



Biogas - nya substrat från havet

Makroalger och vass i Kalmar län och på Gotland



En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Allmän uppdragsinformation	4
1.3	Uppdragets syfte och målsättning	5
2	Metodik	6
2.1	Litteratur och tidigare inventeringar	6
2.2	GIS och flygbilder	6
2.3	Fältinventeringar och muntlig kunskap	6
2.4	Odling av makroalger	7
3	EU life algae	7
3.1	Problembeskrivning	7
3.2	Åtgärder	8
3.3	Användningsområden	8
4	Naturgeografi	10
4.1	Kalmar län	10
4.2	Gotland	11
5	Makroalger	12
5.1	Förekomst och artsammansättning	12
5.2	Bärgningsteknik	13
5.3	Mängder	15
5.4	Biogasutbyte	18
6	Vass	20
6.1	Skörd	21
6.2	Mängder	22
6.3	Biogasutbyte	31
7	Odling av makroalger	32
8	Kunskapsluckor	33
8.1	Fältarbete och teknikutveckling	33
8.2	Biogasutbyte och biogasekonomi samt energibalans	33
8.3	Algodling	33
9	Referenslista	34
9.1	Litteratur	34
9.2	Muntliga källor	34
9.3	Internet	35

1 Inledning

Projektet "Biogas – nya substrat från havet" har initierats av Kalmar läns regionförbund med syfte att öka kunskapen kring bärgning/skörd av makroalger och vass och dess biogasspotential i områdena Kalmar län och Gotland.

Denna rapport presenterar, på ett översiktligt plan, volymer och potential för biogasproduktion av makroalger och vass i Kalmar län och Gotland. Rapporten är även framåtsyftande, vilket innebär att förslag på kommande utredningar föreslås och hur kunskapsluckorna ska kunna fyllas.

1.1 Bakgrund

Regionförbundet är en politiskt styrd organisation som arbetar med tillväxt- och utvecklingsfrågor i Kalmar län. Organisationen är offentligt finansierad och ägs av länets 12 kommuner samt landstinget. Målgrupperna är offentliga aktörer, näringslivet, ideell verksamhet och länsinvånarna. Regionförbundet erbjuder nätverk, samordning och ekonomiskt stöd för att uppnå konkreta mål som gagnar den regionala utvecklingen. Genom ett snabbt och flexibelt arbetssätt utvecklar vi nya metoder för samarbete mellan olika aktörer, både regionalt, nationellt och internationellt. Regionförbundet är en samlande kraft för regional utveckling.

Regionförbundet leder projektet "Biogas – nya substrat från havet", vilket delfinansieras från den Regionala fonden för Småland och öarna. Mer information om projektet, inkl. en grundläggande kunskapssammanställning, finns att tillgå på www.rfkl.se/biogas-hav.

1.2 Allmän uppdragsinformation

Denna rapport baseras på förfrågningsunderlaget "Volymer och potential för biogasproduktion av makroalger och vass i Kalmar län, Öland och Gotland". Offerten omfattar de frågeställningar som återfinns i förfrågningsunderlaget. Utredningen ska sedan användas som en del i beslutsunderlaget för projektets inriktning år 2011.

1.3 Uppdragets syfte och målsättning

Uppdraget är indelat i 4 delar, i enlighet med frågeställningarna nedan:

1. En sammanställning av för projektet relevant kunskap från EU Life algae
2. En beskrivning och en beräkning av bruttomängden av makroalger och vass som finns inom Kalmar läns kust och kusterna runt Öland och Gotland
3. Utifrån punkt 2 en beräkning av substratens biogaspotential
4. En bedömning av de biologiska förutsättningarna för odling av makroalger för biogasproduktion

Nedan beskrivs mer detaljerat uppdragets målsättning.

1.3.1 Makroalger

- En beskrivning och en beräkning av bruttomängden makroalger inom projektområdet.
- Vilken typ av alger som avses, var de återfinns och hur de skulle kunna tas om hand med hänsyn till bl.a. växtsätt. Beräkningarna ska redovisa vilka bruttomängder makroalger (kg TS) som är möjliga att skörda.
- Finns det biologiska förutsättningar att odla någon slags makroalg inom projektområdet för biogasproduktion? Vilken tillväxt kan man förvänta sig? Finns det någon känd metod som är lämplig?

1.3.2 Vass

- En beskrivning och en beräkning av bruttomängden vass inom projektområdet. I beskrivningsdelen framgå var vassen återfinns (habitat) och hur den skulle kunna tas om hand
- Beräkningarna ska redovisa vilka bruttomängder vass (kg TS) som är möjliga att skörda. Med bruttomängd avses i detta sammanhang den mängd vass som tekniskt och praktiskt skulle vara möjligt att skörda utan hänsyn till företagsekonomiska, miljömässiga eller juridiska begränsningar
- Beräkningarna ska baseras på befintlig kunskap (teoretisk och/eller praktisk) Skördeförutsättningarna ska belysas för en tioårsperiod

2 Metodik

2.1 Litteratur och tidigare inventeringar

För att sammanställa relevant kunskap från projektet EU Life algae och annan forskning/utveckling har litteraturstudier och informationssökning gjorts via universitetens forskningsdatabaser och via internet. Data från de olika inventeringar av vassförekomst i Kalmar län och annorstädes har också använts. Kalmar och Mönsterås kommun disponerar exempelvis över vasskartor som är gjorda i vassbekämpningssyfte.

År 1969 gjorde Planverket (nuvarande Boverket) en kartläggning av olika strandtyper över hela Sveriges kustlinje. Kusten delades in i nio olika typer och resultatet är digitaliserat. Centrum för bildanalys gjorde 2003 en nationell kartering av strandtyper utifrån satellitdata. Dessa typer av data kan på olika sätt nyttjas i projektet.

2.2 GIS och flygbilder

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) har ett projekt vid namn NILS. Syftet med projektet är att studera förändringar i landskapet och vass är där en parameter. Information från detta projekt kommer att användas. I viss mån kommer befintliga flygbilder att nyttjas, beroende på när de är tagna och om det går att urskilja vassförekomst. De större sammanhängande vassarealerna utefter Kalmar läns kustlinje kommer att digitaliseras i ArcGIS. När det gäller inventering av makroalger har inte flygbilder kunnat användas.

2.3 Fältinventeringar och muntlig kunskap

Entreprenörer som slår vass, skördar alger och de olika kommunernas miljöförvaltningar har också bidragit med värdefull kunskap. LOVA-projektet¹ som pågår parallellt med detta projekt har bidragit med relevant fältkunskap och aktuella data gällande bl a skördemängder av både vass och alger.

Uppgifter om alger bygger på uppskattningar, tidigare beräkningar samt erfarenheter från campingägare och entreprenörer som regelbundet samlar in alger från strand.

¹ Regeringen har under 2009 beslutat om ett nytt bidrag i syfte att minska mängderna kväve och fosfor i Östersjön och Västerhavet. Det kallas för LOVA, vilket står för lokala vattenvårdsprojekt. Syftet är att få fram åtgärder som förbättrar havsmiljön, i första hand genom att minska belastningen av främst kväve och fosfor men även miljögifter. Kalmar och Mönsterås kommuner har erhållit LOVA-pengar för ett projekt vid namn: Skörd av alger, vass och musslor som pågår parallellt med projektet: Biogas - Nya substrat från havet.

2.4 Odling av makroalger

Vid bedömning av de biologiska förutsättningarna för att odla makroalger används nypublicerad litteratur på området.

3 EU life algae

EU Life Algae var ett EU-finansierat projekt med syfte att komma tillrätta med de miljöproblem längs Europas kuster som beror på övergödning orsakad av människans utsläpp av näringsämnen till havet.

I projektet, som fokuserat på Sveriges västkust, har ett antal utredningar gjorts och rapporter skrivits. De rapporter som är av intresse för detta projekt "Volympotential för biogasproduktion av makroalger och vass i Kalmar län, Öland och Gotland" sammanfattas nedan i detta kapitel.

Titlar och författare till de rapporter som utgör en del av projektet går att finna under länken:

<http://www5.o.lst.se/projekt/eulife-algae/SVENSK/projektet3.htm>. En del av rapporterna går även att ladda hem härifrån.

