



Anneli Harlén
Ann-Charlotte Zackrisson
Länsstyrelsen Västra Götaland



Ekonomisk analys av algskörd och användning av fintrådiga alger



Författare: Anneli Harlén
Ann-Charlotte Zackrisson
Länsstyrelsen Västra Götaland
403 40 Göteborg

Omslag: Cilla Odenman/Amelie Wintzell
Foto: Frank Sjödin
Rapportnr: 2001:42
Projektnr: EU Life algae LIFE96ENV/S/380

Förord

Denna rapport, *"Ekonomisk analys av algskörd och användning av fintrådiga alger"*, 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 att skörda alger och att öka vattenflödet genom vägbankar som en metod att restaurera vikarna. Rapporten *"Ekonomisk analys av algskörd och användning av fintrådiga alger"* är en sammanställning av kostnader för algskörd utifrån situationen i Strömstad kommun. Algskörd som metod att reducera kväve och fosforhalter ställs också i relation till andra åtgärder med syfte att minska övergödningen. Vidare diskuteras om algskörd och ökning av vattenflödet genom vägbankar är samhällsekonomiskt lönsamt i relation till konsekvenser av algmattor för fisket. Rapporten är ett väsentligt underlag för hur projektets resultat kan användas i framtiden.

Projekt Management Unit

Harald Sterner	Anna Jöborn	Mattias Sköld
Projektdirektör	Projektledare	Projektledare

Innehåll

Sammanfattning 3

Inledning 3

Algskörd 4

Underlag till kostnadsberäkningar 4

Kostnad för fortsatt skörd med prototyp 5

Kostnad för skörd med en modifierad prototyp samt en ny modifierad prototyp 6

Hur många skördemaskiner behövs i Strömstads kommun 7

Användning av fintrådiga alger 8

Alger som gödningsmedel 8

Alger i papperstillverkning 8

Alger i biogasutvinning 8

Alger för utvinning av kristallin cellulosa 9

Landtransporter som krävs 9

Samhällesekonomisk bedömning av algskörd 10

Betalningsviljemetoden 10

Resekostnadsmetoden 10

Fastighetsvärdemetoden 10

Skadekostnadsmetoden 11

Uppskattningar av kostnader för näringsreduktion 11

Vem har ansvaret för att rensa vikarna från alger? 13

Kostnader för att öka vattenomsättning 13

Slutsats 15

Källförteckning 16

BILAGA 1- Beräknad tillgänglig mängd alger att skörda i Strömstads kommun. 17

BILAGA 2- Karta 18

BILAGA 3- Avstånd och transporttid 19

BILAGA 4- Kostnadsberäkning för algskörd med en ny modifierad prototyp 20

BILAGA 5- Antagande till grund för schablonkostnader. 21

BILAGA 6- Kostnader för algskörd på Åland 22

Sammanfattning

EU-life algae projektets mål har varit att försöka skapa en kretsloppsanpassad åtgärd mot övergödning. Syftet med detta delprojekt har dels varit att ta fram kostnader för algskörd och dels titta på om det är samhällsekonomiskt lönsamt att skörda alger.

Kostnadsberäkningar har gjorts för skörd av alger med den prototyp som tagits fram inom projektet samt för en modifierad prototyp. Skörd av alger i vikar med mer än en 60%-ig algtäckningsgrad i Strömstads kommun skulle innebära en årskostnad på ca 660 000 kronor.

För att kunna bedöma om algskörd är samhällsekonomiskt lönsamt behövs ytterligare studier göras på algskördens positiva och negativa effekter samt användning av algerna. Om det visar sig att algskörd kan öka rekryteringen av rödspotta råder det inga tvivel om att algskörd är en samhällsekonomiskt lönsam åtgärd för att restaurera grundområden som drabbas av blomningar av fintrådiga alger.

Användning av fintrådiga alger i papperstillverkning och inom läkemedelsindustrin verkar lovande, men ytterligare undersökning behövs. Ett annat bra sätt att använda algerna är som gödnings/jordförbättringsmedel i parker, på campingplatser eller på golfbanor. Detta skulle vara ett bra sätt att få avsättning för algerna men blir knappast ekonomiskt lönsamt.

Inledning

EU-life algae projektets mål har varit att försöka skapa en kretsloppsanpassad åtgärd mot övergödning. Projektidén grundas på hypotesen att övergödningen och dess effekter i de grunda havsvikarna kan minskas genom algskörd och åtgärder som ökar vattenflödet. För att få algskörden kretsloppsanpassad har olika användningsområden för de fintrådiga algerna undersökts.

Projektet startade med att börja utveckla en prototyp att skörda alger med. Alger har sedan skördats i fyra grunda vikar i Strömstads kommun. Inom ramen för algprojektet har även alger skördats i ett par vikar på Åland, men då förutsättningarna visat sig vara helt annorlunda än de svenska har de inte varit jämförbara. Därför finns endast en kort redogörelse av algskörd på Åland i bilaga 6.

Summary

The overall aim of the EU-Life algae project has been to a sustainable measure to combat eutrophication. The aim of this study has been to bring the forward costs for harvesting algal mats and to investigate if it is socio-economically profitable to harvest algae.

Cost analysis has been made for harvest of algae with the prototype developed within the project and with a modified prototype. Harvest of algae in bays with more than 60 % cover of algae in the municipality of Strömstad would imply a year expenditure of approximately 660 000 SEK.

To estimate if the algae harvest is socio-economically profitable, further studies on the positive and negative effects of the measure as well as on the use of algae are needed. If it can be shown that harvesting algal mats increases the recruitment of flatfish (plaice), there is no doubt that algae harvest is a socio-economically profitable measure for restoring shallow areas suffering from blooming filamentous algae.

It seems promising to use filamentous algae in the paper making industry and in the pharmaceutical industry, but further studies are needed. Another good way of using the algae is as fertilizer and soil improving material in parks, camping areas or on golf courts. This could be a good way of taking care of the algae, although it is not too economically profitable.

Att skörda alger kostar pengar och vem som skall finansiera en eventuell algskörd och utföra den är oklart. Denna rapport handlar om kostnadsberäkningar för att skörda alger med den prototyp som tagits fram inom projektet samt kostnader för en modifierad prototyp. En uppskattning över hur många prototyper det behövs för att skörda alger i algtäckta vikar i Strömstads kommun har gjorts. Vidare diskuteras om det är ekonomiskt lönsamt att skörda alger samt vem som har ansvaret för att skörda alger. Det finns även kostnadsberäkningar på några åtgärder för att öka vattenomsättningen i de grunda havsområdena i Strömstads kommun.

Algskörd

Underlag till kostnadsberäkningar

Skörd av fintrådiga alger kan normalt bedrivas under månaderna: juni, juli och augusti. Prototypen som tagits fram inom ramen för EU-life algae projektet för att skörda alger har modifierats under projektets gång och ytterligare några små justeringar kommer att behöva göras om fortsatt skörd skall bedrivas med den.

Djupgåendet på prototypen är 30 cm. För att skona botten från propellrarnas påverkan och för att inte behöva vara beroende av högvatten har en 50 meter lång landvad också använts. Under skörd har prototypen parkerats i viken och med hjälp av landvaden har algerna dragits in mot prototypens upptagningsband. Det har inom algprojektet konstaterats nödvändigt att vara två personer för att använda landvad.

Avlastningsbandet på skördaren rymmer cirka 1 ton alger och när bandet är fullt töms algerna i någon av de två containrar som finns på en pråm vilken bogseras ut till den vik där skörden bedrivs. De två containrarna rymmer vardera 8 kubik, vilket motsvarar ca 4 ton alger i pressad våtvikt. Under försöksskörden har de fyllda containrarna bogserats in till hamnen vid Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium. En förutsättning för att transporten av skördade alger skall fungera är att upptagningsplatsen har en lyftkran vars lyftkapacitet är över 5000 kilo eller en brygga eller kaj som tål en belastning på 20-28 ton.¹ Kranen används för att lyfta containrarna från pråmen upp på land. På några minuter lyfts containrarna upp på en lastbil som sedan transporterat algerna vidare. De fyllda containrarna har bogserats in till kaj i samband att maskinen flyttats från en vik till en annan, och pråmen med de tomma containrarna har bogserats ut i samband med att maskinen bogserats till viken. Lossandet av containrarna och bogsering mellan vikarna har i genomsnitt tagit 35 minuter.

Vid Tjärnö marinbiologiska laboratorium finns en hamn som använts som upptagningsplats under de fyra år som skörd har pågått. Det finns dock fler möjliga upptagningsplatser inom Strömstads kommun², se kartbilaga 2. På Valö söder om den gamla bron mellan Valö och Älgö finns en båtupptagningsramp där eventuellt en bil med kran komma åt. På Killingholmen finns en båtupptagningsplats med lyftkran. På Lindholmen,

¹ Två fyllda containrar väger ca 8 ton. Lastbil med/utan kran som skall transportera bort algerna väger ca 12-20 ton.

