



Anders Svensson
Leif Pihl
Göteborgs Universitet
Kristinebergs Marina Forskningsstation



Biologisk undersökning av grunda havsvikar - effekter av fintrådiga alger och skörd



Författare: Anders Svensson och Leif Pihl
Göteborgs Universitet
Kristinebergs Marina Forskningsstation
450 34 Fiskebäckskil

Omslag: Cilla Odenman/Amelie Wintzell
Foto: Anders Svensson
Rapportnr: 2001:47
Projektnr: EU Life algae LIFE96ENV/S/380

Förord

Denna rapport, *"Biologisk undersökning av grunda havsvikar – effekter av fintrådiga alger och skörd"*, har tagits fram inom projektet EU Life algae och ingår i projektets rapportserie, se omslagets bakre insida.

Rapporterna i serien redovisar arbete och resultat från delprojekt, seminarier och konferenser. Materialet har legat till grund för slutrapporteringen till EU Life, *"Final Report 2001"*, och en populärvetenskaplig sammanfattande broschyr på svenska och engelska; *"Alger i överflöd skördas för livet"* - *"Algae in excess - harvesting for Life"*. Författarna svarar för rapporternas innehåll och Projekt Management Unit för slutredigeringen. Rapporterna kan läsas på eller laddas ner från projektets webbplats;
www.o.lst.se/projekt/eulife-algae

Projektets grundläggande idé och mål är att återskapa en långsiktigt hållbar miljö i de grunda havsvikar som sedan flera år tillbaka under somrarna täcks av algmattor till nackdel för såväl fisk och andra organismer i områdena som friluftsliv och turism. Projektet har utvecklat och testat algskörd som en metod att restaurera dessa viktiga rekryterings- och uppväxtområden för fisk och ryggradslösa djur.

Rapporten *"Biologisk undersökning av grunda havsvikar – effekter av fintrådiga alger och skörd"* är därför av central betydelse för uppföljningen av projektets mål. Vidare redovisas i rapporten ny kunskap om den ekologiska situationen i de grunda havsvikarna.

Projekt Management Unit

Harald Sterner
Projektdirektör

Anna Jöborn/Mattias Sköld
Projektledare

Innehåll

Summary	1
Inledning	2
Material och metoder	3
Resultat	5
Diskussion	8
Slutsats	10
Referenser	11
Bilagor	12

Sammanfattning

Ett biologiskt övervakningsprogram för att undersöka effekter av skörd av fintrådiga grönalger i kustnära mjuk-botten-sområden utfördes under 1997-2000. Åtta grunda (0-1m) lokaler studerades under 4 år, där fyra lokaler skördades på fintrådiga grönalger och de andra fyra fungerade som referenslokaler, med alger som täckte sedimentytan. De biologiska parametrar som undersöktes var: 1) täckningsgrad och/eller biomassa av sjögräs och fintrådiga alger, 2) innehållet av kol och kväve samt djupet där svavelväte återfanns, 3) samhälls-struktur av bentisk och epibentisk fauna. Lokalerna provtogs i juli och augusti varje år.

Utbredningen av sjögräs var likartad med ca 70 % täckningsgrad i alla lokaler och med liten variation mellan åren. Täckningsgraden av fintrådiga grönalger varierade mycket mellan åren. Detta berodde till största delen på skiftande väderförhållande och varierande alg-tillväxt. Vid fyra utav sju prov-tagningenstillfällen var algtäcknings-graden minskad på grund av skörd.

I alla lokaler var halten av kol och kväve höga i sedimentet och svavelväte

återfanns nära sedimentytan. Det fanns ingen skillnad mellan åren eller mellan skörd- och referenslokaler med avseende på kol och kväve, medan djupet där svavelväte återfanns ökade från 1999 till 2000. Det fanns däremot ingen skillnad mellan skörde- och referenslokalerna. Sedimenten i de åtta lokalerna var kraftigt berikade eftersom kol- och kvävehalterna var cirka fem gånger så höga som i liknande lokaler och tio gånger så höga som i lokaler utan alger. Poolen av när-salter i sedimentet kan möjligen utgöra en källa till framtida algblomningar i dessa lokaler.

Samhällsstrukturen av bentisk fauna var likartad i skörde- och referenslokaler, men efter skörden minskade både antalet individer och biomassan. Antal arter, individtäthet och biomassan av bentisk fauna var dock endast ungefär 1/3 av vad som har uppmätts i liknande områden vid undersökningar under sent 1970- och tidigt 1980- tal. Ett generell förändring i jämförelse med tidigare undersökningar var att de funktionella bentiska födogrupperna ändradat från att vara suspension-sätare till att vara depositions-ätare. Detta

kan bero på en ökning av förekomsten av fintrådiga alger, vilket har visats i burexperiment.

Det epibentiska faunansamhället karakteriseras av arter som är associerad med vegetation, och under de sista två åren fanns det en statistisk skillnad mellan skörde- och referenslokalerna. Arter som var direkt associerade med vegetationen var reducerade i både antal och biomassa efter skörd. I allmänhet var individ-tätheten och biomassan av epibentisk fauna liknande den som uppmätts i liknade områden utan vegetation, men med andra dominerande arter. De strukturella förändringarna i det epibentiska samhället som berodde på algtäckningen av sedimentet ledde också till en ändrad funktion av området.

Slutledningsvis, mattor av fintrådiga alger visades ha en signifikant effekter på sedimentkarakteristik och struktur samt funktion av bentiskt och epibentiskt samhälle. Faunadensiteten var lägre efter skörd, men perioder då sedimentet var fritt från alger på grund av skörd var för kort (veckor) för att en ny population skulle kunna etablera sig. Hur som helst, bottenfällning av bentisk och epibentiska fauna skedde innan algmattorna hann bildas på våren och under perioder när mattorna försvann på grund av kraftiga vindar. Detta faktum indikerar att det finns en potential för återhämtande av det bentiska samhället om sedimentet hålls fritt från vegetation under längre perioder.

Summary

A biological monitoring program was carried out in order to investigate the effects of harvesting of filamentous green algae in coastal soft bottom areas in the Swedish Skagerrak archipelago. Eight shallow (0-1 m) bays were studied over a four-year period, where four of the bays were subjected to harvest of algae and the other four served as references with algae covering the sediment. The biologi-

cal parameters used in the study were: 1) cover and/or biomass of seagrass and filamentous algae, 2) content of carbon, nitrogen and hydrogen sulphur in the sediment, 3) community structure of benthic and epibenthic fauna. Samples were collected in all bays after a harvest event in July and August each year.

Distribution of seagrass was similar with around 70 % cover of the sediment in all bays, and with small variations between years. The cover of filamentous algae showed considerable variation over time, mainly due to variation in growth and changing weather conditions. On four out of seven sampling occasions algal cover was reduced as a direct result of the harvest.

In all bays the sediment had high contents of carbon and nitrogen and hydrogen sulphur was located close to the sediment surface. There was no temporal variation in sediment characteristics and no difference between harvest and reference areas. The sediment in the eight bays were considered to be highly enriched as carbon and nitrogen was about five times higher than in other similar bays with algae and 10 times higher compared to bays without algae along the Swedish Skagerrak coast. The pool of nutrients in the sediment could possibly be a source for future algal blooms in the study bays.

The structure of the benthic community was similar in harvested and reference areas, but during harvest, density and biomass of the fauna were reduced. Number of species, density and biomass of benthic fauna were, however, found to be only around 1/3 of what has been recorded in similar areas during investigations in late 1970- and early 1980-ies. A general shift from previous investigations to the present in functional feeding groups of benthic fauna was observed from suspension to deposit feeders. This could be attributed to an increased occurrence of algae, which has been shown in cage experiments.

The epibenthic fauna community was characterised by species associated to vegetation, and did not differ between harvested and reference areas. Species directly associated to vegetation was reduced in density and biomass during haversting. In general density and biomass of epibenthic fauna was similar to what has been found in other similar areas without vegetation, but the dominant species were different. The structural changes in the epibenthic community due to an algal cover of the sediment also leads to an altered function of the area.

In conclusion, mats of filamentous algae showed to have significant effects on sediment characteristics and structure and function of benthic and epibenthic communities. Fauna density was reduced after harvest, but periods with sediments free of vegetation due to harvest were too short (weeks) for new populations to be established. However, settlement of benthic and epibenthic fauna occurred before development of algal mats in spring and during periods when strong winds removed algae from the sediment. This fact indicates that there is a potential for recovery of the benthic community if sediments were kept free from vegetation over longer periods.

