

**TOXICON AB**

**Undersökning av fintrådiga alger  
i Öresund och längs sydkusten  
- en metodikstudie**



Toxicon rapport 98/99

LANDSKRONA NOVEMBER 1999

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
Inledning.....	4
Material och metoder.....	4
Resultat.....	6
Transekternas karaktäristika.....	6
Täckningsgrad.....	6
Biomassa.....	8
Biomassa och täckningsgrad.....	11
Närsaltinnehåll.....	11
Statistiska skillnader i biomassa.....	13
Statistiska skillnader i närsaltinnehåll.....	15
Statistisk styrkeanalys.....	16
Diskussion.....	19
Referenser.....	22

## Sammanfattning

En undersökning av fintrådiga alger har utförts, på uppdrag av länsstyrelsen i Skåne län och Sydkustens Vattenvårdsförbund, längs skånska sydkusten och i Lommabukten. Undersökningens syfte var att utvärdera en dansk metod för kvantitativa bestämningar av fintrådiga alger och dess statistiska styrka.

Undersökningen utfördes under perioden maj-september på fem transekter (3 på sydkusten, 2 i Lommabukten) med sex provtagningsstillfällen jämnt fördelade under perioden. Fyra provtagningsdjup (0,5, 2, 4 och 6 m) användes för samtliga mättillfällen och transekter. Längs sydkusten dominerade olika arter av rödalger, med undantag av 0,5 m, där grönalger dominerade. I Lommabukten dominerade brunalger initialt, varefter rödalger dominerade.

Totalbiomassan var signifikant lägre på 0,5 m på samtliga transekter. På grund av stor våg- och vindpåverkan bedöms 0,5 m vara olämplig som provtagningsdjup. Maximal biomassa observerades generellt under provtagningsomgång 3, d.v.s. 30 juni-8 juli, på djupen 2, 4 och 6 m.

Den statistiska styrkeanalysen visade att metoden har en hög power och att den på 4 och 6 m kan detektera 5% årlig förändring i biomassa (power 85%, alfa 10%) om sex replikat tas vid tiden för biomassamaximum (mitten på juni till mitten på juli).

Kostnaden för en kvantitativ undersökning kan minskas genom en tids- och spatialt riktad stratifierad provtagning, vilket innebär att fokusering bör ske till 4 och 6 m under perioden mitten på juni till mitten på juli i områden som Lommabukten, Kämpinge och Stavsten. Abbekås uppvisade en större variation i provmaterialet som har en för låg statistisk styrka.

Under de inledande provtagningarna observerades en total täckning av fintrådiga alger längs flera av transekterna. Täckningen av fintrådiga alger kan ha en stor negativ påverkan på in- och epifauna (småfisk, kräftdjur) och därmed negativt påverka uppväxande konsumtionsfisk (t.ex. flatfisk, torsk). Modellstudier av närsaltbelastningen till Öresund visar att närsalterna i huvudsak påverkar kustzonen innanför 10 m-kurvan. Genom att det finns en direktare och enklare koppling mellan närsaltbelastning och fintrådiga alger och effekter, än för andra kustzonssystem (fauna- och växtplankton), bedöms kvantitativa studier av fintrådiga alger kunna vara ett effektivt instrument för att följa utvecklingen i kustzonen i takt med att belastningsbegränsande åtgärder införs. Den goda statistiska styrkan gör att förändringar kan detekteras med ett tidsperspektiv, 10 år, som kan vara realistiskt ur åtgärdssynpunkt.

## Inledning

Fintrådiga ettåriga alger är en blandning av olika arter grön-, brun- och rödalger. Den danska benämningen ”fedtmög”, som också används längs svenska Öresundskusten (fedtmög) inbegriper dock bara brunalger (*Ectocarpus* och *Pilayella*).

Algerna kan växa fastsittande på sten och som epifyter, men under perioden då de förekommer i stora mängder är det i huvudsak i löst liggande lager på sten-, grus- och sandbottnar. Algerna är ettåriga och förekommer varje år i stora mängder i Öresund och längs skånska sydkusten.

Fintrådiga alger är kända som problem för fiskena- ringen redan under 60-talet i danska vatten, och kom under 70-talet att betraktas som ett problem även för recipientkvaliteten (VKI/Toxicon 1998).

