



Jonas Heikkilä
Johanna Mattila
Husö Biologiska Station



*Slutrapport över det biologiska
kontrollprogrammet på Åland
2000*



Författare: Jonas Heikkilä och Johanna Mattila
Husö Biologiska Station
FIN-222 20 Emkarby
Åland

Åbo Akademi
Akademigatan 1
FIN-205 00 Åbo
Finland

Omslag: Cilla Odenman/Amelie Wintzell
Foto: J. Heikkilä, J. Berglund
Rapportnr: 2001:43
Projektnr: EU Life algae LIFE96ENV/S/380

Förord

Denna rapport, ”*Slutrapport över det biologiska kontrollprogrammet på Åland 2000*”, 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 ”*Slutrapport över det biologiska kontrollprogrammet på Åland 2000*” 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

Sammanfattning 3

Introduktion 4

Material och metoder 5

Vegetationsuppföljningen 5

Kartering av epifauna 7

Väderleksförhållanden 8

Resultat 10

Vegetationskarteringen 10

Nedbrytningsexperimenten 14

Flygkarteringen 14

Epifaunakarteringen 16

Tungmetallanalys 18

Diskussion 19

Sammanfattande slutsatser och synpunkter 20

Referenser 21

Bilagor 23

Sammanfattning

Fintrådiga alger förekommer i grunda havsvikar (0-1 m) framför allt i de södra och västliga delarna av Åland. I skyddade vikar växer algerna på stället, men i mera exponerade områden driver algmattorna in med vindar och strömmar. Algmattorna består av grön-, röd- och brunalger. Under sommarsäsongen förekommer det i medeltal drivande alger och algmattor i ca 30 % av vikarna oberoende av exponeringsgraden. Växtbiomassan uppvisar två toppar under säsongen, den första i juli-augusti och den andra i oktober. I skyddade vikar är biomassan av växande trådformiga alger som högst i juni-juli.

De fintrådiga algerna växer som epifyter (påväxt) i de skyddade vikarna och kväver den större växtligheten som t ex tång. Drivande algmattor orsakar lokal syrebrist i vikarna och påverkar negativt bottenfaunan, fiskar med flera arter. Algmattor som bryts ned i grunda vattenområden höjer också halten av organiskt material på bottenarna och bidrar därmed till minskningen av sandbottenområden i Ålands skärgård. Det här kan ha ödesdigra effekter på fiskar, t.ex. sik och flundra, som utnyttjar sandbottenarna som lek- och tillväxtområden.

En del av algerna spolats upp på land och bryts ned där. Nedbrytningen av algerna orsakar omfattande närsaltsläckage dels tillbaka till havet men också till strandområdena ovanför medelvattennivån. De ökade närsaltsmängderna tillsammans med förhöjda halter av organiskt material gör stränderna mera tillgängliga för terrestra strandväxter. En följd av detta är att sandstränderna håller på att växa igen och försvinna på många håll på Åland.

Summary

Filamentous algae occur in shallow sea bays (0-1 m) particularly in the southern and western parts of Åland. In protected bays algae are produced locally, but in more exposed areas the algal mats are produced offshore and drift towards land by winds and currents. The algal mats are composed of green, red and brown algae. During the summer season drifting algae and algal mats occurs approximately in 30 % of the bays, independent of exposure level. The algal biomass shows two peaks during the season, the first in July-August and the second in October. In protected bays the biomass of growing filamentous algae is highest in June-July.

The filamentous algae grow as epiphytes (fouling) in protected bays and suffocate the larger vegetation such as bladder wrack. Drifting algal mats cause local oxygen deficiency in the bays and negatively affect the bottom fauna, fish and other species. Algal mats, which decompose in shallow water areas, also increase the level of organic material on the bottoms and contribute thereby to the loss of sand bottom areas in the archipelago of Åland. This may have fatal effects on fish, for example whitefish and flounder, which utilize the sand bottoms as nursery and feeding areas.

Some of the algae are washed up on land and decompose there. The decomposition of algae cause extended nutrients leakage, partly back to the sea but also to sand areas above the mean water level. The increased nutrient levels together with elevated levels of organic material make the beaches more accessible for terrestrial beach plants. A result of this is that the sand beaches are about to become over grown and are disappearing in many areas on Åland.

Introduktion

Övergödningen är det allvarligaste miljöproblemet i Östersjön (HELCOM 1993) och speciellt i de kustnära områdena (Bonsdorff m.fl. 1997). En effekt av övergödningen är den storskaliga förändring av utbredning och artsammansättning hos bentisk makrovegetation (fastsittande större alger) som skett i Östersjön under de senaste 20 åren. I ett flertal undersökningar har man bland annat påvisat en minskad djuputbredning av bentisk vegetation, samtidigt som en ökad dominans av fintrådiga alger noterats (Wallentinus 1981, Kautsky m.fl. 1986, Schramm 1996, Rönnberg & Mathiesen 1998, Snoeijs 1999). Algerna är i allmänhet kortlivade och vid nedbrytning frigörs åter näring som blir tillgänglig för ny produktion inom systemet (Sfriso m.fl. 1987). Vid nedbrytning förbrukas samtidigt syre, vilket påverkar både fauna och geokemiska processer i bottenvatten och sediment. När de fintrådiga algerna håller på att dö rivs de ofta loss från sina växtunderlag och bildar drivande algmattor som kan samlas längs med botten i skärgården (Bonsdorff 1992, Norkko m.fl. 2000) och eventuellt också spolat upp på land. När algmattorna växer sig tjocka uppstår syrebrist vid botten och giftigt svavelväte bildas (Nichols m.fl. 1981), vilket kan ha förödande effekter på bottenlevande djur.

Grunda havsvikar är normalt mycket produktiva och viktiga som uppväxt- och födoplatser för många fiskarter (Nellbring 1985, Pihl 1989, Karås 1996, Aarnio 1999). Till exempel den vanliga flundran (*Platichthys flesus*) som är kommersiellt viktig tillbringar sina första levnadsår i grunda skärgårdsområden, där den utnyttjar den rika födotillgången samtidigt som den får skydd från större rovfiskar.

Även om strukturella förändringar i djursamhället har dokumenterats i samband med ökad utbredning av fintrådiga alger så har det saknats kunskap om hur stor den totala utbredningen av dessa alger är t.ex. på Åland. Därmed saknas också möjlighet att uppskatta den totala effekten av algernas ökade utbredning på olika processer i skärgårdens ekosystem.

I december 1996 startades ett samarbetsprojekt mellan Ålands landskapsstyrelse, Åbo Akademi/Husö biologiska station samt svenska myndigheter och forskningsinstitut. Projektet kallas "EU Life algae" och har pågått fram till våren 2001 med en budget på 13 miljoner kronor. Hälften av dessa har kommit från EU Life fonden och hälften från projektdeltagarna (kontraktetsnummer: LIFE96ENV/S/380). Projektets målsättning har varit att kartlägga algsituationen på Åland samt vid den svenska västkusten. Vidare har man viljat testa

hur skörd av fintrådiga alger påverkar ekosystemen på grunda mjukbottenar och om man eventuellt genom den kan minska på näringsämnen bundna i bottenar och massförekomsten av alger. För att testa denna idé och försöka komma till rätta med massförekomsten av fintrådiga alger har försök med att ta bort fintrådiga alger pågått i två områden: ett i Ålands skärgård och ett i norra Bohuslän.

På Åland har alger skördats för hand, dvs. med hjälp av en landvad och krattor, under åren 1997-1999 samt med en grävskopa under år 2000. I samband med algskörd har undersökts vilka effekter avlägsnandet av fintrådiga alger har på ekologin i försöksområdenas grunda havsvikar. En stor vikt har också lagts vid en allmän kartering av förekomst av fintrådiga alger (grön-, brun- och rödalger) och fastsittande makrovegetation i grunda havsvikar med sand/lerbotten. Karteringen har utförts främst för att utreda vilka typer av vikar (exponerade versus skyddade) som är mest utsatta för förekomst av fintrådiga alger samt att få en uppfattning var de ekologiska effekterna av algerna potentiellt är som störst. Man har speciellt viljat reda ut algernas effekter på 1-2-åriga flundror (*Platichthys flesus*), vilka använder vikarna som uppväxtområden och kan därmed påverkas negativt av massförekomst av alger.

Denna slutrapport sammanfattar resultaten från provtagningar och karteringar inom det biologiska kontrollprogrammet (EU Life Algae) på Åland åren 1997-2000.

Projektets första år (1997) gick främst ut på att utveckla metodik för vegetationsuppskattning och epifaunaprovtagning och att hitta lämpliga lokaler. Av denna orsak tas resultat från det året endast med om de är jämförbara med senare resultat. Dessutom utfördes två skördexperiment med yngelnot och krattor (Rönnberg & Genberg 1998). I samband med dessa experiment kontrollerades även infaunans återhämtning efter skörd. Flygfotograferingen gjordes det året inom ramen för ett annat projekt (Berglund 1998).

Under projektets andra år (1998) utvecklades metoderna vidare, bl.a. togs fallfällan i bruk. Fler lokaler undersöktes, bl.a. för att hitta lokaler med plattfiskyngel. Fyra lokaler för monitoring av vegetationen valdes ut. Flygfotograferingar utfördes 3 ggr under året. Skörd av alger utfördes vid Hinderbengtsviken samt i Djurvik (Berglund 1999).

1999 lades tyngdpunkten på epifaunaprovtagning med fallfälla (speciellt plattfiskyngel) och en del av resultaten kommer att resultera i en pro graduäavhandling 2001 (Heikkilä opubl.). Vegetationsprovtagningarna fortsatte som året

innan och flygfotograferingar av ett 20-tal lokaler utfördes, dock endast 2 ggr (juli och augusti). På grund av obetydlig förekomst av drivande alger utfördes ingen algskörd (Berglund & Heikkilä 2000).

Under projektets sista år (2000) fortsatte epifauna och vegetationsprovtagningarna som året innan och flygfotograferingar utfördes 2 ggr (3 var

inplanerade men vädret i juli ställde till med problem) (Heikkilä 2000). Försök att restaurera en strand genom avlägsning av gamla, begravda alger gjordes och algprover från några lokaler sändes till Uppsala för analys av tungmetaller. Under året utfördes också inom projektet ett pro gradu-arbete över nedbrytning av alger på sandstränder och näringsläckage från denna process (Hannus opubl.).

Material och metoder

Vegetationsuppföljningen

För uppföljning av makrofyternas succession och årsvariationer utfördes en vegetationskartering på fyra lokaler (Djurvik 1, Djurvik 2, Degerberg och Äppelö, Fig 1) åren 1998-2000. Lokalerna besöktes minst en gång per månad fr.o.m. början av juni till början av oktober. Vid varje besök uppskattades makrofyternas täckningsgrad och biomassa. Vattenprover togs för bestämning av pH och salinitet och vattentemperaturen uppmättes. För uppgifter gällande artsammansättning hänvisas till Berglund (1998).

För bestämning av täckningsgraden drogs tre linjer parallellt med strandlinjen på 0,25, 0,5 och 1,0 meters djup (tidvis utelämnades 1,0 m-linjen p.g.a. grumligt vatten, stark vind eller ovanligt högt/lågt vattenstånd). En 50 x 50 cm ram kastades slumpmässigt ut 10 gånger längs varje linje och vegetationens procentuella täckningsgrad noterades vid varje kast.

Biomassaprover (i regel 4 st) togs med en 281 cm² propphämtare på platser där vegetationens täckningsgrad var 100 %. Våtvikten bestämdes efter att överskottsvatten för hand kramats ur algerna. För bestämning av torrsvikt torkades algerna 24 h i 70 °C. Både våtvikt och torrsvikt bestämdes med 0,01 g noggrannhet.