² Per Nilsson, Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium, muntlig redovisning.

vid bron mellan Tjärnö och Lindholmen finns en liten kaj. Vid användning av denna kaj behövs det en bil med kran. På Daftö, vid Daftöbron, finns en stenkaj men även här behövs en bil med kran för att kunna lasta containrarna för vidare transport. För användande av dessa platser krävs en noggrannare inventering av vilken belastning de klarar samt om de ligger på privat område.

Under de år som prototypen testats har den bogserats mellan skördelokalerna med hjälp av en mindre båt. Prototypen är idag inte speciellt lämpad att själv köra mellan skördelokalerna då hastigheten endast är ca 2 knop (Jönsson, 2000). Vid bogsering av prototypen mellan skördelokalerna har en hastighet på 5 knop kunnat hållas. Båten för bogsering av prototypen har hyrts från Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium. Vid jämförelse med hyreskostnader för andra mindre båtar har kostnaden för denna tjänst visats varit mycket förmånlig. Vid fortsatt skörd är tanken att prototypen och pråmen med containrar skall klara vara självgående. I kostnadsberäkningarna för algskörd finns det därför inga kostnader för bogsering med. Tanken vid algskörd ur restaureringssyfte är dessutom att skörd i vikar bedrivs från ena änden av Strömstads kommun till den andra, varav ett eventuellt bogseringsbehov minskar.

Skörd med den metod som testats med prototypen är väderberoende och därför går det inte att skörda alla dagar. Väderfaktorer som påverkar skördemöjligheterna är främst högttryck eller lågttryck och vind. När det tex regnar häftigt piskas luftbubblor ur algmattorna och de sjunker till botten. Därmed blir algerna svåråtkomliga för skördemaskinen. Genomsnittlig skörd för prototypen beräknas vara 15 dagar per månad³. Under förutsättning att det finns obegränsat med alger att tillgå har prototypen i sin nuvarande form en skördekapacitet på ca 1000 kg alger/ timme (Jönsson, 2000). Effektiv skörd på en åttatimmars arbetsdag skattas till 6000 kilo alger eftersom det går åt ett par timmar till transporter, raster och avlastning. Med dessa förutsättningar blir maximal skörd 270 ton alger i pressad våtvikt per säsong för prototypen, om det inte skördas på helgerna.

I tabell 1 finns en sammanställning över vilka antaganden och underlag som använts vid beräkning av kostnader för algskörd.

³ Benno Jönsson, Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium, personlig kommentar.

Tabell 1 Sammanställning över underlag och antaganden för kostnadsberäkningar för algskörd.

Underlag för kostnadsberäkning för algskörd	Värde/ antagande	Källa/ kommentar
Medelalgbiomassa i torrsvikt	770kg/hektar	Pihl, 1997
Algernas torrsvikt	12% av pressad våtsvikt	Melin 2000
Algernas kväveinnehåll	1,6% av torrsvikten	Melin 2000
Algernas fosforinnehåll	0,2 % av torrsvikten	Melin 2000
Skördekapacitet prototyp med obegränsad tillgång på alger	1000kg alger i pressad våtsvikt/ timme	Jönsson 2000
Antal skördedagar/ månad med prototyp	15 dagar	Jönsson, TMBL, pers. kommentar
Antal timmar/ dag som det går att skörda med prototyp	6 timmar	8- timmars arbetsdag
Antal månader som är aktuella för skörd	3 månader	
Antal anställda för skörd med prototyp	2	
Vikar som är aktuella för skörd i Strömstads kommun	Vikar som under perioden 94-99 haft mer än en 60%-ig täckningsgrad av alger	Pihl, se bilaga 1
Antal gånger varje vik skördas per säsong	2	Eilola 2000
Begränsning av skörd/vik med befintlig prototyp	80% av alger/vik och tillfälle	Orimligt att skörda vikar helt rena med prototyp.
Beräknad upptagbar algmängd i Strömstads kommun	451 ton alger i pressad våtsvikt	Gäller under förutsättningarna i denna tabell

Kostnad för fortsatt skörd med prototyp

Eftersom prototypen tagits fram och bekostats av projektet har endast en drift och underhållskostnad tagits med i kostnadsberäkning för fortsatt algskörd med prototypen. Modifieringskostnader för prototypen finns medtagna i nästa exempel. Vid fortsatt algskörd behövs det köpas in en pråm att ställa två containrar på. En pråm på tre gånger sex meter kostar 80 000kr⁴. Till detta kommer ytterligare ett par kostnader som förstärkning där motor ska sitta samt en motor. Totalkostnad för en självgående pråm blir då ca 150 000 kr. Maximal skördemängd för protyp enligt förutsättningar ovan är 270 ton alger i pressad våtsvikt vilket motsvaras av 32,4 ton alger i torrsvikt. Årskostnaden för fortsatt algskörd med prototyp och med obegränsat med alger att tillgå blir då 249 000 kr under 10 år, se tabell 2.

Tabell 2. Sammanställning över årskostnader för skörd med befintlig prototyp

.Kostnad	Kronor
Drift/underhåll	7 500 kr
Tömning av en container (4 ton) inkl. transport till kompost	40 800kr (68 st tömningar, 600kr/gång)
Förvaring 9 månader	2 250 kr
Arbetskraft (2 pers. i 3 mån.)	180 000kr
Självgående pråm	18 495kr
Totalkostnad per år	249 000 kr/år
Totalkostnad per ton alger i torrsvikt	7 690 kr/ton alger och år
Kostnad för ett kilo upptaget kväve	480 kr/ kg kväve och år
Kostnad för ett kilo upptaget fosfor	3 845 kr/ kg fosfor och år

Kommentar : Arbetskraft är den största kostnaden. Kostnaderna kan minskas avsevärt om maskinen kan utvecklas så att den kan manövreras av en person om det är tillåtet ur säkerhetssynpunkt.

⁴ Uppgift från Strömstads Plåt och Marin AB, 2001-04-06.

Kostnad för skörd med en modifierad prototyp samt en ny modifierad prototyp

Om föreslagna förbättringar görs som framkommit i den tekniska rapporten i EU-life algae projektet antas skördekapaciteten öka med 30% jämfört med prototypens skördekapacitet. En algskördare skulle då under en tre månaders period maximalt kunna skörda 351 ton alger i pressad våtvikt, vilket motsvarar 42 ton alger i torrsvikt. Här beräknas kostnaderna för två olika scenarier. Ett där ingen

kostnad för prototypen tas med utan endast en kostnad för modifiering av prototyp och det andra scenariet bygger på inköp av en helt ny modifierad prototyp. Totalkostnaden för algskörd med en modifierad prototyp ligger på ca 275 000 kr, se tabell 3, och totalkostnaden för en ny modifierad prototyp ligger på ca 385 000kr, se tabell 4.

Antagande för modifierad prototyp:

Modifieringskostnad av prototypen beräknas vara 100 000 kr och totalkostnad för en självgående präm ca 150 000 kr och räntesatsen antas vara 4%. Avskrivningstiden räknas på 10 år.

Tabell 3. Sammanställning över årskostnader för skörd med en modifierad prototyp.

Kostnad	Kronor
Modifieringskostnad/år	12 330kr
Drift/underhåll	7 500 kr
Tömning av en container (4 ton) inkl. transport till kompost	52 650 kr (88st tömningar, 600kr/gång)
Förvaring 9 månader	2 250 kr
Arbetskraft (2 pers. i 3 mån.)	180 000kr
Självgående präm	18 495kr
Totalkostnad per år	273 220 kr/år
Totalkostnad per ton alger , torrsvikt	6 505kr/ton alger och år
Kostnad för ett kilo upptaget kväve	410 kr/ kg kväve och år
Kostnad för ett kilo upptaget fosfor	3 250 kr/ kg fosfor och år

Antagande för inköp av ny modifierad prototyp:

En förbättrad algskördemaskin antas kosta 1 000 000 kr och räntan antas vara 4% och avskrivningsperioden 10 år. Enligt annuitetsmetoden⁵ blir då årskostnaden för en ny modifierad prototyp 123 290kr, se formel i bilaga 4.

Tabell 4. Sammanställning över årskostnader för skörd med en ny modifierad prototyp.