Sannolikt har samma problem även existerat i flera svenska kustvatten, men några kvantitativa undersökningar började i stort sett inte utföras förrän på mitten av 90-talet (Pihl et al. 1995, 1996). Den troliga orsaken till ökningen av trådalgförekomsten är ökande näringsnivåer i kustvattnen. De få undersökningar som finns tyder på att algerna kan förändra artsammansättningen i mobil epifauna (Isaksson & Pihl 1992) och påverka settlement av flatfiskyngel negativt (Wennhage & Pihl 1994).

Längs Skånes och östra Danmarks kuster börjar fintrådiga alger att tillväxa i april och förkommer rikligt i maj-juni, åtföljt av ett biomassamaximum i juli

## Material och metoder

Metoden baserades på upprepade mätningar av algbiomassan för att säkert finna årsmaximum och för att följa säsongscykeln. Likaså användes ett flertal olika provtagningsdjup då kunskapen om algförekomsten på olika djup ej var tillräckligt känd.

Transekter placerades inom två olika typer av kustområden. Dels inom mycket långgrunda områden med inre sandrevlar och dels inom långgrunda men mer öppna och exponerade kustområden och utan inre revlar.

Exempelområden av den första typen är Lundåkrabukten, Lommabukten och området från Lernacken ned till Falsterbo. För den andra typen är skånska sydkusten och området från Landskrona till Höganäs representativa.

I samråd med länsstyrelsen i Skåne valdes 4 transekter ut, två i Öresund (Lommabukten; Lomma Syd och Lomma Nord) och två längs sydkusten (Kämpinge och Abbekås), representerande de två kusttyperna. Genom samordning med programmet för Sydkustens Vattenvårdsförbund kunde ytterligare en transekt placeras på sydkusten (Stavsten). Dessutom provtogs stationen Hörte via vattenvårdsförbundet, men bara på 0,5 m djup (Fig. 1).

I varje transekt provtogs alger på fyra djup; 0,5, 2, 4 och 6 m djup. På varje djup togs 5 kvantitativa delprov genom att en ram placerades ut på botten (ramyta 0,04 m<sup>2</sup>). Ramen placerades på varje provdjup inom

(Köpenhamns och Roskilde amter 1998). Därefter minskar i regel biomassan genom att näringshalterna i vatt- net inte längre stöder tillväxt och algerna börjar brytas ned.

I Köge Buket har man funnit ett visst samband mellan biomassamaximum och näringshalterna under vårförsommar.

En anledning till att så få undersökningar gjorts med inriktning på fintrådiga alger beror delvis på avsaknad av relevant metodik. I Bohuslän används flygfotografering med stickprovstagning i grunda vikar (Bohuskustens Vattenvårdsförbund 1998). Metoden lämpar sig bara för vattendjup mindre än ca 1-2 m. I Öresund och Köge bukt finns algerna huvudsakligen djupare varför en annan metod måste användas.

Den föreliggande undersökningen syftade till att utprova en dansk metod för fintrådiga alger i två olika typer av grundområden längs Öresundskusten och sydkusten.

Målsättningen var att utvärdera om metoden kan användas för kvantitativ bestämning av fintrådiga algers biomassa och vilken statistisk styrka den har.

Om metoden kan anses som lämplig bör den kunna vara ett starkt instrument för att studera eutrofiering och effekter av minskad näringsbelastning i kustnära områden. Undersökningen har utförts på uppdrag av länsstyrelsen i Skåne län och Sydkustens Vattenvårdsförbund.

områden med den största täckningen av fintrådiga alger (subjektiv provtagning). Genom att ramen var försedd med 30 cm höga kanter och ett skyddslock kunde även mycket tjocka sjök av alger provtas med ett minimum av provförlust.

I samband med provtagningen uppskattades även täckningsgraden (7-gradig skala) och tjockleken av alg- täcket. Övrig vegetation (t.ex. ålgräs, *Fucus*) noterades liksom bottenens beskaffenhet.

Vid den första provtagningen 26-28 maj 1999 positionsbestämdes varje provtagningsdjup inom varje transekt med DGPS. Dessa positioner provtogs sedan ytterligare 5 gånger med 2-3 veckors intervall fram till början av september.