3.1 Problembeskrivning

Den övergripande problematiken med övergödningen är att den de senaste 20 åren har gett upphov till en kraftig tillväxt av fintrådiga alger. Alg tillväxten och problemen med övergödningen har visat sig vara som störst i havsvikar med dåligt vattenutbyte.

De fintrådiga algerna sprider ut sig över stora kustnära områden och konkurrerar ut långlivade tångarter och ålgräs. När dessa konkurreras ut försämras biodiversiteten bland annat eftersom viktiga uppväxtmiljöer för fiskarter som exempelvis torsk, rödspätta, abborre och gädda försvinner. Det i sin tur påverkar fåglarnas källor till mat.

Algernas ökade utbredning hindrar fiske, bad- och båtliv, vilket gör att förutsättningarna för yrkesfiske och friluftsliv i de kustnära vattnen försämras.

3.2 Åtgärder

Det räcker inte att enbart minska tillförseln av näringsämnen till havet för att komma tillrätta med problemen. Långsiktiga åtgärder för att minska näringstillförseln måste kombineras med åtgärder som ökar vattenutbytet i de grunda havsvikarna samtidigt som algmattorna förs bort och tas omhand på något sätt.

3.2.1 Bärning av alger

Under projektets gång har en metod för att skörda alger successivt utvecklats och testats. Resultatet är en prototyp till algskördare som kan ta upp flytande alger i vikar med ett vattendjup större än 30 cm. För alger som täcker stora vattenområden som är grundare än 30 cm krävs skördare som bygger på amfibieteknik.

Genom att skörda algerna kan följande uppnås:

- Algernas möjlighet till tillväxt begränsas
- Luktolägenheter minskar
- Förrådet av näringsämnen i sedimenten töms
- Kväve och fosfor tas upp ur havet
- Möjligheten för växter att etablera sig på stranden minskar

Gjorda modellstudier visar att algskörd i algernas tillväxtfas kraftigt kan hämma algernas fortsatta tillväxtmöjligheter. Fältstudier på Åland visar att algskörd också kan orsaka ökad tillväxt, troligtvis på grund av att konkurrensen om näring och ljus minskar. Det krävs dock därför ytterligare studier för att förstå hur och när en effektiv algskörd ska genomföras.

Vid skörden följer många andra organismer med algerna upp, vilket är till nackdel för faunan inom skördeområdet. Genom att välja rätt tid för skörden kan de oönskade "bifångsterna" troligen minimeras. Skördas alger i stor skala bör hänsyn också tas till andra biologiska faktorer.

3.3 Användningsområden

Projektet har även tittat på hur en eventuell algskörd skulle kunna tas om hand. Bland annat har man tittat på om algerna kan användas som gödningsmedel på åkermarker, som råvara vid framställning av biogas och produktion av pappersmassa.

För att algerna ska kunna användas måste problem med lagring, näringsläckage och lukt lösas.

3.3.1 **Gödning- och jordförbättringsmedel**

Försök visar att alger innehåller en sammansättning av näringsämnen som skulle kunna användas som gödnings- och jordförbättringsmedel på väggrenar, odlingar i parker och för vissa grödor som selleri, rödbetor och vitkål. Däremot ger de inte alls ger tillfredställande resultat som gödnings- och jordförbättringsmedel för höstvetete. På grund av sitt låga kväve- och fosforinnehåll måste algerna kompletteras med andra gödnings- och jordförbättringsmedel. Om stora mängder alger kommer att användas som gödnings- och jordförbättringsmedel kan dess innehåll av kadmium, nickel, krom och bly orsaka problem.

3.3.2 **Biogasproduktion**

Eventuellt skulle algerna kunna rötas och på så sätt producera biogas och biogödsel. Tyvärr visar biogASFörsök att alger inte lämpar sig för monorötning. Om de däremot blandas med andra material kan biogasutbytet från algerna förbättras.

Rötningsförsök visar dock att biogasutbytet inte förbättras vid samrötning med hushållssopor. Medan hästgödsel och alger visade sig vara en kombination där biogasutbytet ökade jämfört med när de båda rötas var för sig. För att hitta fler substrat som lämpar sig för samrötning med alger efterlyser projektet fler studier inom området.

Om stora mängder alger kommer att rötas kan dess innehåll av kadmium, nickel, krom och bly orsaka problem både under rötningen och vid spridning av den kvarstående biogödseln.

4 Naturgeografi

4.1 Kalmar län

I de norra delarna av Kalmar län ligger urbergsskärgården, i söder moränsskärgården och däremellan finns öar uppbyggda av sandsten. Kusten är i de norra delarna finflikig och inslaget av hårda bottnar är och här finns bältesbildande samhällen av blåstång, som är mer anpassad till exponerade förhållanden. I de norra delarna av länet är också höjdskillnaderna stora, jämfört med de mer flacka områdena söderut. I flera av vikarna finns en tröskel nära mynningen som förhindrar ett bra vattenutbyte mellan de inre, djupare delarna av vikarna och det öppna havet, något som gör vikarna extra känsliga för olika typer av föroreningar och närsalter. I några av dessa skyddade områden breder vassen ut sig och tillväxten är förhållandevis hög.

I Kalmarsund, söder om Oskarshamn, utgörs de kustnära områdena främst av grunda mjukbottnar med dess speciella flora och fauna. Skärgården i dessa delar av länet är betydligt flackare och ligger i anslutning till jordbruksmark varifrån växtnäringsämnen som kväve och fosfor utlakas i mer eller mindre stor utsträckning. De grunda mjukbottnarna är generellt en av de miljöer som först påverkas av övergödningen och en effekt är en ökad produktion av bl a vass. Förutom övergödningen har även ett minskat bete och slättertryck och, i sjöar, en ökad reglering, bidragit till en ökad utbredning av vass (Pålsson).

Varje kusttyp har dock sina förutsättningar och ger upphov till en mängd olika havsekosystem. Det innebär att sammansättningen av växt- och djurarter varierar utmed länets kust.

4.1.1 Öland

Trots det korta avståndet, på ett ställe bara några kilometer, skiljer sig det öländska landskapet markant från landskapet på fastlandet. På den sydöstra sidan av Öland finns grunda, hårda bottnar och på den nordöstra återfinns kilometerlånga sandstränder med dynområden och flygsandsfält. Den nordvästra delen domineras av en låg klintkust med strandvallar, även här finns sandområdena bevuxna med gamla tallskogar. Vid Ölands norra udde finns den 640 ha stora Grankullaviken som skiljer sig från övriga Ölands kuststräcka och främst liknar en skärgårdsvik med mjuk botten och högre vattenväxter (www.cyklapaoland.se). I denna vik är också utbredningen av vass relativt stor.

Västra kusten präglas av karga och mycket steniga förhållanden som gör vassetablering svår och stränderna norr om Hagudden är mycket vegetationsfattiga på grund av det exponerade läget. På

strandvallarna växer en gles, torr gräsmarksflora med växter som fårsvingel, tulkört och mattfibbla (www.lansstyrelsen.vattenmyndigheten.se).

4.2 Gotland

Gotland utgörs av en kalkstensplatå med en uppskjutande klint som sträcker sig cirka 60 kilometer längs västra kusten – från Tofta söder om Visby till Hallshuk i norr. I sina mellersta och norra delar är klinten 25–50 meter hög och stupar brant mot en smal strandremsa. Stråk med lägre klintkuster, ofta med anslutande raukfält, finns också på Fårö, nordöstra Gotland, Östergarnslandet, Hoburgen samt Karlsöarna. Längst i söder möter Storsudrets vidsträckta beteslandskap med alvarmarker och långa stenmurar. Den östra kusten är sedan låg och flikig och kännetecknas av en mosaik av strandängar, klapperstensstränder och sandvikar. Strandängen är den i särklass vanligaste strandtypen på Gotland. Mellan Slite och östra inloppet till Fårösund finns antydning till en skärgård (Nordström, 2003). De exponerade stränderna och den speciella strandtypen gör utbredning av vass ovanlig.