År 2000 togs 11 vegetationsprover från 3 lokaler vid 3 olika tillfällen (Djurvik 1, Hinderbengtsviken

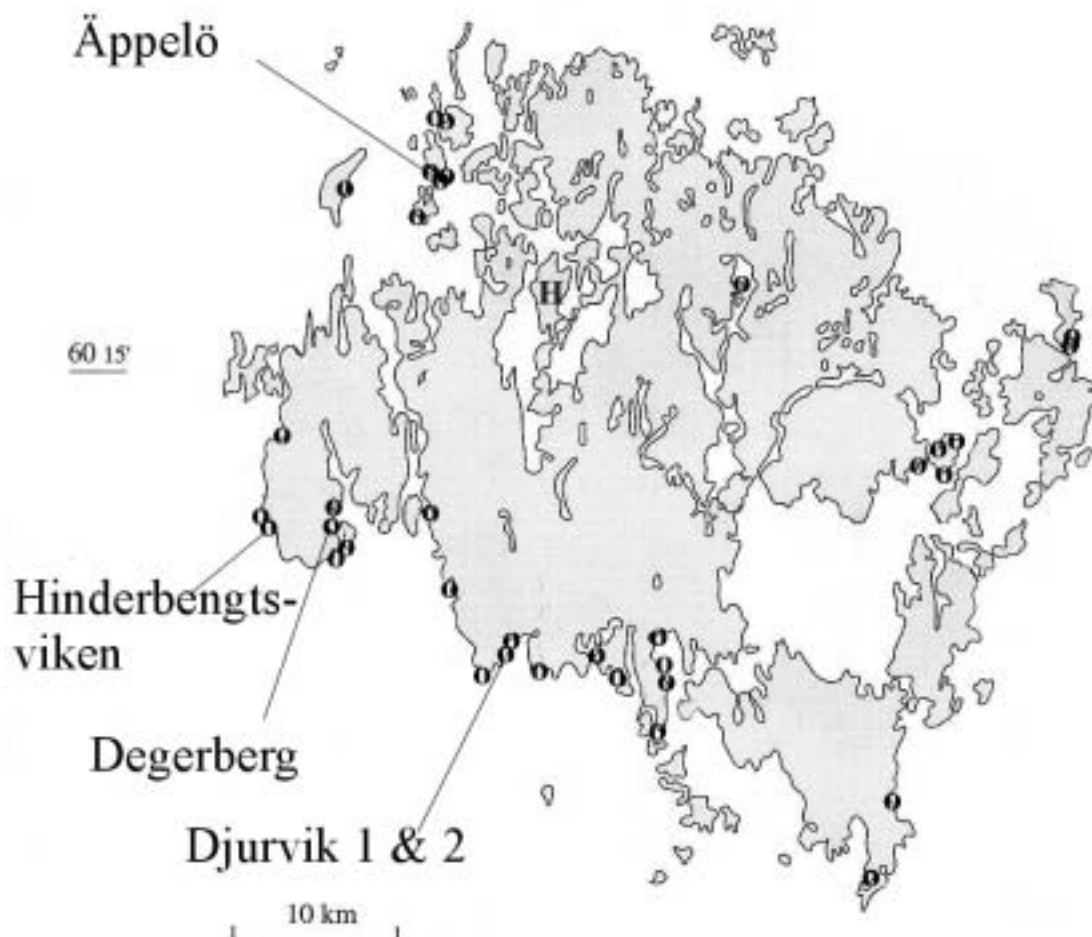
och Äppelö, Fig 1) för tungmetallanalyser. Från varje lokal insamlades färska, löst drivande eller fastsittande trådalger, fröväxter och kransalger. I laboratoriet sköljdes proven med havsvatten, den procentuella fördelningen av ingående släkten bestämdes visuellt och torkades 24 h i 70 °C, eller tills konstant torrsvikt uppnåtts. Ca 30 g av varje prov sändes till SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet) i Uppsala för analys av tungmetaller.

Under år 2000 utfördes karteringar av uppspolade algmassor på 3 stränder med olika exponering och på dessa lokaler utfördes också en rad nedbrytningsexperiment. Vid karteringen användes samma metodik som vid uppskattning av vattenvegetationens biomassa och täckningsgrad (se ovan). Dessutom togs prover för sedimentanalys och algprover för artbestämning. Inom experimentdelen utfördes ett där näringsämnenas infiltration undersöktes (sedimentprover), ett nedbrytningsexperiment under markytan (nätkassar med alger grävdes ner) och ett nedbrytningsexperiment på stranden ovanför högvattenytan (en algvall konstruerades, sedimentprov togs under den och nätkassar med alger placerades in i den).

Flygfotografering utfördes i jämförande syfte minst två gånger per säsong med Fuji Sensia 200 ASA omvändningsfilm på en flyghöjd av cirka 150 m. Främst lokaler som ingick i epifauna och/eller makrofytkarteringen fotograferades (Fig. 1).

Åland

20 00'



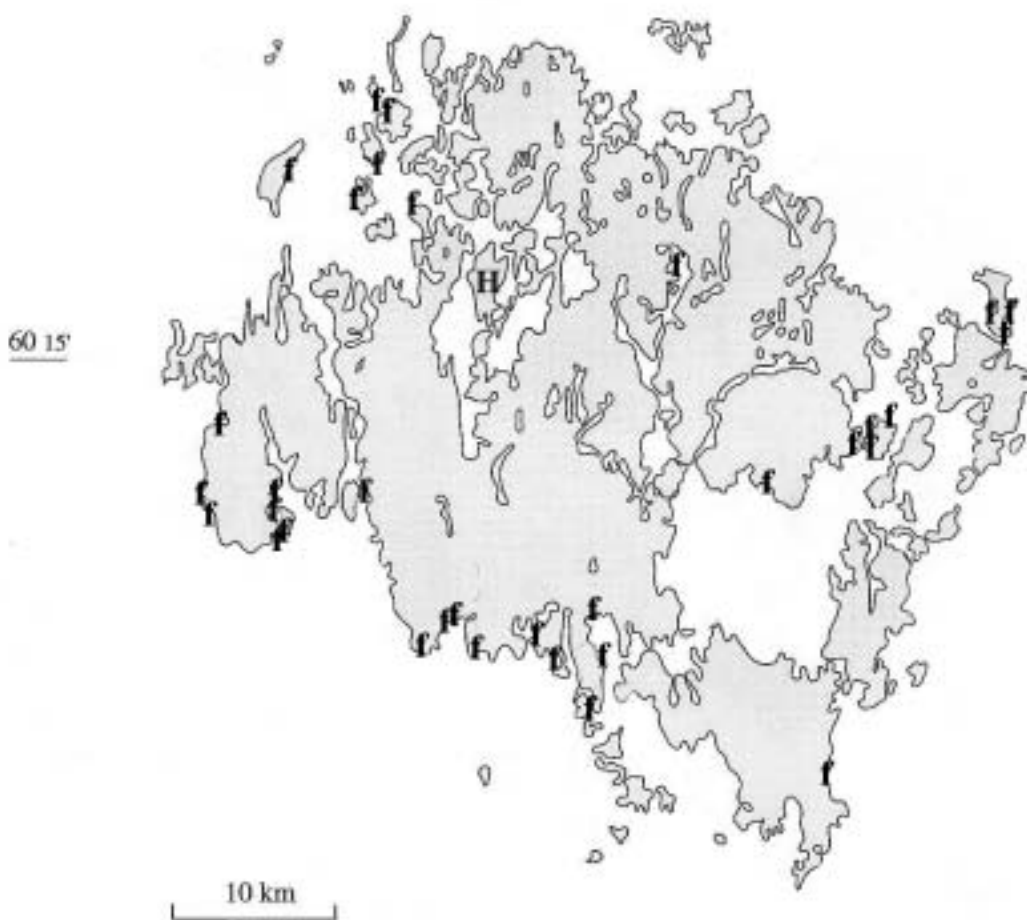
Figur 1. Karta över undersökningsområdet med alla flygfotograferade lokaler utmärkta med ringar. Lokaler som ingår i vegetationskarteringen och / eller tungmetallanalysen namngivna.
H = Husö biologiska station

Sammanlagt fotograferades över 30 lokaler av vilka 27 togs med i den sammanställning vars data presenteras i bilaga 1 och 2. Bilderna digitaliserades i en UMAX eller Hewlett Packard skanner och täckningsgraden analyserades med programmet "NIH-Scion Image for Windows".

Täckningsgraden bestämdes på ett avgränsat område ner till 1 meters djup. Förekomsten av algansamlingar vid eller på stranden noterades. För varje lokal beräknades ett exponeringsindex (Berglund 1998).

Åland

20 00'



Figur 2. Karta över undersökningsområdet med alla under åren 1998 – 2000 undersökta epifaunalokaler utmärkta med ett f. H = Husö biologiska station.

Kartering av epifauna

Av de 20 lokaler som ingick i 1998 års epifauna-kartering (Berglund 1999) återbesöktes 10 år 1999 och år 2000. Totalt har 33 lokaler besökts. Största delen ligger på södra och västra delen av fasta Åland där de flesta sandstränder är belägna (Fig 2).

Prov togs med fallfälla (1 m² bottenyta) mellan 0,1 och 0,8 meters djup. På varje lokal togs 10 eller 15 (antal beroende på strandens storlek) slumpmässigt fördelade prov på varierande djup. Fallfällan tömdes på djur med två 40 cm breda håvar. Håvningen fortsatte tills två på varandra följande håvningar var resultatlösa. (Foto 1)



Foto 1. Fallfällan som använts vid epifaunaprovtagningarna (J. Berglund 1998)

År 1998 och vid den första omgången 1999 konserverades alla djur större än 0,5 cm i 70 % etanol för närmare analys i laboratorium. Senare mättes fisk och större kräftdjur direkt i fält, detta för att spara liv, kemikalier och dyrbar tid. Längden (och för konserverade exemplar även vikten) på samtliga fiskar samt större kräftdjur förutom pungräkor (Mysidae) noterades. På varje lokal mättes även vattnets temperatur (Bilaga 3) och vattenprov togs för bestämning av pH och salinitet. Tre sedimentprov per lokal togs med en sårspreda (Ø=2,1 cm) för bestämning av organisk halt (år 2000 togs 1 sedimentprov per lokal på hösten). Proven torkades i 70 °C och brändes i 550 °C (Bilaga 4).

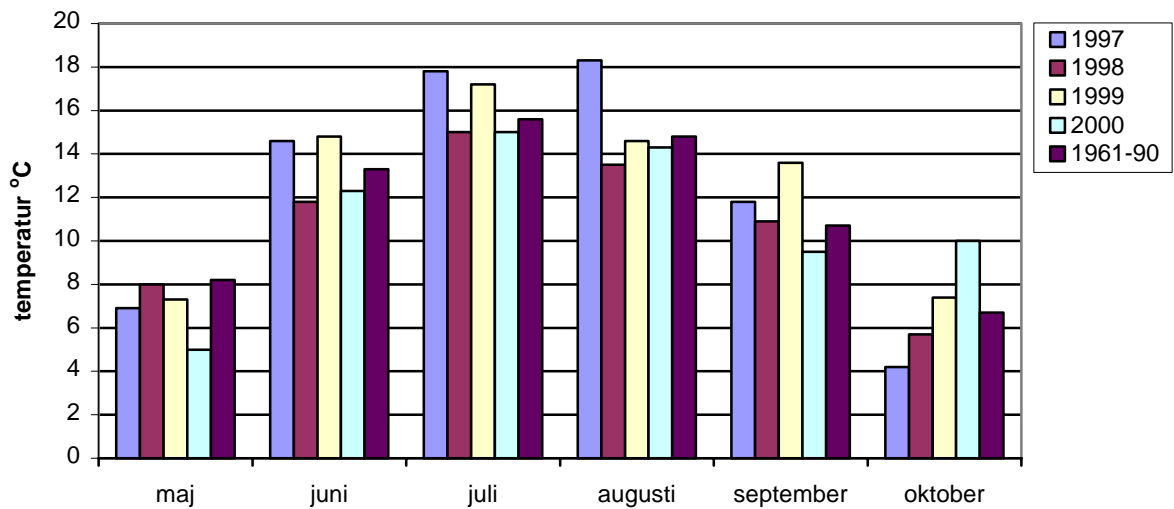
Lokalerna återbesöktes i början av oktober och prov togs med pushnet (skubba). Beroende på

lokalens storlek togs mellan 5 och 22 prov år 1998 och år 1999, år 2000 togs 5 prov på varje lokal. Varje prov täckte en yta på minst 14 m² (20 m x 0,7 m).

Sex lokaler, Degersand, Hinderbengtsvik, Lökö, Skeppsvik, Torsholma och Äppelövik, återbesöktes med 2-3 veckors mellanrum under år 1999 och en kompletterande gång i augusti 2000. Resultaten publiceras senare i en pro gradu-avhandling (Heikkilä opubl.).

Väderleksförhållanden

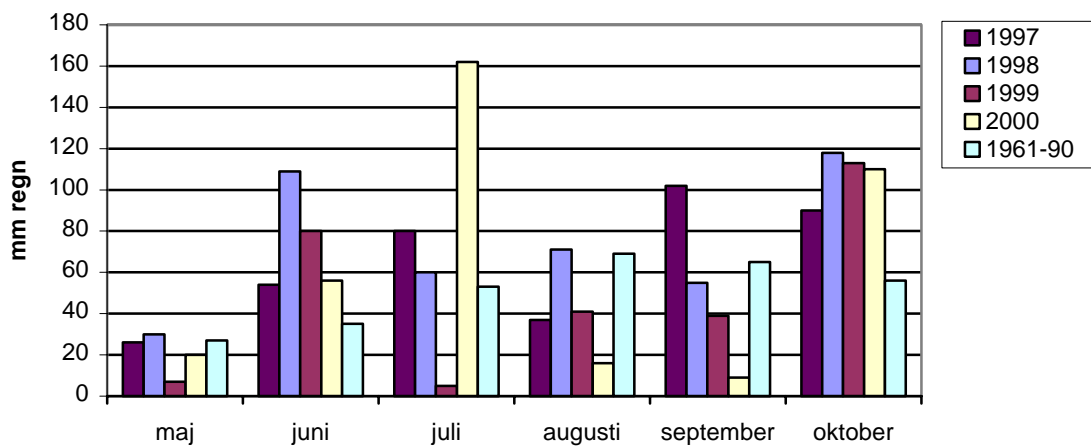
Väderleksförhållanden under de fyra undersökningsåren 1997-2000 presenteras i Fig 3-5. Samma uppgifter presenteras i sifferform i bilaga 5.