All provtagning utfördes med dykare, utom för provtagningen på 0,5 m djup. Efter utförd provtagning överfördes proverna till märkta plastpåsar och togs sedan kylda och mörkt till laboratorium.

Proverna sorterades i huvudgrupperna grön-, brun- och rödalger och dominerande arter inom respektive grupp bestämdes. Biomassan för de tre huvudgrupperna bestämdes för varje delprov genom torkning i 2-6 dagar (beroende på materialmängd) i 60° i värmeskåp. Vägning utfördes på våg med 0,01 g noggrannhet.

Det totala materialet från varje djup och provtagningsstillfälle från två av transekterna (Lomma Syd och Stavsten) utnyttjades för analys av totalkväve- och total-

fosforhalterna i algmaterialet. Analyserna utfördes av AgroLab/AnalyCen, Kristianstad.

Allt datamaterial från fältprovtagning och laboratorieanalyser matades in i en Filemaker Pro-databas där inledande beräkningar utfördes. Utdrag har sedan gjorts ur databasen för vidare beräkningar, statistiska analyser och diagramframställning. För statistiska beräkningar har SPSS SYSTAT och G•Power använts. Signifikansnivån 5% har genomgående använts vid ANOVA med Scheffes post-hoc-test. Denna post-hoc är något robusta-

re för obalanserade designar (olika n-tal) vilket förekom p.g.a. att prover inte alltid kunde erhållas vid enstaka tillfällen.

Allt digitaliserat material är lagrat på två olika hårddiskar samt på CD-rom. Utdrag ur fälthandböcker och samtliga rådataprotokoll liksom datamedium är lagrat i brandsäkra skåp i låst arkivrum.

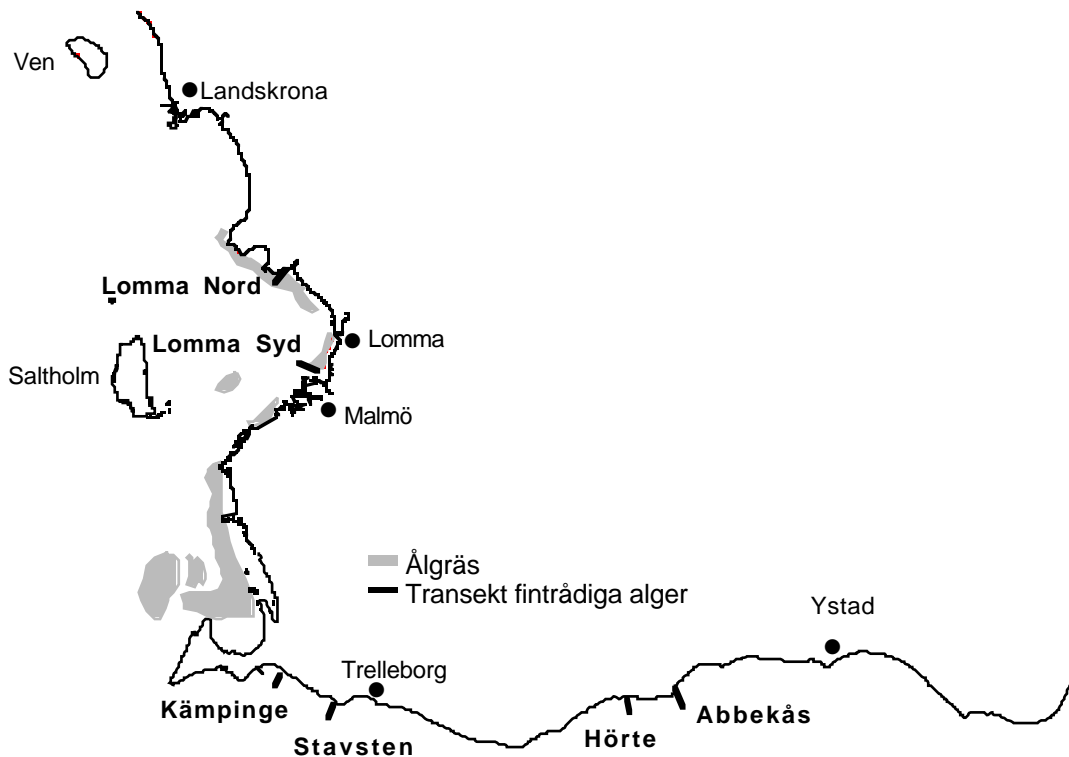


Fig. 1. Karta över svenska Öresundskusten och Skånes sydkust. Undersökta transekter är markerade med svarta linjer. Gråa områden indikerar kända ålgräsområden, på basis av Öresundskonsortiets undersökningar i Öresund.