5 Makroalger

5.1 Förekomst och artsammansättning

Makroalger är flercelliga organismer och delas vanligtvis in i grön-, brun- och rödalger. Algerna har inga rötter utan små fästorgan som gör att de kan sitta kvar på en sten eller andra alger och växter. I gruppen brunalger finns bland annat blåstång och sågtång som är fleråriga. En tångplanta kan stå kvar och fortsätta växa i bortåt två decennier, men de "röda tofsarna" vissnar och lossnar frampå eftersommaren varje år, vilket också kan observeras på strandremsor.

De snabbväxande ettåriga makroalgerna utnyttjar kortvariga förhöjda näringsnivåer. Framför allt är det två typer av alger som växer snabbt när näringsnivåerna i vattnet stiger. Det är dels de fintrådiga brunalgerna och dels vissa trådformiga rödalger som exempelvis fjäderslick. Gruppen grönalger består av förhållandevis små arter som förekommer mest på grunt vatten, men även grönalgerna trivs när näringen i vattnet ökar.

Närmast ytan vid strandlinjen förekommer normalt trådformiga grönalger och brunalger. Därefter, på ungefär 0,5 m djup avlöses de av bältesbildande, grova brunalger, som t.ex. blåstång och liknande. Nedanför dessa, ofta från 5-6 m djup eller djupare kommer ett bälte med rödalger (Löfgren & Aneer, 2007). Exempel på fastsittande alger är grönslick och brunslick, som ibland lossnar och förekommer rikligt i strandkanten eller ligger som en sörja i vattenbrynet (se bild 1).



Bild 1. Klumpar av fintrådiga alger (brunalger) från Botvaldsviken på Gotland. Foto: Peter Berglund Odhner

Längs Ölands ostkust dominerar rödalger medan blå- och sågtången har minskat dramatiskt (Engkvist, m fl. 2001). Högskolan i Kalmar gjorde år 2000 en inventering av växtligheten utanför kusten och kunde då konstatera att 90 procent av bottenarna var täckta av rödalger (Kustvatten, 2003).

5.2 Bärningsteknik

5.2.1 Från stränder

Regelbundet rensas vissa stränder i Kalmar län och på Gotland från alger av estetiska och praktiska skäl. Vanligtvis samlas alger upp i högar längs med stränderna och på vissa platser används alger som jordförbättringsmedel. På några platser tar havet tillbaka alghögarna i samband med höst- och vinterstormar.

För en effektiv bärning från stränder krävs i princip långa sammanhängande sandstränder. I Trelleborgs kommun samlas årligen in ca 2000 m³ alger från de långa sandstränderna (Davidsson & Fransson, 2007) med hjälp av hjullastare som tömmer alger på en dumper, men förutsättningarna är där mycket goda med långa bärande sandstränder (se bild 2). För att rensa stränderna används vanligtvis traktorer med gafflar eller skopor eller grävmaskiner. På Gotland har man exempelvis använt sig av hjullastare för att bärga alger. Vid Hideviken har det i år spolats iland stora mängder alger och samfälligheten som sköter stranden provade med en vanlig hjullastare med sanden var alldeles för mjuk, vilket gjorde att de var tvungna att avbryta åtgärden (Keinonen, 2010).



Bild 2. Insamling av alger från Trelleborgs kommun. Foto: Mats Berglund

Fastlandet i Kalmar län skiljer sig dock dramatiskt från Trelleborgskusten. I huvudsak är strandlinjen vegetationsbeklädd med inslag av klipp- eller stenstränder (Lindell & Philipsson, 2004). Mindre än 1 % utgörs av sandstränder. På Öland är förutsättningarna annorlunda med en betydligt större andel sand- och grusstränder där uppsamling av alger är mer gångbart.

5.2.2 Från havet

Det mesta av makroalgerna och tången samlas upp från stränderna, men Mönsterås kommun lånar ut så kallade algpumpar som möjliggör bärgning av fintrådiga alger från vattnet (Isaksson, 2010). Det har dock varit problem med dessa pumpar och de har fungerat dåligt (Isaksson, 2010). På norra delarna av Öland används även håvar som är fästade i en traktor för att samla upp fintrådiga alger från havet (Öholm, 2010). I Mönsterås kommun har även en pråm kallad Kanalgen hyrts in för att skörda algerna sommartid (www.kustmiljogruppen.org).

Den vanligaste formen av bärgning av alger från havet är dock för hand med hjälp av håvar och krattor. Det är ett mycket tidsödande och inte möjligt i någon större skala (se bild 3).



Bild 3. Algskörd vid Nyttorp i Kalmar kommun. Foto: Kerstin Isaksson

Det är sammantaget väldigt svårt att bärga alger från havet på ett effektivt sätt och det krävs en teknikutveckling för att det ska bli möjligt i någon större skala.

Om algerna ska nyttjas för energiändamål måste de även transporteras bort från strandbanken till en rötchammare. Det innebär att tillgängligheten måste vara adekvat i form av vägar som bär tyngre fordon alternativt en pråm som kan fyllas och tömmas på strategiska platser.

Beräkningarna nedan bygger på bärgning av alger och tång från stränder eftersom befintlig teknik gällande bärgning från havet fortfarande är i sin linda.

5.3 Mängder

Det är mycket svårt att uppskatta mängden alger som skulle kunna bärgas på årsbasis i Kalmar län och på Gotland eftersom årsvariationerna är så stora och att det är så temporära flöden av alger, från en dag till en annan. Om bärgning sker på veckobasis finns det därför en risk att man missar stora volymer alger. Tillförlitliga data är också svåra att få tag i eftersom det finns få systematiska och vetenskapliga

studier gjorda. På sydvästra Åland gjordes försök att bärga alger under tre år (1998-2000) genom att inventera stränderna och skörda 1-2 gånger i veckan. Totalt samlades i en mindre vik in 100 m³. Inget år och på ingen plats samlades det in mer än 200 m³/km (egna beräkningar utifrån strandens längd). Vid en campingplats vid Degersand på Åland bärgades uppskattningsvis 100-200 m³ per kilometer strand (Harlén & Zackrisson, 2001).

5.3.1 Öland

Vad gäller Öland finns det lite mer data. Från och med 1999 till slutet på 2000 genomfördes en studie av Kalmar Högskola där de på månatlig basis undersökte mängden alger (biomassa) på stranden på ett trettiotal platser. I genomsnitt spolades det iland mellan 1000-2000 ton per kilometer och år, men den största andelen återgick till havet under höst och vinter (Engkvist, m. fl. 2001). Det innebär att timing är en viktig parameter. Bärning måste ske kontinuerligt för att inte algerna ska spolats ut i havet igen eller täckas av sand.

Många av campingägare på Ölands östra och västra sida rensar stränderna från alger och tång regelbundet. Deras uppskattningar av mängderna är betydligt lägre än siffrorna som påtalas ovan, vilket kan bero på att rensning av stränderna endast sker en eller två gånger per år. Ofta samlas alger och tång upp på våren innan badsäsongen.

På den östra sidan har fyra campingägare uppskattat mängderna till mellan 100-1000 m³/km (Löttorp, Wikegård, Bödasand, Stenåsa Camping). Eftersom insamling sker på vår och sommar bör en del mängder som spolats i land på hösten och vinter återbördats till havet. Enligt uppgifter från ett antal campingägare verkar det också som att mängderna minskat de senaste åren. På västra Öland är kvantiteterna betydligt mindre, under 100 m³/km, enligt uppgifter från campingägare (Kapelludden, Saxnäs, Hagapark).

Sammantaget verkar det vara Ölands östra kust som är mest intressant för algbärning.

5.3.2 Strandtyper

Det är mycket problematiskt att bärga alger från klippiga, steniga och/eller vegetationsklädda stränder. I projektet "Nationell kartering från satellitbilder av strandtyper längs svenska havskusten" (Lindell & Philipsson 2004) och Planverkets kustinventering (1971) har Sveriges stränder indelats i fem kategorier: Klippstränder, sandstränder, grusig strand, stenig strand och övrig strand. Enligt Planverkets

inventering består 12 % av Ölands strandlinje av sand- eller grus där bärning av alger skulle kunna ske på ett effektivt sätt.