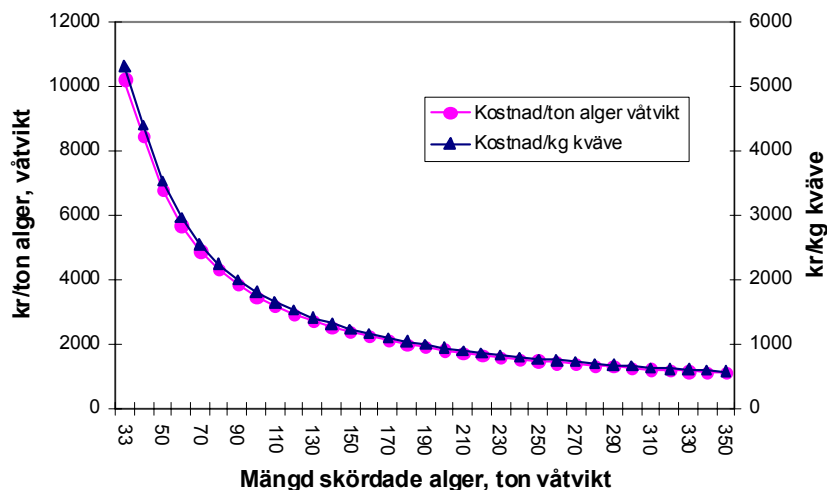
Kostnad	Kronor
Kostnad för skördemaskin/år	123 290 kr
Drift/underhåll	7 500 kr
Tömning av en container (4 ton) inkl. transport till kompost	52 650 kr (88st tömningar, 600kr/gång)
Förvaring 9 månader	2 250 kr
Arbetskraft (2 pers. i 3 mån.)	180 000kr
Självgående präm	18 495kr
Totalkostnad per år	384 185 kr/år
Totalkostnad per ton alger, våtvikt	1 100 kr
Totalkostnad per ton alger, torrsvikt	9 150 kr/ton alger och år
Kostnad för ett kilo upptaget kväve	570 kr/ kg kväve och år
Kostnad för ett kilo upptaget fosfor	4 570 kr/ kg fosfor och år

Kommentarer:

Den totala årskostnaden för algskörd är drygt 20 000 kr högre med en modifierad prototyp jämfört med den befintliga prototypen, se tabell 2 och 3. Kostnaden per ton alger är dock lägre med en modifierad prototyp än med den befintliga prototypen eftersom skördekapaciteten antas vara högre för den modifierade prototypen.

Ovanstående exempel bygger på att det finns obegränsat med alger att skörda men så är det inte alltid. I figur 1 ett visas sambandet mellan hur mycket kostnaden per ton skördade alger ökar i förhållande till minskad mängd algskörd.

⁵ Annuitetsmetoden innebär att kapitalkostnaden dvs grundinvesteringen och räntekostnader slås ut jämt över investeringens livslängd. På detta sätt fås en årskostnad fram, (drift+ kapitalkostnad).



Figur 1. Kostnader för algskörd per ton alger samt per kilo kväve i förhållande till upptagen mängd alger med en ny modifierad prototyp.

Hur många skördemaskiner behövs i Strömstads kommun

I så gott som alla vikar i Strömstads kommun finns det alger. För att skörden skall bli effektiv krävs det en viss mängd alger. Vi har därför utgått ifrån att det är realistiskt att skörda vikar som i genomsnitt har haft en algäckningsgrad på mer än 60 % under åren 1994-1999. Enligt detta antagande är det 30 vikar i Strömstads kommun som är aktuella för skörd, se bilaga 1. De flesta av dessa vikar ligger söder om tätorten Strömstad. Vikarnas storlek varierar givetvis men kan i genomsnitt antas vara två hektar stora⁶. Värt att notera i samband med skörd är att den tid det tar att skörda rent en vik inte ökar med högre algäckningsgrad. Vid låg täckningsgrad är algerna ofta utspridda vilket gör att det tar lång tid att skörda. Det är orimligt att anta att vikarna kan skördas helt rent med prototypen eftersom den inte går grundare än 30cm. Därför antas att 80% av algerna kan skördas i vikarna.

Modellberäkningar i EU-life algae projektet antyder att skörd vid 1-2 tillfällen under tillväxtfasen medför att algmattornas tillväxt avstannar till en "förindustriell" nivå (Eilola, 2000). Med detta som målsättning har vi en skördenivå på 2 tillfällen per säsong. Tanken med algskörd är att restaurera vikar och då påbörjas lämpligen skörd i ena ändan av kommunen och sedan fortsätter skördandet till den andra ändan av kommunen. Därefter är det troligtvis dags att påbörja skördeomgång nummer två.

Enligt dessa antaganden skulle det då vara möjligt att skörda 450 ton alger i pressad våtvikt i Strömstads kommun, se bilaga 1. För att skörda denna mängd alger skulle det behövas 2 stycken prototyper. Vid skörd med en modifierad prototyp skulle det inte riktigt räcka med 1 maskin enligt antaganden ovan. En viss effektivitetsvinst skulle kunna göras vid en samordning med strandstädningen tex planering och transporter. Troligtvis blir denna samordning inte tillräcklig för att klara sig med en maskin.

Ett rimligt antagande för antal skördemaskiner som behövs i Strömstads kommun är 2 stycken. Det skulle då behövas köpas in en helt ny modifierad prototyp och den befintliga prototypen modifieras. Årskostnaden för skörd blir då ca 660 000kr.

⁶ Anders Svensson, Kristinebergs Marina Forskningsstation, grov uppskattning.

Användning av fintrådiga alger

Inom ramen för EU-life algae projektet har olika användningsområden för fintrådiga alger testats för att försöka skapa en kretsloppsanpassad åtgärd mot övergödning. Det verkar gå att hitta olika avsättningsmöjligheter för algerna, men de alternativ som skulle kunna ge en inkomst vid användande av alger behöver studeras vidare. Därför har det inte gått att få fram siffror på inkomster från användning av de fintrådiga algerna. De testade användningsområdena beskrivs därför mycket kortfattat nedan. Ytterligare information finns att läsa i algprojektets utvärdering av alternativ användning av marina fintrådiga makroalger (Melin, 2000).

Alger som gödningsmedel

Alger skulle kunna användas som komplement till andra gödningsmedel vid odling på salttoleranta grödor (Melin 2000). Halterna av metallerna kadmium, nickel, krom och bly är dock för höga för att enbart alger skulle kunna användas regelbundet och uppnå den rekommenderade närsaltstillförseln (Melin 2000).

Alger som gödningsmedel torde framförallt vara aktuellt inom ekologiskt jordbruk. Kostnaden för gödning med konventionella kravgodkända gödningsmedel med en gödselgiva på ca 40-60 kg kväve per hektar ligger på drygt 3 000 kronor per hektar. Det är en hög kostnad för många lantbrukare. I spannmålsodling används ofta stallgödsel, slam eller liknade som gödningsmedel. Gårdar utan djurproduktion saknar ibland tillgång på bra och billigt gödningsmedel. I Västra Götaland har vi cirka 225 000 ha där det odlas ekologiskt spannmål⁷. I norra Bohuslän, inom rimligt transportavstånd från Tjärnö, finns det en rad mindre ekologiska jordbruk där algerna skulle kunna användas som jordförbättringsmedel. Det här skulle vara ett bra sätt att få avsättning för algerna men det blir knappast någon ekonomisk lönsamhet av det. För att minska saltinnehållet i algerna skall de helst komposteras innan de används som gödningsmedel. Vid sköljning av algerna försvinner dessvärre värdefulla näringsämnen. Kompostering av alger i Strömstads reningsverk kostar ca 125 kr/ton alger i pressad våtvikt⁸.

I ett projekt som skall startas på Öland har kommunen tillsammans med campingägarna tänkt rensa stränderna från alger för att sedan använda algerna som jordförbättringsmedel på

⁷ Peter Edman, länsstyrelsens lantbruksenhet, personlig kommentar.

⁸ Bo Thuresson, enhetschef på kretsloppsavdelningen, personlig kommentar.

campingplatserna⁹. Den höga kadmiumförekomsten är i detta sammanhang inget hinder. Algerna skall deponeras/komposteras lokalt på de enskilda campingplatserna för att slippa långa transporter. Borgholms kommun har tillsammans med Mörbylånga kommun tagit fram råd för hur denna lokala deponering av algerna skall gå till. De försök med alger som jordförbättringsmedel som gjorts visar på goda resultat delvis tack vare algernas höga mullsubstans¹⁰. Att använda algerna som gödnings/jordförbättringsmedel i parker, på campingplatser eller på golfbanor skulle därför kunna vara ett bra sätt att finna en användning av algerna. I området runt Strömstad finns förutom ett antal kommunala parker, flera campingplatser samt två golfbanor.

Alger i papperstillverkning

Alger har visat sig fungera bra som bindningsmedel vid papperstillverkning, men mängden alger som gått åt i försöken har varit liten. Ytterligare studier behövs för att se om avsättningen för algerna kan bli större. Vidare är närheten till avlastningshamnar och möjliga transportvägar till närmsta pappersindustri viktigt då algerna med största sannolikhet bör vara färska för att användas i papperstillverkning.

Alger i biogasutvinning

De försök med biogasutvinning som gjorts inom ramen för projektet har avsett samrötning av obehandlade alger och hushållsavfall. Försöken visade på att omsättningen av de obehandlade grönalgerna var närmast obefintlig (Melin, 2000). Försöken inom EU-life algae projektet tillsammans med andra försök har visat på att algerna bör förbehandlas för att öka tillgängligheten för nedbrytning (Melin 2000).

