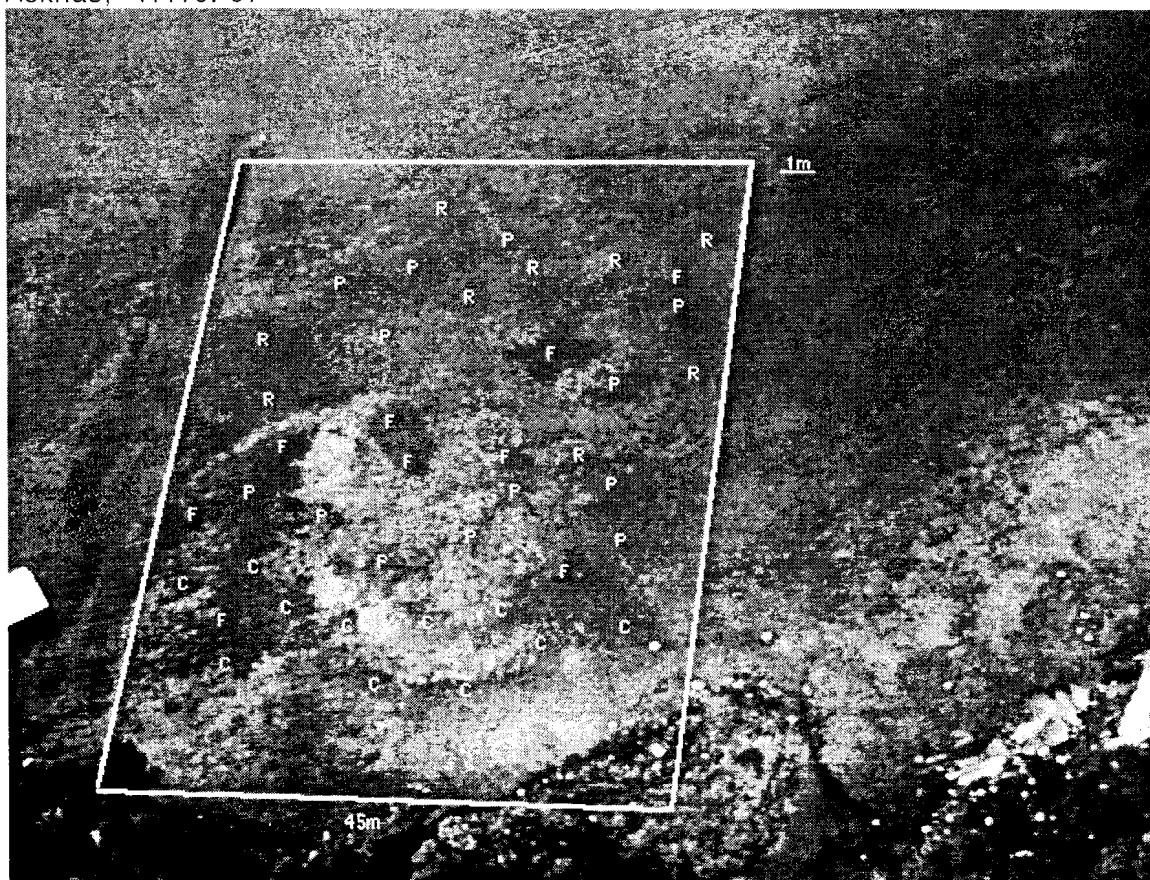
Djurvik, 17.10.-97



Degerberg, 15.7.-97



Äsknäs, 17.10.-97

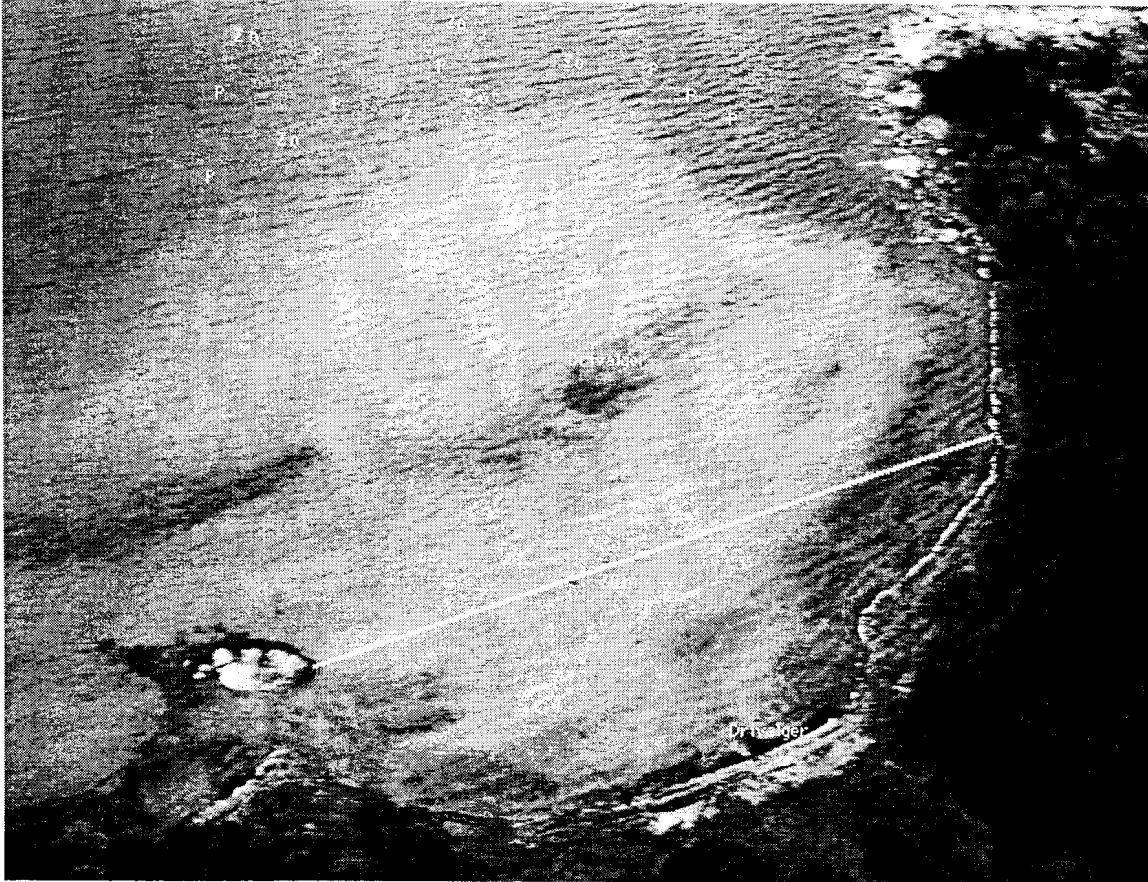








Prästö, 17.10.-97



Skeppsvik, 17.10.-97



Bilaga 2. Tabeller över makrofyternas medelbiomassa och medeltäckningsgrad, samt resultat av korrelationstestet.

Tabell 1. Makrofyternas medelbiomassa. w.w=våtvikt, d.w=torrvikt, avv.=standard error, n=antal prover.

Macrophyte mean biomass. w.w=wet weight, d.w=dry weight, avv.=standard error, n=number of samples.

Medelbiomassa (g/m <sup>2</sup> )						
	djup (m)	w.w	±avv.	d.w	±avv.	n
Espholm	0-0,5	1292,2	±686,8	348,4	±236,0	7
Saltvik	0-0,7	1192,6	±400,9	246,5	±99,6	14
Djurvik	0-0,5	1239,9	±812,0	278,2	±164,9	11
Degerberg	0-0,5	1046,3	±361,9	297,4	±88,8	14
Äsknäs	0-1	730,2	±298,3	214,6	±84,5	16
Bodkarsjö	0-1	857,7	±388,0	283,7	±170,0	16
Nabben	0-0,7	793,6	±402,9	221,7	±90,5	16
Äppelö	0-0,7	460,0	±111,9	134,0	±41,4	7
Finbo	0-0,5	825,3	±318,0	235,3	±88,1	13
Prästö	0-1	0	±0	0	±0	-
Skeppsvik	0-1	0	±0	0	±0	-
Medeltal.	0-1	767,1	±343,7	205,4	±96,7	13

Tabell 2. Medeltäckningsgraden (%) på 0,25, 0,5, och 1 meters djup, samt totalt. n=25-50 provtytor.