På Öland motsvarar det en sträcka på 60 km. Under förutsättning att mängden alger som spolats iland på Ölands östra kustlinje uppgår till 1500 ton/km (Engkvist, m.fl., 2001 hävdade mellan 1000-2000 ton/km)) och att 30 km lämpar sig för algbärning på den Östra sidan blir den totala mängden: 45 000 ton om bärning sker kontinuerligt.

Om den västra sidan inkluderas innebär det ytterligare 6000 m³. Med en densitet på 0,3 (Engkvist, m.fl., 2001) motsvarar det 2000 ton. Bild 4 visar alger som spolats upp på Öland.



Bild 4. Alger ilandspolade på Öland. Foto från Södra Vattenvårdsområdet

5.3.3 Kalmar län – övriga delar

Övriga delar av Kalmar län har betydligt mindre alger och stora delar av kustlinjen är vegetationsklädd (Planverket 1971), vilket försvårar bärning. Endast 2-3 % av strandlinjen är beskaffad så att en effektiv algbärning är möjlig med befintlig teknik. Kustlinjen är enligt SCB ca 3300 km inklusive öar. Det

innebär att under 100 km är av stranden skulle kunna nyttjas för bärning av alger. Många av dessa stränder är dessutom otillgängliga och korta, vilket ytterligare försvårar insamling.

Mängderna som spolas iland per år är också relativt små. Några campingägare rensar stränderna på våren, men mängderna överstiger inte 100 m³/km. Högt räknat handlar det om maximalt 200 m³/km strand under ett "normalt" år. Om densiteten är 0,3 innebär det 60 ton alger per kilometer och totalt 6000 ton per år (100 km x 60 ton). Skulle även mängden alger som ligger i vatten inkluderas blir siffrorna givetvis högre, men enligt Kerstin Isaksson (2010) som arbetar med LOVA-projektet uppges mängderna vara relativt små.

5.3.4 Gotland

På Gotland förekommer det, då och då, stora mängder alger i vissa vikar. Det finns dock inga vetenskapliga undersökningar där mätningar gjorts på ett systematiskt sätt. Om samma förutsättningar gäller på Åland innebär det att mindre än 200 m³/km kan bärgas från Gotlands stränder eller kust ett normalt år. Enligt SCB är Gotland kustlinje 973 km och under 10 % (Lindell & Philipson, 2004) består av sand- och grusstrand. Det motsvarar ca 100 km och 60 ton per kilometer ger: 6000 ton per år.

5.4 Biogasutbyte

För att uppskatta biogasutbytet från alger som spolats i land på stränder måste torrsubstans (TS) och Volatile solid (VS) bestämmas. Torrsubstansen i landspolade alger och i anslutning till stranden varierar stort, men enligt Engkvist, m.fl., (2001) ligger halvtorra alger på runt 40 %. Färska alger som precis spolats iland har en betydligt lägre TS-halt. Enligt uppgifter från EU Life algae projektet (Strömstad kommun) visar på en TS-halt på ca 12 % (Harlén & Zackrisson, 2001). Beräkningarna nedan bygger dock på en TS-halt på 40 %.

En del av de algprover som samlats in har glödgats för att bestämma VS-halten, vilket är det mått på organiskt innehåll som vanligen används. VS-halten uttryckt som i procent av TS låg runt 55-70%. Dessa resultat visar att det organiska innehållet är betydande, men att provernas innehåll av oorganiskt material, förmodligen mestadels sand, är stort (Davidsson & Fransson, 2007).

Rötning av alger/tång från Trelleborg har utförts och visar på ca 200 Nm CH₄/ton VS (VS-halten antas vara 60-70% av TS i algerna) (Davidsson & Fransson, 2007). Tabell 1 visar biogasutbytet från alger i Kalmar län och på Gotland.

Tabell 1. Mängd makroalger och dess biogasutbyte i Gotland och Kalmar län

Region	Mängder, ton (färsk vikt)	Ton, TS (40 % TS)	Ton, VS (70 % av TS)	Biogas (200 Nm ³ CH ₄ /ton VS), Gwh
Gotland	6000	2400	1680	3,4
Kalmar län	6000	2400	1680	3,4
Öland	47000	18800	13160	26,3
Summa	59000	23600	16520	33,0

Totalt 33 GWh per år. Det motsvarar ungefär 3 miljoner liter bensin.

6 Vass

Det finns ett antal olika vassararter i Sverige, men den vanligaste är bladvass *Phragmites australis*. Bladvass är Nordens största gräs och får ofta flera meter höga strån från den grova krypande jordstammen. I Sverige är höjden upp till 3 meter och ca 1-1,8 meter under vattenytan. Bladen är breda, vassa och lite gråaktiga. Bladvass växer i de flesta sorters sjöar, men trivs bäst i näringsrika sjöar (Baran m. fl., 2002).

Vassbälten finns utefter strandkanter och är en karaktärsväxt i näringsrika sjöar. Vass växer också en bit upp på fast mark om jorden är tillräckligt fuktig, men måste då ha tillgång till grundvatten. Bladvass kan ha en årlig tillväxt och utbredning på ca 1 m. Beräkningarna nedan bygger på utbredning av vass i allmänhet och bladvass i synnerhet. Det är i många fall svårt att särskilja de olika vassarterna på flygbilder och de inventeringar som är gjorda mestadels vass som samlingsnamn. Bild 4 visar huvudsakligen bladvass.



Bild 4. Bladvass (*Phragmites australis*) vid åmynning. Foto: Peter Berglund Odhner

6.1 Skörd

Vass skördas vanligtvis med så kallade amfibiegående vassklippare. En modell kallas Truxor (se bild 5).



Bild 5. Skörd av vass med ett amfibiegående fordon. Foto: Annica Jönsson, Kristianstadbladet.

Det tar ca 1 timme att skörda 1000 m², vilket ger 10 timmar per hektar och uppsamling av de avklippta vasstråna tar ungefär den dubbla tiden (Nilsson, 2010).

Det finns större fordon bland annat den så kallade Weed Harvester 2000 (se bild 6). Den är vattengående och använder sig av skovelhjul. Maskinen samlar upp det avklippta materialet på en container som är placerad bak på fordonet. Det krävs dock ett djup på minst 0,5 meter för att den ska vara manöverduglig. Eftersom fordonet är stort behövs sammanhängande vassarealer för att den ska kunna nyttjas på ett effektivt sätt, men den kan även klippa ålnate och ålgräs som växer på botten.



Bild 6. Weed harvester 2000. Från: www.rsplanering.fi

De grunda vikarna i Kalmar län i kombination med att en stor del av vassarealen växer på land samt relativt få sammanhängande vassarealer gör det problematiskt att använda denna maskin. Enligt uppgift (Nilsson, 2010) har den även provkörts i Kalmar län.

Det går att avdöda vassen tillfälligt om vassen klipps på rätt djup, men om syftet är att skörda stora kvantiteter ska vassen klippas ganska högt upp på stammen. Återväxten är då god och i princip samma mängder kan skördas årligen (Nilsson, 2010).

Med de så kallade "Truxorn" är det möjligt att klippa över 90 % av vassen i ett område, om man inte tar hänsyn till några ekonomiska eller juridiska begränsningar (Nilsson, 2010).

6.2 Mängder

En tät växande vass kan generera ca 1 kg TS per kvadratmeter vid skörd i augusti (Granéli, 2010). Det motsvarar 10 ton TS per hektar. Det kan jämföras med skörd av vall som ligger under 5 ton TS/ha och är. Vilt växande vass är emellertid ofta glesare och därmed blir skörden lägre. Vid en undersökning av vegetationen i sjön Gästen i Oskarshamn uppgick biomassan av bladvass till 0,4 kg TS per m² (Fyhr, 2008). De skördeuppgifter vi fått från LOVA-projektet gäller endast färsk vikt. Ett område på 1500 m² klipptes och genererade 1500 kg färsk vikt (Isaksson, 2010). Det motsvarar således 1 kg färsk vikt/m². TS-halten är inte bestämd, men ligger i allmänhet på 30-40 % i juli och augusti (Granéli, 2010). Högst biomassaskörd uppnås i augusti, sedan avtar tillväxten och energi börjar omfördelas i växten (Granéli, 2010).