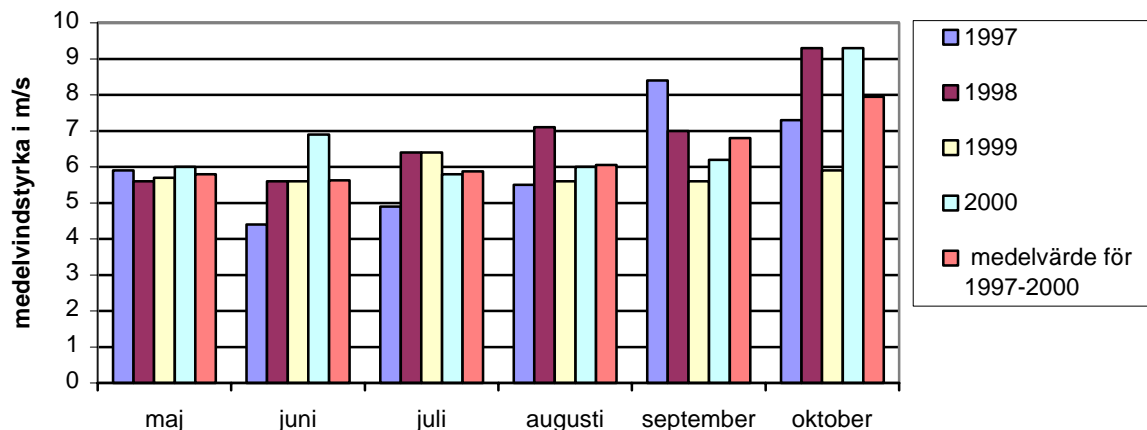
Figur 3. Sommarmånadernas (maj – oktober) medeltemperatur i °C under åren 1997 – 2000 samt långtidsmedelvärdet för respektive månader.

Sommarna 1997 och 1999 var något varmare än normalt medan sommarna 1998 och 2000 var en aning kallare än långtidsmedelvärdet anger(Fig 3). Sommaren 1997 var klart varmast vilket avspeglades i form av lokala massförekomster av cyanobakterier och trådalger. Värt att notera är också att temperaturen för oktober månad ser ut att

vara stigande. Något avvikande är också den låga temperaturen i maj år 2000. Eftersom 1990-talet enligt många uppgifter varit det varmaste decenniet under 1900-talet kan en jämförelse med långtidsmedelvärdet (1961-90) vara något missvisande, men tyvärr det enda som finns till förfogande för närvarande.



Figur 4. Total regnmängd / månad i mm för sommarmånaderna (maj – oktober) under åren 1997 – 2000 samt långtidsmedelvärdet för respektive månader.



Figur 5. Sommarmånadernas (maj – oktober) medelvindstyrka i m/s under åren 1997 – 2000 samt ett själv uträknat medelvärde för respektive månad under 1997 - 2000.

De totala månatliga nederbördsmängderna varierade kraftigt (Fig 4). Att dra några slutsatser är en aning riskfyllt, men man kan inte undgå vissa noteringar. Regnmängden har varje år sjunkit i september. Samma tendens uppvisar juni (om man utesluter år 1997). I stället verkar det alla år ha regnat mer än normalt i oktober. Juli månad har varit otroligt varierande, år 1999 var nederbörden endast 10 % av långtidsmedelvärdet medan den år 2000 uppgick till 300 % av det samma. Maj månad har varit torr alla år, som den ofta är på Åland och i västra Finland, extra torrt var det 1999.

Sommaren 1997 var vinden relativt svag (Fig 5), speciellt juni och juli var lugna månader jämfört med motsvarande månader de följande åren. Långtidsmedelvärdet saknas så ett månatligt medelvärde för de 4 undersökningsåren har uträknats. Det faktum att det är fråga om månadens medelvindstyrka borde utjämna mindre skillnader mellan åren och avvikelser kan antas ha betydelse. Enda någorlunda klart avvikande månader är juni 2000, augusti 1998, september 1997 samt oktober 1998 och 2000.

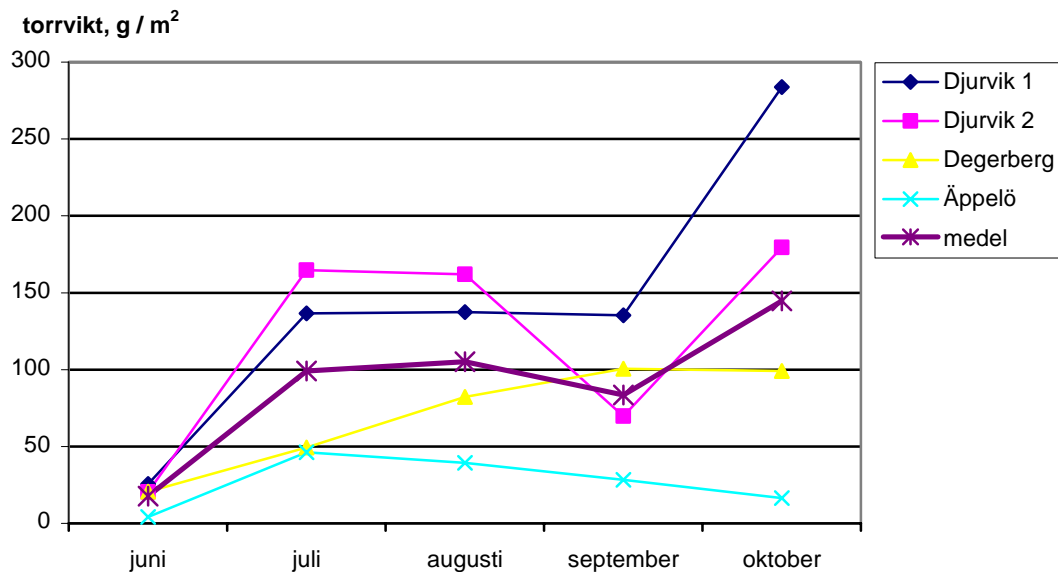
Resultat

Vegetationskarteringen

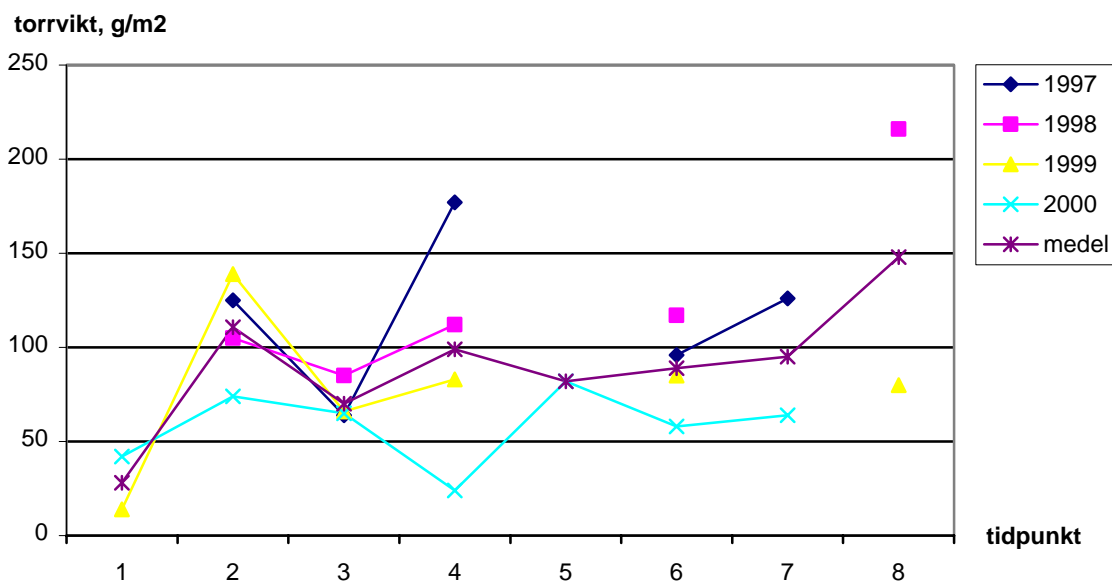
Fyra lokaler besöktes 5 eller 6 gånger från slutet av maj till början av oktober. För lokalerna har egna och ett gemensamt medeltal för biomassan (framöver korrigerad med täckningsgraden om inte annat anges) räknats ut för de fyra åren på månadsnivå för att illustrera utvecklingen under säsongen (Fig 6). Biomassan stiger i allmänhet kraftigt från juni till juli för att sedan hållas på en konstant nivå fram till augusti då den börjar sjunka. Ökningen senare på hösten beror främst på ansamlingar av lösa algmassor, dock har tillväxt

också skett under varma höstar. Djurvik 1 & 2, som är belägna i en relativt skyddad vik i jordbrukstrakter, har en betydligt högre biomassa än Degerberg och Äppelö som har kargare omgivning.

Ett annat sätt att illustrera säsongsutvecklingen visas i figur 7 där lokalernas biomassa slagits ihop till ett medeltal i den mån provtagningar gjorts vid samma tidpunkt på året (± 1 vecka).



Figur 6. Utvecklingen av vegetationsbiomassan på Djurvik 1 & 2, Äppelö och Degerberg (Fig 1) under provtagningsperioden (juni – oktober) 1997-2000 med beaktande av täckningsgraden. Medeltalet av månadens provtagningar åren 1997 – 2000 är också angivet.



Figur 7. Biomassornas utveckling under de olika åren, medeltal för de lokaler där prov tagits vid ungefär samma tidpunkt (± 1 vecka), början av juni till slutet av oktober. Avståndet mellan tidpunkterna är inte konstant.

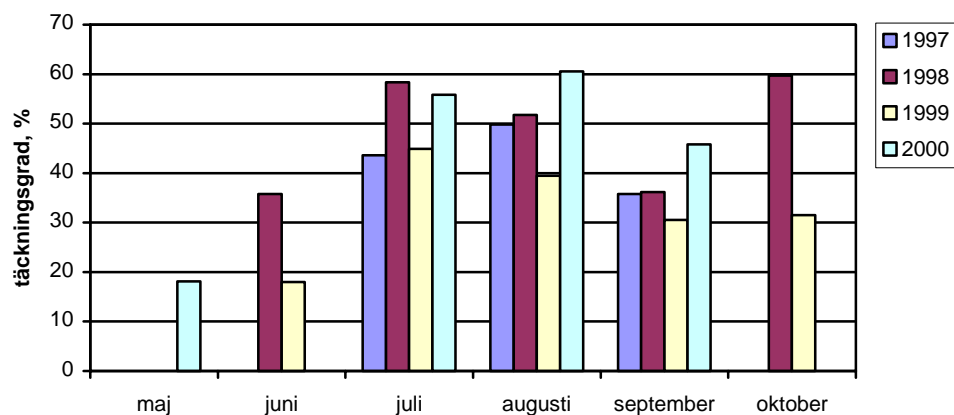
I juni hade alla lokaler en medelbiomassa mellan 4 och 26 g torrsvikt/m² (Tab 1). Biomassan mångdubblades (i medeltal 5 ggr) till juli och var då 137 och 165 g torrsvikt/m² på Djurvik 1 & 2. På Degerberg och Äppelö var biomassan i juli 46 och 49 g torrsvikt/m². Djurvik 1 & 2 har sin högsta biomassa i början av oktober, till stor del beroende på drivande algmaterial. Degerberg har de högsta biomassorna sent på året medan Äppelö når det

högsta värdet redan i juli. Enligt de sammanslagna medeltalen är biomassorna störst i augusti och i oktober.

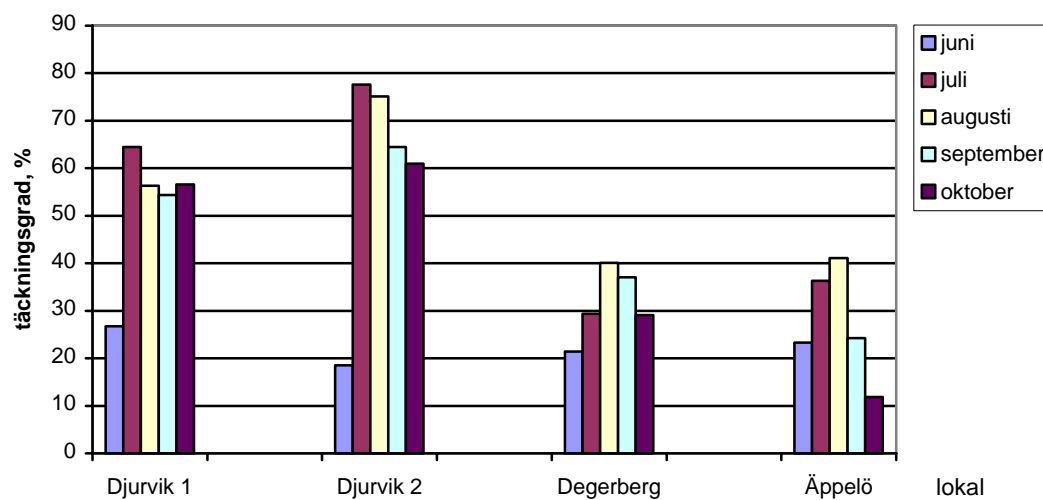
Täckningsgraden följde ett liknande mönster som biomassan. Den var lägst i början av juni, med omkring 20 % täckning, och steg till juli. Sedan sjönk den något i september för att igen öka i oktober (Fig 8 och 9).