Mean coverage (%) at 0,25, 0,5 and 1 m depth, and totally. n=25-50 samples.

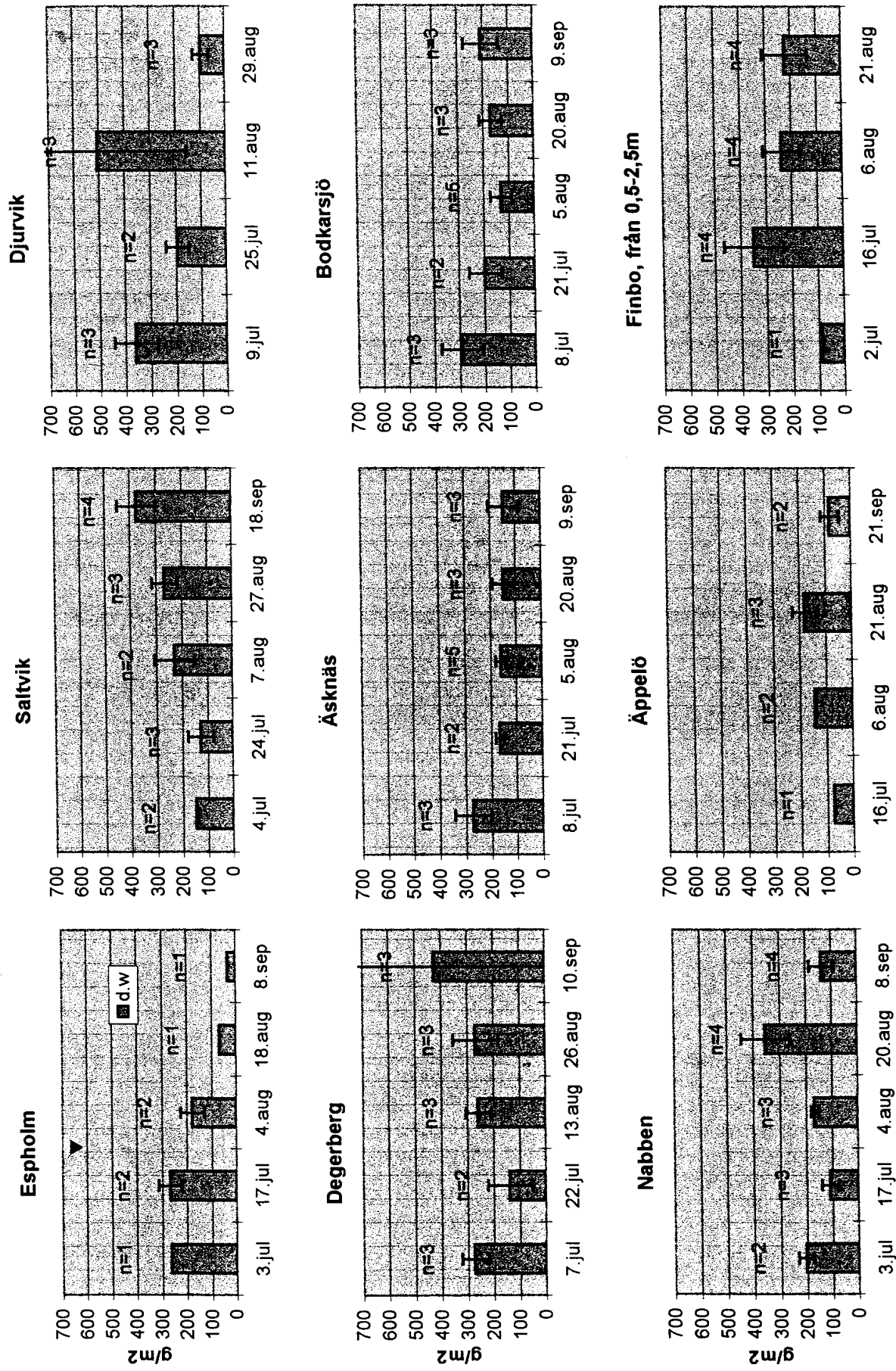
Medeltäckningsgrad i (%)					
	Djup:	0,25m	0,5m	1m	Toltalt
Espholm		83	56	33	57
Saltvik		86	87	s	87
Djurvik		52	70	57	60
Degerberg		70	26	13	36
Äsknäs		46	56	69	57
Bodkarsjö		79	53	43	58
Nabben		60	26	48	45
Äppelö		50	13	34	32
Finbo		13	20	47	27
Prästö		0	0	0	0
Skeppsvik		0	0	0	0
Medeltal.		49	37	35	42