I Trelleborg har företaget BioMil AB under några år provat att utvinna biogas genom att kombinera bland annat halm med restprodukter från stad och land. Inslaget av alger har varit ca 10%. De övriga råvarorna har varit halm, hästgödsel, svin/hönsködsel, fettavskiljar slam och ympkultur. Under driftsäsong fyra var mängden alger 31 ton i våtvikt Under driftsäsong fem, år 2000, ökades mängden alger till 130 ton våtvikt. Biogasanläggningen bär sig ekonomiskt men detta är delvis tack vare att ersättning erhålls för det fettavskiljar slam som tas emot i anläggningen¹¹.

⁹ Chatrine Hevelius, Borgholms kommun.

¹⁰ Chatrine Hevelius, Borgholms kommun

¹¹ Marita Linné, BioMil AB, personlig kommentar

Värt att notera är även att restprodukten från anläggningen har återförts till lantbruket .

Projektet i Trelleborg kommer att vara intressant att följa då det i dagsläget är för tidigt att utröna om en satsning på en biogasanläggning för rötning av alger är ekonomiskt bärkraftig.

Alger för utvinning av kristallin cellulosa

Inga försök har genomförts inom ramen för EU-life algae projektet. Däremot har institutionen Farmaci vid Uppsala Universitet undersökt algernas användning inom läkemedelsindustrin med mycket goda resultat. Framställning av cellulosapulver från alger verkar vara ett mycket lovande användningsområde för algerna. Det återstår dock mycket forskning innan det går att uttala sig om det finns en marknad för utvinning av cellulosa ur alger (Melin, 2000).

Landtransporter som krävs

En kostnad som tillkommer om algerna ska användas i produktion är transportkostnaden. Strömstads kommun har en komposteringsanläggning, Österröd, som kan ta emot en stor mängd alger. Avståndet mellan eventuella upptagningsplatser och Österröd varierar mellan 5 och 20 km.

Okomposterade alger som gödning kan användas lokalt i kommunen. För övrig användning krävs längre transporter. Bohus-Frakt uppskattar att det kostar ca 100 kr/mil att transportera algerna med lastbil. En lastbil kan ta 16 ton. Det innebär att den kan ta fyra stycken containrar som används vid skörden. En omlastning av de fyra containrar, som vardera väger 4 ton, kostar ca 675kr.

Tabell 5. Möjliga användningsområden för alger samt kostnader för transport till produktionsanläggningar.

Användningsområde	Regionalt	Transportsträckor från Strömstad, enkel väg	Kostnad för transporten tur och retur exkl. omlastning
Gödsel	Inom kommunen , ev. kompostering före gödsel användning	5-20 km* till Österröd från eventuella upptagningsplatser	185 kr/container (inkluderas i tömningspriset.)
Papper	till Billingsfors	ca 180 km**	3600 kr
Returpapper	till Munkedal	ca 90 km**	1800 kr
Förbränning	till Trollhättan	ca 121 km***	2420 kr
Förbränning	till Uddevalla	ca 91 km***	1820 kr
Biogas	Till Tjörn (Hjälteby)	ca 180 km**	3600 kr
Tablett	Tabletttillverkningen av alger befinner sig än så länge på försöksstadiet.		

Platser där alger kan användas i produktion, Källa: Melin 2000.

Transportsträckor källa: *uppskattning från sjökort, ** Alf Hansson på Bohusfrakt. ***Trollhättan och Uddevalla är uträknade med Microsoft AutoRoute Express Europe 2000.

Samhällsekonomisk bedömning av algskörd

I en samhällsekonomisk bedömning beskrivs positiva och negativa effekter av en åtgärd gentemot ett s.k. nollalternativ, dvs ingen åtgärd vidtas. Om nettot från de positiva och negativa effekterna överstiger kostnaden för resursinsatsen

är åtgärden samhällsekonomiskt lönsam. Ibland kan det vara svårt att skatta värdet av effekten i pengar och då beskrivs effekten av åtgärden med ord. I tabell 6 nedan listas positiva och negativa effekter av algskörd

Tabell 6. Underlag för samhällsekonomisk bedömning av algskörd. Frågetecken anger att ytterligare studier behövs för att bekräfta effekten.

Resursinsatser	Effekter av algskörd	Kommentar
Kostnad för algskörd	+ Minskad lukt från alger	
	+ Ökad framkomlighet för småbåtar och badgäster	
	+ Uptag av näringsämnen i Strömstads kommun	450 ton alger/år i våtvikt innehåller 870 kg kväve och 110 kg fosfor. Beräknat för Strömstad.
	+ (?) Ökad rekrytering av rödspotta	Ytterligare studier behövs för att bekräfta detta.
	+ (?) Ökad utbredning av ålgräsängar, vilka är viktiga uppväxtplatser för fisk.	Har observerats, men inte bekräftats i studier. (Pihl 2001)
	+ (?) Kan använda algerna till något	Ytterligare studier behövs, se användning av fintrådiga alger.
	+ (?) Minskade närsalthalter i sediment	Modellscenario (Eilola, 2001)
	+ (?) Bryter negativ övergödningstrend och uppnår normalförekomst av alger i vikarna.	Modellscenario (Eilola, 2001)
	- Ökade transporter	
	- (?) Skada på djurlivet av skördemaskinen. Vid skörd följer det med djur upp med algerna samt ev. gör maskinen skada på bottenfaunan.	Ytterligare studier behövs.

För att kunna göra en samhällsekonomisk bedömning om algskörd är ekonomiskt lönsam behövs ytterligare studier av effekterna av algskörd göras. Ibland går det att sätta en prislapp på effekten t.ex. inkomstbortfall vid turistminskning men ibland måste olika värderingsmetoder användas.

Kontakter med kommuner och campingägare tyder på att det än så länge inte går att skatta ett bortfall av turister beroende på algförekomst men med hjälp av olika värderingsmetoder skulle effekterna av algskörd kunna skattas i kronor. Exempel på sådana värderingsmetoder är betalningsvilje-, fastighets-, resekostnads- eller skadeståndsvärderingsmetoden. Dessa metoder beskrivs nedan samt ett par räkneexempel.

Betalningsviljemetoden

Betalningsviljemetoden, Contingent Valuation Method, kan mäta människors betalningsvilja för att bli av med de fintrådiga alger. Kommunmedborgarnas betalningsvilja uppskattas med intervjuer eller enkäter där de ombeds ange sin betalningsvilja för att kusterna skall rensas ifrån alger. De tveksamheter som kan riktas mot denna

typ av undersökningar är att den betalningsvilja som efterfrågas endast är hypotetisk.

Resekostnadsmetoden

Resekostnadsmetoden går ut på att samla in data om människors faktiska resande till exempelvis till en badvik utan fintrådiga alger. Om vattenkvalitén förbättras i ett område genom algskörd och resorna dit ökar kan kostnaden för dessa resor användas för att värdera den positiva effekten av algskörd.

Fastighetsvärderingsmetoden

Fastighetsvärderingsmetoden mäter skillnaden i pris på fastigheter i områden med mycket respektive lite miljöpåverkan för att på detta sätt värdera skillnaden i miljöpåverkan. Denna metod är svår att göra rättvis då det finns många variabler som påverkar fastighetens pris och det är svårt att isolera miljöfaktorn. Runt Daftövik finns det tecken på att algerna och framförallt den lukt som de förruttnade algerna ger upphov till faktiskt kan påverka huspriserna. I anslutning till en del vikar med riklig algförekomst finns det en del fastigheter, framförallt fritidsfastigheter. Här kan vi anta att frånvaron av alger skulle kunna höja priserna på dessa fastigheter då närhet till hav och badvikar är en faktor som tydligt är kopplad till priset på fastigheten.

Skadekostnadsmetoden

Skadekostnadsmetoden kan användas för att till exempel värdera en försämring, en skada, av vattenkvaliteten. För att få ett värde på vattenkvalitetsförsämringen kan förlorade intäkter i minskad fiskfångst användas som mått.

Ett räkneexempel för Bohuskusten:

Inom algprojektet har en modell tagits fram som visar att mängden unga rödspottor som kan produceras inom grunda uppväxtområden i Bohuslän kan reduceras med 40-60% vid en algutbredningsgrad som rådde under 1994-96 dvs drygt en 40%-ig algtäckningsgrad (Pihl, 2001). Under 90-talet låg fångsten på rödspotta i Skagerrak på ca 10 000 ton (Karlsson, 2001). Vid antagande att Bohuskustens grunda havsområden står för ca en fjärdel av rekryteringen till Skagerrak samt att algerna minskar rekryteringen med 50% skulle fångsten av rödspotta minska med 1250 ton pga av de fintrådiga algerna längs Bohuskusten. Detta innebär en försäljningsförlust på drygt 62 miljoner kronor om kilopriset på rödspotta är 49,90kr¹². Vid köp av 3 kilo rödspotta är kilopriset 39,90 kr¹³ och beräknat på detta pris skulle försäljningsbortfallet bli ca 50 miljoner kronor. Ytterligare studier behövs för att se om algskörden kan öka produktionen av rödspotta. Problemen med fintrådiga alger är värst i Strömstad och Tanums kommun samt i Stigfjorden mellan Tjörn och Orust kommun. Om algskörd kan öka rekryteringen av rödspotta borde det inte råda något tvivel om att algskörd är samhällsekonomiskt lönsamt.