Inledning

Som en åtgärd mot ökad förekomst av snabbväxande grönalger i grunda havsområden i Bohuslän har försök med upptag av alger genomförts i fyra avgränsade havsvikar inom det inre vattenområdet i Strömstads skärgård. Avsikten var att avlägsna alger kontinuerligt under säsongen för att områdena skall hållas fria från vegetation under större delen av sommaren. Åtgärden att ta bort alger har pågått under en fyraårsperiod (1997 - 2000). För att studera vilka effekter en kontinuerlig

skördning av alger under denna tidsperiod kan få på det marina systemet har ett kontrollprogram genomförts i de vikar där arbetet utförs. Provtagningar har också genomförts i fyra referensområden där alger inte avlägsnas. De åtta försöksområdena är likartade havsvikar som ligger inom ett begränsat område, vilket gör att yttre faktorer såsom temperatur, salthalt och vattenomsättning inte skiljer sig nämnvärt mellan områdena. Det är ett avstånd på ca 6 km mellan den nordligaste och den sydligaste lokalen (Fig. 1). Lokalerna är slumpmässigt utvalda och representativa för denna typ av instängda områden. Exponeringen av lokalerna är låg och alla öppnar sig mot ost eller sydost utom lokal 2 som öppnar sig mot nord. Lokalerna är lika i avseende på djuputbredning (grunda med ett maxdjup på ca 0,6 m) samt vegetation som består av sjögräs (*Ruppia/Zostera*) och fintrådiga grönalger. Utanför varje lokal finns det en sjögräsäng ner till ca 4-6 m. Storleken på lokalerna varierar mellan 0,5-2 ha.

Som bakgrundsdata för kontrollprogrammet finns resultaten från ett pilotprojekt för algskörd som genomfördes under 1996, samt data från tidigare undersökningar som genomförts i havsvikar i Bohuslän främst under 1970- och 1980-talet.

Följande mätvariabler valdes att ingå i programmet:

1. Algbiomassa: Vid varje skördetillfälle beräknas biomassan av de alger som avlägsnas från respektive vik. Härigenom uppskattas hur stor mängd organiskt material som avlägsnas från de grunda vikarna (Se vidare resultaten från delprojekt som ansvarar för skörd av alger). Täckningsgrad och biomassan av alger uppskattas också vid varje provtagningstillfälle inom kontrollprogrammet i såväl skördade vikar som inom referensområden. Dessa mätningar görs för att följa utvecklingen av algbiomassan i vikar

som skördas, där dels effekten av skörd och tillväxt mellan skördetillfällen kartläggs. I referensområden används algbiomassan som jämförelse till skördade vikar och för att studera interaktioner mellan fintrådiga alger och fauna, sediment och annan vegetation.

2. Sedimentkaraktär: Bestämning av sedimentkaraktär sker i områden där alger avlägsnas och i referensområden med alger. Sedimentets innehåll av kol och kväve undersöks, vilket ger information om den organiska belastningen (sedimentationen) i området. Kvoten mellan kol och kväve kan också användas som ett index för graden av eutrofiering. Förekomst av svavelväte i sedimentet har också mätts, vilket ger ett mått på graden av syresättning av bottensubstratet. Utbredningen av svavelväte påverkas huvudsakligen av den organiska belastningen, vattenomsättningen och faunans aktivitet i sedimentet.

3. Bentisk fauna: Bentisk fauna insamlas för att undersöka art-sammansättning, antal och biomassa hos djur som lever nere i sedimentet. Bentiska faunans sammansättning är en tydlig indikator på miljöförhållandena i sedimentet. En påverkan från algerna genom ökad sedimentation (organisk belastning), minskad vattenomsättning och ökad syreförbrukning kommer att kunna avläsas i form av en förändrad struktur hos den bentiska faunan.

4. Epibentisk fauna: Uppskattningar genomförs av arter, antal och biomassa av fauna (kräftdjur och småfisk) som förekommer på sedimentytan i skörde- och referensområden. Denna fauna har ofta hög produktion och utgör viktig fiskföda i kustekosystemet. Faunan separeras i två grupper (alg- respektive sedimentassocierade arter). Epibentiska faunans sammansättning och mängd påverkas direkt av förekomsten av fintrådiga alger. Olika arter har olika

förmåga att leva på blad algerna och detta avspeglas av strukturen i faunasamhället.

Inom ramen för Eu-life har det biologiska kontrollprogrammet genomförts under fyra år. De tre sista åren har det funnits en skördemaskin under utveckling och flera skördar har genomförts. Detta har medfört möjligheten att analysera mellanårsvariationer för skörd- och referenslokaler.

Det har funnits gott om alger under sommaren under de fyra provtagningsåren, inte enbart i våra lokaler utan i norra Bohuslän i allmänhet. I genomsnitt var täckningsgraden av fintrådiga grönalger under 1998 och 1999 23 och 16 procent i juli och 16 och 54 procent i augusti för norra Bohuslän (Pihl m. fl., 2000a). Förekomsten av alger var ca 85 % båda åren, så problemet med fintrådiga alger består i detta område.

Material och metoder

Provtagningar genomfördes i de åtta lokalerna i slumpvis ordning i augusti 1997, juli och augusti 1998 och augusti 1999. I juli 1999 provtogs tre av skördelokalerna och fyra referenslokaler. År 2000 togs prover i tre skördelokaler och tre referenslokaler i juli och augusti. Vid provtagningarna i augusti 1997 och juli 1998, 1999 och 2000 insamlades på varje lokal prover av algbiomassa, sediment, bentisk fauna och epibentisk fauna. Vid dessa provtagningar gjordes även en bedömning av täckningsgraden av sjögräs och fintrådiga grönalger. I augusti 1998, 1999 och 2000 togs enbart prover av algbiomassa och epibentisk fauna, och bedömningar av täckningsgrad genomfördes.

Undersökningen är utförd så att proverna ska representera de skördade områdena i skördelokalerna och algtäckta områden i referenslokalerna. Eftersom skördelokalerna inte var skördade vid varje tillfälle till 100 procent så togs proverna i de områden som hade skördats och således huvudsakligen var utan alger. I referenslokalerna togs proverna i de områden där det företrädevis fanns alger.

Vegetation

Täckningsgraden av sjögräs och fintrådiga alger skattades genom en okulär bedömning av vegetationens utbredning inom varje lokal. Denna skattning kompletterades vid några tillfällen med beräkningar av algernas täckningsgrad, som gjorts med hjälp av flygfotografering. Algbiomassan uppskattades med hjälp av en fallfälla (0,5 m²). Algbiomassan skattades inom skördade områden på skördelokalerna och beskriver hur mycket alger som fanns där epibentiska faunan insamlades och inte hur mycket alger som generellt fanns på lokalen. Därför är det större skillnader mellan skörd- och referenslokaler med avseende på algbiomassa än vad avser algernas täckningsgrad. Vid varje provtagning togs sex slumpvis utvalda prover. På laboratoriet rensades algerna från annan vegetation och fauna, torkades i 70°C till konstant vikt (ca 48 h) och vägdes.

Sediment

Sediment för analys av kol och kväve insamlades med hjälp av en cylinder (ø=2,1 cm) som tog prover ner till ett djup av 2 cm. Sex prover insamlades per lokal vid varje tillfälle. Sedimentet förvarades på is under transport varefter de frystes ner på laboratoriet. Sedimentet analyserades med avseende på totalhalt av kol och kväve i en kol och kväveanalysator (EA 1108 Elemental Analyser, Carlos Erba Instruments). För att uppskatta vid vilket

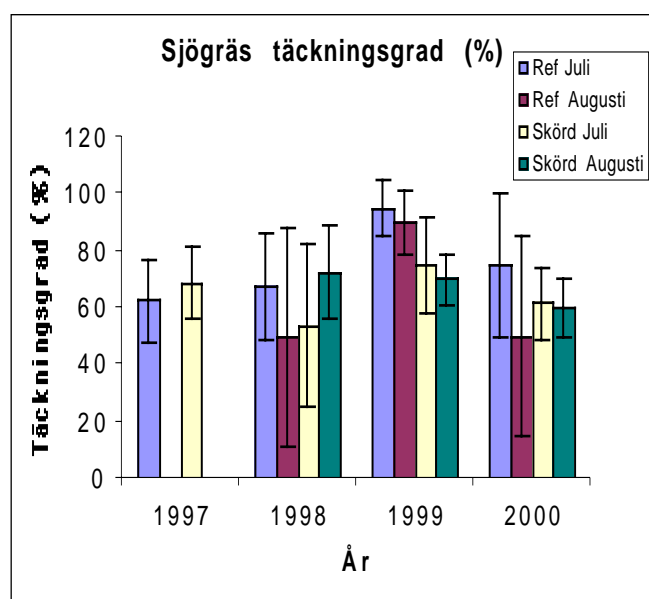
djup i sedimentet svavelväte påträffades togs sex separata proppar på varje lokal. Sedimentet snittades i 2 mm tjocka skivor och varje lager undersöktes med avseende på doft av svavelväte.