## Resultat

### Transekternas karaktäristika

Kustområdet i Lomtabukten är mycket långgrund och de inre områdena skyddas i regel mot vågor genom sandrevlar. Längs sydkusten saknas i stort sett skyddsbarriärer och långgrundna områden i stil med Öresund. Bottnarna är i regel också stenigare.

#### Abbekås

Vid 0,5 m består botten av sand och småsten som täcks av tarmtång och grönslick (*Enteromorpha* och *Cladophora* sp.). På 2, 4 och 6 m dominerar grus och sten med mindre sandfläckar. Blås- och gaffeltång växer på stenar i hela området.

#### Kämpinge

Stationen 0,5 m ligger innanför en stenrevel och botten är sandig med hög organisk halt. *Ruppia*/*Potamogeton*/*Zannichellia* förekommer rikligt. Vid 2 m består botten av sand med grus och mindre stenar. Blåstång, gaffeltång och fintrådiga rödalger växer på stenarna. På 4 och 6 m är botten något grövre med större stenar. Ålgräs förekommer rikligt liksom fastsittande rödalger och enstaka *Fucus*-plantor.

#### Stavsten

Vid 0,5 m består botten av sand och småsten som täcks av tarmtång och grönslick (*Enteromorpha* och *Cladophora* sp.). På 2, 4 och 6 m dominerar grus och sten med mindre sandfläckar. På 2, 4 och 6 m förekommer blås-, såg och gaffeltång medan ålgräs endast förekommer på 2 m.

#### Hörte

Provtagning skedde bara på 0,5 m. Områdets botten består av sandfläckar och ytor med småsten (täckt av *Enteromorpha* och *Cladophora*). Sikten i vattnet var ofta mycket dålig p.g.a. alger under nedbrytning, varför provtagning och vegetationstäkningsbedömning ofta var osäker.

#### Lomma Nord

Transekterns inre del är långgrund (0,2-0,8 m). Vid 0,5 m består av botten med sand med hög organisk halt och enstaka bestånd av *Ruppia*/*Potamogeton*/*Zannichellia*. Vid 2 m består botten av finare sand med visst inslag av grus och sten samt ålgräs (*Zostera marina*). På 4 och 6 m ökar inslaget av grus, småsten och blåmusslor (*Mytilus edulis*) och även ålgräs kan förekomma rikligt.

#### Lomma Syd

En sandrevel avskiljer ett stort grundområde (0,1-0,5 m djup) från området utanför. På 0,5 m är botten sandig med hög organisk halt och med enstaka *Ruppia*-bestånd och omkringflytande *Ulva*-blad. På 2, 4 och 6 m består botten av sand, grus och enstaka stenar. Ålgräs förekommer rikligt på alla djupen, liksom blåmusslor. På större stenar förekommer fastsittande fintrådiga alger.

### Provtagningsomgångar

Provtagningar utfördes ca var tredje vecka och samtliga transekter besöktes i varje omgång inom 1 vecka. Vid några tillfällen orsakade dåligt väder att provtagning på enstaka transekter försköts 3-4 dagar.

Följande provtagningsomgångar förekom:

Omgång 1	26-28 maj
Omgång 2	14-17 juni
Omgång 3	30 juni-8 juli
Omgång 4	20-23 juli
Omgång 5	10-17 augusti
Omgång 6	31 augusti-3 september

### Täckningsgrad

Täckningsgraden bedömdes enligt skalan <1, 1-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 och 100% täckning. Bedömningen gjordes med centrum i provtagningspunkten (bestämd enligt DGPS) och ca 25 m ut från centrum i alla riktningar. Endast den totala täckningsgraden för fintrådiga alger bedömdes, utan indelning i huvudgrupper eller arter.