	Djurvik 1	Djurvik 2	Degerberg	Äppelö	medeltal av lokalerna
juni	26	20	21	4	18
juli	137	165	49	46	99
augusti	137	162	82	39	105
september	135	70	101	28	84
oktober	284	180	99	16	145

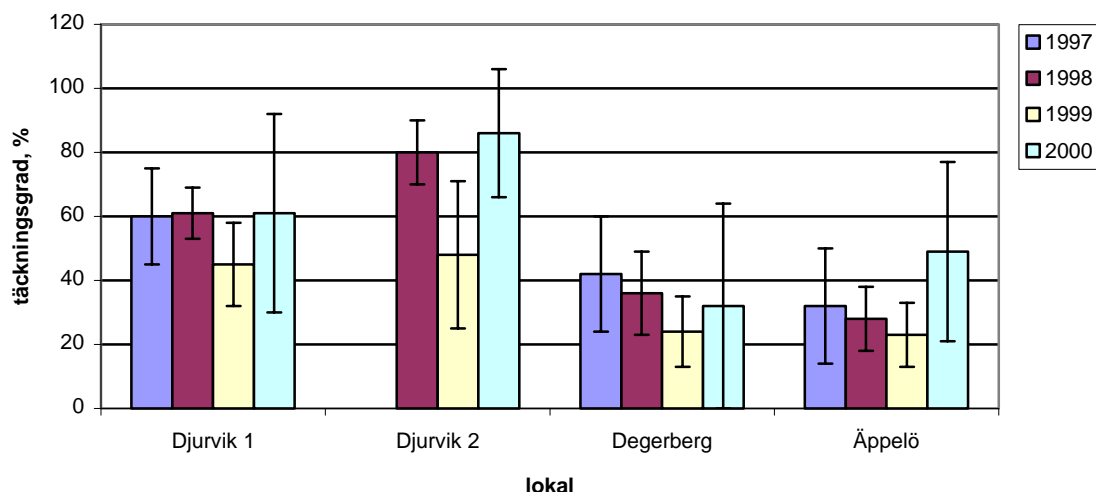
Tabell 1. Medelbiomassan av vegetation (medeltal av alla år) på provtagningslokalerna (Djurvik 1 & 2, Degerberg och Äppelö), juni - oktober i g torr vikt / m². Ett medeltal för alla lokaler är också angivet.



Figur 8. Täckningsgradens utveckling under säsongen (maj – oktober) 1997 - 2000, täckningsgraden är angiven som medeltal av alla lokaler (Djurvik 1 & 2, Degerberg och Äppelö, Fig 1).



Figur 9. Täckningsgradens utveckling under säsongen (maj – oktober) 1997 – 2000 på olika lokaler, angiven som medeltal av alla år.



Figur 10. Jämförelse av säsongens (juni – oktober) medeltäckningsgrad under de olika åren (1997 – 2000) på de olika lokalerna (Djurvik 1 & 2, Degerberg och Äppelö, Fig 1). Standardavvikelsen angiven som vertikala linjer.

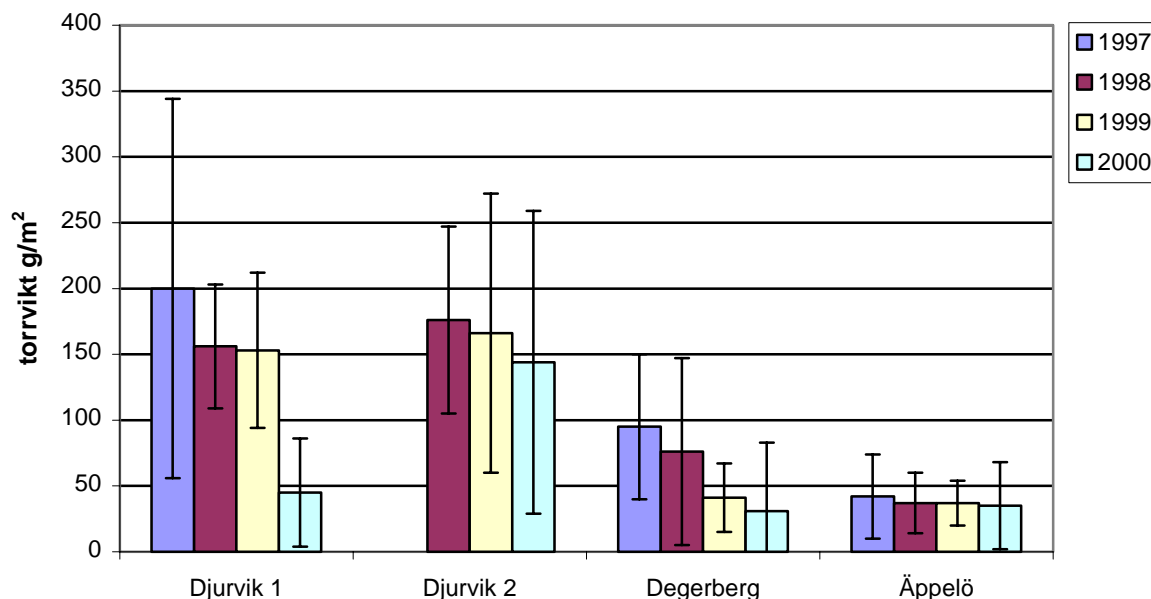
Medeltäckningsgraden för hela säsongen åren 1997 - 2000 varierade mellan 23 och 86 % (Tab 2 och Fig 10) för de undersökta lokalerna (Djurvik 1 & 2, Degerberg och Äppelö, Fig 1).

Täckningsgraden var genomgående över 45 % på

Djurvik 1 & 2, medan Degerberg och Äppelö hade en täckningsgrad under 45 % (49 % år 2000, dock är standardavvikelsen genomgående större år 2000 jämfört med tidigare år).

Tabell 2. Medeltäckning och vegetationens biomassa per m² ± standardavvikelsen under sommaren 1997-2000. Biomassan är korrigerad för lika långa provtagningsperioder 1997-2000.

	Djup (m)	Antal provtytor (n)	Täckning (%)	Torrsvikt (g/m ²)	Torrsvikt korrigerad med täckning (g/m ²)
1997					
Djurvik 1	0 - 0,5	11	60 ± 15	290 ± 180	200 ± 144
Djurvik 2					
Degerberg	0 - 0,5	14	42 ± 18	236 ± 65	95 ± 55
Äppelö	0 - 0,7	7	32 ± 18	122 ± 45	42 ± 32
1998					
Djurvik 1	0 - 0,6	20	61 ± 8	270 ± 79	156 ± 47
Djurvik 2	0 - 0,7	16	80 ± 10	217 ± 73	176 ± 71
Degerberg	0 - 0,7	19	36 ± 13	185 ± 127	76 ± 71
Äppelö	0 - 0,6	16	28 ± 10	124 ± 41	37 ± 23
1999					
Djurvik 1	0 - 0,6	20	45 ± 13	288 ± 84	153 ± 59
Djurvik 2	0 - 0,5	17	48 ± 23	291 ± 92	166 ± 106
Degerberg	0 - 0,5	23	24 ± 11	146 ± 77	41 ± 26
Äppelö	0 - 0,6	23	23 ± 10	146 ± 37	37 ± 17
2000					
Djurvik 1	0 - 0,6	20	61 ± 31	73 ± 40	45 ± 41
Djurvik 2	0 - 0,5	17	86 ± 20	167 ± 106	144 ± 115
Degerberg	0 - 0,5	24	32 ± 32	95 ± 74	31 ± 52
Äppelö	0 - 0,6	16	49 ± 28	72 ± 37	35 ± 33



Figur 11. Vegetationens medelbiomassa 1997 - 2000 på undersökningslokalerna (Djurvik 1 & 2, Degerberg och Äppelö, Fig 1) med beaktad täckningsgrad och korrigerad för lika provtagningsperioder. Standardavvikelsen är angiven med vertikala linjer.

Sommaren 2000 var vegetationens medelbiomassa lägre än de tidigare åren 1997 – 1999, med undantag för Äppelö och Djurvik 2 där

skillnaden mellan åren är liten (Tab 2 och Fig 11). År 1999 var biomassorna också något lägre än åren innan. Den högsta biomassan noterades 1997

Nedbrytningsexperimenten

Alla resultat från dessa är inte ännu tillgängliga men preliminära resultat visar bl.a. att näringshalterna i sedimentet är betydligt lägre efter hård vind pga. en tvättande effekt av vågverksamheten. Inom lokalerna fanns inga större skillnader i halterna av N och P men mellan lokalerna fanns sådana. Täckningsgraden av alger ökar efter blåsiga dagar. Medelbiomassan var högst på de mot syd (och hårdast) exponerade stränderna. Artsammansättningen i de uppspolade algmassorna

avvek inte från tidigare undersökningar (Berglund 1998). Infiltrationsexperimentet gav inga tydliga resultat medan nedbrytningsexperimentet i sand visade att nedbrytningen var ineffektiv i anaeroba miljöer. Nedbrytningsexperimentet i en algvall ovanom högvattennivån lyckades väl, biomassan minskade med 40 % och en motsvarande minskning skedde också ifråga om halterna av total-P och total-N. Övriga resultat presenteras i en kommande pro gradu-avhandling (Hannus opubl.).

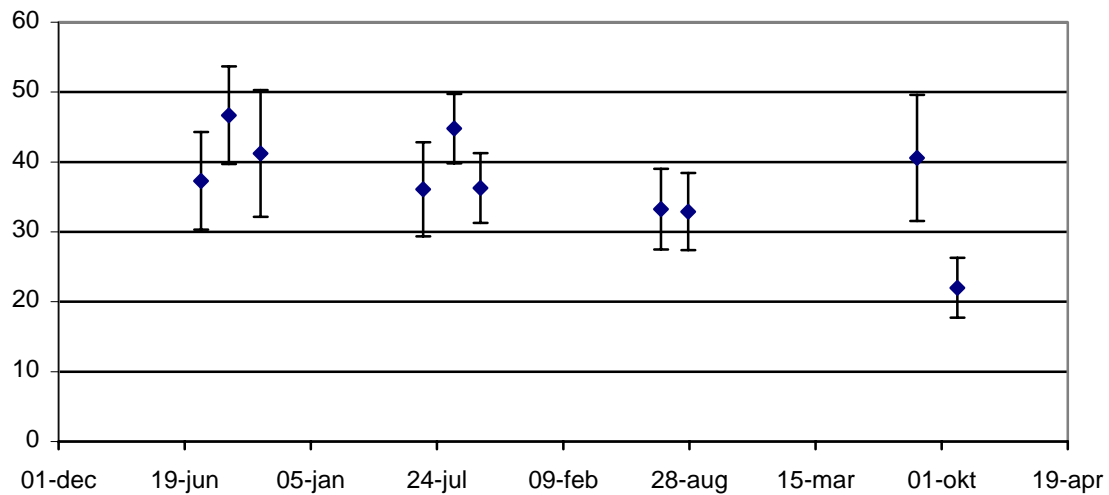
Flygkarteringen

Vegetationens medeltäckningsgrad för alla undersökta lokaler varierade mellan 6 och 81 % (Bilaga 1). Åsknäsfladan uppvisade i juli 1998 den högsta täckningsgraden (99 %) av alla lokaler. Djurvik 2 hade den högsta medeltäckningsgraden, 81 %. För samtliga lokaler var medeltäckningen 36 ± 25 %. Endast 2 av 27 undersökta lokaler hade en medeltäckningsgrad under 10 % och endast 7 lokaler hade en medeltäckning över 50 % (Bilaga 2). Jämförs provtagningsåren sinsemellan har

sommaren 2000 den lägsta täckningsgraden och 1997 den högsta.

Flygkarteringarna skedde i början av juli (ej 2000), i slutet av augusti och i oktober (ej 1999). En jämförelse mellan månaderna visar att täckningsgraden var högst i augusti, med undantag för 1999 då juli och augusti hade lika stor medeltäckningsgrad (Fig. 12). Skillnaderna mellan karteringstillfällena var relativt små ca 10 % (undantag 2000, ca 16%).

täckningsgrad, %



Figur 12. Undervattensvegetationens medeltäckningsgrad i procent för samtliga flygkarterade lokaler 1997-2000. Standardfel angivet som vertikala linjer.

Tabell 4. Resultat från 2-faktors ANOVA med år och exponeringsgrad som faktorer på täckningsgrad. Uträknat på resultat från år 1997 – 1999.

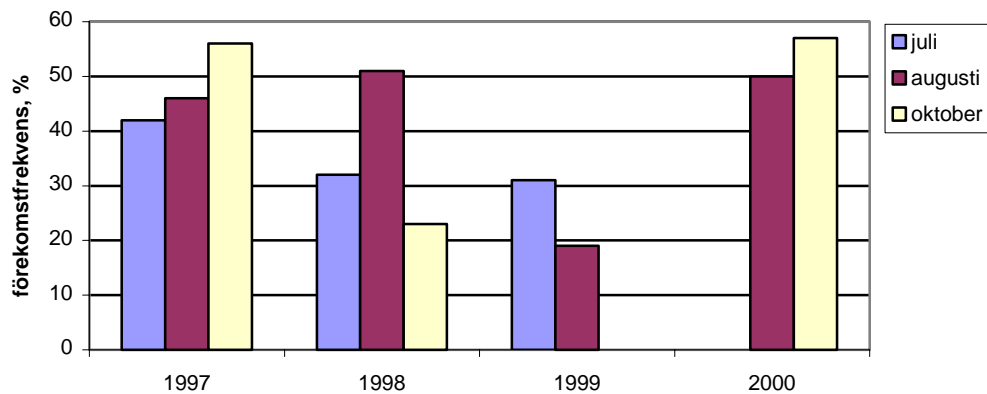
Faktor	D.f.	MS	F	p
År	2	471,004	5,695	0,009
Exponering	4	1578,279	19,084	<0,001
År * exponering	8	82,515	0,998	0,462
Rest	25	82,700		

Enligt en 2-faktors ANOVA (av data från 1997 – 1999) föreligger en signifikant effekt av år ($p=0,009$) och exponering ($p<0,001$) på täckningsgraden (Tab 4).