Bentisk fauna.

Bentisk fauna insamlades med hjälp av en cylinder (ø=5 cm) ner till ett sedimentdjup av 5 cm. Vid varje provtagningstillfälle togs sex prover, och sedimentet sållades i ett 0,5 mm såll varefter djuren konserverades i 70 % etanol. Proverna analyserades under lupp, djuren bestämdes till lägsta möjliga taxa och faunans våtvikt bestämdes i gram.

Epibentisk faunan

Epibentisk fauna insamlades med en fallfälla (0,5 m²). Fällan tömdes med hjälp av en håv (1 mm maskstorlek) varefter djuren konserverades i 70% etanol. Vid varje tillfälle togs sex slumpvis utvalda prover inom varje lokal. Faunan artbestämdes under lupp och längdmättes till närmaste millimeter. Biomassan (mg askfri torrsvikt m⁻²) bestämdes från tidigare framräknade längd-viktsamband.



Figur 2. Täckningsgrad av sjögräs i skörde- och referenslokaler under åren 1997-2000.

Resultat

Vegetation

Vegetationen inom de undersökta lokalerna bestod av sjögräs och fintrådiga grönalger. Sjögräset utgjordes av *Ruppia* sp. och *Zostera marina*, medan algerna dominerades av arter tillhörande släktena *Cladophora* och *Enteromorpha*. Sjögräs förekom inom alla lokalerna i likartad omfattning över hela provtagningsperioden, och täckningsgraden under de

fyra åren skattades till i medeltal 66% (SD 16) på skördelokalerna och till 71% (SD 26) på referenslokalerna (Fig. 2).

Fintrådiga grönalger förekom på alla lokaler vid samtliga provtagningar utom i augusti 1998. Medeltäckningsgraden var 28% (SD 18) inom skördelokalerna och 44% (SD 34) inom referenslokalerna. Täckningsgraden av alger varierade kraftigt mellan provtagningarna, och uppmättes på skördelokalerna till i

Tabell 1. Täckningsgrad i procent av fintrådiga alger i skörd- och referenslokaler augusti 1997 till augusti 2000.

		Täckningsgrad (%) av fintrådiga alger							
		1997		1998		1999		2000	
Lokal		Augusti	Juli	Augusti	Juli	Augusti	Juli	Augusti	
Referens	Dynäs	5	90	0	50	50	66	25	
	Eskilbågen	10	100	0	60	30	-	-	
	Hagen	50	100	5	70	10	50	56	
	Raskerödsleran	5	75	0	90	100	22	17	
Skörd	Båsen	50	35	0	40	20	14	17	
	Kingeleran	35	10	0	60	30	30	5	
	N bågen	25	10	0	40	20	-	-	
	Tången	50	10	0	85	10	30	20	
Genomsnitt referenslokaler		18	91	1	68	48	46	33	
Genomsnitt skördelokaler		40	16	0	56	20	25	14	

Tabell 2. Algbiomassa (g torrvikt m⁻²) insamlat med fallfälla, från augusti 1997 till augusti 2000.

		Algbiomassa g torrvikt m ⁻²						
		1997		1998		1999		2000
Lokal		Augusti	Juli	Augusti	Juli	Augusti	Juli	
Referens	Dynäs	0.5	54.9	0.0	92.5	64.1	123.7	
	Eskilbågen	3.9	96.3	5.3	72.9	96.4		
	Hagen	4.1	27.8	13.2	106.8	38.6	79.5	
	Raskerödsleran	0.0	5.1	12.5	142.0	124.0	97.2	
Skörd	Båsen	5.6	14.9	17.2	0.0	0.0	0.0	
	Kingeleran	13.2	11.8	4.7	3.3	0.0	0.0	
	N. bågen	1.1	0.0	3.6	0.0	3.3		
	Tången	5.5	1.3	18.4		0.0	5.3	
Genomsnitt referenslokaler		2.1	46.0	7.8	103.5	80.8	100.1	
Genomsnitt skördelokaler		6.3	7.0	11.0	1.1	0.8	5.3	

medeltal mellan 56 % (juli 1999) och < 5% (augusti 1998). På referenslokalerna varierade i genomsnitt täckningsgraden mellan 91 % (juli 1998) och < 5% (augusti 1998) (Tabell 1).

Algernas biomassa var i genomsnitt 5,1 (SD 11,2) g torrsvikt m² på skördelokalerna och 56,5 (SD 61,8) g torrsvikt m² på referenslokalerna (Tabell 2). Skillnaden i biomassa mellan skördelokalerna och referenslokalerna förklaras dels som en effekt av skörd och dels på grund av ett aktivt val av algfria ytor inom skördelokalerna. Variationen i biomassa mellan provtagningarna var stor i båda kategorierna av lokaler.

Sediment

Halten av kol i sedimentet var i genomsnitt 5,92 % (SD 1,51) på skördelokalerna och 6,85 % (SD 0,54) på referenslokalerna (Tabell 3). Halten av

Medeldjupet där svavelväte återfanns var på skördelokalerna 8,8 mm (SD 6,8) och på referenslokalerna 7,7 mm (SD 7,4) (Tabell 3). Svavelväte förekom i genomsnitt närmare sedimentytan under år 2000 än tidigare år, och på fem av sex lokaler observerades en trend med svavelväte på minskat sedimentdjup över tiden.

Bentisk fauna

Antalet taxa var i genomsnitt 10,7 (SD 1,1) per lokal på skördelokalerna och 10,1 (SD 0,5) per lokal i referenslokalerna. Totalt fanns det 31 taxa på skördelokalerna och 30 taxa på referenslokalerna över de fyra åren (Tabell 4; Appendix 1 och 2).

Antal individer per kvadratmeter var relativt konstant under provtagningsperioden. I genomsnitt var det 11327 (SD 6877) individer m⁻² i skördelokalerna och i

Tabell 3. Halten av kväve och kol i procent av torrsvikt sediment, och djupet där svavelväte återfanns (mm).

Lokal	Kväve (%)				Kol (%)				Svavelväte (mm)			
	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000
Dynäs	0.87	0.84	0.85	0.63	8.35	7.97	8.19	5.42	14	5	7	2
Referens												
Eskilb.	0.72	0.56	0.64	-	7.01	5.44	6.08	-	8	6	23	-
Hagen	0.84	0.75	0.66	0.64	7.83	7.20	6.14	5.47	5	6	2	8
Raskerödsleran	0.80	0.77	0.84	0.60	7.66	7.48	7.70	4.81	10	12	6	1
Medel referenslokaler	0.81	0.73	0.75	0.62	7.71	7.02	7.03	5.24	9	7	9	4
Båsen	0.39	0.35	0.57	0.49	3.64	3.35	5.25	3.79	11	5	4	6
Skörd												
Kingeleran	0.67	0.63	0.51	0.71	7.21	6.42	4.80	5.97	15	16	18	4
N. Bågen	0.69	0.83	0.90	-	6.53	7.90	8.10	-	6	7	15	-
Tången	0.57	0.67	-	0.96	5.96	6.21	-	7.59	7	7	-	5
Medel skördelokalerna	0.58	0.62	0.66	0.72	5.84	5.97	6.05	5.78	10	9	12	5

kväve var i genomsnitt 0,64 % (SD 0,15) på skördelokalerna och 0,73 % (SD 0,06) på referenslokalerna. Variationen mellan lokaler och mellan provtagningar var liten, undantaget en skördelokal som hade lägre värden av kol och kväve.

referenslokalerna var det 10728 (SD 5693) individer m⁻² (Tabell 4 ; Appendix 1 och 2). Den bentiska faunan dominerades av små maskar, såsom capitellider och oligochaeter, men även *Hydrobia* sp. förekom i höga tätheter. Samma taxa dominerade i antal på skörde- och referenslokalerna (Appendix 1 och 2).

Tabell 4. Antal taxa, täthet (individer m⁻²) och biomassa (g våtvikt m⁻²) av bentisk fauna under provtagningsperioden 1997-2000.