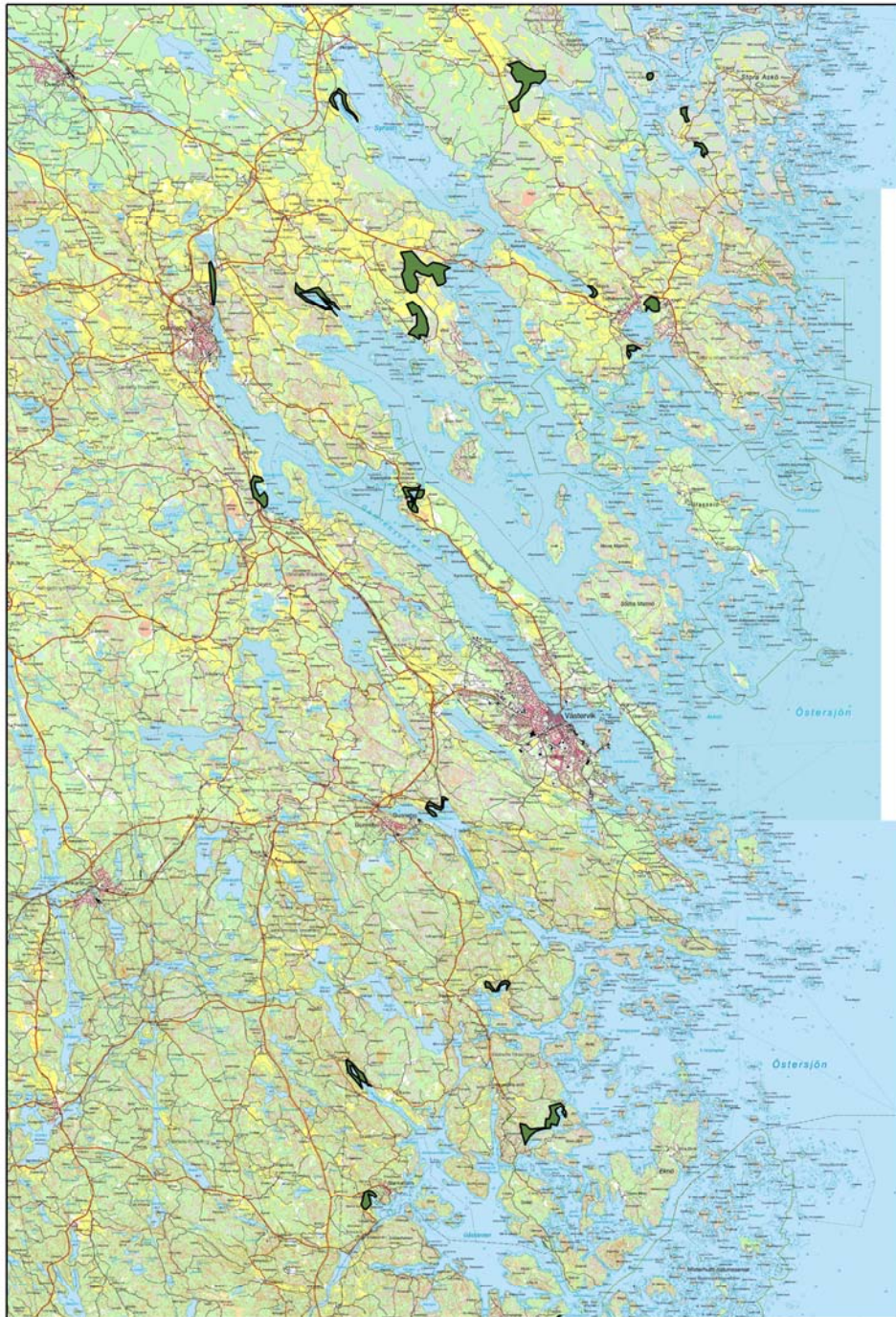
Beräkningarna nedan bygger på att TS-halten uppgår till 0,5 kg TS per m² i genomsnitt och gäller således för både gles och tät växande vass och maskinell skörd. Vid manuell skörd kan utbytet bli betydligt högre (Granéli, 2010).

6.2.1 Blekinge län

Blekingekusten har inventerats med avseende på vassförekomst (Björk & Granéli, 1980). I undersökningen framkom att den sydöstra kuststräckan mellan Karlshamn och Karlskrona har ca 225 ha vass som överstiger 0,5 ha. Det innebär att vassbestånd som är mindre än 0,5 ha inte är medräknade, men även tunna sammanhängande bestånd utefter kustlinjen är heller inte inkluderade (Björk & Granéli, 1980). Kustlinjen som inventerats är totalt ca 450-500 km och det skulle motsvara 0,5 ha vass/km kust. Om samma förhållande råder för Kalmar läns kustlinje (fastlandskusten är 1215 km enligt SCB) innebär det ca 610 ha vass totalt som överstiger (< 0,5 ha). Denna siffra är dock högst otillförlitlig och måste verifieras med hjälp av flygbilder och kommunkontakter.

6.2.2 Västervik

I Västerviks kommun är vassutbredningen mindre omfattande jämfört med de centrala och södra delarna av Kalmar län (Lindberg, 2010). Kustlinjen i Västerviks kommun skiljer sig relativt mycket från de andra delarna i länet och kännetecknas av djupa fjordlika vikar och arkipelager med många större öar och kustlinjen är totalt 550 km. Det växer vass här och var längs de flesta kuststräckor i kommunen, men större sammanhängande vassområden är ovanligare och förekommer i första hand i inneskärgårdens grunda vikar med ler- eller moränbotten där (Lindberg, 2010). Karta 1 visar huvuddelen av dessa områden.



Karta 1. Vassens huvudsakliga utbredning i Västerviks kommun (från Lindberg, 2010)

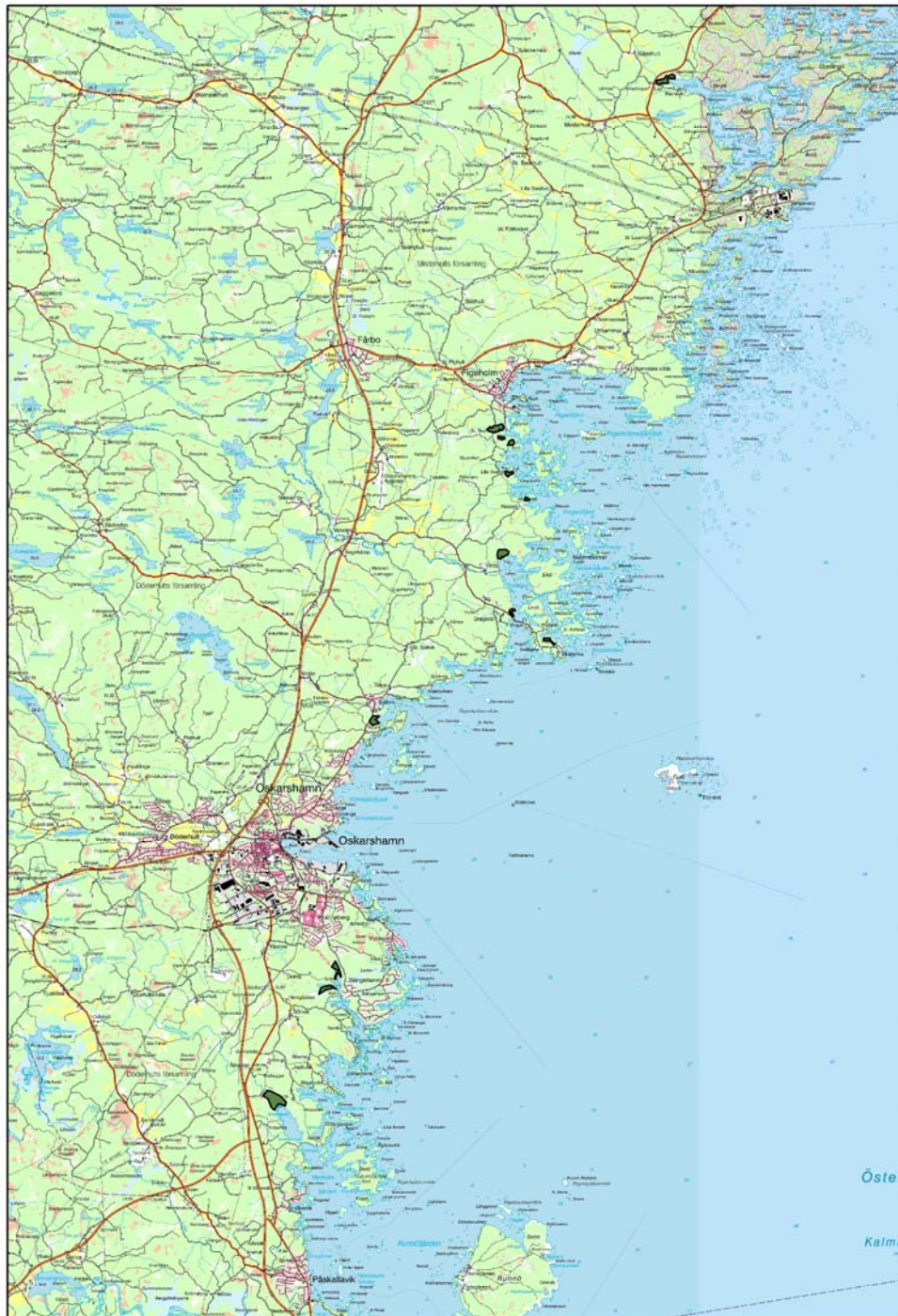
Totalt uppgår den markerade arealen (> 1 ha) till 50-60 hektar.