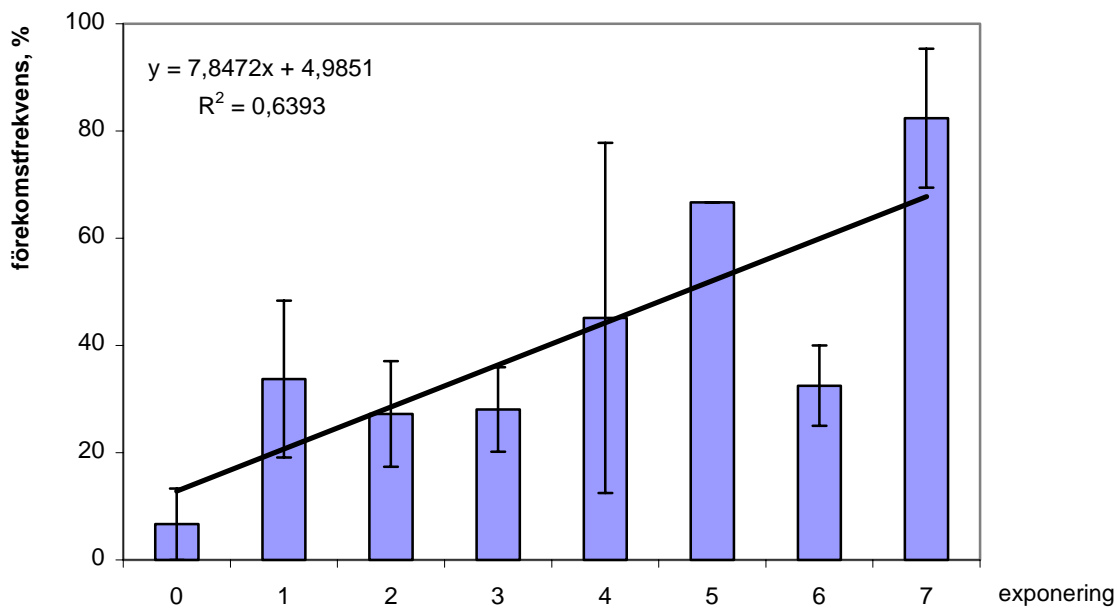
Algansamlingar eller täckande algmattor förekom i juli på ungefär var tredje lokal (ca 38 %) under samtliga år (Bilaga 2). I augusti var förekomstfrekvensen högre än i juli både 1997 och

1998 (Fig 13). Hösten 2000 var förekomstfrekvensen högre i oktober än i augusti. I augusti 1999 och oktober 1998 förekom algansamlingar på ca 20 % av de karterade lokalerna.

På lokaler med högre exponering förekom algansamlingar något oftare (Figur 14).



Figur 13. Förekomstfrekvens av algansamlingar vid de olika flygtillfällena (juli, augusti och oktober) under 1997 - 2000.



Figur 14. Förekomstfrekvens av algansamlingar i vikar med olika exponeringsgrad (0 – 7 utgående från ett modifierat Baardseth-index, där 0 = skyddat och 7 = mycket exponerat) enligt fjärranalyser (flygfotografering) gjorda under juni – oktober åren 1997 – 2000. Standardfel angivet med vertikala linjer och en ekvation för regressionslinjen angiven i övre högra hörnet.

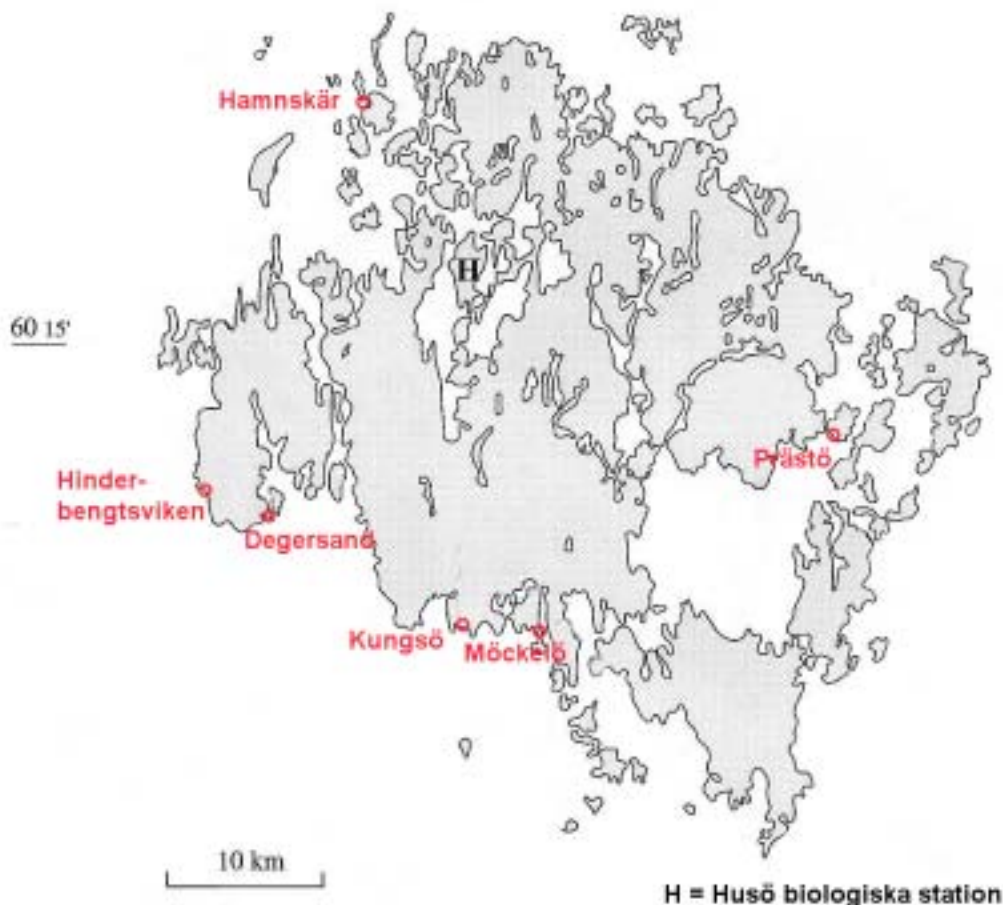
Epifaunakararteringen

Eftersom karteringen år 2000 skedde vid en senare tidpunkt än åren 1998 och 1999 är resultaten inte direkt jämförbara och utelämnas därför i den del som behandlar provtagning av alla lokaler med fallfälla. Ifråga om provtagning vid tidpunkten för

bottenfällning av flundreyngel är resultaten från åren 1998 – 2000 med viss reservation jämförbara. Resultaten från provtagning med pushnet är i praktiken jämförbara för alla år.

Åland

20 00'



Figur 15. Karta med de i texten nämnda epifaunalokalerna namngivna och märkta med en ring.

Totalt påträffades under de tre åren 15 fiskarter och 2 arter av större kräftdjur (Bilaga 6). Av dessa har 9 arter av fiskarna och en av kräftdjuren påträffats under alla år och den vanligast förekommande fiskarten är stubb (*Pomatoschistus spp.*).

På de med fallfälla år 1998 och 1999 undersökta lokalerna var medelantalet epifauna-arter 3,9 respektive 4,5. Flest arter (8 st) påträffades vid Hamnskär (Fig 15) i oktober 1999. Det lägsta antalet, en art (oftast stubb), påträffades på flera lokaler vid olika tillfällen, här kan främst nämnas Prästö (Fig 15) där detta skedde flera gånger. Orsaken är antagligen att lokalen har en ren sand- och lerbotten, dvs. inget favorittillhåll för småfisk. Ifråga om de andra lokalerna och tillfällena har det

högsta antagligen varit fråga om tillfälligheter, väder och vind har stor betydelse.

Stubb var den vanligast förekommande arten med en förekomstfrekvens på 80 - 90 % av lokalerna. Flundra (*Platichthys flesus*), storspigg (*Gasterosteus aculeatus*) och småspigg (*Pungitius pungitius*) förekom även på ca 50 % eller mer av lokalerna (dock var lokalerna i stort sett utvalda med tanke på förekomst av flundra). Sandräka (*Crangon crangon*) förekom oftast på exponerade lokaler (såsom även flundra och kusttobis (*Ammodytes tobianus*)) medan tångräka (*Palaemon adspersum*) och svart smörbult (*Gobius niger*) endast förekom ett fåtal gånger på skyddade lokaler.

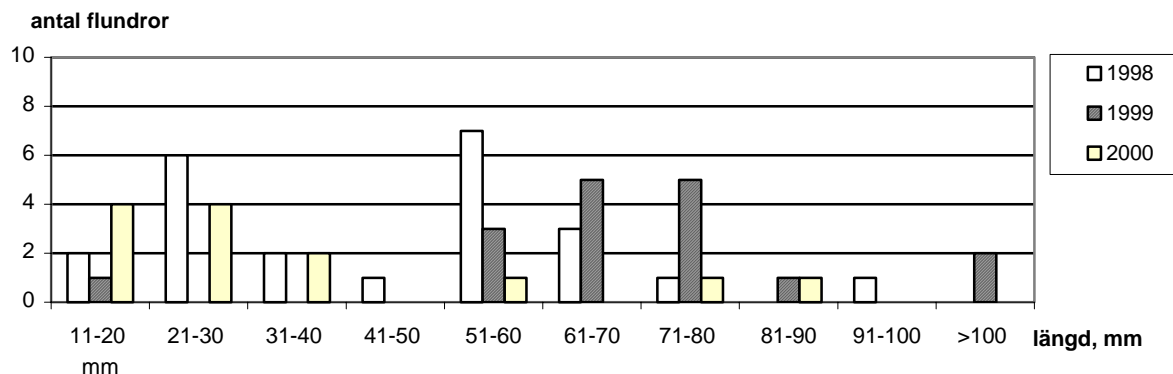
Medelabundansen (lokaler sammanslagna, alla arter) var 2,1 (1999) respektive 3,5 ind./m². (1998, 2000) Abundansen var som högst, 8,5 ind./m², på Degersand 1 (Fig 15), där kusttobis (*Ammodytes tobianus*) ofta uppträdde i stim på flera hundra individer. Som lägst var abundansen naturligtvis 0. Stubb, kusttobis, flundra, småspigg, storspigg och sandräka var de arter som hade de högsta medelabundanserna och dessutom förekom på ett betydande antal lokaler (bilaga 7).

Observera att karteringen sent på hösten utfördes med pushnet istället för med fallfälla och därför uppmättes väldigt låga abundanser. Den här karteringen kan därför endast tjäna som indikator på vilka arter som påträffas ännu den tiden på året.

Biomassan i gram våtvikt/m² finns tillgängligt för juni månad 1998 och 1999. Vid senare karteringar uppmättes längden varefter djuren släpptes fria. Därför redovisas här en jämförelse mellan resultaten från juni 1998 och juni 1999. Flundra utgjorde en relativt hög andel av biomassan, 22,6 % av medelvärdet på alla lokaler. Andra procentuellt viktiga arter var stubb, kusttobis och storspigg. Variationerna var dock stora mellan lokalerna. Flundrans andel av biomassan varierade mellan 10,5 och 77,1 % på de lokaler där den påträffades. Stubbens andel av den totala biomassan varierade mellan 4,8 och 100 %.

Den artvisa biomassan varierade inte så mycket ifråga om man räknar ett medelvärde på lokalerna. Flundra hade den högsta medelbiomassan på 0,33 g/m², stubb hade 0,26 g/m², kusttobis 0,21 g/m², storspigg och sandräka 0,18 g/m², småspigg 0,13 g/m² och resterande arter under 0,10 g/m² vardera. Det förekom stora skillnader mellan lokalerna. Stubbarnas biomassa varierade mellan 0,02 och 0,95 g/m² på de lokaler där de påträffades. Motsvarande variationer för flundra var 0,17 – 1,60 g/m², storspigg 0,13 – 0,80 g/m², småspigg 0,04 – 0,61 g/m², kusttobis 0,02 – 3,5 g/m² och sandräka 0,01 – 0,81 g/m².

Längdfördelningen för flundra i augusti, den ungefärliga tidpunkten för bottenfällning, illustreras i figur 16 nedan (resultat från ca 10 provtagningar, ca 150 m²). 1998 var ett bra år med mycket 0+-yngel men även gott om 1+-yngel vilket också figuren visar. År 1999 däremot var ett "katastrofalt" år, knappt några 0+-yngel alls påträffades och en stor del av flundror var 1+ eller äldre. År 2000 kunde man dock ana en ljusning, på vissa lokaler fanns det gott om 0+-yngel medan andra var lika öde som året tidigare. År 2000 påträffades också väldigt få flundror av ålder 1+ och högre, vilket förklaras av det magra året innan.



Figur 16. Flunderpopulationens längdfördelning (mm) på hösten 1998-2000.