		Bentisk fauna											
		Taxa (antal taxa lokal ⁻¹)				Täthet (individer m ⁻²)				Biomassa (g vv m ⁻²)			
Lokal		1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000
Referens	Dynäs	10	8	8	12	16500	21167	8570	6167	101	34	11	25
	Eskil	10	13	10	-	9500	6917	3583	-	69	99	124	-
	Hagen	10	9	6	14	19333	9667	3417	10833	13	358	151	21
	Raskerödsleran	6	8	14	10	7083	6167	17167	14667	41	173	262	20
Skörd	Båsen	11	10	9	10	13583	11417	14333	7417	51	150	29	38
	Kingeleran	14	9	11	12	12833	5917	6667	6500	119	13	24	31
	N. Bågen	7	13	9	-	7417	11917	5333	-	20	61	9	-
	Tången	11	14	-	10	18000	31000	-	6250	37	159	-	18
Genomsnitt referenslokaler år ⁻¹		9	10	10	12	13104	10980	8184	10556	56	166	137	22
Genomsnitt skördelokaler år ⁻¹		11	12	10	11	12958	15063	8778	6722	57	96	21	29

Biomassan av bentisk fauna var i genomsnitt dubbelt så hög på referenslokalerna (101 g våtvikt m⁻² (SD 233) som i skördelokalerna (55 g våtvikt m⁻² (SD 116)) (Tabell 4; Appendix 3 och 4). Detta beror på höga biomassor på referenslokalerna under 1998 och 1999. Högsta biomassan under de fyra åren uppmättes under 1998, och förklaras av att musslan *Cerastoderma* spp. dominerade inom både skörde- och referenslokaler (Appendix 3 och 4). Lägsta biomassan registrerades under 2000 i både referens- och skördelokaler, 22 respektive 29 g m⁻². Vid provtagningen under 2000 saknades *Cerastoderma* nästan helt, och endast ett fåtal individer hittades.

Epibentisk fauna

Artsammansättning av epibentisk fauna var likartad på skördelokaler och referenslokaler vid alla provtagningar i juli och augusti under de fyra åren. I genomsnitt påträffades mellan 6 och 8 arter per provtagning och totala artantalet var 20 inom båda kategorierna av lokaler (Tabell 5). Spiggfiskar (*Gasterosteus aculeatus* och *Pungitus pungitus*) och pungräkor (Mycidaceae) dominerade vid samliga tillfällen på skörde- såväl som på referenslokaler (Appendix 5 till 8).

Tätheten av epibentisk fauna var dubbelt så hög på referenslokalerna som på skördelokalerna, 68 (SD 38) respektive 34 (SD 12) individer m⁻². Vid två tillfällen, i anslutning till skörd, var tätheten tre gånger högre på referenslokalerna jämfört med skördelokalerna. Pungräkor (Mycidaceae) dominerade numerärt vid alla tillfällen i både referenslokalerna och skördelokalerna. Tätheten av spiggfiskar (*Gasterosteus aculeatus* och *Pungitus pungitus*) påverkade olikheterna mellan skördelokaler och referenslokaler genom att vara 3-6 gånger fler på referenslokalerna än i skördelokalerna. (Appendix 5 till 8).

Biomassan av epibentisk fauna var i genomsnitt 978 (SD 398) mg aftv m⁻² på referenslokalerna och 436 (SD 189) mg aftv m⁻² på skördelokalerna (Tabell 5). Dominerade art med avseende på biomassan var småspigg (*Pungitus pungitus*) på både skördelokaler och referenslokaler med 93,5 respektive 250,6 mg aftv m⁻². Därefter kom tångräka (*Palaemon elegans*) med en biomassa på 80,3 respektive 210,0 mg aftv m⁻² (Appendix 9 till 12).

Tabell 5. Antal taxa per lokal, täthet (individer m⁻²) och biomassa (mg aftv m⁻²) av epibentisk fauna i juli och augusti under provtagningsperioden 1997-2000

		Juli								
Lokal		Taxa (antal taxa lokal ⁻¹)			Täthet (individer m ⁻²)			Biomassa (mg aftv m ⁻²)		
		1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Referens	Dynäs	7	4	5	58	195	96	1060	1266	542
	Eskil	7	6	-	78	132	-	1148	1662	-
	Hagen	5	6	6	120	21	63	1381	549	781
	Raskerödsleran	7	7	6	69	60	67	2184	1485	1585
Skörd	Båsen	8	7	10	12	52	35	170	564	1254
	Kingeleran	7	4	5	22	24	26	473	282	265
	N. Bågen	10	8	-	15	18	-	390	1138	-
	Tången	4	-	8	45	-	82	102	-	529
Genomsnitt referenslokaler år ⁻¹		7	6	6	81	102	75	1443	1240	969
Genomsnitt skördelokaler år ⁻¹		7	6	8	24	31	48	284	662	683

		Augusti											
Lokal		Taxa (antal taxa lokal ⁻¹)				Täthet (individer m ⁻²)				Biomassa (mg aftv m ⁻²)			
		1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000
Referens	Dynäs	8	9	5	10	13	55	17	152	267	712	709	1308
	Eskil	5	10	10		8	23	131		216	2905	1390	0
	Hagen	8	10	4	8	19	50	6	35	401	197	192	1739
	Raskerödsleran	5	12	8	8	11	22	27	172	62	1059	642	963
Skörd	Båsen	7	5	6	7	20	30	30	63	753	117	372	498
	Kingeleran	7	7	7	7	20	34	20	48	196	201	182	202
	N. Bågen	6	12	9		10	60	59		237	1484	346	0
	Tången	5	8	9	10	5	60	26	13	97	332	542	143
Genomsnitt referenslokaler år ⁻¹		7	10	7	9	13	37	45	120	237	1218	733	1003
Genomsnitt skördelokaler år ⁻¹		6	8	8	8	14	46	34	41	321	534	360	211

Diskussion

Vegetation

Sjögräs påträffades inom alla de åtta undersökta lokalerna under hela provtagningsperioden, och i regel var över halva bottenarealen i områdena täckta av sjögräs. Någon skillnad mellan lokaltyper eller förändring över tiden kunde inte observeras vad avser sjögräsets utbredning. Sjögräset är förankrat i sedimentet och behåller i regel sin

utbredningsgräns om det inte påverkas av något slag av störning. Inre gränsen för utbredning bestäms av sedimentets torrläggning (medelvattennivån), vågexponering samt konkurrens med annan vegetation, medan yttre gränsen påverkas av ljusets nedträngande i vattnet (vattendjup och grumlighet). Konkurrens om ljus och näring med fintrådiga alger kan vara en viktig faktor som bestämmer sjögräsets utbredning, och i ett av undersökningsområdena som provtogs under en pilotstudie 1996 observerades en kraftig tillväxt av sjögräs efter det att en

matta av fintrådiga alger avlägsnats. Ett direkt samband mellan utbredning av sjögräs och fintrådiga alger kunde dock inte konstateras i den föreliggande undersökningen, vilket sannolikt till del kan förklaras av den stora säsongsmässiga variationen hos algerna.

Algtäckningsgraden varierade mellan år och mellan lokaler. Störst mängd av alger förekom under juli 1998 och under juli och augusti 1999. När algtillväxten var stor fanns det mycket alger även i de lokaler som skördades. Skillnad i algmängd mellan skörde- och referenslokaler som direkt kan hänföras till skörd var vid provtagningar i juli 1998, augusti 1999 och juli och augusti 2000. Efter det att skörden hade genomförts kunde det fortfarande vara upp till 40 % täckningsgrad av alger kvar. Detta påverkar faunan på så sätt att de arter som trivs i vegetationstäta habitat kommer att dominera. Vid fallfällprovtagningen slumpades prover främst inom algtäckta områden på referenslokalerna, men inom skördelokalerna undveks om möjligt allt för mycket alger. Detta medför att skillnaderna mellan skörde- och referenslokaler accentueras med avseende på algbiomassan.

Sediment

Halterna av kol och kväve i sedimentet var relativt konstanta mellan åren och mellan lokalerna. En av skördelokalerna hade ett något mer sandigt sediment och genomgående något lägre halter av kol och kväve. Att halterna av kväve och kol i sedimentet är stabilt under flera år och under olika förekomst av fintrådiga alger visade även andra undersökningar (Pihl m. fl., 1999; Pihl m. fl., 2000a). En jämförelse med resultaten från dessa undersökningar visade emellertid att de åtta lokalerna i den föreliggande undersökningen hade ca 5 gånger högre halter av kol och kväve jämfört med vad som i genomsnitt uppmätts för grundområden med alger i

Bohuslän, och ca 10 gånger högre värden än i algfria grunda områden. Sedimenten i de undersökta områdena är således kraftigt berikade med kol och kväve i relation till andra liknande sediment, och kan eventuellt tjänstgöra som källa av näring för framtida blomningar av alger. Att sedimenten var kraftigt belastade av organiskt material visades också av att svavelväte påträffades redan på ca 10 mm djup i sedimenten under provtagningarna 1997 till 1999. Under år 2000 hade djupet halverats till i medeltal 4,5 mm, vilket ytterligare indikerar en betydande organisk berikning. Marina sediment fungerar ofta som sänka för organiskt material, och där sådan ackumulation sker utgör sedimenten arkiv för tidsmässiga förlopp i det pelagiala systemet. Berikningen av sedimenten med organiskt material har sannolikt skett över en längre tid (årtionden) och skördeåtgärden inom det föreliggande projektet har inte varit av sådan omfattning att ackumulationen motverkats.