Uppskattningar av kostnader för näringsreduktion

Enligt det nationella miljömålet skall de svenska vattenburna utsläppen av kväve minskas med 40% till år 2025 jämfört med 1995 års nivå. Det innebär att kväveutsläppen till Skagerrak måste ha minskat med 6 200 ton år 2025 jämfört med 1995 års kväveutsläpp (Oscarsson, 2000). Vid algskörd fås de näringsämnen upp som finns bundet i algerna. I Strömstads kommun skulle, enligt tidigare antaganden, 870 kg/kväve per år kunna tas upp genom algskörd.

Räkneexempel för Strömstads kommun

I en samhällsekonomisk bedömning av algskörd skulle värdet av kväveupptaget med algskörd kunna värderas genom att medelvärdet av kostnaden för

andra kväveminskande åtgärder som ökad kväverening i reningsverk, ansluta slamavskiljare till kommunalt VA samt anlägga våtmarker och musselodlingar. Schablonkostnader för dessa åtgärder finns i tabell 7. Medelvärdet av kostnaderna för åtgärderna är 265 kr/kg kväve. Kostnaden för att rena 870 kg kväve är då ca 230 000kr, räknat på en medelkostnad för kvävereducerande åtgärder. Det bör noteras att olika kvävereducerande åtgärder oftast är komplement till varandra, men detta kan var ett sätt att skatta värdet på kväveupptaget i en samhällsekonomisk bedömning av algskörd. I Strömstads kommun är kostnaden för algskörd, enligt tidigare antaganden, med en modifierad prototyp och en ny modifierad prototyp 660 000kr/år. Detta innebär att det måste till ytterligare positiva effekter till ett värde av minst 430 000kr för att algskörd skall kunna anses vara samhällsekonomiskt lönsam i Strömstads kommun. Visar det sig att algskörd ökar rekrytering av rödspotta borde det inte råda några tvivel om att algskörd är samhällsekonomiskt lönsamt.

Kostnadseffektivitet

För att få ett mått på om algskörd är en kostnadseffektiv närsaltsreducerande åtgärd jämförs kostnader per kilo kväve för algskörd med andra närsaltsreducerande åtgärder i tabell 7 nedan. De billigaste närsaltsreducerande åtgärderna är här en ökad reningsgrad i reningsverken samt anläggning av våtmarker. Det bör noteras att det endast är schablonkostnader i tabellen. Kostnaden för att öka reningsgraden i reningsverken beror mycket på storleken på reningsverket och på hur mycket reningsgraden skall öka samt från vilken reningsgrad. Kostnaden för att anlägga våtmark skiljer sig mycket beroende på var den anläggs och vilken räntesats det är. Antagande till grund för schablonkostnader finns i bilaga 5. Det bör också noteras att de närsaltsreducerande åtgärderna oftast är komplement till varandra och i vissa fall kanske det endast är en av åtgärderna som är genomförbar och då blir kostnadsjämförelser ointressant.

¹² Feskarbröderna på Frölunda Torg, dagspris den 14:e mars 2001.

¹³ Feskarbröderna på Frölunda Torg, dagspris den 14:e mars 2001.

Tabell 7. Schablonkostnader för att rena ett kilo kväve respektive ett kilo fosfor med olika typer av åtgärder.

Åtgärd	Kr/ ton alger (våtvikt)	Kr/kg kväve	Kr/kg fosfor
Skörd av 270 ton alger i våtvikt med prototyp,	920	480	3 845
Skörd av 351 ton alger i våtvikt med modifierad prototyp.	780	410	3250
Skörd av 351 ton alger i våtvikt med <u>ny</u> modifierad prototyp.	1 000	570	4570
Skörd av 170 ton alger i våtvikt med <u>ny</u> modifierad prototyp.	2 000	1 100	8 750
Musselodling		270	4 285
Våtmark		100	1 300
Reningsverk		50- 200	50- 1000
<u>Enskilda avlopp:</u>			
enbart slamavskiljare till kommunalt VA		565	2 400
slamavskiljare+markbädd till kommunalt VA		720	3 400
slamavskiljare+infiltration till kommunalt VA		810	54 200

Vem har ansvaret för att rensa vikarna från alger?

Kommunerna anser sig oftast sakna resurser för att åtgärda problemen med alger och det faktum att orsaken till problemet ligger utanför deras kontroll bidrar till uppfattningen att detta är en fråga som bör hanteras nationellt. Kommunerna bedriver idag något som kallas för strandstädning och möjligheten att kombinera denna med skörd/sanering av alger bör diskuteras vidare.

På Öckerö kommun har stora mängder trådalger flutit iland längs stränderna. Ofta har stora ruttnande sjok legat i vattenbrynet. Vid provtagning på vattnet har det varit en god överensstämmelse mellan stor förekomst av alger och grumligt vatten och totalantal koliforma bakterier. Detta kan indikera att de ruttnande massorna av alger utgör en god tillväxtmiljö för koliforma bakterier. För att säkerställa badvattenkvaliteten enligt badvattendirektivet kan det därför bli nödvändigt att skörda alger. Badvattendirektivet kräver att medlemsstaterna skall vidta de åtgärder som är nödvändiga för att säkerställa kvalitén på badvatten.

Skörd av alger kan också bli en nödvändig åtgärd i vikar som inte är badvikar. Införande av EU:s ramdirektiv för vatten kommer att innebära förändrade krav på vattenkvaliteten. Enligt ramdirektiv för vatten skall kustvattnet ha en god

status år 2015. Alla åtgärder som anses vara nödvändiga för att nå en god status i kustvatten skall senast vara igång år 2012. Finansiering av åtgärder för att nå en god vattenkvalité skall ske med hjälp av vattenavgifter. Hur stora dessa avgifter blir och vad som skall avgiftsbeläggas är fortfarande oklart.

Även ostkusten är drabbad av en riklig förekomst av alger till följd av övergödningen. Algerna skiljer sig åt från de fintrådiga grönalger vi finner på västkusten. På ostkusten är det framförallt rödalger som förekommer. Dessa kan dessutom innehålla höga halter gifter vilket kan göra det farligt att bada när algblomningen är som värst. Algerna förekommer i badvikar och detta medför ibland stora problem för turistnäringen och framförallt då för campingägare på Öland. Vid en riklig förekomst av alger med många artiklar i tidningarna kan antalet turister minska märkbart. Detta problem har campingägarna sedan länge uppmärksammat och nu har Föreningen Camping Öland tillsammans med Borgholms kommun startat ett projekt där stränderna skall saneras med en algrensningssmaskin.

Kostnader för att öka vattenomsättning

Vägbankar försämrar i många fall vattenomsättningen i känsliga områden vilket leder till en otillfredsställande vattenkvalitet. Orsaken till detta är att anordningar för genomströmning av vägbankarna saknas eller har satts igen. Ett annat skäl är att vägbankstrummorna lagts för högt för att vara effektiva vid de vattenstånd när en god vattenomsättning är extra viktig (Lindahl 2001).

Kostnader för att öka vattengenomströmningen vid vägbankar varierar mycket beroende på hur vägen är byggd. I vissa fall räcker det att rensa redan nedlagda trummor eller muddra. I andra fall kan det behövas läggas ned nya trummor. Det är i regel billigare att lägga ner trummor än att göra en hel öppning med ett brospann. Vid nedläggning av två trummor ligger kostnaden ungefär mellan 250-500 000 kr inklusive omkostnader som tex schaktning eller förstärkning av erosionsskydd, transporter och hyra av maskiner.

Kostnaden för att öka vattenflödet genom en vägbank vid Gullnasholmen i Strömstads kommun och lägga ner två trummor har beräknats till 250 000 kr. Om åtgärden kommer att behöva kompletteras med muddring för att öka vattenutbytet ökar kostnaden till totalt ca 500 000.

Kostnaden per år blir ca 23 300 kr om 500 000kr fördelas på 50 år med 4% ränta.

Ett stort arbete med ca 300 meter muddrad sträcka, med en 20 meter bred och 2 meter djup ränna kostar ca 800 000-1 000 000 kr. Ett arbete som kostar 1 000 000 kr att genomföra kostar utslaget på 50 år med 4% ränta ca 46 600 kr/år.

I tabell 8 nedan anges kostnader för några planerade åtgärder i Strömstads kommun i projekt Friskare Hav för att förbättra vattenkvaliteten genom att öka vattenflödet.

Tabell 8. Kostnadsberäkning för några åtgärder inom projekt friskare hav för att förbättra vattenkvalitén i havet i Strömstads kommun ¹⁴.