#### Abbekås

Täckningsgraden var generellt hög vid Abbekås, även om den minskade kraftigt på 0,5 m under periodens gång (Fig. 2). Mot slutet av perioden förekom i huvudsak tarmtång på stenar i vattenbrynet samt stora mängder uppspolade alger på stranden. En viss minskning sågs även på övriga djup under de sista provtagningsomgångarna.

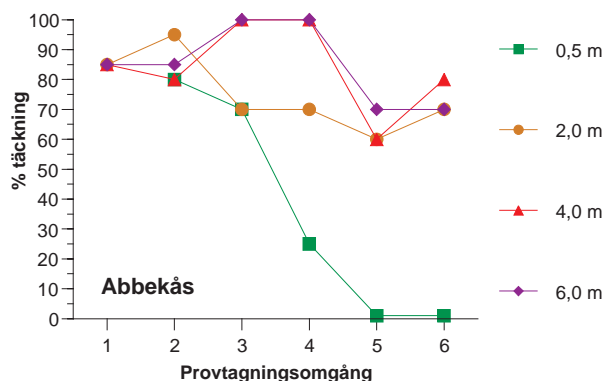


Fig. 2. Täckningsgrad av fintrådiga alger (samtliga förekommande arter) på de fyra provtagningsdjupen vid transekten Abbekås.

### Kämpinge

Ungefär samma mönster sågs vid Kämpinge (Fig.3)

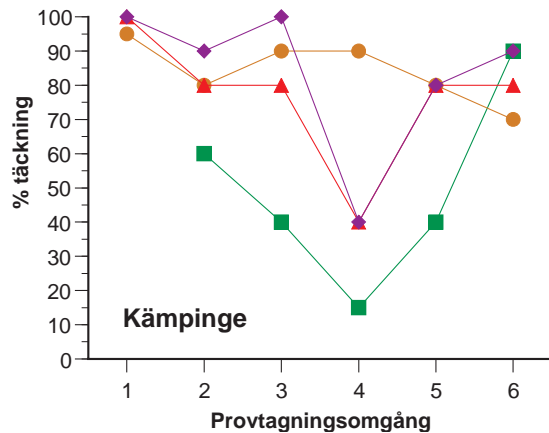


Fig. 3. Täckningsgrad av fintrådiga alger (samtliga förekommande arter) på de fyra provtagningsdjupen vid transekten Kämpinge. Legend enligt fig.2.

med en initial minskning på 0,5 m men under augusti en ökande täckningsgrad. På 4 och 6 m var mönstret identiskt med 0,5 m, medan täckningen var jämnare under hela perioden på 2 m. I strandbrynet och på stranden förekom stora mängder alger under slutet av juli och i augusti.

### Stavsten

På Stavsten var täckningen jämn och hög under hela perioden med undantag för 0,5 m där den minskade kraftigt omgång 5 och 6, då även mängden uppspolade alger på stranden ökade kraftigt (Fig. 4).

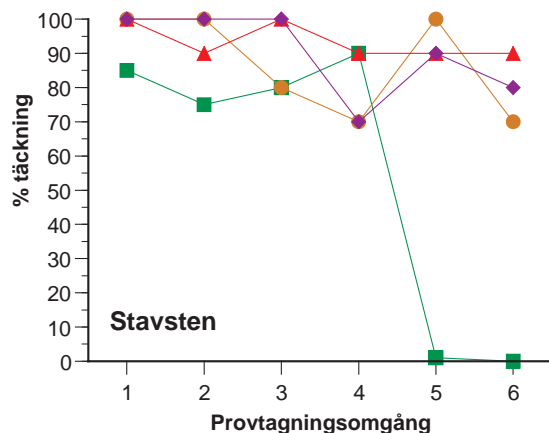


Fig. 4. Täckningsgrad av fintrådiga alger (samtliga förekommande arter) på de fyra provtagningsdjupen vid transekten Stavsten. Legend enligt fig.2.

### Lomma Nord

På Lomma Nord fanns ytterst lite alger vid samtliga provtagningar på 0,5 m. På 4 och 6 m var täckningsgraden hög under omgång 1-3 men minskade sedan tydligt. På 2 m var den inledningsvis betydligt lägre än på

de djupare stationerna (Fig. 5).