Vid de fältinventeringar som är gjorda i Västervik, bl a Utrikeviken, Kuggviken och Örserumsviken visar att vassförekomsten är extensiv i vissa områden, över 2 ha/km. Detta är dock inte signifikant för

Västerviks kommun, men att det finns kluster och vikar med relativt gott om vass. Örserumsviken är dock numera muddrad och åtgärdad (Lindberg, 2010).

6.2.3 Oskarshamns kommun

Oskarshamns kust är varierande, med finskuren skärgård i norr och mer öppen i söder. Misterhults skärgård i norr, består av tusentals öar och smala sund, Vid Påskallavik i söder kan man uppleva övergången mellan den sydliga moränskärgården och den nordliga urbergsskärgården. Vass är inte så förekommande i kommunen beroende på kustrensans utformning och vikarnas djup. Sammanhängande vassområden är ovanliga. Kommunen har nyligen tagit flygbilder längs med kusten (Selberg, 2010) och kartan nedan visar tolkningar av dessa foton och andra flygbilder. Vassens förekomst i Oskarshamns kommun har markerats på karta 2.

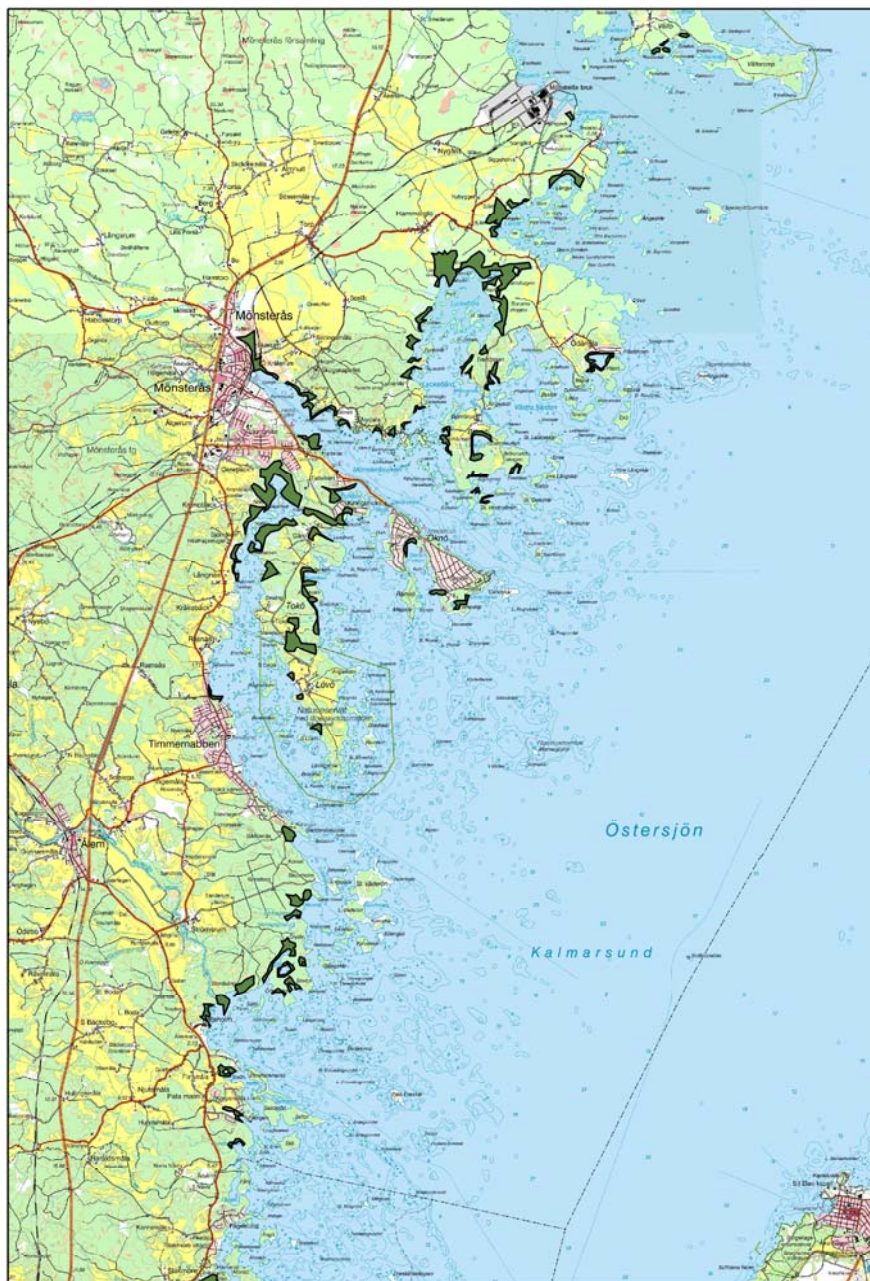


Karta 2. Vassutbredning i Oskarshamns kommun, sammanhängande arealer.

Beräkningarna från GIS visar att de sammanhängande vassarealerna i Oskarshamns kommun uppgår till: ca 30 ha.

6.2.4 Mönsterås kommun

Mönsterås kommun har egna vasskartor. De är gjorda i början på 90-talet men ger en god indikation om vassens utbredning. Vassområden som överstiger 1 ha har digitaliserats på karta 3.