Objekt	Typ av åtgärd	Tidsplan år	Beräknad kostnad, kr
Gullnäsholmen	Kustzon, vägbank muddring	2000	250 000+ 250 000
Vanarna	Muddring, kanal	2000	800 000
Valöbron	Muddring, vägbank	2000-2001	2 000 000
Tjärnö- Killingholmen	Muddring, vägbank	2000-2001	100 000
Killingholmen -Lindholmen	Muddring, vägbank	2000-2001	400 000

¹⁴ Jan Ehrling Olsson, Strömstads kommun, Skriftliga uppgifter.

Slutsats

Årskostnaden för att skörda alger i algtäckta vikar i Strömstads kommun är ca 660 000 kr. Algskörd skulle idag inte kunna bära sina egna kostnader utan det skulle behövas statliga bidrag för att skörda alger. En viss effektivitetsvinst skulle troligtvis kunna göras vid en samordning med strandstädningen, men ett tillskott av pengar krävs.

Effekterna av algskörd och användning av alger behöver studeras vidare för att kunna bedöma om det är samhällsekonomiskt lönsamt med algskörd. Om vidare studier visar att algskörd ökar rekryteringen av rödspotta råder det inga tvivel om att algskörden är en samhällsekonomiskt lönsam åtgärd för att restaurera grundområden som drabbas av fintrådiga alger.

Användning av fintrådiga alger i papperstillverkning och inom läkemedelsindustrin verkar lovande, men ytterligare undersökning behövs. Ett annat bra sätt att använda algerna är som gödnings/jordförbättringsmedel i parker, på campingplatser eller på golfbanor. Detta skulle vara ett bra sätt att få avsättning för algerna men blir knappast ekonomiskt lönsamt.

Eftersom det ännu inte går att visa på en samhällsekonomisk lönsamhet eller ekonomiska vinster från användning av algerna skulle det behövas ett ekonomiskt bidrag för att skörda alger.

Källförteckning

Haamer, J., Holm, A-S., Edebo, L., Lindahl, O., Norén, F., Hernroth, B., 1999. Strategisk musselodling för att skapa kretslopp och balans i ekosystemet- kunskapsöversikt och förslag till åtgärder. Fiskeriverkets rapport 1999:6.

Jönsson, B. 2001. Teknisk rapport för algskördare och skörd, under perioden 1997-2000. EU-life-algae projektet (in prep.)

Karlson, B., Håkansson, B., Sjöberg, B. (editors), 2001. The Skagerrak- environmental state and monitoring prospects. The Forum Skagerrak project. ISBN 91-89507-04-5.

Lindahl, S. 1999 "EU-life Algae (TD9) Analys av vägbankars påverkan på cirkulationen i grunda vattenområden" SMHI rapport.

Melin, Y. 2000. "Alternativ användning av marina makroalger" EU-life-algae projektet (in prep.)

Naturvårdsverket, 1999. Lathund för konsekvensutredningar. ISBN: 91-620-4959-3.

Oscarsson, H., Lann, H. 2000. Hur man minskar näringstillförseln till Skagerrak. Länsstyrelsen i Västra Götaland 2000:16.

Pihl, L., Svensson, A., Moksnes, P-O., 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, Leif. 2001. Effekter av fintrådiga alger på rekrytering av rödspotta- en numerisk modell. EU-life-algae projektet (in prep.)

Pihl, L. Biologisk undersökning av grunda havsvikar- effekter av fintrådiga alger och skörd. EU-life-algae projektet (in prep.).

Stigebrandt, A., Eiolola, K. Modelling filamentous algae mats in shallow bays. EU-life-algae projektet (in prep.)

Övriga uppgifter:

Edman Peter, lantbruksenheten på Länsstyrelsen i Västra Götaland

Feskarbröderna på Frölunda Torg

Hansson Alf, Bohusfrakt

Havelius Cathrine, Borgholms kommun

Jönsson Benno, Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium

Kindlätt Roland, driftingenjör, reningsverket i Strömstad

Linné Marita, Bio Mil AB

Nilsson Per, Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium

Ohlsson Jan Erling, Miljöförvaltningen Strömstad kommun

Pihl, Leif Uppgifter om algtäckningsgrad i vikarna utanför Bohuskusten

Strömstads Plåt och Marin AB

Svensson Anders, Kristinebergs Marina Forskningsstation

Svenland Curt, Projekt Våtmarker.

Thuresson Bo, kretsloppsavdelningen, Strömstad

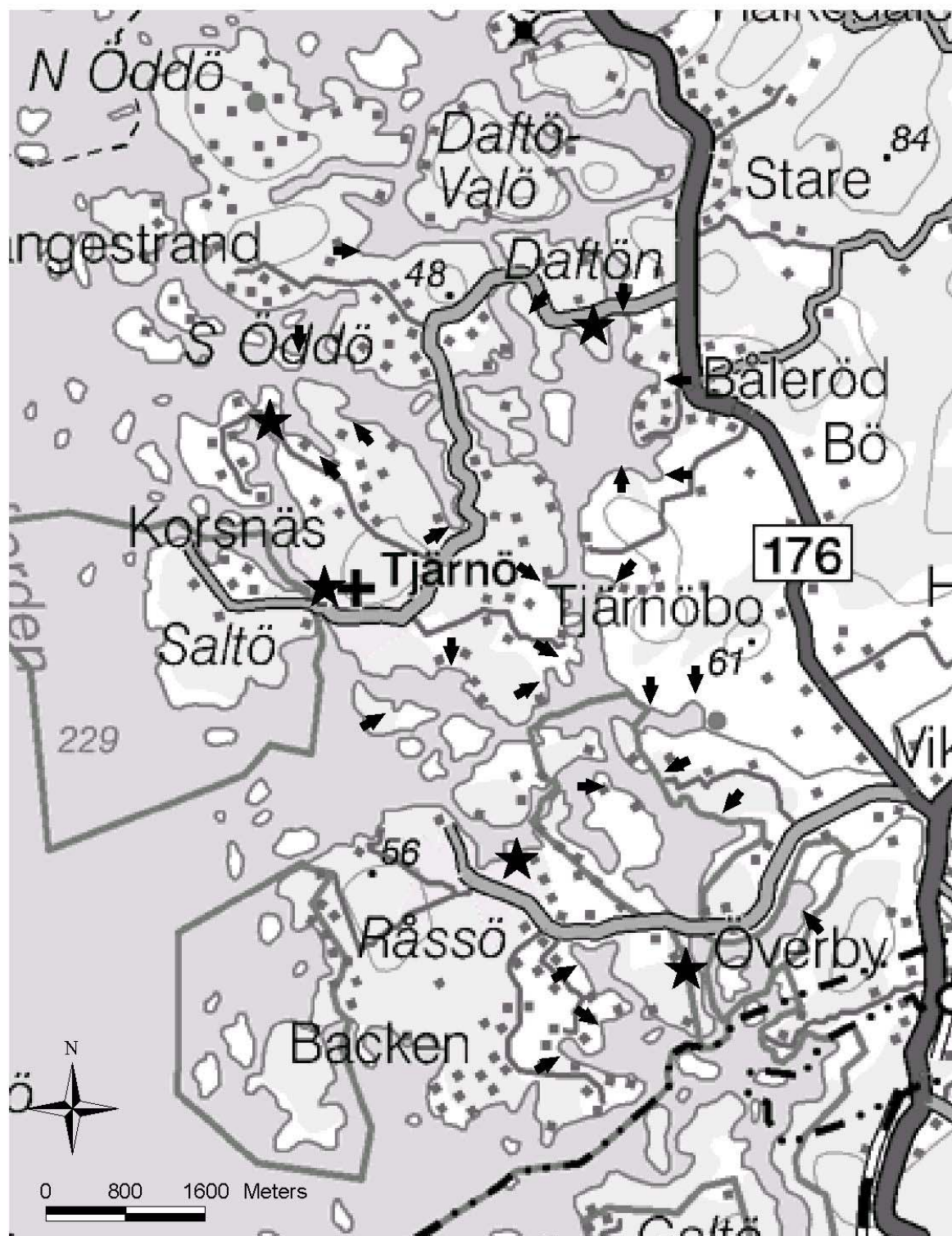
BILAGA 1- Beräknad tillgänglig mängd alger att skörda i Strömstads kommun.

Tabell 9. Beräknad tillgänglig mängd alger att skörda i vikar i Strömstads kommun som i genomsnitt under perioden 94- 99 har haft mer än en 60%-ig täckningsgrad.