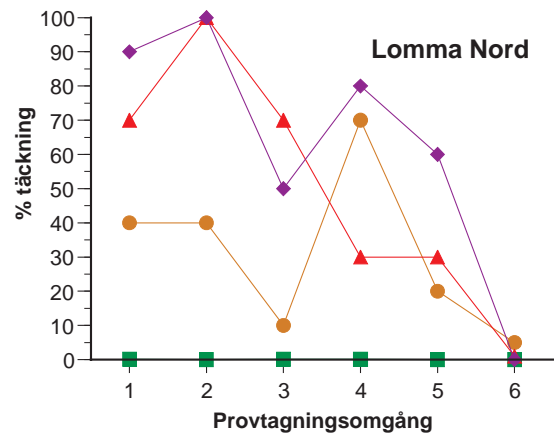


Fig. 5. Täckningsgrad av fintrådiga alger (samtliga förekommande arter) på de fyra provtagningsdjupen vid transekten Lomma Nord. Legend enligt fig.2.

### Lomma Syd

Liksom på Lomma Nord förekom ytterst lite alger på 0,5 m (Fig. 6). Vid omgång 1 var täckningen hög på 2 m men minskade sedan kraftigt de följande omgångarna. På 4 och 6 m steg täckningsgraden fram till omgång 3 för att därefter minska tydligt.

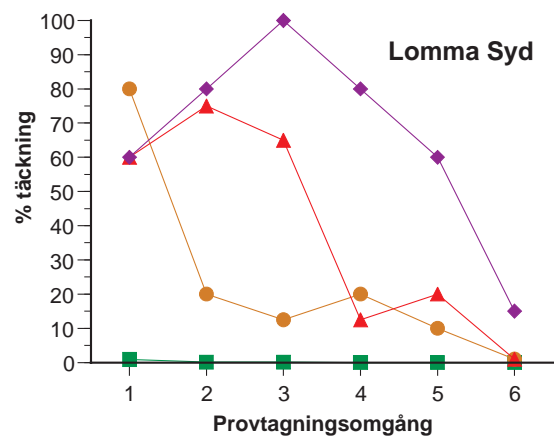


Fig. 6. Täckningsgrad av fintrådiga alger (samtliga förekommande arter) på de fyra provtagningsdjupen vid transekten Lomma Syd. Legend enligt fig.2.

Generellt kan sägas att täckningsgradsbedömningarna på 0,5 m längs sydkusten var svåra att göra p.g.a. att vattnet ofta var mycket grumligt. Detta berodde på ansamlingar av nedbrutna fintrådiga alger. Av detta skäl redovisas ej data för Hörte. I Lommabukten gav provtagningar på 0,5 m ingen information, sannolikt p.g.a. att alger inte tillväxte och/eller inte fördes in innanför sandrevlarna.

De inledande omgångarna uppvisade generellt sett den högsta täckningsgraden varefter den successivt minskade, men undantag från detta fanns. Då specifika toppar i täckningsgraden observerades, förekom de oftast omgång 2-4, d.v.s. mitten på juni till mitten på juli.



## Biomassa

Biomassan redovisas i det följande som medelvärden för de fem replikaten och för respektive huvudgrupp. På grund av osäker provtagning på Hörte redovisas inte den stationen i det följande.

### Abbekås

Rödalgerna dominerade biomassan vid samtliga provtagningar och djup, men undantag av omgång 2 på 0,5 m, då brunalgerna dominerade (*Pilayella littoralis*). Av rödalger dominerade *Ceramium nodulosum* och *Polysiphonia fucoides* vid samtliga provtagningar (Fig. 7). Maximal biomassa observerades vid olika tillfällen för de olika djupen. Vid 0,5 och 2 m förekom den under mitten och slutet av juli, medan den förekom i mitten på augusti på 4 och 6 m. De högsta biomassorna förekom på 2 och 6 m, ca 300 g/m<sup>2</sup>.

### Kämpinge

Vid Kämpinge dominerade rödalger biomassan helt vid samtliga omgångar och djup (Fig. 8). På 0,5 m fluktuerade biomassan under perioden med tre olika biomassatoppar. På 2, 4 och 6 m observerades biomassa maximum vid omgång 3, dvs i början på juli, och biomassaminimum vid omgång 4, dvs slutet av juli. Dominerande arter var *Ceramium nodulosum* och *Polysiphonia fucoides*.