Bentisk fauna

Antal arter och individer per kvadratmeter var likartat under de fyra åren och skiljde sig inte mellan skörde- och referenslokalerna. Biomassan var däremot betydligt mer varierande mellan lokalerna och mellan åren. Skillnaderna berodde till största delen på att *Cerastoderma* spp. fanns i lägre antal inom skördelokalerna än referenslokalerna, ca hälften under 1998 och 1/3 under 1999. *Cerastoderma* hade en lyckad rekrytering under 1998, då utbredningen av alger var relativt låg i alla åtta områdena, speciellt under augusti. Att denna skillnad ändå uppstod mellan lokalerna kan orsakas av att musslorna kryper upp bland algerna när det blir ont om syre i sedimentet och/eller när vattenomsättningen minskar. När algerna sedan skördas följer musslorna med. En annan möjlighet kan vara att skördemaskinen muddrar upp sediment och att musslorna störs.

Undersökningar som genomfördes i 15 grunda havsvikar på svenska västkusten under slutet av 1970- och början av 1980-talet visade att bentisk fauna i skyddade inre skärgårdsområden hade mellan 40 och 60 arter (Möller 1986). Täthet och biomassa skattades i samma undersökning till ca 30-40.000 individer, respektive 8-17 g askfri torrsvikt m⁻². En jämförelse med resultaten från den föreliggande undersökningen visar att den bentiska fauna i de åtta undersökta områdena hade artantal, tätheter och biomassa som är ca 1/3 av vad som visats i den tidigare undersökningen. Resultaten visar vidare att artsammansättningen och fördelningen mellan funktionella grupper är olika i de två undersökningarna, med en förskjutning från filtrerare mot detritusätare då sedimenten är täckta av alger. Under slutet av 1970- och början av 1980-talet var utbredningen av fintrådiga alger mindre än vad som observerats under 1990-talet (Pihl et al 1995). En reduktion av den bentiska faunan med ca 70% samt en förändring i faunasamhällets struktur och funktion kan sannolikt vara kopplad till ökad utbredning av alger, vilket bland annat visats i experimentella studier i fält (Österling & Pihl 2001).

Epibentisk fauna

Antal och sammansättning av epibentiska arter var likartad inom skörde- och referenslokaler. Faunan dominerades av avser antal och biomassa av spiggfiskar (*Gasterosteus aculeatus* och *Pungitus pungitus*) och tångräkor (*Palaemon elegans* och *P. adspersus*) på samtliga lokaler. Dessa arter är alla starkt associerade till vegetation. Individtäthet och biomassa skiljde sig åt mellan lokalerna, med halverad tätheten och biomassa i skördelokalerna i jämförelse med referenslokalerna. Det var emellertid stor variation i täthet och biomassa mellan åren. De största skillnaderna var i juli 1998 och i juli och augusti 1999 då skörden fungerade relativt bra. Skillnaden kan sannolikt till

största delen förklaras av att de dominerande arterna minskade på grund av skörden. Artsammansättning, täthet och biomassa i de undersökta lokalerna liknar den som observerats i andra undersökningar i grunda områden med algmattor (Pihl m. fl., 2000b). I grunda områden som inte har fintrådiga alger dominerar den epibentiska faunan av arter som är knutna till sedimentet, såsom sandräka (*Crangon crangon*), strandkrabba (*Carcinus maenas*), rödspotta (*Pleuronectes platessa*) och ler- och sandstubb (*Pomatoschistus* spp) (Pihl 1986). Vid en jämförelse med dessa tidigare studier framgår det att artantal, täthet och biomassa av epibentisk fauna är likartad i de båda undersökningarna men att sammansättningen av arter är helt skiljda, vilket indikerar att de grunda områdenas struktur och funktion har förändrats genom den ökade algförekomsten.

Slutsats

När skörden genomförs försvinner många individer av bentisk och epibentisk fauna som finns bland alger. Under den korta tid som de skördade områden är fria från alger sker ingen rekrytering av nya arter som ger en varaktig förändring av faunasamhällets struktur. De skördade lokalerna är inte helt fria från alger efter skörd och återväxten av alger kan dessutom vara snabb. Flyfotografering av skördelokaler visar att botten kan vara täckt med upp till 80% av alger under perioder strax före och efter skörd. Undersökningar genomförda inom delprojektet TD 11 visar emellertid att djur som är knutna till sedimentet kan rekryteras till de undersökta lokalerna om de är fria från alger, och således finns larver i vattnet så att nya populationer kan etableras. Rekryteringen kan ske under våren innan algutväxten startat. När alger växer till påverkas emellertid den etablerade faunan. Om nya populationer

skall utvecklas varaktigt i de undersökta områdena krävs att sedimenten är fria från alger under en längre tidsperiod så bottenfälda larver får möjlighet att växa till.

Referenser

- Möller, P., 1986. Infaunal population dynamics in some shallow marine soft bottom habitats, western Sweden. PhD-thesis, Göteborg University 1-23.
- Pihl, L., 1986. Exposure, vegetation and sediment as primary factors for mobile epibenthic faunal community structure and production in shallow marine soft bottom areas. *Neth. J. Sea Res.* 20(1): 75-83.
- Pihl, L., Isaksson, I., Wennhage, H., Moksnes, P.-O., 1995. Recent increase of filamentous algae in shallow Swedish bays: effects on the community structure of epibenthic fauna and fish. *Neth. J of Aquat. Ecol.* 29: 349-358.
- Pihl, L., Svenson, A., Moksnes, P.-O., Wennhage, H., 1999. Distribution of green algal mats throughout shallow soft bottoms of the Swedish Skagerrak archipelago in relation to nutrient sources and wave exposure. *Journal of sea research* 41, 281-294.
- Pihl, L., Svenson, A., Nilsson, H.C., 2000a. Förekomst, utbredning och biomassa av fintrådiga grönalger i grunda mjukbottenområden i Bohuslän under 1998-1999. Rapport Bohuskustens vattenvårdsförbund: 1-12.
- Pihl, L., Svenson, A., Nilsson, H.C., 2000b. Mobil epibentisk fauna i grunda kustområden 1999. Rapport Bohuskustens vattenvårdsförbund: 1-14.
- Österling, M., Pihl, L., 2001. Effects of filamentous green algal mats on infaunal functional feeding groups. (Submitted)

Appendix 1

Täthet av infauna (ind. m⁻²) i skördelokaler

	Båsen				Kingeleran				Norra bågen			Tången			Genomsnitt täthet (ind. m ⁻²)
	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	1997	1998	2000	
Annelida															
Arenicola marina	250		83		83		83		83	167	83	250	333	250	119
Capitella spp.		250	83			83	83			500	83		5000		435
Capitellideae (juv.)	6250	2000	5667	1333	3917	1250	2417	2083	3250	833	2417	7333	6083	2000	3345
Etone longa			83								83				12
Nereideae	83				417						250				54
Neris sp.fragm															
Phyllodace laminosa								250							18
Polychaeta indet.		83	83		167		83								30
Polydora ciliata				333	167			83		250			167	250	89
Pygospio sp.	1333	250			417							1333	1583		351
Sabellideae sp.							167								12
Scololepis squamata				83										333	30
Scoloplos armiger			83	1333	333	250	750	1750						83	327
Nematoda sp.			83	333	333	167	167	83	167	250	833	2667	2750	1000	619
Nemertini sp.		83		83		83	167						417		60
Oligochaeta		5083	6250	2250		1500		83		1250	1000		1750	583	1411
Artropoda															
Ostracoda sp.										83	83				12
Corophium sp.										583					42
Microdeutopus sp.										1333					95
Chironomideae	833	833			1250	750	250	583	1250	4500		917	10417	1167	1625
Mollusca															
Cerastoderma spp.	917	83		83	833		83	83	583	83		750	167	83	268
Dosinia sp.	83				83							167			24
Macoma baltica															
Mya arenaria	750	167			83			83	250			417			125
Mytilus edulis				83											6
Spicula subtruncata										83					6
Hydrobia spp.	2917	2583	1833	1500	4250	1917	2417	1250	1833	2000	500	2333	2000	500	1988
Littorina littorea	83				500			83				1417			149
Littorina sp.													83		6
Retusa sp.												417			30
Rissoa sp.	83					83		83							18
Turitella communis													167		12
Opisthobranchia													83		6
Total täthet	13583	11417	14333	7417	12833	5917	6667	6500	7417	11917	5333	18000	31000	6250	11327
Antal taxa	11	10	9	10	14	8	11	12	7	13	9	11	14	10	31
Totalt antal taxa	21				19				18			20			
Genomsnitts antal taxa	10				11				10			12			