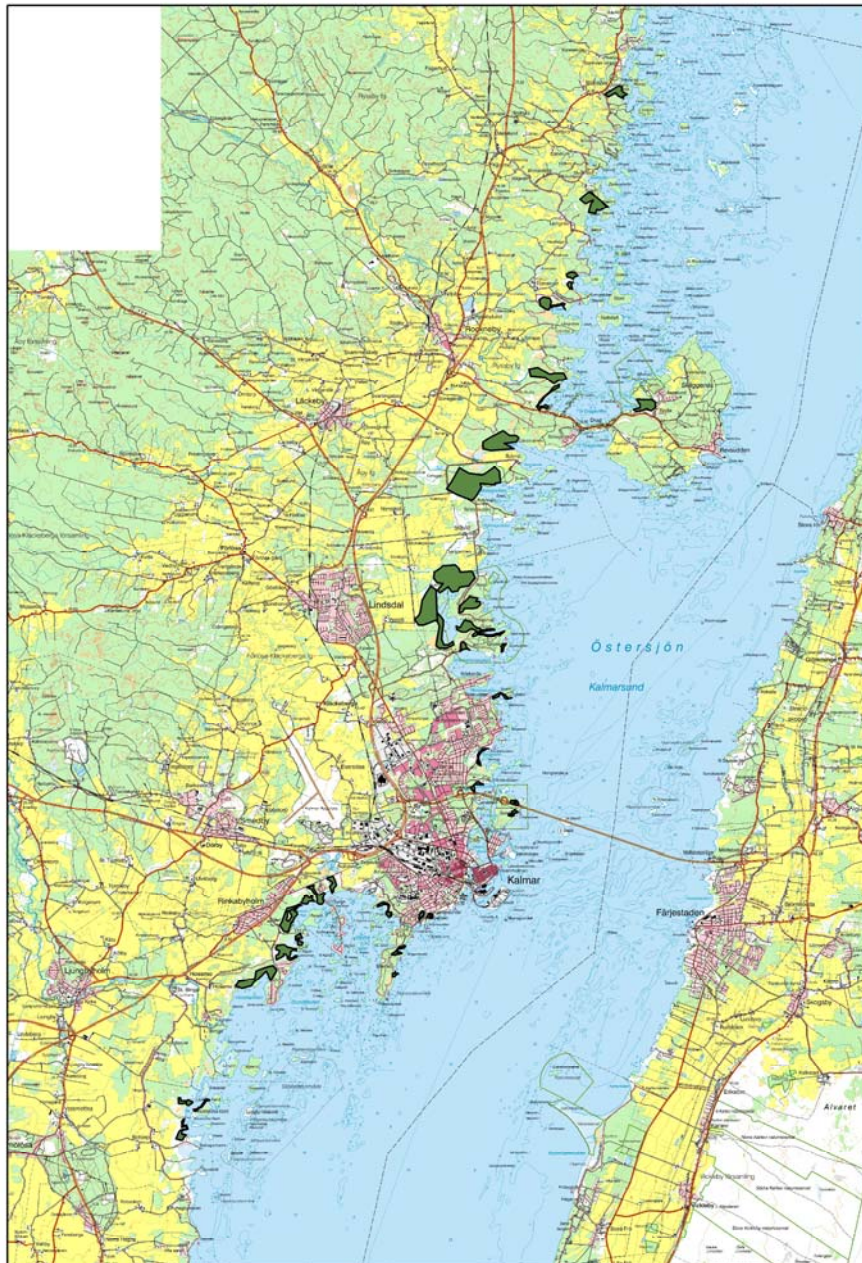


Karta 3. Vassutbredning i Mönsterås kommun.

Beräkningarna från GIS visar att de sammanhängande vassarealerna i Mönsterås kommun uppgår till minst 260 ha.

6.2.5 Kalmar kommun

Även Kalmar kommun har så kallade vasskartor och större sammanhängande områden har digitaliserats, se karta 4.

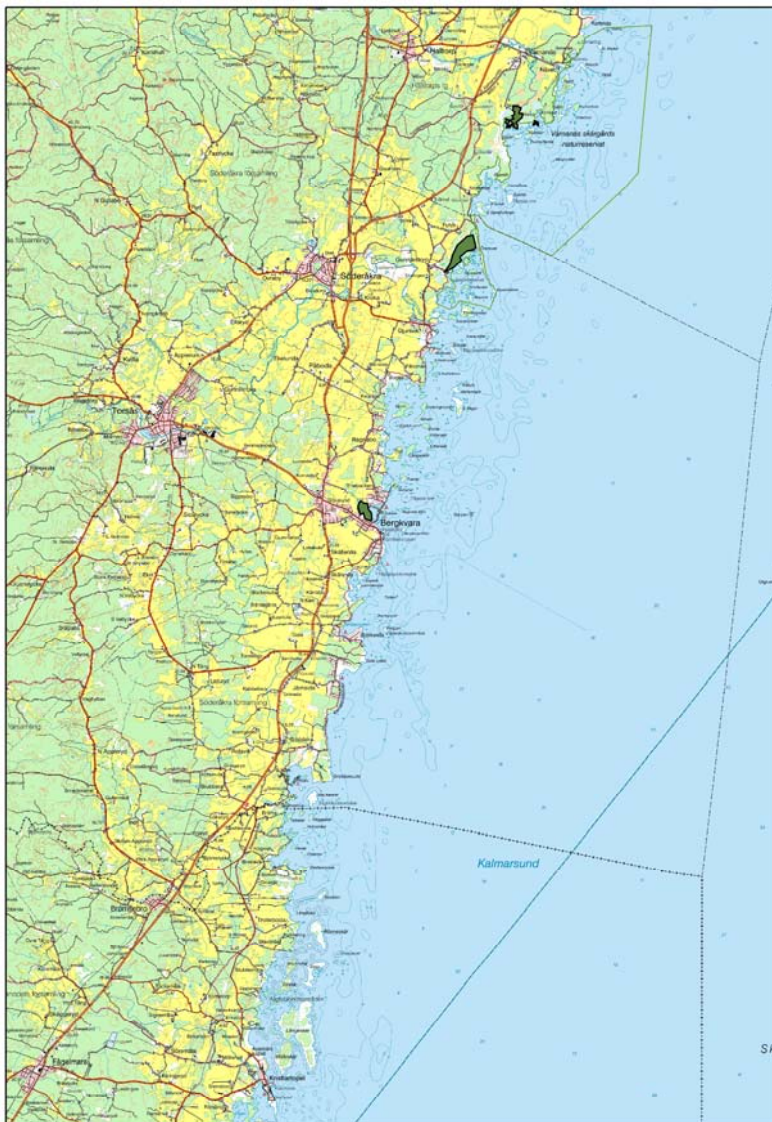


Karta 4. Vassutbredning i Kalmar kommun.

Även arealen har beräknats på vasskartorna och uppgår till 250 ha, men det är den totala ytan d v s inklusive areal som understiger 1 ha. Tyvärr är inte all vassareal medräknad och det finns ytterligare åtminstone 50-100 ha i kommunen.

6.2.6 Torsås kommun

Torsås kommun har inga aktuella kartor och har inte varit behjälpliga i denna utredning, men med hjälp av flygbilder har de större sammanhängande vassområdena detekterats, se karta 5.



Karta 5. Vassområden i Torsås kommun.

Totalt: ca 20 ha sammanhängande vassareal.

6.2.7 Total vassareal i Kalmar län

Sammantaget rör det sig i huvudsak om ca 500-600 ha sammanhängande vassareal, se tabell 2.

Tabell 2. Vassareal i Kalmar län förutom Öland

Kommun	Sammanhängande areal (> 1 ha), ha
Västervik	50
Oskarshamn	30
Mönsterås	250
Kalmar	180
Torsås	20
Summa	530

En beräkning av den totala arealen vass i Kalmar län är svårare. Det finns smala stråk som är svåra att upptäcka på flygbilder och ibland är flygbilderna otillförlitliga. SLU har dock ett pågående projekt vid namn NILS. Projektets syfte är att studera förändringar i landskapet och de har valt ut 700 provytor som de studerar, däribland utbredning av vass. Vid en överslagsberäkning framkom att södra Sverige (en yta på ca 200 000 km²) innehöll ca 230 000 ha vass (Svensson, 2010). Björk & Graneli (1980) uppskattade den totala mängden vass i Sverige överstigande 0,5 ha till ca 100 000 ha. Om siffrorna stämmer innebär det att det torde finnas mer än dubbelt så mycket vass totalt jämfört med ytor som överstiger 0,5 ha.

Om den totala arealen som överstiger 0,5-1 ha i Kalmar län är ca 600 ha enligt kartorna ovan, skulle den totala arealen uppgå till minst 1200 ha utefter kustlinjen.

Som påtalats ovan har Gotland och Öland små mängder vass och ligger uppskattningsvis under 100 ha på respektive plats. Uppskattningen bygger på muntliga kontakter (Ekstam, 2010) och flygbilder.

6.3 Biogasutbyte

Biogasutbytet varierar beroende när bladvassen skördas. En tidig skörd ger en lägre TS halt, men ett bättre gasutbyte (Granéli & Björk, 1980). Ett metanutbyte på 180 l kg⁻¹ volatile solids (VS) har beskrivits av Hansson & Fredriksson (2003). Med en TS skörd på 0,5 kg/m² och en VS-andel på 88 % innebär ändå begränsade mängder biogas från vassen i Kalmar län. Tabell 3 visar biogaspotentialen.