### Stavsten

Vid Stavsten förekom grön- (*Enteromorpha* sp.), brun- (*P. littoralis*) och rödalger (*C. nodulosum*, *P. fucoides*) på 0,5 m under de inledande omgångarna (Fig. 9), men fr.o.m. mitten av juli dominerade rödalger (*C. nodulosum* och *P. fucoides*). På 0,5, 4 och 6 m observerades biomassamaximum vid den tredje omgången, medan det förekom två maxima på 2 m (omgång 1 och 5).

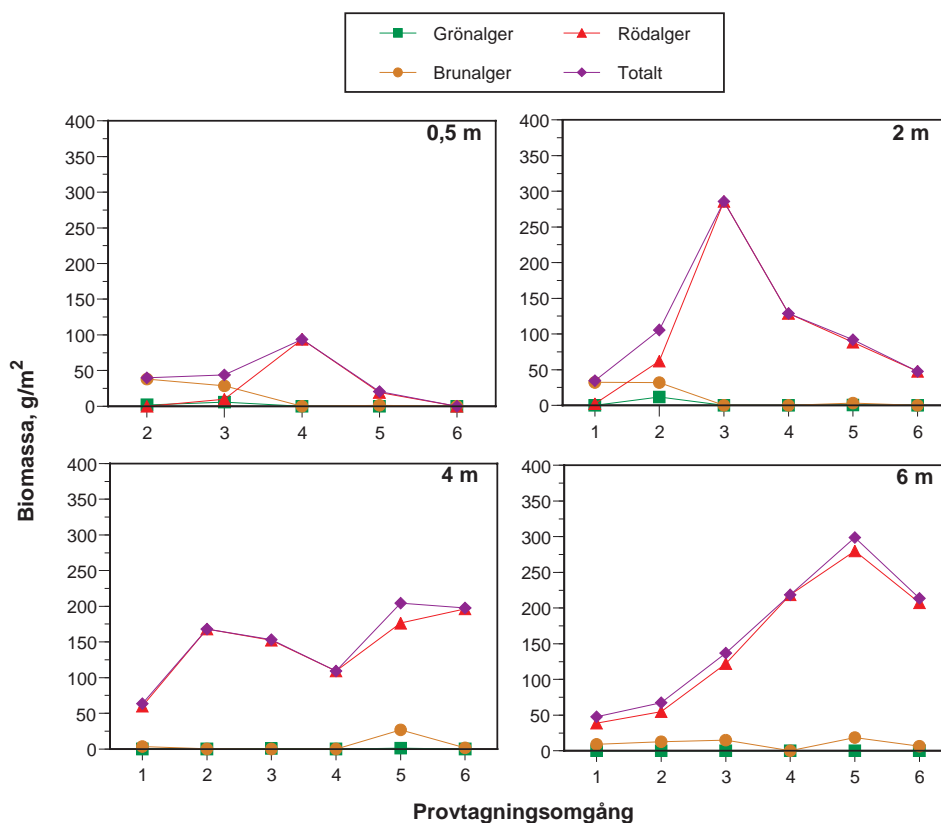


Fig. 7. Biomassa, g TV/m<sup>2</sup>, för huvudgrupperna och totalt på transekt Abbekås. Medelvärde för fem replikat.