Appendix 2

Täthet av infauna (ind. m⁻²) i referenslokaler

	Dynäs				Eskilbågen			Hagen				Raskerödsleran				Genomsnitt täthet (ind. m ⁻²)
	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	
Annelida																
Arenicola marina	917				83					83	83					83
Capitellidae (juv.)	5250	2667	83	2250	2250	333	1500	10417	2167		917	4083	1750	8250	8667	3372
Capitella spp.		1500		83		333	167	83	1500				167	167		267
Eteone longa														83		6
Nereideae	167				833	167					83	417		250	83	133
Neris sp.fragm							83									6
Phyllodoce laminosa				417							333					50
Polychaeta indet.			83	83										83		17
Polydora cilliata	250					83		83			167	83	333		250	83
Pygospio sp.	167				167	167		250	83		250			83	500	111
Sabellidae sp.										83						6
Scololepis squamata											83					6
Scoloplos armiger		167	3583	167							83			167		278
Nematoda sp.	667	4417	250	250	83	333	167	2500	83		417		83	1000	500	717
Nemertini sp.		167	83						83					250		39
Oligochaeta		3500	3417	917		750	250	417	583	1917	4417		833		1667	1244
Arthropoda																
Ostracoda sp.																
Corophium sp.				333							83					28
Microdeutopus sp.						333								250		39
Chironomidae	1167	667		417		500	333	1083	3250	500	2667	417	750	500	1000	883
Mollusca																
Cerastoderma spp.	833			83	1500	250	167	417	250	83	83	250	83	83		272
Dosinia sp.								167								11
Hydrobia spp.	7000	8083	1167	1083	4000	3417	750	3917	1667	750	1167	1833	2167	5833	1833	2978
Littorina littorea				83												6
Littorina sp.							83									6
Macoma baltica							83								83	11
Mya arenaria	83				250	167										33
Mytilus edulis					167											11
Opisthobranchia																
Retusa sp.			83											167		17
Rissoa sp.					167											11
Spicula subtruncata						83										6
Turritella communis																
Total summa	16500	21167	8750	6167	9500	6917	3583	19333	9667	3417	10833	7083	6167	17167	14667	10728
Antal taxa	10	8	8	12	10	13	10	10	9	6	14	6	8	14	10	30
Totalt antal taxa	19				19			18				18				
Genomsnitts antal taxa	10				11			10				10				

Appendix 3

Infauna, biomassa (g vv m⁻²) i skördelokaler 1997-2000

	Båsen				Kingeleran				Norra bågen			Tången			Genomsnittlig biomassa (g vv m ⁻²)
	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	1997	1998	2000	
Annelida															
Arenicola marina	6,2		0,1		0,1		0,1		0,1	0,3	0,1	0,8	0,7	9,6	1,27
Capitella spp.		0,1	0,2			0,0	0,3			0,0	0,6		2,8		0,28
Capitellidae	2,5	1,0	4,3	0,8	2,0	2,3	2,0	1,0	1,8	0,4	1,7	4,3	2,2	1,9	2,00
Etone longa			0,2								0,4				0,04
Nereideae	0,4				0,8						1,7				0,20
Phyllodoce laminosa								0,4							0,03
Polychaeta indet.		0,1	0,1		0,1		0,1								0,02
Polydora ciliata				3,9	0,1			0,1		0,1			0,0	0,7	0,35
Pygospio sp.	0,7	0,1			0,2							0,4	0,4		0,12
Sabellidae sp.							0,1								0,01
Scololepis squamata				0,1										0,1	0,01
Scoloplos armiger			0,8	23,5	0,4	0,7	9,3	2,1						0,2	2,64
Nematoda sp.			0,1	0,1	0,1		1,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,9	0,9	0,4	0,28
Nemertini sp.		0,0		0,1		1,0	1,3						1,8		0,30
Oligochaeta		4,3	7,3	1,4		0,4		0,0		0,1	3,8		1,8	0,3	1,38
Arthropoda															
Ostracoda sp.										0,0	0,1				0,01
Corophium sp.										0,2					0,01
Microdeutopus sp.										0,1					0,01
Chironomidae	2,3	0,5			1,4	0,7	0,5	0,7	1,6	2,8		1,3	11,3	1,6	1,75
Mollusca															
Cerastoderma spp.	27,3	93,0		0,0	104,6		0,1	20,7	7,0	45,8		13,8	120,7	0,4	30,96
Dosinia sp.	0,1				0,1							0,5			0,05
Macoma baltica															
Mya arenaria	4,9	41,7			0,1			0,8	0,2			1,9			3,54
Mytilus edulis				0,1											0,01
Spicula subtruncata										0,2					0,01
Hydrobia spp.	5,8	8,9	13,8	8,5	6,9	6,8	8,8	4,9	9,3	10,9	0,8	5,5	10,0	2,7	7,39
Littorina littorea	0,1				1,8			0,0				6,2			0,57
Littorina sp.													4,6		0,33
Opisthobranchia													0,3		0,02
Retusa sp.												1,3			0,10
Rissoa sp.	1,2					1,5		0,3							0,21
Turritella communis													2,0		0,14
Total biomassa	51,3	149,7	28,6	38,4	118,5	13,3	23,8	31,0	20,1	60,9	9,3	36,8	159,3	17,8	54,2
biomassa per år	67,0				46,6				30,1			71,3			

Appendix 4

Infauna, biomassa (g vv m⁻²) i referenslokaler 1997-2000

Art	Dynäs				Eskilbågen			Hagen				Raskerödsleran				Genomsnittlig biomassa (g vv m ⁻²)
	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	
Annelida																
Arenicola marina	22,75				0,83					0,83	2,33				2,00	1,92
Capitella spp.		0,52		1,83		0,18	0,42	1,58	0,19				0,92	0,17		0,39
Capitellidae	2,83	2,75	0,17	0,83	1,17	0,58	0,67	2,50	1,17		0,58	1,83	0,34	3,92	4,00	1,56
Etone longa														0,83		0,06
Nereideae	0,25				3,75	0,42					4,83	3,17		5,67	5,58	1,58
Phyllodoce laminosa				0,92							1,00					0,13
Polychaeta indet.			0,83	0,33										0,83		0,13
Polydora ciliata	0,83					0,83		0,83			0,17	0,17	5,17		0,25	0,55
Pygospio sp.	0,17				0,83	0,17		0,17	0,83		0,17			0,83	0,25	0,23
Sabellidae sp.										0,83						0,06
Scololepis squamata											0,83					0,06
Scoloplos armiger		0,17	2,42	0,33							0,33			0,17		0,23
Nematoda sp.	0,58	1,43	0,83	0,26	0,83	0,83	0,83	0,33	0,83		0,18		0,83	0,42	0,25	0,56
Nemertini sp.		1,67	1,17						0,83					4,58		0,55
Oligochaeta		1,68	2,00	1,83		0,92	0,83	0,83	0,83	1,00	3,58		0,83		0,50	0,99
Arthropoda																
Ostracoda sp.																
Corophium sp.				0,43							0,83					0,08
Microdeutopus sp.						0,34								0,17		0,03
Chironomidae	1,75	0,76		0,83		1,75	1,83	0,83	51,43	0,33	3,25	0,92	2,25	1,00	1,25	4,55
Mollusca																
Cerastoderma spp.	59,75			11,42	28,83	73,17	111,67	0,67	296,50	144,67	0,83	24,92	19,00	222,17		66,24
Dosinia sp.								0,83								0,06
Macoma baltica							6,17								1,33	0,50
Mya arenaria	0,83				0,42	6,83										0,54
Mytilus edulis					0,17											0,01
Spicula subtruncata						0,17										0,01
Turritella communis																
Hydrobia spp.	13,67	24,83	5,25	6,00	8,00	16,83	3,83	7,17	7,67	4,50	5,67	1,83	1,58	22,67	4,50	8,93
Littorina littorea				0,75												0,05
Littorina sp.							0,17									0,01
Retusa sp.			0,83											0,92		0,12
Rissoa sp.					0,50											0,03
Opisthobranchia																
Total biomassa	103,42	33,79	13,50	25,77	45,33	103,02	126,42	15,75	360,28	152,17	24,60	32,83	30,93	264,33	19,92	90,14
biomassa per år	44				92			138				87				