Strömstad kommun vik nr ¹⁵	algtäckningsgrad, %	Medelyta ha	Medelalgbiomassa i torrsvikt, kg/ha	Torrsvikt ton/vik	Vätvikt ton/vik
408	0,96	2	770	1,5	12,3
435	0,93	2	770	1,4	11,9
416	0,92	2	770	1,4	11,8
432	0,91	2	770	1,4	11,7
423	0,9	2	770	1,4	11,6
434	0,9	2	770	1,4	11,6
410	0,89	2	770	1,4	11,4
421b	0,87	2	770	1,3	11,2
414	0,85	2	770	1,3	10,9
467b	0,85	2	770	1,3	10,9
438	0,82	2	770	1,3	10,5
420c	0,79	2	770	1,2	10,1
420a	0,76	2	770	1,2	9,8
420	0,6	2	770	0,9	7,7
433	0,73	2	770	1,1	9,4
394	0,73	2	770	1,1	9,4
419	0,71	2	770	1,1	9,1
486c	0,7	2	770	1,1	9,0
446b	0,7	2	770	1,1	9,0
440a	0,69	2	770	1,1	8,9
440b	0,68	2	770	1,0	8,7
417	0,68	2	770	1,0	8,7
407	0,65	2	770	1,0	8,3
439b	0,65	2	770	1,0	8,3
464c	0,64	2	770	1,0	8,2
443	0,62	2	770	1,0	8,0
446	0,61	2	770	0,9	7,8
420d	0,61	1,6	770	0,8	6,3
418	0,6	2	770	0,9	7,7
420b	0,6	0,75	770	0,3	2,9
Total algmängd/säsong:				34,0	283,0
80% av algmängd/säsong:				27,2	226,4
Skörd 2 gånger/säsong, total algmängd:				54,3	452,8

¹⁵ Viknummer och algtäckningsgrad, uppgifter från Leif Pihl vid Kristinebergs Marina Forskningsstation.

BILAGA 2- Karta



Figur Svarta pilar pekar på de vikar som under perioden 1994- 1999 haft en algtäckningsgrad på mer än 60 procent i Strömstads kommun. Stjärnor anger var det finns potentiella avlastningshamnar för containrar med alger.

BILAGA 3- Avstånd och transporttid

Tabell 10.

Avstånd och transporttid mellan några potentiella skördevikar och eventuella upptagningsplatser i Strömstads kommun, då hastigheten är 5 knop.

vik nr ¹⁶	Upptagnings-plats	Avstånd km	Transport-tid, min.	Tur och retur i minuter
408	Valö	2	13	26
435	Lindholmen	2,75	18	36
416	Killingholmen	2	13	26
432	Lindholmen	0,25	2	3
434	Lindholmen	1,25	8	16
410	Valö	2	13	26
421b	Tjärnö	2,25	15	29
414	Killingholmen	3	19	39
467b	Daftö	9,5	62	123
438	Daftö	1,5	10	19
420c	Tjärnö	3,5	23	45
420a	Tjärnö	4,5	29	58
alt. 420a	Daftö	3,5	23	45
433	Lindholmen	0,75	5	10
394	Valö	0,75	5	10
419	Tjärnö	5	32	65
440a	Daftö	0,25	2	3
440b	Daftö	0,5	3	6
417	Killingholmen	2	13	26
407	Valö	2,5	16	32
439b	Daftö	2	13	26
443	Daftö	2	13	26
446	Daftö	3,5	23	45
420d	Tjärnö	4,5	?	58
418	Tjärnö	4,5	29	58
420b	Tjärnö	3,25	21	42
Genomsnittlig transporttid i minuter				31

¹⁶ Viknummer inkl. position, uppgift från Leif Pihl vid Kristinebergs Marina Forskningsstation.

BILAGA 4- Kostnadsberäkning för algskörd med en ny modifierad prototyp

Kostnader	
Arbetskraftskostnad per person/mån	30 000,00
Kostnad per skördemaskin	1 000 000,00
Kostnad för präm och ev containrar	150 000,00
Kostnad tömning av container per ton	150,00
Drift och underhåll	7 500,00
Förvaring/uppställning	2 250,00

Antaganden	
Antal maskiner	1
Antal prämar	1
Antal manmånader personal	6
Antal skördade ton alger - våtvikt	351
Räntesats, r	4%
Maskinens livslängd, n	10

Totalkostnad per år enligt ovanstående antagande	384 185
---	----------------

Annuitetsmetoden används

$(\text{maskin} + \text{präm}) \times (1/(1-(1+r)^{-n})) + \text{arbetskraftskostnaden} + \text{drift och underhåll} + \text{förvaring} + (\text{kostnad tömning} \times \text{antalet ton})$

Näringsinnehåll per ton/ts	
Kg kväve per ton/ts	16
Kg fosfor per ton/ts	2
Kg kalium per ton/ts	18

Kostnad per kg alger - avpressad våtvikt	1
Kostnad per kg alger - torrsvikt	9
Kostnad per ton alger - torrsbstans	9 121
Kostnad per kg kväve	570
Kostnad per kg fosfor	4 561
Kostnad per kg kalium	507

BILAGA 5- Antagande till grund för schablonkostnader.

Musselodling

Närsaltsinnehåll i musslor: 1,1 % kväve, 0,07% fosfor (Haamer, 1999)

Totalkostnad för musselodling: 3kr/kg musslor (Haamer, 1999)

Mängd skördade musslor för att få upp 1 kg kväve: 91kg

Mängd skördade musslor för att få upp 1 kg fosfor: 1 428kg

Kostnad för att få upp 1 kg kväve= 273kr

Kostnad för att få upp 1 kg fosfor= 4 284 kr

Våtmark

Inom projekt Våtmarker och Skyddszoner har det anlagts 50 stycken våtmarker i Gullmarns avrinningsområde i kommunerna Färgelanda, Dals Ed och Munkedal. Den årliga genomsnittliga totalkostnaden på 20 års sikt ligger på 16 000kr¹⁷. Kostnaden har beräknats mha annuitetsmetoden (ränta på 4% och amortering konstant under investeringens livslängd). Tiden 20 år har valts eftersom markägaravtalen löper på 20 år. Årlig driftskostnad ingår med en schablon om 1000 kronor/år. Den årliga genomsnittliga totalkostnaden per kilo kvarhållet kväve är ca 100kr. Den årliga genomsnittliga totalkostnaden per kilo kvarhållet fosfor är ca 1 300kr. Kostnaden för kväve och fosfor är ett medelvärde beräknat för de 50 anlagda våtmarkerna i Gullmarns avrinningsområde.

¹⁷ Curt Svenland, projekt våtmarker, tabellsammanställning över kostnader i projektet.

Enskilda avlopp

Anslutningskostnad till VA-nätet: 68 000kr

Avskrivningstid: 30 år med 4 % ränta

Antal personer per hushåll: 3 stycken

Närsaltsbidrag per person: 4,9 kg kväve/år, 0,8 kg fosfor/år

Reningsgrad VA-nätet: 62% rening av kväve, 98% rening av fosfor¹⁸.

Reningsgrad av olika typer av enskilda avlopp:

- enbart slamavskiljare antas ha 15%-ig rening av kväve och fosfor
- slamavskiljare och markbädd antas ha en 25%-ig rening av kväve och 50%-ig rening av fosfor
- slamavskiljare och infiltration antas ha en kväverening på 30% och 95% fosfor

Reningsverk

Det är svårt att ange någon schablonkostnad eftersom kostnaderna för reningsåtgärder skiljer sig mycket för olika reningsverk. Marginalkostnaden för ökad kväverening ligger ofta på mellan 50 och 200 kr/kg kväve. Marginalkostnaden för ökad fosforering kan ligga på mellan 50 och tusentals kronor/kg fosfor. Som regel gäller att det oftast är dyrare att öka reningsgraden ju mindre reningsverken är. För Ryaverken innebar den förbättrade kvävereningen en kostnad på 136 kr/kg kväve.

¹⁸ Roland Kindslätt, drifingenjör på Österröd reningsverk i Strömstad, muntlig uppgift.

BILAGA 6- Kostnader för algskörd på Åland

Inledning

Inom ramen för EU-life alger valdes 3 vikar ut för att skörda alger i, men i brist på alger har endast skörd bedrivits i Eckerö Torp och Hindersbengtsviken. Hindersbengtsviken är exponerad, har sandstrand och ligger 4 mil från Mariehamn. På Åland valdes vikar ut där det drev in alger till skillnad från Sverige där vikar med produktion av alger valdes ut.

Ett stort problem på Åland har varit den mycket ojämna och ovissa mängden av alger. Ett annat problem är vassen som breder ut sig vilket gör att den fria sandytan blir mindre för varje år.

Det är Ålands landskapsstyrelse som haft ansvaret att övervaka när det är dags att skörda. De har varit ute ca 3 timmar/gång en till ett par gånger/vecka. Skörden sköter ett företag om. Om det inte skördas med en gång finns stor risk att algerna blåser ut från stranden igen. När algerna blåser ut är risken stor att yrkesfiskare får alger i trålen. Åren 1996 och 1997 var det mycket stora problem med algmattor som breddade ut sig med dålig lukt och fiskdöd som följd. Fritidsbåtar hade svårt att ta sig fram och det gick inte att bada. År 1998 var målsättningen att alger skulle skördas mha oljefartyg som skulle veva in alger mha trissor, men detta år förekom inga sammanhängande algmattor. Algerna fick istället skördas med handredskap som kratta och landvad. År 2000 var förekomsten av alger liten vilket istället ledde till en strandrestaurering för att på så sätt få upp alger som inlagrats i sedimentet. Nedan finns uppgifter över kostnader för algskörd för åren 1998- 2000.