Tabell 3. Biogasutbyte från vass i Kalmar län och Gotland

Region	Totalareal, ha	Slätterareal (90 %), ha	Mängder, ton TS (0,5 kg TS/m ²)	Mängder, ton VS (0,90 kg VS/kg TS)	Biogas (180 Nm ³ CH ₄ /ton VS), Gwh
Gotland	100	90	450	405	0,7
Kalmar län	1200	1080	5400	4860	8,7
Öland	100	90	450	405	0,7
Summa	1400	1260	6300	5670	10,1

Potentialen ligger således på ca 10 Gwh per år. Denna potential förutsätter även att samma mängder kan skördas årligen. Förmodligen reduceras tillväxten över en längre period om vassen klipps på ett intensivt sätt.

7 Odling av makroalger

I Sverige pågår det försök med algodling som finansieras av Värmeforsk. Algerna odlas i laboratorium under noggrant kontrollerade former. Ljus, temperatur och mängden koldioxid mäts kontinuerligt under tillväxtperioden. Efter skörden ska forskarna beräkna hur mycket biomassa som producerats och till vilken kostnad detta kan ske.

Det finns internationella exempel på odling av makroalger i bassänger eller i anslutning till havet. Havsbaserad odling där algerna fästs i rep och skördas är ovanliga. I dagsläget är det endast ett fåtal makroalger som odlas och en av den vanligaste arten för svenska förhållanden (Fjäderslick) återfinns inte bland dessa (Oil algae, 2010). Att introducera nya arter i det svenska ekosystemet kan inte rekommenderas utan odling måste därför ske i slutna bassänger. Det innebär en hög initial kostnad även om produktionen kan överstiga den terrestra produktionen. Mer forskning krävs för att utvärdera system för algodling i Sverige.

8 Kunskapsluckor

8.1 Fältarbete och teknikutveckling

- Systematiska och vetenskapliga undersökningar av mängden alger som kan skördas årligen både på Öland, Gotland och i övriga delar av Kalmar län. Typ alger, andel tång respektive fintrådiga alger.
- Teknisk utvärdering och teknikutveckling av olika system för att bärga alger från strand och hav. Hur kan man exempelvis minimera sandandelen i alger bärgade från strand?
- För att verifiera den totala arealen vass i Kalmar län krävs inmätningar i fält, där täthet är en viktig parameter för att beräkna TS-skörd. Årlig tillväxt i de olika skördeytorna kan utvärderas i samband med fältundersökningar.
- System för insamling och transport respektive lagring av alger och vass.

8.2 Biogasutbyte och biogasekonomi samt energibalans

- Biogasutbyte från olika typer av makroalger, samrötning och monorötning av olika alger som är vanliga i Sverige och som är vanliga på våra stränder.
- Hur påverkar andelen sand röt-kammare och omrörare, mm?
- Biogasutbyte från vass, olika arter och eventuell samrötning med andra substrat såsom matavfall.
- Ekonomi och logistik för hantering av substrat från havet och dess biogaspotential?
- Energibalans för hela systemet från bärgning till rötning och spridning av rötrest

8.3 Algodling

Det pågår mycket på den internationella scenen, men för svenska förhållanden är forskningen relativt dåligt utvecklad.

- Praktiskt tillämpad forskning där framställning av exempelvis biodiesel kan vara ett alternativ.

9 Referenslista

9.1 Litteratur

- Baran, M., Varadyova, Z., Krachmar, S. & Hedbavny, J., 2002, The common reed (*Phragmites australis*) as a source of roughage in ruminant nutrition. Acta Veterinaria Brno. 71: 445-449
- Davidsson Å. & L., Fransson, 2007. Tång och alger som en resurs och en förnyelsebar energikälla. Rapport steg 1. Trelleborgs kommun. Detox.
- Engkvist, R. 2001. Malm, T., Svensson A., Asplund. L., Isaeus, M., Kautsky, L., Greger M., & T. Landberg. Makroalgbloomingar längs Ölands kuster, effekter på det lokala näringslivet och det marina ekosystemet. Rapport 2001:2. Högskolan i Kalmar.
- Fyhr, J. 2008. Effekter av vattennivåförändring i sjön Gästern. Högskolan i Kalmar. Examensarbete i biologi nr: 6356.
- Granéli, W., & Björk. T. 1980. Energivass, rapport etapp II, Lunds universitet
- Hansson P-A., & H. Fredriksson. 2003. Use of summer harvested common reed (*Phragmites australis*) as nutrient source for organic crop production in Sweden.
- Harlén, A., & A-C., Zackrisson, 2001. Ekonomisk analys av algskörd och användning av fintrådiga alger. Länsstyrelsen Västra Götaland. EU Life Algae.
- Kustvatten, 2003. Miljörapport från 2003 från kustvattenkommiten i Kalmar län.
<http://www.vastervik.se/upload/Milj%C3%B6och%20byggnadskontoret/Projekt/gamlabyviken/kalmar03.pdf>
- Nordström, P. 2003. Sveriges kust och skärgårdslandskap. Kulturhistoriska karaktärsdrag och känslighet för vindkraft. 2003:4. Rapport från riksantikvarieämbetet.
<http://www.raa.se/bok/pdf/sverigeskust.pdf>
- Lindell & Philipsson, 2004. Nationell kartering från satellitbilder av strandtyper längs svenska havskusten. Rapport för Naturvårdsverket. Centrum för bildanalys. Sveriges lantbruksuniversitet. Intern rapport nr 28.
- Löfgren, S & G. Aneer, 2007. Algblomning – några frågor och svar. Länsstyrelsens Stockholms län.
http://www.ab.lst.se/upload/Projektwebbar/Informationscentralen/Textfiler/algblomning_nagra_fragor_och_svar.pdf
- Oil algae, 2010. Fuels from Macroalgae. A report by Oilalgae. I. URL:
<http://www.scribd.com/doc/30333304/Oilgae-Guide-to-Fuels-From-Macro-Algae>
- Planverkets kustinventering. 1971. Statens planverk. Kustinventeringen 1969. Rapport 14.
- Pålsson, C. (red) 20xx. Redovisning av regeringsuppdrag
Inventering av behovet av och möjligheterna till restaurering av övergödda havsvikar och kustnära sjöar. Vattenmyndigheten södra Östersjön. I URL:
http://www.lst.se/NR/ronlyres/CCF4B23F-F338-423C-962F-17EFD324898C/146243/RU51b_slutrapport_webb.pdf

9.2 Muntliga källor

- Ekstam, Börje, 2010. Fil. Dr. Institutionen för naturvetenskap. Linnéuniversitetet. 2010-07-14.
- Granéli, Willhelm. 2010. Limnology, Dept. of Ecology, Lund University Ecology Building, SE-223 62 LUND. 2010-08-15.
- Isaksson, Kerstin. 2010. LOVA-projektet. Kalmar kommun. 2010-08-20.
- Keinonen, Mikael. 2010. Hide samfällighetsförening. Hideviken. Gotland. 2010-08-11.
- Lindberg, Ulla. 2010. Kommunekolog. Västerviks kommun. 2010-07-29.
- Nilsson, Tony. 2010. Entreprenör från Uppsala som kör vassklipparen Truxor. 2010-08-05.

Selberg, Anders. 2010. GIS-ingenjör. Oskarshamns kommun. 2010-08-20.
Svensson, Johan. 2010. Programchef. Nationell Inventering av Landskapet i Sverige (NILS). 2010-07-13.
Öholm, Siewert 2010. Löttorps camping på Ölands nordöstra sida. 2010-08-05.

9.3 Internet

www.cyklapaoland.se

www.lansstyrelsen.vattenmyndigheten.se

www.kustmiljogruppern.org. <http://www.kustmiljogruppern.org/Slutrapport.pdf>

www.rsplanering.fi. <http://www.rsplanering.fi/eng/rs2000/rs2000.htm>

.