Appendix 5

Täthet av epifauna (ind. m⁻²) i skördelokaler i juli 1998-2000

	Juli										genomsnitt
	Båsen			Kingeleran			Norra bågen		Tången		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	1998	2000	
<i>Anguilla anguilla</i>	0,33		1,00				0,33	0,33		0,33	0,2
<i>Carcinus maenas</i>			0,33					1,00			0,1
<i>Crangon crangon</i>		0,67		0,67							0,1
Gasterosteidae spp			0,33							4,33	0,5
Gasterosteus aculeatus	1,00	11,33	5,00	0,67	5,67	4,67		2,67	4,00	11,33	4,6
<i>Gobius niger</i>											
Mysidaceae	2,67	29,67	15,33	10,00	1,33	13,00	7,67	3,67	34,33	53,67	17,1
<i>Palaemon adspersus</i>	3,67	0,67	1,00		0,33	1,33	0,67	3,33		2,33	1,3
<i>Palaemon elegans</i>	0,33	1,00	2,33	4,33			1,33	1,33	0,33		1,1
<i>Platichthys flesus</i>											
<i>Pleuronectes platessa</i>	0,67			1,00			0,67				0,2
<i>Pomatoschistus microps</i>				0,33			1,33				0,2
<i>Pomatoschistus minutus</i>							0,33			0,33	0,1
<i>Pomatoschistus pictus</i>							0,33				0,03
<i>Pomatoschistus</i> spp	0,33		1,00	2,00			1,33		0,33	1,33	0,6
Pungitus pungitus	3,33	7,33	8,00	3,33	16,33	7,00	0,67	5,67	6,33	8,33	6,6
<i>Syngnathus acus</i>											
<i>Syngnathus rostellatus</i>											
<i>Syngnathus typhle</i>		1,67	1,00			0,33		0,33			0,3
<i>Zoarces viviparus</i>											
Total täthet	12,3	52,3	35,3	22,3	23,7	26,3	14,7	18,3	45,3	82,0	33,3
Antal arter	8	7	10	7	4	5	10	8	4	8	
Totalt antal arter	12			10			13		9		15
Genomsnitt antal arter	8			5			9		6		

Appendix 6

Täthet av epifauna (ind. m⁻²) i referenslokaler i juli 1998-2000

	Juli									Genomsnitt		
	Dynäs			Eskilbågen		Hagen			Raskerödsleran			
	1998	1999	2000	1998	1999	1998	1999	2000	1998	1999	2000	
<i>Anguilla anguilla</i>					0,7			1,3				0,18
<i>Carcinus maenas</i>					0,7		1,3		0,7	0,7	1,0	0,39
<i>Crangon crangon</i>	0,3											0,03
Gasterosteidae spp			0,7					4,3			2,7	0,7
Gasterosteus aculeatus	7,0	47,3	35,0	11,0	47,7	33,3	5,7	26,3	5,7	14,7	21,3	23,2
<i>Gobius niger</i>									0,3			0,03
Mysidacae	7,7	120,8	50,3	3,7	23,3	21,7	11,7	8,3	7,0	17,0	2,3	24,9
<i>Palaemon adspersus</i>	2,7	1,7	1,0	0,7	3,0	0,3	0,7	1,0	13,0	1,3	2,3	2,52
<i>Palaemon elegans</i>	15,3			10,7		19,7	0,3		23,0	1,3		6,39
<i>Platichthys flesus</i>												
<i>Pleuronectes platessa</i>												
<i>Pomatoschistus microps</i>				0,3								0,03
<i>Pomatoschistus minutus</i>				0,3						0,3		0,06
<i>Pomatoschistus pictus</i>												
<i>Pomatoschistus</i> spp												
Pungitus pungitus	24,3	25,0	9,0	51,0	56,7	44,7	1,3	21,3	19,0	24,7	37,0	28,5
<i>Syngnathus acus</i>												
<i>Syngnathus rostellatus</i>	0,3											0,03
<i>Syngnathus typhle</i>												
<i>Zoarces viviparus</i>												
Total täthet	57,7	194,8	96,0	77,7	132,0	119,7	21,0	62,7	68,7	60,0	66,7	87,0
Antal arter	7	4	5	7	6	5	6	6	7	7	6	
Totalt antal arter	8			9		8			9			13
Genomsnitt antal arter	5			7		6			7			

Appendix 7

Täthet av epifauna (ind. m⁻²) i skördelokaler i augusti 1997-2000

	Augusti																Genomsnitt
	Båsen				Kingeleran				Norra bågen				Tången				
	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	1997	1998	1999	2000		
<i>Anguilla anguilla</i>						0,33			0,33		0,33			0,67		0,11	
<i>Carcinus maenas</i>					0,33		0,33		0,33	3,00			1,67	0,33		0,40	
<i>Crangon crangon</i>	0,67		2,67		0,33	1,00				3,00	0,33		2,33		2,67	0,87	
<i>Gasterosteidae spp</i>																	
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	2,00			0,33	0,67		0,33	0,33	0,33	0,33	1,00		1,00	2,00		0,56	
<i>Gobius niger</i>	0,33		1,67	0,33				1,33		2,00					0,33	0,40	
Mysidacae		17,33	21,67	53,67		18,33	13,00	34,33		10,00	47,00		41,33	16,00	2,00	18,31	
<i>Palaemon adspersus</i>	0,67		2,33	1,33	2,33			0,33	6,33	15,33		0,67			0,33	1,98	
<i>Palaemon elegans</i>	1,00	2,00			0,67	0,67				13,33		0,33	1,67	0,33		1,33	
<i>Platichthys flesus</i>																	
<i>Pleuronectes platessa</i>																	
<i>Pomatoschistus microps</i>			0,67		3,00	3,00	2,33	4,33	1,33	4,33	3,67	1,67	0,67	0,67	2,67	1,89	
<i>Pomatoschistus minutus</i>				2,33		0,33		2,00		2,67	1,33			0,67	2,33	0,78	
<i>Pomatoschistus pictus</i>		0,33								1,00					0,33	0,11	
Pomatoschistus spp		9,00	1,00	0,67		9,33	0,33			3,33	1,33		6,00		0,67	2,11	
Pungitus pungitus	14,67	1,00		4,67	13,00	1,33	3,67	5,00	1,00	1,33	3,67	2,33	5,00	4,67	1,00	4,16	
<i>Syngnathus acus</i>																	
<i>Syngnathus rostellatus</i>												0,33				0,02	
<i>Syngnathus typhle</i>							0,33							0,33	0,33	0,09	
<i>Zoarces viviparus</i>	0,33															0,02	
Total täthet	19,7	29,7	30,0	63,3	20,3	34,3	20,3	47,7	9,7	59,7	59,0	5,3	59,7	25,7	12,7	33,1	
Antal arter	7	5	6	7	7	7	7	7	6	12	9	5	8	9	10		
Totalt antal arter	12				13				14			15				16	
Genomsnitt antal arter	6				7				9			8					

Appendix 8

Täthet av epifauna (ind. m⁻²) i referenslokaler i augusti 1997-2000

	Dynäs				Eskilbågen			Augusti Hagen				Raskerödsleran				Genomsnitt
	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	
<i>Anguilla anguilla</i>						0,3	0,7		0,3							0,1
<i>Carcinus maenas</i>					0,7	0,3	1,7	0,7	0,7		1,0		0,3	1,0	0,3	0,4
<i>Crangon crangon</i>	1,3	1,3		1,0				1,0	0,7	0,3		1,0	0,7			0,5
<i>Gasterosteidae</i> spp																
<i>Gasterosteus aculeatus</i>		0,3	4,3	5,0	0,7		4,7	1,0	2,3		10,0	0,7		7,3	3,3	2,6
<i>Gobius niger</i>	0,3			10,0		0,3	0,3						0,3		1,3	0,9
Mysidacae		28,0		36,0		1,3	89,0		32,0	2,0	0,7		12,0	1,5	134,7	22,5
<i>Palaemon adspersus</i>	0,3	1,0	4,3	4,0		1,0	5,7	4,0					0,3	2,3	2,7	1,7
<i>Palaemon elegans</i>		16,7			1,0	4,7		0,7	2,7		0,3	0,7	1,3	1,3		2,0
<i>Platichthys flesus</i>													0,3			
<i>Pleuronectes platessa</i>													0,3			
<i>Pomatoschistus microps</i>	4,7	1,0	0,3	1,0	2,7	5,7	0,3	10,0	0,7	3,3	0,3	8,0	1,3		1,0	2,7
<i>Pomatoschistus minutus</i>	0,3	0,3		1,0		0,7			0,3	0,7			0,3	0,7		0,3
<i>Pomatoschistus pictus</i>			0,7			1,0										0,1
<i>Pomatoschistus</i> spp		2,0		1,0		7,3	0,3		6,7		1,7		3,7		7,0	2,0
<i>Pungitius pungitius</i>	5,3	4,0	7,0	91,0	3,3		28,3	1,3	3,3		20,3	0,7	0,7	11,7	21,7	13,2
<i>Syngnathus acus</i>								0,7								
<i>Syngnathus rostellatus</i>	0,3															
<i>Syngnathus typhle</i>	0,3			2,0			0,3							1,0		0,2
<i>Zoarces viviparus</i>																
Total täthet	13,0	54,7	16,7	152,0	8,3	22,7	131,3	19,3	49,7	6,3	34,7	11,0	21,7	26,8	172,0	49,3
Antal arter	8	9	5	10	5	10	10	8	10	4	8	5	12	8	8	
Totalt antal arter	13				13			13				14				14
Genomsnitt antal arter	8				8			8				8				