Tungmetallanalys

Analysresultaten (Bilaga 8) av vegetationsproverna visar att kadmiumhalterna kraftigt överstiger de krav som stadgas i finländsk lagstiftning för gödslingsmedel innehållande fosfor. Detta gäller främst algerna från Hinderbengtsviken där halten kadmium är 34 gånger det tillåtna på 50 mg

kadmium per kg fosfor. Orsaken till detta höga värde är att algerna innehåller förhållandevis lite fosfor (0,16 % av torrvikten, dvs. 1 ton torkade alger innehåller 1,6 kg fosfor och får således innehålla endast 80 mg kadmium) Även algerna från Äppelö och Djurvik överstiger kraven mer än sexfaldigt.

Diskussion

Vegetationsundersökningarna, dels flygfotografering och dels fältundersökningar, utfördes under fyra olika år. Mellan åren förelåg en signifikant skillnad. Sommaren 1999 var vegetationens täckningsgrad lägre än somrarna 1997 och 1998. Någon signifikant skillnad i biomassorna mellan undersökningsåren kunde inte påvisas. Trenden var dock tydlig, sommaren 1997 uppvisade de högsta biomassorna och sommaren 2000 de lägsta.

Väderförhållandena under åren 1997 – 2000 skiljer sig ganska mycket från varandra. Somrarna 1997 och 1999 var varmare än normalt. Speciellt försommaren 1997 var extra varm och de många högtrycken gjorde att vattenståndet var extra lågt (Berglund 1998). Sommaren 1999 var nederbörden mycket liten (Tabell 2). Eventuellt kunde den minimala nederbörden, med en liten avrinning från land som följd, medföra en begränsad tillgång på näringsämnen. Sommaren 1998 var onormalt kall och regnig och borde rimligtvis ha förorsakat låg biomassa och täckning, vilket dock inte var fallet. Detta borde klargöras genom uppföljning under fler år. Sommaren 2000 påminde om sommaren 1998 och biomassorna var mycket lägre än under tidigare år medan täckningsgraden inte skilde sig nämnvärt. Under försommaren 2000 var vattenståndet lägre än normalt under en ovanligt lång tid och torrlade delvis de områden som senare under sommaren utgjorde karteringsområden. Detta har antagligen varit en bidragande orsak till de låga biomassorna vegetationen verkade vara betydligt mer kortväxt än ex. 1999.

Vegetationens säsongsdynamik visar att biomassan och täckningen vanligen har två toppar. En i början av juli, då bl.a. grönslickan (*Cladophora glomerata*) når ett maximum. En andra topp infaller i slutet av augusti eller senare när mjukbottenvegetationen (t.ex. *Chara aspera*) når sitt maximum. Dessutom driver löst material in senare på hösten. Om värme- och ljusförhållandena tillåter har grönslickan ofta en andra generation i slutet av augusti, vilket antagligen inte var fallet sommaren 2000 eftersom grönslick utgjorde en väldigt liten del av vegetationsproven under sensommaren och hösten. Vegetationens täckning ner till en meters djup är vanligen 30-50 % på åländska mjukbottenstränder. Dominerande arter är *Chara aspera*, *Zannichellia* spp., *Potamogeton pectinatus* och gröna trådalger, främst *Cladophora glomerata*.

Exponeringen är den faktor som reglerar vegetationens utbredning och biomassa på grunda mjukbottnar. Ett något modifierat Grenager och Baardseth index (Berglund 1998) är mycket lämpligt för åländska förhållanden.

Nedbrytningsexperimenten förlöpte väl men eftersom alla resultat inte är klara är det svårt att dra några långt gående konklusioner. Dock visar de att man bör avlägsna uppspolade alger från stränder om man inte vill att näringsämnena ska återföras till havet och att det kan vara värt att försöka avlägsna alger som begravts i sanden.

Flygkartering ger snabb och pålitlig information om täckningsgrad och förekomst av algansamlingar på grunda mjukbottnar. Problem med denna metod är oftast förknippade med väderförhållanden. Stark vind före fotograferingen orsakar grumlighet och stark vind under fotograferingen stör genom vågsvall. Starkt solsken kan orsaka besvärliga reflexer medan ett tätt molntäcke eller regn gör att ljuset inte räcker till. Även själva flygningen kan omöjliggöras pga. stark vind eller tät dimma. Antalet lämpliga dagar under somrar som 1998 och 2000 kan alltså bli få men betydligt fler under år som 1997 och 1999. I juli 2000 kunde t.ex. ingen fotografering utföras pga. dåligt väder. Något som också bör tas i beaktande är att man vid fotografering från ett flygplan ständigt är i rörelse och sällan lodrätt ovanför lokalen. Därför rekommenderas att man vid framtida karteringar utnyttjar helikopter om möjlighet och resurser finns. Det låga antalet fotograferade lokaler 1997 (9-14) och augusti 2000 (foton från 11 lokaler möjliga att analysera) försvårar också i någon mån bedömningen. Kartering av flera lokaler är givetvis att föredra.

Medelantalet epifauna-arter per lokal varierade inte i betydande grad mellan åren. Större skillnader är det naturligtvis mellan lokaler med olika exponeringsgrad, sediment och struktur. Eftersom lokalerna i viss mån inte är exakt de samma från år till år kan en del av skillnaderna antagligen bero på detta.

Stubb, storspigg, småspigg, kusttobis och flundra är vanliga fiskarter på de undersökta lokalerna. Av kräftdjuren förekommer sandräka och pungräka (som dock inte längre noterades år 2000) allmänt.

Orsaken till att pungräkorna lämnades bort år 2000 var att de tidvis förekom i stora mängder för att sedan helt lysa med sin frånvaro. Andra arter som också kunde ha lämnats bort pga. stor rörlighet och stokastisk förekomst är kusttobis och elritsa (*Phoxinus phoxinus*). Resterande arter torde vara relativt stationära, dock har många en dygnsvandring (t.ex. flundra) och tidpunkten för provtagningar (för- och eftermiddag) är diskutabel. Två dygnsfisken under säsongen 1999 visade på relativt stora skillnader (ex. flundra förekom i större tätheter under den mörkare tiden av dygnet). Utförande av provtagningar nattetid begränsas dock

av t.ex. lagstadgade arbetstider och problem med att hantera fallfällor, håvar och fångst i mörker.

Fallfällemetoden kan anses vara exakt och kvantitativ eftersom den inestänger en definierad bottenyta. Dock är den arbetsdryg och vid användning på steniga mjukbottnar är slitaget på själva fällan stort. Fallfällan som användes på Åland är i största laget (se metoder). På basen av erfarenheter under fältarbetena kan en mindre variant vara att föredra. Då kan man antagligen ta fler prov per lokal vilket rekommenderas varmt. Ifråga om arter med låga tätheter tenderar det nämligen att bli många tomma prov och ett fåtal prov med flera individer.

I medeltal fanns det kring Åland år 1999 och 2000 ca 2,1 respektive 3,5 individer mobil epifauna per m² sandstrand. Sommaren 1998 fanns 3,1 ind./m², men då ingick även en del insekter i karteringen. Insekterna uteslöts helt från undersökningarna 1999 och 2000. Våra resultat tyder på att det "svaga" året 1999 skulle ha varit endast en tillfällig svacka. En markant skillnad i abundansen av flundra föreligger även. Åren 1999 och 2000 fanns det inte någon lokal med flundertätheter över 1 ind./m². Sommaren 1998 däremot noterades tre lokaler, Möckelö, Kungso och Hinderbengtsvik (Fig 15) med en flundertäthet över 1 ind./m². Hösten 2000 noterades dock glädjande många småflundror. Det återstår dock att

se hur många som överlever vintern. (Observationer i Hinderbengtsviken våren 2001 tyder på att en stor del gjort det). Huruvida dessa abundanser är onormalt låga är svårt att säga eftersom detta är den första undersökningen på Åland där fallfälla använts. Liknande abundanser (3 ind. / 10 m²) har tidigare noterats vid Upplandskusten på svenska sidan (Thorman & Wiederholm 1984). Tidigare har pushnet och yngelnot använts på Åland och dessa är oftast inte lika exakta som fallfällan. Enligt yrkes- och husbehovsfiskare på Åland har flundrefångsterna minskat. Vad som ligger bakom detta är omöjligt att säga, bl.a. låg salinitet, algmattor, syrebrist och predationstryck är faktorer som borde ha betydelse för rommens och ynglens överlevnad. Dessutom borde en utredning gällande flundrans lekplatser runt Åland göras eftersom detta tillsvidare är okänt, endast en observation år 1992 finns från Åland, i detta fall Äppelö (Bonsdorff & Norkko 1993).

Tungmetallanalysen visar tyvärr att de trådalger och andra makrofyter som driver iland eller samlas i vikar på Åland inte fyller lagstadgade kvalitetskrav på gödsel. Detta eftersom de i likhet med alger från Sveriges västkust (pers. komm., Anna Jöborn) innehåller alltför höga kadmiumhalter i förhållande till fosforhalterna. Om man kunde klassificera algerna som något annat än "gödsel innehållande fosfor" kunde man antagligen kringgå det här problemet.

Sammanfattande slutsatser och synpunkter

Fintrådiga alger förekommer i grunda havsvikar (0-1 m) framför allt i de södra och västliga delarna av Åland. I skyddade vikar växer algerna på stället men i mera exponerade områden driver algmattorna in med vindar och strömmar. Algmattorna består av såväl grön-, röd- som brunalger (även blåstång). Under sommarsäsongen förekommer det i medeltal drivande alger och algmattor i ca 30 % av vikarna oberoende av exponeringsgraden. På basen av den nuvarande kunskapen är förekomstfrekvensen och – tidpunkten sgs. omöjlig att förutspå för en enskild vik, men trådformiga alger förekom i alla undersökta vikar under någon tidpunkt av studieperioden 1997-2000. Fastsittande makrofyter (både alger och sötvattenväxter) förekommer allmänt i skyddade och halvexponerade vikar (Baardseths index <6). Täckningsgraden och biomassan är högst i de mest skyddade vikarna och minskar med ökande exponering. Växtbiomassan uppvisar två toppar under säsongen, den första i juli-augusti och den andra i oktober. I skyddade vikar är biomassan av växande trådformiga alger som högst i juni-juli.

De fintrådiga algerna växer som epifyter i de skyddade vikarna och kan då kväva makrofyter, vilket kan ha negativa effekter på fisk och evertebrater. Drivande algmattor orsakar lokal syrebrist i vikarna och påverkar negativt bottenfaunan och fisken med färre arter och lägre biomassor som slutresultat. Algmattor som bryts ned i grunda vattenområden höjer också halten av organiskt ämne på botten och bidrar därmed till försvinnande av sandbottnar i Ålands skärgård. Det här kan ha ödesdigra effekter på fiskar, t.ex. sik och flundra, som utnyttjar sandbottnarna som lek- och tillväxtområden. Vår undersökning tillåter inte analyser av långtidsförändringar av förekomstfrekvenser hos juvenila flundror. Vi kunde dock notera att juvenila flundror undviker algtäckta områden. Om algmängderna fortsättningsvis ökar kan flundroras tillväxtområden begränsas kraftigt och därmed skulle årsproduktionen högst sannolikt minska.

En del av algerna spolats upp på land och bryts ned där. Våra resultat tyder på att nedbrytningen av algerna orsakar omfattande närsaltsläckage dels tillbaka till havet men också på strandområdena

ovanför medelvattennivån. De ökade närsaltsmängderna tillsammans med förhöjda halter av organiskt material som blandas med sanden på stränderna gör stränderna mera tillgängliga för terrestra strandväxter. Sandstränderna håller på att växa igen och försvinna på många håll på Åland.

Skörd av alger borde utföras i juli i skyddade områden (Baardseths index <4) då algmängderna är som störst. I mera exponerade områden borde algerna skördas kontinuerligt efter sådana perioder (ofta efter kraftiga sydvästliga vindar) då stora mängder av alger spolats upp på stränderna. Algskörden har mera bestående effekter i de skyddade lokalerna medan effekterna i exponerade vikar (Baardseths index >4) är av mera kortvarig karaktär eftersom algerna inte produceras i viken utan kan vid gynnsamma förhållanden driva långa

vägar och samlas i stora mängder till vissa specifika vikar. I skyddade lokaler kan algskörden också bidra till minskning av närsaltsmängderna i viken eftersom i första hand lokal produktion skördas.

Algskörden borde ses som en lokal åtgärd för att hålla t.ex. en simstrand ren och badduglig eller att skydda ett specifikt sandstrandsområde från att växa igen. I exponerade områden kan landbaserade skördemetoder (t.ex. grävskopa) användas medan i skyddade lokaler borde sjögående apparater (t.ex. flytande skördemaskin) eller skörd för hand (med hjälp av en båt) utnyttjas. Landbaserade skördemetoder förstör lätt den fastsittande vegetationen och orsakar därmed förlust av habitatkomplexitet som är viktig för t.ex. många fiskarter.