Tabell 3. Korrelations koefficienter mellan olika parametrar, som beskriver provtagningslokalerna (n=11). E.I.=exponeringsindex, W.W=medelbiomassa (våtvikt), D.W=medelbiomassa (torrvikt), TACKNING=täckningsgrad, T.W.W=lokalernas medelbiomassa (våtvikt), T.D.W=lokalernas medelbiomassa (torrvikt).

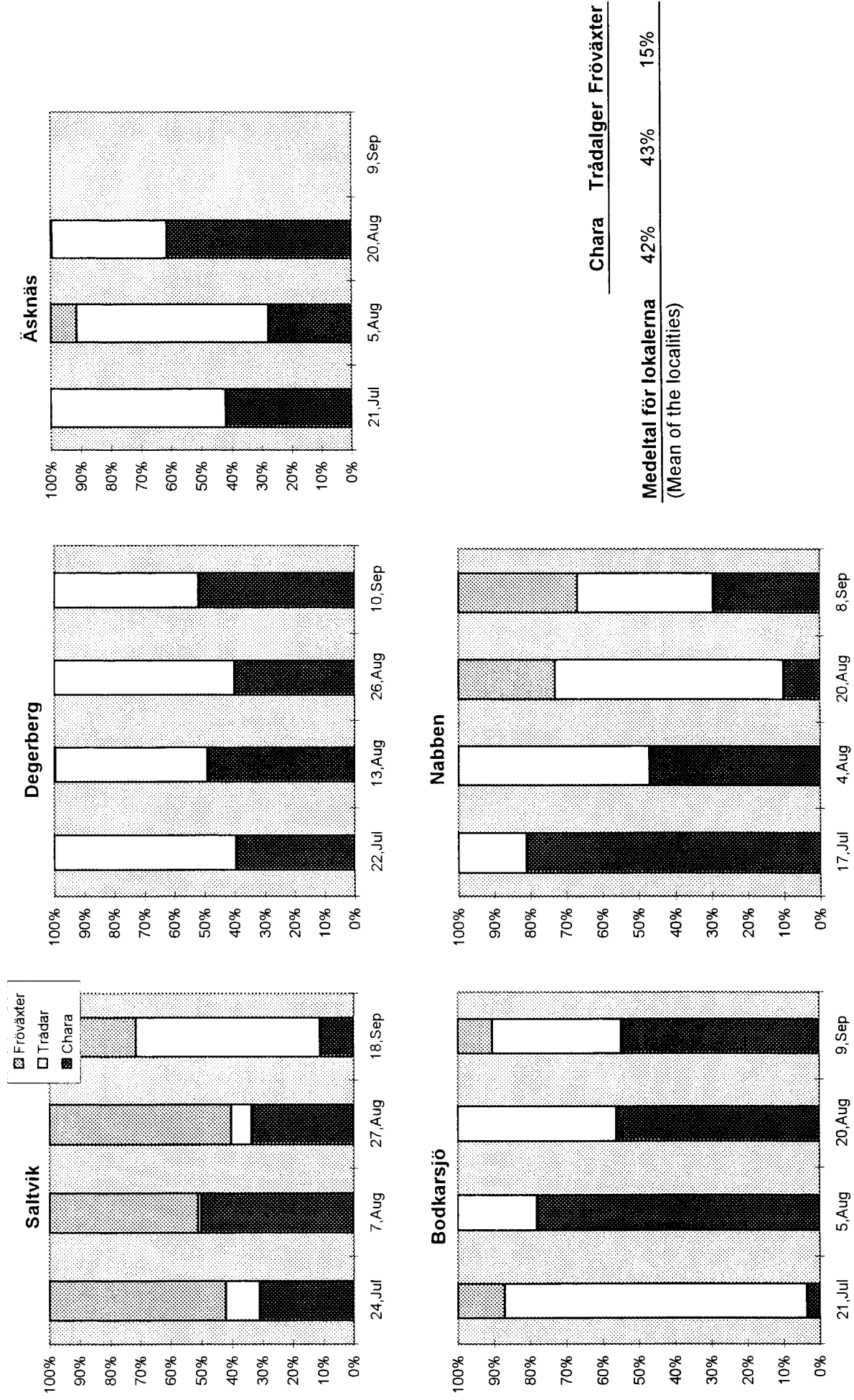
Correlation coefficients between different parameters describing the localities (n=11). E.I.=exposure-index, W.W=mean biomass (wet weight), D.W=mean biomass (dry weight), TACKNING=coverage, T.W.W=the localities mean biomass (wet weight), T.D.W= the localities mean biomass (dry weight).