Projektrapporter och andra publikationer

EU Life algae rapportserie

1997

Pettersson, K. 1997. *Report from the work-shop on "Algal mats on shallow soft bottoms"*.

1998

Ascue, J. och Norberg, Å. 1998. Jordbrukstekniska institutet. *Kontinuerlig rötning av grönalger och källsorterat hushållsavfall, slutrapport 98-04-17*.

Berglund, J. 1998. *Kartering av makrofyter och drivande alger på grunda mjukbottnar i Ålands skärgård*.

Jöborn, A., Oscarsson, H. och Pihl, L. 1998. *A new approach to combat blooms of ephemeral opportunistic macro algae in Scandinavian coastal waters, ICES*.

Rönnberg, C. och Genberg, J. 1998. *Biologiska effekter av algskörd. Kontrollprogram på Åland 1997*.

1999

Stigebrandt, A. och Eilola, K. 1999. *Modelling filamentous algae mats in shallow bays*.

2000

Berglund, J. och Heikkilä, J. 2000. *Rapport över det biologiska kontrollprogrammet på Åland 1999, samt en jämförelse över 1997-1999*.

Jönsson, B. 2000. *Teknisk rapport för algskördare och skörd, under perioden 1997-2000*.

Lindahl, S. *Vägbankars inverkan på vatten-cirkulationen i grunda havsvikar*. SMHI.

Melin, Y. 2000. *Alternativ användning av marina fintrådiga makroalger*.

Olrog, L. 2000. *Fintrådiga alger som gödselmedel. Sammanställning av försök genomförda av Hushållnings-Sällskapet i Göteborg och Bohuslän 1997-99*.

Svensson, A. och Pihl, L. 2000. *Biologiskt kontrollprogram 1997-1999*.

Österling, M. och Pihl, L. 2000. *Effects of green algal mats on infaunal functional feeding*.

2001

Boman, U. *Försök med användning av alger och blåstång som gödselmedel i jordbruket. 1998-2000*.

Dåverhög, M. och Lindström, Å. 2001. *Remote sensing of filamentous algae in shallow waters along the Swedish West Coast*. Uppsala Universitet.

Harlén, A. och Zackrisson, A-C. 2001. *Ekonomisk analys för algskörd och användning av fintrådiga alger*.

Heikkilä, J. 2001. *Rapport över det biologiska kontrollprogrammet på Åland 2000*.

Jöborn, A., Sköld, M., Sterner, H. och Trefil Engström, M. 2001. *Final report*.

Jöborn, A., Oscarsson, H., Sköld, M. och Sterner, H. 2001. *Algae in excess - harvesting for Life*.

Melin, Y. 2001. *Can marine filamentous algae be used as fertiliser? An analysis of heavy metal and nutrient content*. Göteborgs Universitet.

Pihl, L. 2001. *Effekter av fintrådiga alger på rekrytering av rödspätta - en numerisk modell*.

Sterner, H. med flera. 2001. *Teknikbeskrivning*.

Sterner, H. med flera. 2001. *Rekommendationer för planering och förvaltning*.

Svensson, A. och Pihl, L. 2001. *Biologisk undersökning av grunda havsvikar - effekter av fintrådiga alger och skörd*.

Thulin Plate, L. med flera. 2001. *Rättsliga förutsättningar för att skörda alger och öka vattenflödet genom vägbankar*.

Andra publikationer

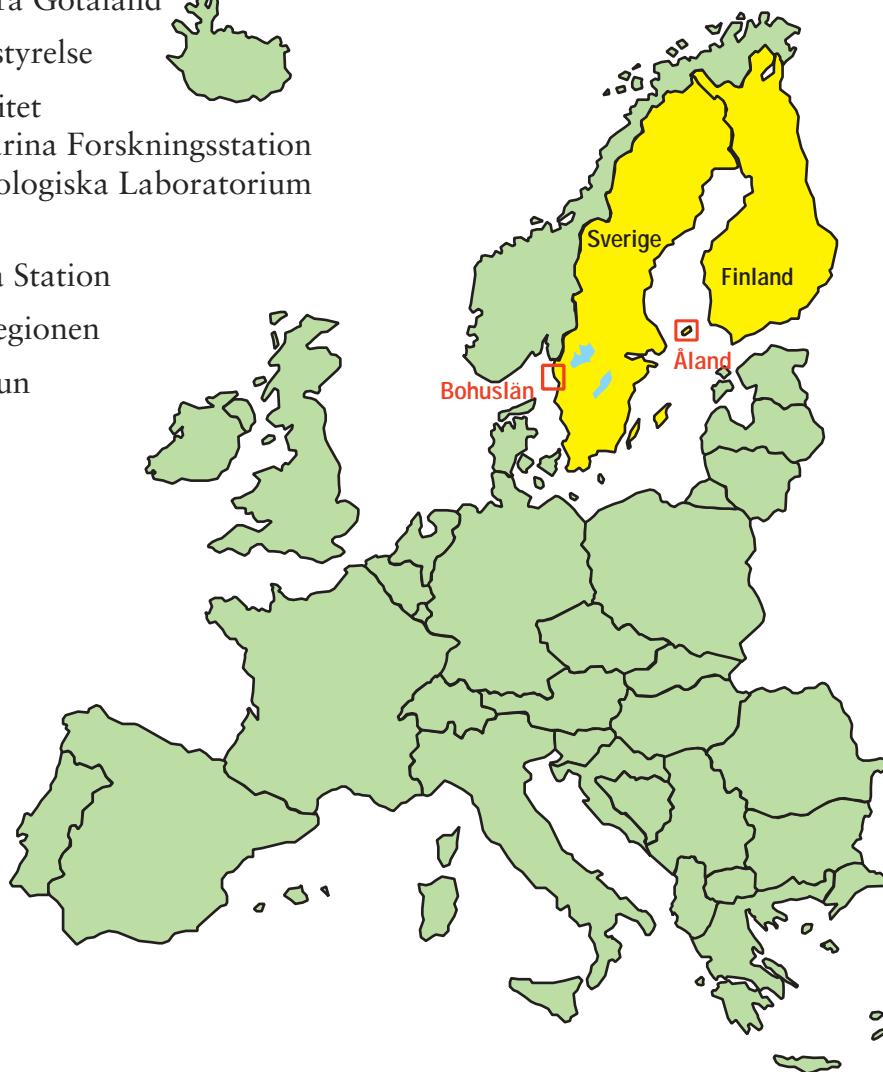
Pihl, L., Svensson A., Moksnes P-O. och Wennhage, H. 1997. *Utbredning av fintrådiga grönalger i grunda mjukbottenområden i Göteborgs och Bohus län under 1994-1996*. Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län, 1997:22.

Pihl, L., Svensson A., Moksnes P-O., och Wennhage, H. 1999. *Distribution of algal mats throughout shallow soft bottoms of the Swedish Skagerrak archipelago in relation to nutrient sources and wave exposure*. Journal of Sea Research 41 (1999 281-294).



Projektdeltagare

Länsstyrelsen Västra Götaland
Ålands Landskapsstyrelse
Göteborgs Universitet
Kristineberg Marina Forskningsstation
Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium
Åbo Akademi
Husö Biologiska Station
Västra Götalandsregionen
Strömstads Kommun
Fiskeriverket
Vägverket



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALAND
ISSN 1403-168X
Rapport 2001:47