Referenser

- Aarnio, K. 1999. The role of meiofauna in benthic food webs of the northern Baltic Sea. Doctoral Thesis. Husö Biological Station & Dept of Biology, Åbo Akademi University. 37 s.
- Berglund, J. 1998. Kartering av makrofyter och drivande alger på grunda mjukbottenar i Ålands skärgård. Forskn. rapp. från Husö biol. stat., nr. 97. 18 s.
- Berglund, J. 1999. EU Life Algae. Rapport över det biologiska kontrollprogrammet på Åland 1998. Husö biologiska station, Åbo Akademi. Forskn. rapport. 13 s.
- Berglund, J. & Heikkilä, J. 2000. EU Life Algae. Rapport över det biologiska kontrollprogrammet på Åland 1999 samt en jämförelse över 1997 – 1999. Husö biologiska station, Åbo Akademi. Forskn. rapport. 12 s.
- Bonsdorff, E. 1982. Drifting algae and zoobenthos – effects of settling and community structure. *Neth. J. Sea Res.* 30: 57-62.
- Bonsdorff, E., Blomqvist, E.M., Mattila, J. & Norkko, A. 1997. Coastal eutrophication: Causes, consequences and perspectives in the archipelago areas of the northern Baltic Sea. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, Suppl. A: 63-72.
- Bonsdorff, E. & Norkko, A. 1993. Flounder (*Platichthys flesus*) spawning in Finnish archipelago waters. *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica* 70: 30-31
- Heikkilä, J. 2000. EU Life Algae. Rapport över det biologiska kontrollprogrammet på Åland 2000. Husö biologiska station, Åbo Akademi. Forskn. rapport. 8 s.
- HELCOM 1993. First assessment of the state of the coastal waters of the Baltic Sea. *Baltic Environ. Proc.* 54. 160 s.
- Karås, P. 1996. Basic abiotic conditions for production of perch (*Perca fluviatilis* L.) young-of-the-year in the Gulf of Bothnia. *Ann. Zool. Fennici* 33: 371-381.
- Kautsky, N., Kautsky, H., Kautsky, U. & Waern, M. 1986. Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since the 1940's indicates eutrophication of the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 28: 1-8.
- Nellbring, S. 1985. Abundance, biomass and seasonal variation of fish on shallow soft bottoms in the Askö area, northern Baltic Proper. *Sarsia* 70: 217-225.
- Nichols, D.J., Tubbs, C.R. & Haynes, F.N. 1981. The effect of green algal mats on intertidal macrobenthic communities and their predators. *Kieler Meeresforsch., Sonderh.* 5: 511-520.
- Norkko, J., Norkko, A. & Bonsdorff, E. 2000. Drifting algal mats as an alternative habitat for benthic invertebrates: Species specific responses to a transient resource. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 248: 79-104.
- Pihl, L. 1989. Abundance, biomass and production of juvenile flatfish in southeastern Kattegatt. *Neth. J. Sea Res.* 24: 69-81.
- Rönnerberg, C. & Genberg, J. 1998. EU Life Algae. Biologiska effekter av algskörd. Kontrollprogram på Åland 1997. Husö biologiska station, Åbo Akademi. Forskn. rapport. 11 s.

- Rönnerberg, O. & Mathiesen, L. 1998. Long-term changes in the marine macroalgae of Lågskär, Åland Sea (N Baltic). *Nord. J. Bot.* 18: 379-384.
- Schramm, W. 1996. The Baltic Sea and its transition zones. I: Schramm, W. & Nienhuis, P.H. (eds). *Marine benthic vegetation. Recent changes and the effects of eutrophication. Ecol. Studies* 123. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. S. 131-163.
- Sfriso, A., Marcomini, A. & Pavoni, B. 1987. Relationships between macroalgae biomass and nutrient concentrations in a hypertrophic area of the Venice lagoon. *Marine Environ. Res.* 22: 297-312.
- Snoeijs, P. 1999. Marine and brackish waters. *Acta Phytogeogr. Suec.* 84: 187-212.
- Thorman, S. & Wiederholm, A.-M. 1984. Fisk och bottendjur vid Upplandskusten. I: *Biologisk värdering av grunda svenska havsområden. Fisk och bottendjur. Statens Naturvårdsverk PM 1911, Solna 1984.* 384 s.
- Wallentinus, I. 1981. Phytobenthos. I: Melvasalo, T., Pawlak, J., Grasshoff, K., Thorell, L. & Tsiban, A. (eds). *Assessment of the effects of pollution on the natural resources of the Baltic Sea. Baltic Sea Environ. Proc.* 5B: 322-342.

Bilaga 1. Vegetationens täckningsgrad i de grunda vikar som flygfotograferats under åren 1997-2000. Täckningsgraden angiven i procent. Vikarna är även indelade i fem kategorier enligt exponeringsgrad.

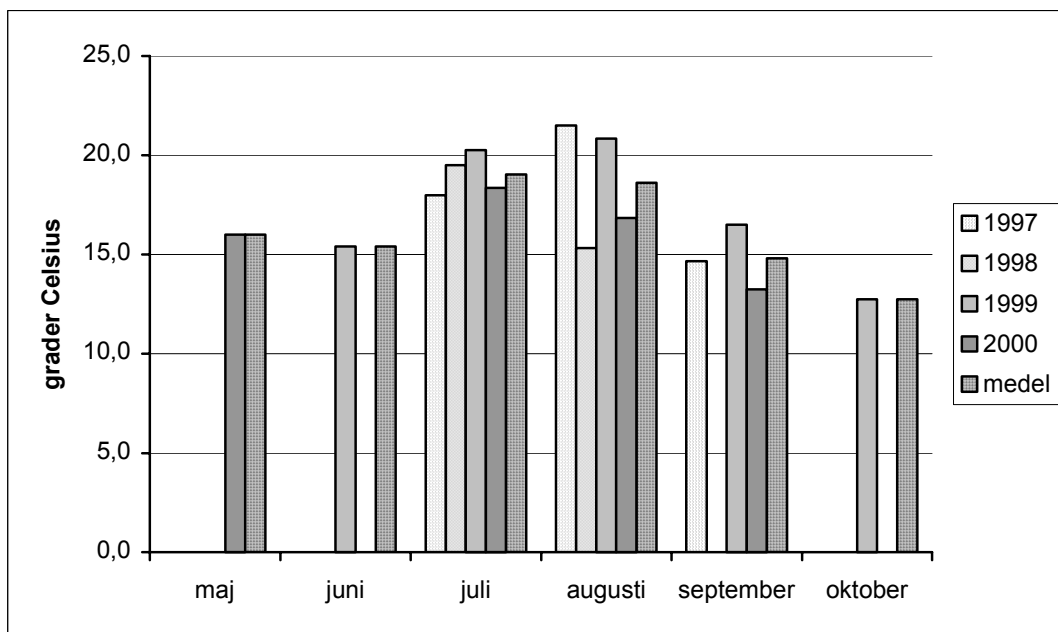
Lokal	Baardseth	2000		1999		1998			1997			N	Medel%
		26.okt	23.aug	26.aug	14.jul	1.okt	20.aug	2.jul	17.okt	28.aug	15.jul		
Espholm	0				68	53			79	84	65	5	70
Lökö	0			22	15							2	19
Kattnäs	0					44	34	27				3	35
Degersand 2	1	15		11	15							3	14
Hamnskär	1	21	29		10	18	44					5	24
Degerberg	1	14		43	36	31	41	39		70	48	8	40
Djurvik	1	26	75	73	73	65	60	92	29	76	72	10	64
	ett	19	52	37	36	42	45	53	54	77	62		48
Degerberg 2	2			15	33	48	52	8		65	41	7	37
Kilsviken	2			20	22	19	32	9				5	20
Skeppsvik	2	11	27	34	32							4	26
Djurvik 2	2	54	92	84	90	80		86				6	81
Kungsö	2	35	62	46		62	62	54				6	54
Äsknäs fladan	2	48	91	64	63	52	75	99	71			8	70
	två	37	68	44	48	52	55	51	71	65	41		53
MHQ-camping	3					22	20	11				3	18
MHQ-Lillholmen	3	6				16	12	5				4	10
Sandviken Torp	3	14		15	30	16	29	28		38	18	8	24
Möckelö	3	24		21	21	24	39	22				6	25
Bodkarsjö	3	54		73	73	73	75	65	72	69	55	9	68
Nabben	3			18		70	79	31	7	42	84	7	47
	tre	25		32	41	46	56	37	40	50	52		42
Äppelö	4	56		65	31		57	55	49	42	49	8	51
Eckerö havsband	4	3	9	5	12	13		6		15	9	8	9
Finbo viken	5		33			39			30	50	39	5	38
	fyra	30	21	35	22	26	57	31	40	36	32		33
Prästö	6	4	9	4	5	6	6	5	17	13	13	10	8
Bomarsund	6	1	34	35		16	42	16		37	17	6	25
Torsholma	7	11		27	18							8	19
Hinderbengt	7	20	16	14	13	30	47	45	17	6	8	10	22
Degersand	7	1	10	2	5	1		19			4	7	6
	fem	7	17	16	10	13	32	21	17	19	11		16
ANTAL TOTALT		19	12	21	20	22	18	20	9	13	14		
Medelvärde		22	41	33	33	36	45	36	41	47	37	6,333	36,23214
		23	40	33	31	36	49	38	44	49	40		25,53428

Bilaga 1. Vegetationens täckningsgrad i de grunda vikar som flygfotograferats under åren 1997-2000. Täckningsgraden angiven i procent. Vikarna är även indelade i fem kategorier enligt exponeringsgrad.

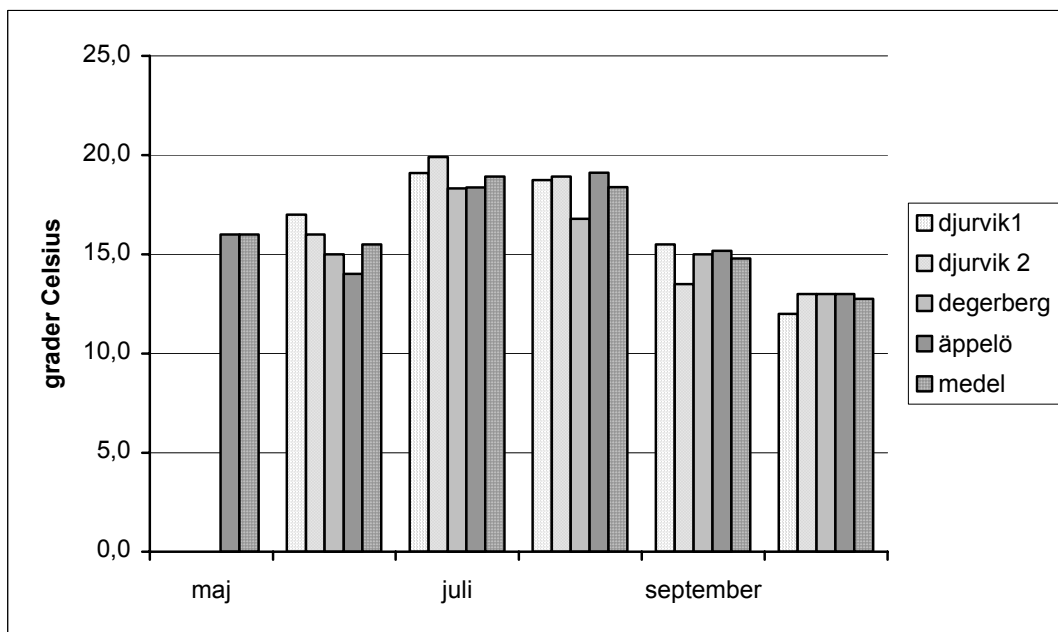
Bilaga 2. Förekomst av algansamlingar i grunda vikar. Baserat på analys av flygfoton.

Lokal	2000				1999			1998			1997			N	
	Baardseth	26.okt	23.aug	26.aug	14.jul	1.okt	20.aug	2.jul	17.okt	28.aug	15.jul	summa		Medel%	
Espholm	0				0	0			0	0	1	1	5	20	
Lökö	0	0	0	0	0							0	4	0	
Kattnäs	0					0	0	0				0	3	0	
Degersand 2	1	0		0	0							0	3	0	
Hamnskär	1	0	1		0	0	1					2	5	40	
Degerberg	1	0		0	1	0	0	0		1	0	2	8	25	
Djurvik	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	7	10	70	
kategori	ett	20	67	0	33	0	50	33	0	67	67			34	
Degerberg 2	2			1	1	1	1	0		1	0	5	7	71	
Kilsviken	2	0	0	0	1	0	1	0				2	7	29	
Skeppsvik	2	0	0	0	0							0	4	0	
Djurvik 2	2	0	0	0	0	0		1				1	6	17	
Kungsö	2	1	0	0		0	0	0				1	6	17	
Äsknäs fladan	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3	10	30	
	två	20	0	16,6667	40	20	75	40	0	50	50			31	
MHQ-camping	3					1	0	0				1	3	33	
MHQ-Lillholmen	3	1				0	0	0				1	4	25	
Sandviken Torp	3	1		0	0	0	0	0		1	0	2	8	25	
Möckelö	3	0		0	0	0	0	0				0	6	0	
Bodkarsjö	3	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	6	10	60	
Nabben	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	8	25	
	tre	60	0	0	25	17	17	33	50	67	33			30	
Äppelö	4	1	1	1	0		1	0	1	1	1	7	9	78	
Eckerö havsband	4	0	0	0	0	0		0		0	0	0	8	0	
Finbo viken	5	1	1			1			1	0	0	4	6	67	
	fyra	67	67	50	0	50	100	0	100	33	33			50	
Prästö	6	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	4	10	40	
Bomarsund	6	1	0	0		0	0	0		1	0	2	8	25	
Torsholma	7	1		1	1							3	3	100	
Hinderbengt	7	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	10	90	
Degersand	7	1	1	0	1	0		1			0	4	7	57	
	fem	100	75	40	75	25	33	50	100	67	25			59	
medelvärde		53	42	21	35	22	55	31	50	57	42	7		35	

Bilaga 3. Vattentemperatur



Månadens medelvattentemperatur (alla lokaler sammanslaget) för åren 1997 – 2000 samt ett medelvärde för alla år.