	E.I	W.W	D.W	TACKNING	T.W.W	T.D.W
E.I	1,0000	-0,9162 P=0,000	-0,8515 P=0,001	-0,8827 P=0,000	-0,8993 P=0,000	-0,9157 P=0,000
W.W	-0,9162 P=0,000	1,0000	0,9575 P=0,000	0,8518 P=0,001	0,8777 P=0,000	0,9098 P=0,000
D.W	-0,8515 P=0,001	0,9575 P=0,000	1,0000	0,7827 P=0,004	0,7515 P=0,008	0,8554 P=0,001
TACKNING	-0,8827 P=0,000	0,8518 P=0,001	0,7827 P=0,004	1,0000	0,9361 P=0,000	0,9467 P=0,000
T.W.W	-0,8993 P=0,000	0,8777 P=0,000	0,7515 P=0,008	0,9361 P=0,000	1,0000	0,9648 P=0,000
T.D.W	-0,9157 P=0,000	0,9098 P=0,000	0,8554 P=0,001	0,9467 P=0,000	0,9648 P=0,000	1,0000

**Bilaga 3. Biomassans utveckling under provtagningsperioden. Alla prover tagna på 0,25-1m djup. Avvikelsen=standard error. ▼=skörd.**  
 Development of the biomass during the sampling period. Sampling depth 0.25-1m. ▼=harvest.



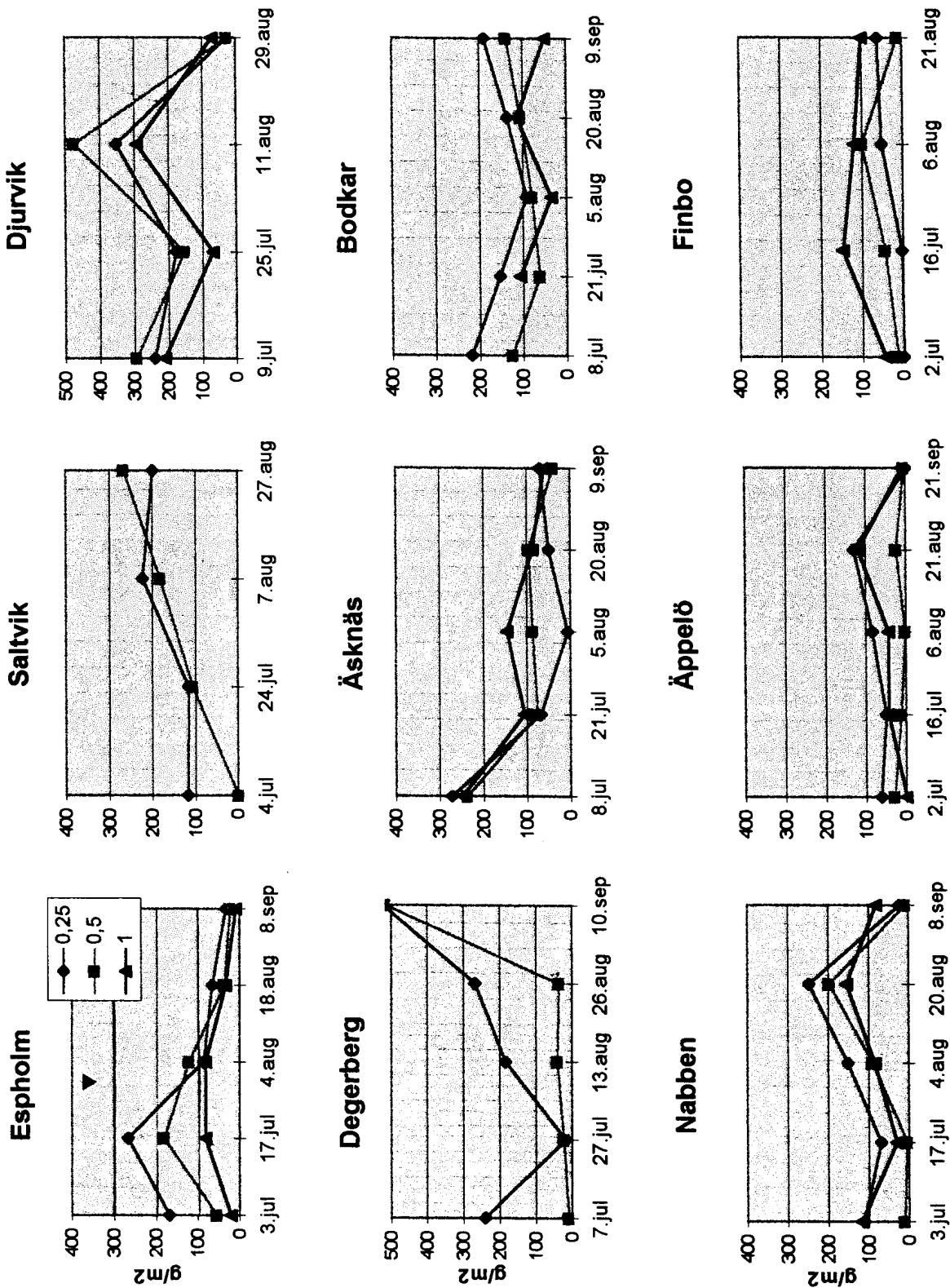
**Bilaga 4. Förhållandet kransalger, trådalger och fröväxter i biomassan, samt medeltalet för lokalerna.**  
 Proportional ratios (%) of carophytes, filamentous algae and seed plants in the biomass, and mean of the localities.