Algskörd

Det långsiktiga målet med algskörd har varit att alla skall vara med och delta i att skörda alger för att förbättra miljön¹⁹. Om varje person tar upp 2-3 skottkärrellass, ca 2m³, med alger/år så bidrar de till att minska tillskottet av näring till Östersjön. Tanken är också att de som skördar själva skall kompostera algerna, så de får egen jord.

År 1998

Sommaren 1998 skördades totalt 110 m³ alger i våtmassa i Eckerö Torps viken samt Hindersbengtsviken till en kostnad av totalt 35 000mark.

Eckerö Torpsviken 1998

Algskörd: 10 m³

¹⁹ Carl Storå, Ålands landskapsstyrelse, personlig kommentar.

Redskap: Slamsugning. Det gick bra eftersom det var rätt typ alger, mer vätska än alger.

Transportkostnad: 2000- 3000mark.

Sträcka till närmsta lagringsplats: 1 km.

Hindersbengtsviken 1998

Algskörd: 100 m³

Redskap: Krattor

Tidsåtgång: 6 timmar för 18 personer dvs 108 timmar.

Personer som deltog: 18 stycken. De deltog frivilligt dvs utan lön men fick mat och transporter betalda av projektet som också tillhandahöll redskap.

Sträcka till närmsta lagringsplats: 8km (privat kompost).

Ekonomiska värden av att få upp algerna:

Det finns en turistorganisation i Degersand i närheten av Skeppsvik med café, husvagnsplatser längs en strand. Turistorganisationen har själva skördat alger för att algproblemen inte skall hindra badgäster från att komma. En uppskattning är att det rör sig om 2 stycken lastbilslass per säsong. Eftersom de har semesterstängt under denna del av året har det inte gått att få fram några uppgifter om kostnader för detta.

År 1999

Algskörd: 40 m³ våtmassa alger i

Hindersbengtsviken

Kostnad: 20 000 mark

Personer som deltog i algskörden: 14 st. Frivilliga dvs utan lön men fick mat och transporter betalda av projektet som också tillhandahöll redskap.

Redskap: Krattor

Tidsåtgång: 6 timmar för 14 personer dvs 84 timmar.

År 2000

Sommaren 2000 fanns det inga alger att skörda i de utvalda vikarna. Därför gjordes istället en strandrestaurering i Hindersbengtsviken med syfte att rensa sanden från alger som lagrats in i denna.

Algskörd: 70 m³ våtmassa alger.

Kostnad: 30 000 mark, vilket motsvarar ca 40 000 kr.

I kostnaden ingår förutom strandrestaureringen, ca 2/3 av kostnaden, även inspektion, resor, upptag och borttransport till komposteringsplats. Efterkompostering tillkommer om ca 5000 mark.

Totalkostnad för algskörd : 35 000 mark.

Tidsåtgång för restaurering av strand inkl skörd:

Det tog ca 4 dagar att restaurera stranden för en person varav 2 dagar gick åt för att samla upp den organiska massan med hjälp av grävska.

Bandtraktor användes sedan för borttransport av algerna till kompostering.

Användning av algerna

Målet är att den som skördar algerna skall kunna använda dem som eget jordförbättringsmedel.

En ekologisk odlare använder alger som jordförbättringsmedel. Han odlar purjolök med gott resultat.

Trålning- extra tidsåtgång pga alger

Det krävs stor försiktighet och erfarenhet för att kunna tråla i vikar med alger pga att risken är stor att spräcka trålen. På Åland är det endast en fiskebåt som klarar av att tråla i Hindersbengtsviken. Fisket är efter strömning och skarpsill. På hösten är det ett mer omfattande arbete med att få bort alger från trålen pga väder och vind än på våren.

Bemannning på båt: 2 personer.

Vår: De första 10 gångerna som trålas är det problem med alger i trålen som får spolas rent.

Extraarbetet uppskattas till 1,5 till 2 timmar per gång, dvs totalt ca 20 timmar/ vår.

Höst: De första 15 gångerna är det problem med alger i trålen som man får spola rent. Extra arbetet uppskattas till 1,5 till 2 timmar per gång, dvs totalt ca 30 timmar/ höst.

Totalt år 2000: Extra tidsåtgång pga alger vid trålning ligger på ca 100 timmar.

Diskussion

Eftersom algutgången är mycket oviss och ojämn samt att det förekommer olika arter som skördas på olika sätt är det inte aktuellt att köpa in någon skördemaskin på Åland. Istället menar Landskapsstyrelsen att det vore bra om så många som möjligt av allmänheten hjälpte till att skörda och använde sin del till jordförbättringsmedel, om inte tungmetallanalyser visar något annat. För att lyckas med detta krävs det ekonomiskt stöd till information till allmänheten om algerna och hur de skall gå till väga vid algskörd samt ekonomiskt bidrag till redskap.

Enligt Carl Storå på Ålands Landskapsstyrelse är det 5- 6 vikar för hela Åland som är aktuella för skörd. De redskap som rekommenderas är kratta kompletterat med landvad för att koncentrera algerna. Det är lättast att skörda i september pga att stormar som för in algerna mot land.

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 an-vändning 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

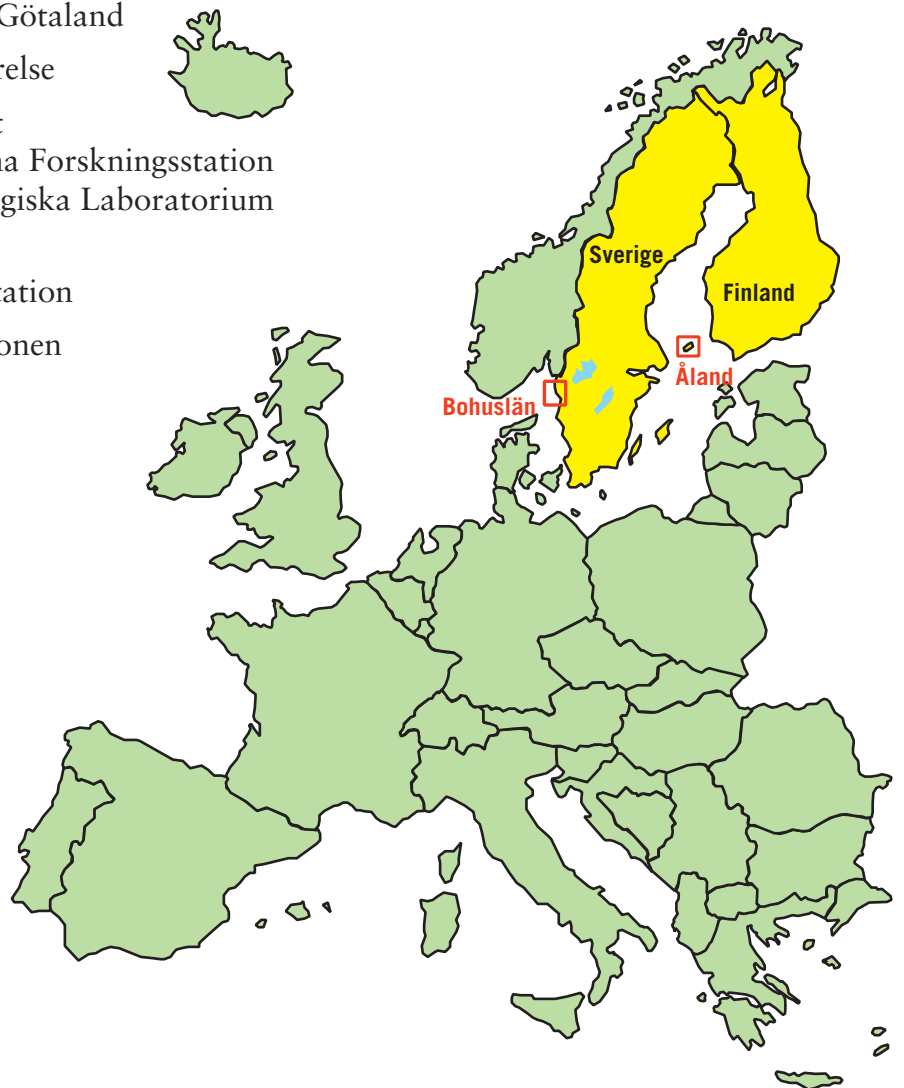
Husö Biologiska Station

Västra Götalandsregionen

Strömstads Kommun

Fiskeriverket

Vägverket



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALAND
ISSN 1403-168X
Rapport 2001:42