Månadens medelvattentemperatur (alla år sammanslaget) för varje lokal samt ett medelvärde för dessa.

Bilaga 4. Kort beskrivning av epifaunalokalerna med exponeringsvärden, organisk halt och provyta samt dominerande arter angivet.

	Exponering			Organisk halt i sedimentet på ca 0,5 m djup, i %	Undersökt yta	Dominerande arter
	strandtyp	eff-fetch	Baardseth	medelvärde	m ²	
Degersand 1	ren sand, simstrand	5,9	7	0,2	14000	Kusttobis, flundra
Degersand 2	lersand, båthamn	0,1	1	0,4	4000	Stubb, storspigg
Eckerö hb	ren sand, simstrand	1,9	4	0,2	60000	Stubb, flundra
Espholm	lera, konstjord simstrand	0,1	0	4,1	3000	Stubb, småspigg
Hammarudda	sand/sten, stugstrand	8,5	10	0,1	6000	Kusttobis, sandräka
Hamnskär	ren sand, stugstrand	0,4	1	0,3	2400	Stubb, flundra
HBV	ren sand	4,3	7	0,1	9600	Sandräka, flundra
Kungsö	lersand, simstrand	1,8	2	0,4	10000	Småspigg, stubb
Lökö	lersand/sten	0,3	0	0,5	4800	Stubb, kusttobis
Möckelö	ren sand, simstrand	1,0	3	0,3	12000	Stubb, sandräka
Prästö	lersand, simstrand	1,6	6	0,2	9800	Stubb, kusttobis
Sandviken Torp	lersand, simstrand	0,8	3	0,3	9000	Stubb, flundra
Sandö båthusudden	ren sand, simstrand	3,3	6	0,2	26400	Sandräka, stubb
Sandö sund	sand/grus	2,4	3	0,3	20000	Stubb, sandräka
Sandö väster	lera	1,3	4	0,6	3000	Stubb, småspigg
Skeppsvik	ren sand, båthamn	0,9	2	0,3	16000	Kusttobis, storspigg
Skötviken	lera/sten	1,6	6	0,5	5400	Stubb, kusttobis
Småholma	lersand, simstrand	1,0	0	0,7	4000	Stubb, småspigg
Torsholma	ren sand	1,8	7	0,2	1200	Stubb, flundra
Äppelö	lersand/sten	0,9	4	0,9	6000	Stubb, sandräka

Bilaga 5.Väderuppgifter från Meteorologiska Institutets mätningar vid flygfältet i Jomala, södra Åland.
Vinduppgifter uppmätta vid Utö.

Lufttemperatur (°C)

	1997	1998	1999	2000	medel 1997-2000	stdavv.	1961-90
maj	6,9	8	7,3	5	6,8	1,3	8,2
juni	14,6	11,8	14,8	12,3	13,4	1,5	13,3
juli	17,8	15	17,2	15	16,3	1,5	15,6
augusti	18,3	13,5	14,6	14,3	15,2	2,1	14,8
september	11,8	10,9	13,6	9,5	11,5	1,7	10,7
oktober	4,2	5,7	7,4	10	6,8	2,5	6,7
totalt	73,6	64,9	74,9	66,1	69,9	5,1	69,3
medel	12,3	10,8	12,5	11,0	11,6	0,9	11,6
stdav.	5,8	3,5	4,1	3,7	4,3	1,0	3,6

Total regnmängd (mm)

	1997	1998	1999	2000	medel 1997-2000	stdavv.	1961-90
maj	26	30	7	20	20,8	10,0	27
juni	54	109	80	56	74,8	25,7	35
juli	80	60	5	162	76,8	65,1	53
augusti	37	71	41	16	41,3	22,7	69
september	102	55	39	9	51,3	38,8	65
oktober	90	118	113	110	107,8	12,3	56
totalt	389	443	285	373	372,5	65,6	305
medel	64,8	73,8	47,5	62,2	62,1	10,9	50,8
stdav.	30,5	33,7	42,2	61,7	42,0	14,0	16,6

Medelvindstyrka (m/s)

	1997	1998	1999	2000	medel 1997-2000	stdavv.
maj	5,9	5,6	5,7	6	5,8	0,2
juni	4,4	5,6	5,6	6,9	5,6	1,0
juli	4,9	6,4	6,4	5,8	5,9	0,7
augusti	5,5	7,1	5,6	6	6,1	0,7
september	8,4	7	5,6	6,2	6,8	1,2
oktober	7,3	9,3	5,9	9,3	8,0	1,7
totalt	36,4	41	34,8	40,2	38,1	3,0
medel	6,1	6,8	5,8	6,7	6,4	0,5
stdav.	1,5	1,4	0,3	1,3	1,1	0,6

Bilaga 6. Lista på de i epifaunakararteringen påträffade arterna under åren 1998 – 2000. Månatliga medeltal.

	jun.98	jun.99	jul.99	jul.00	aug.98	aug.99	aug.00	sep.99	sep.00	okt.99	okt.00	förekomstg ånger	förekomst- frekvens i %
Pisces													
Stubb (<i>Pomatoschistus spp.</i>)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	100
Flundra (<i>Platichthys flesus</i>)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	100
Storspigg (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	100
Småspigg (<i>Pungitius pungitius</i>)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	100
Piggvar (<i>Psetta maxima</i>)	1	1				1		1		1		5	45
Kusttobis (<i>Ammodytes tobianus</i>)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	100
Abborre (<i>Perca fluviatilis</i>)	1	1		1		1	1	1		1		7	64
Elritsa (<i>Phoxinus phoxinus</i>)		1	1				1			1		4	36
Mört (<i>Rutilus rutilus</i>)						1						1	9
Näbbgädda (<i>Belone belone</i>)			1									1	9
Tångspigg (<i>Spinachia spinachia</i>)								1	1	1	1	4	36
Mindre havsnål (<i>Nerophis ophidion</i>)			1	1		1	1	1		1	1	7	64
Tånglake (<i>Zoarces viviparus</i>)								1			1	2	18
Strömming (<i>Clupea harengus</i>)					1	1						2	18
Svart smörbult (<i>Gobius niger</i>)		1					1	1			1	4	36
Crustacea													
Sandräka (<i>Crangon crangon</i>)	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	10	91
Tångräka (<i>Palaemon adspersum</i>)	1	1										2	18
antal arter medelvärde	9	11	9	8	6	11	10	12	7	11	10	n	%
	juni 10		juli 8,5		augusti 9			september 9,5		oktober 10,5		6,12	55,61

Bilaga 7. Abundans för de påträffade arterna år 2000. Högsta värdet med fet stil.

n / m ²	Omgång 1 (fallfälla)													AVE	
	Degers and 1	Eckerö hav	Hamns kär	Hinderb engt	Kungsö s.p.	Lökö	Möckel ö	Sandvik en	Skepps vik	Småhol ma	Finbo	Torshol ma	Äppelö		
Stubb	0,20	1,07	0,47		0,40	1,53	0,60	19,13	2,47	0,13	0,47	0,07	1,07	2,30	
Flundra	0,13				0,47		0,13		0,13					0,22	
Storspigg			0,40			0,07	0,80	0,53		0,13	0,33		0,07	0,33	
Småspigg		0,07			0,20		0,27	0,27	0,07		1,20		1,00	0,44	
Kusttobis	0,27	0,07	7,87				0,87							2,27	
Abborre							0,73			0,27				0,50	
Elritsa									0,07					0,07	
Mindre havsnål									0,13	0,13				0,13	
Sv. smörbult						0,07								0,07	
Sandräka	0,40		0,07	0,20		0,07		0,07	0,33					0,19	
Totalt n/m2	1,00	1,20	8,80	0,20	1,07	1,73	3,40	20,00	3,20	0,67	2,00	0,07	2,13	3,50	
	AVERAGE										3,50	STDE	5,45		
											V				
arter	4,00	3,00	4,00	1,00	3,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	3,00	1,00	3,00	3,54	1,506397
n / m ²	Omgång 2 (pushnet)													AVE	
	Degers and 1	Eckerö hav	Hamns kär	Hinderb engt	Kungsö s.p.	Lökö	Möckel ö	Sandvik en	Skepps vik	Småhol ma	Finbo	Torshol ma	Äppelö		
Stubb		0,27	0,41	0,01	0,39	2,93	0,41	0,57	0,14	0,19	1,81	0,20	0,73	0,67	
Flundra	0,03	0,03		0,14	0,04		0,17		0,03	0,01	0,01	0,01		0,05	
Storspigg		0,04					0,03	0,09		0,03	0,03			0,04	
Småspigg	0,01		0,01		0,01		0,01	0,01		0,03	0,07			0,02	
Kusttobis			0,04											0,04	
Löja					0,01									0,01	
Tånglake													0,01	0,01	
Tångspigg				0,01					0,01					0,01	
Mindre havsnål						0,04			0,01		0,01			0,02	
Sv. smörbult						0,01					0,01			0,01	
Sandräka			0,03	0,01	0,01	0,36	0,01		0,13					0,09	
Totalt n/m2	0,04	0,34	0,50	0,19	0,47	3,34	0,64	0,67	0,33	0,26	1,96	0,21	0,74	0,75	
	AVERAGE										0,75	STDE	0,91		
											V				
arter	2,00	3,00	4,00	4,00	5,00	4,00	5,00	3,00	5,00	4,00	6,00	2,00	2,00	3,77	1,300887

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 mjukbottensområden 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



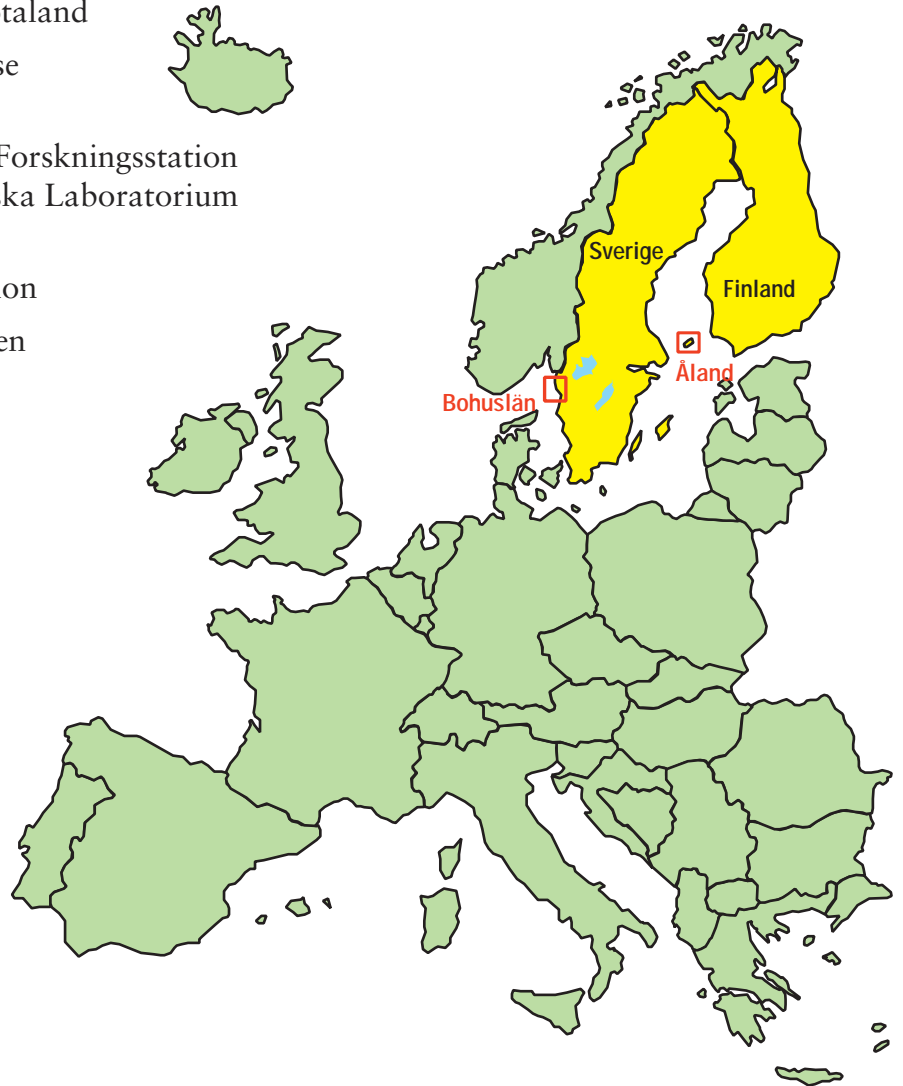
Länsstyrelsen Västra Götaland
Ålands Landskapsstyrelse
Göteborgs Universitet
Kristineberg Marina Forskningsstation
Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium



Åbo Akademi
Husö Biologiska Station



Västra Götalandsregionen
Strömstads Kommun
Fiskeriverket
Vägverket



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALAND
ISSN 1403-168X
Rapport 2001:43