Bilaga 6. Utvecklingen av lokalernas biomassa med beaktad täckningsgrad på 0,25, 0,5 och 1 m djup. ▼=skörd. Development of biomass, regarding coverage, of the localities at 0.25, 0.5 and 1 m depths. ▼=harvest.



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

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 hård-bottenlokaler 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.*)

No **92** 1995 ÖHMAN, P.: Uppföljning av växtplanktonutvecklingen, med tyngdpunkt på blågrönalger, i åländska vattentäkter och skärgårdsvatten sommaren 1995. (*Monitoring of phytoplankton development, with emphasis on cyanobacteria, in drinking water reservoirs and archipelago waters on Åland in the summer of 1995.*)

No **93** 1995 TALLQVIST, M.: Vattenkvalitet och bottenfauna vid fiskodlingarna Solvik fisk, Andersö och Ålands forell, Järsö sommaren 1995. (*Water quality and zoobenthos at the fish farms Solvik fisk, Andersö and Ålands forell, Järsö in the summer 1995.*)

No **94** 1997 ÖSTMAN, M.: Storfjärilsfauna på Husö biologiska station 1985-1996. (*The moth and butterfly fauna of Husö biological station in 1985-1995.*)

No **95** 1997 ÖSTMAN, M. & E.M. BLOMQVIST: Tillståndet i åländska skärgårdsvatten - förslag till kvalitetsparametrar för den åländska vattenlagen. (*The state of archipelago waters of the Ålands Islands - a survey of the situation in the 1980s and 1990s, long-term changes and a proposal for parameters of water quality to be used in the legislation of water protection.*)

No **96** 1998 WESTBERG, V. & E.M. BLOMQVIST: Småfiskfauna (under bearbetning) (in prep.)

No **97** 1998 BERGLUND, J.: Kartering av makrofyter och drivande alger på grunda mjukbottnar i Ålands skärgård. (*Survey of macrophytes and drifting algae on shallow soft bottoms in the Åland archipelago.*) (Detta nummer) (Present no.)



ISSN 0787-5460  
ISBN 952-12-0255-6  
Åbo 1998  
Åbo Akademis tryckeri