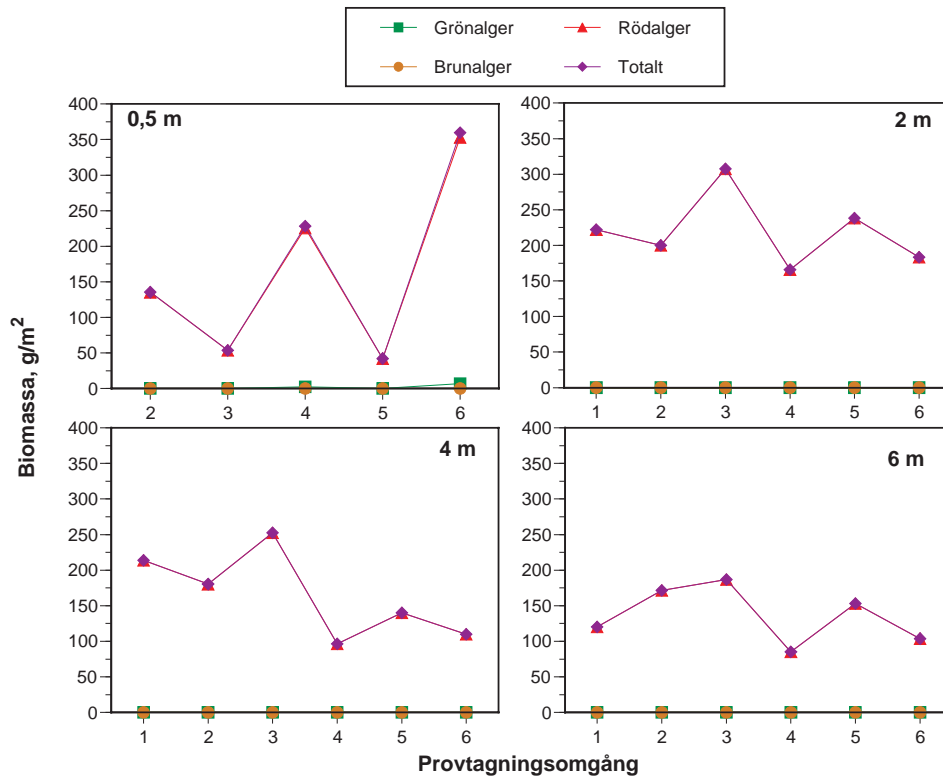


Fig. 8. Biomassa, g TV/m<sup>2</sup>, för huvudgrupperna och totalt på transekt Kämpinge. Medelvärde för fem replikat.

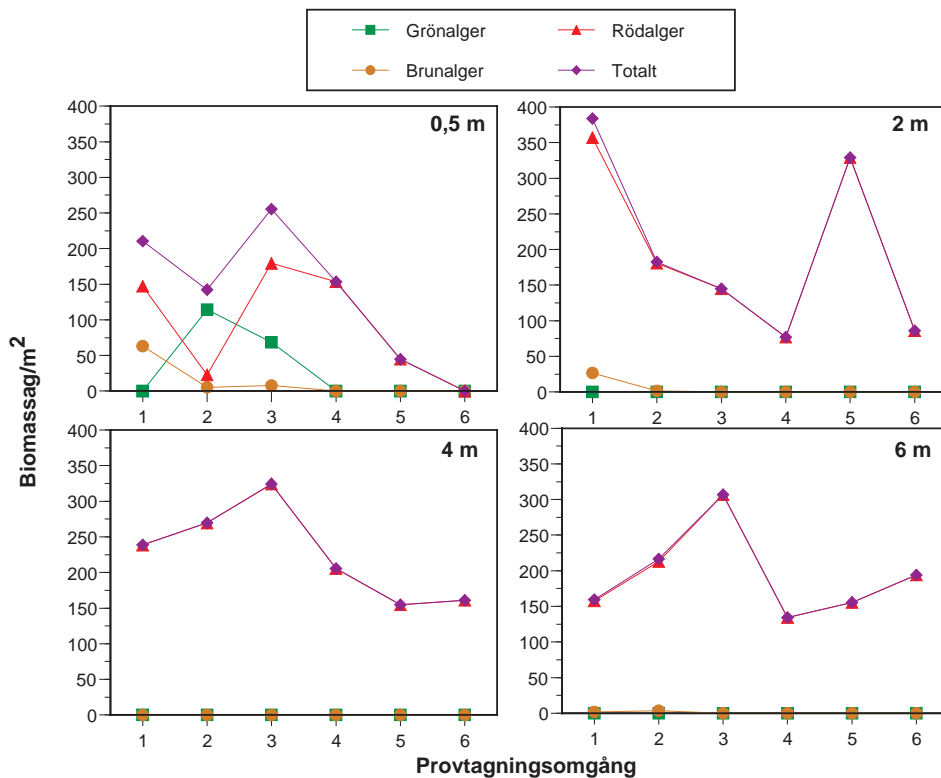


Fig.9. Biomassa, g TV/m<sup>2</sup>, för huvudgrupperna och totalt på transekt Stavsten. Medelvärde för fem replikat.

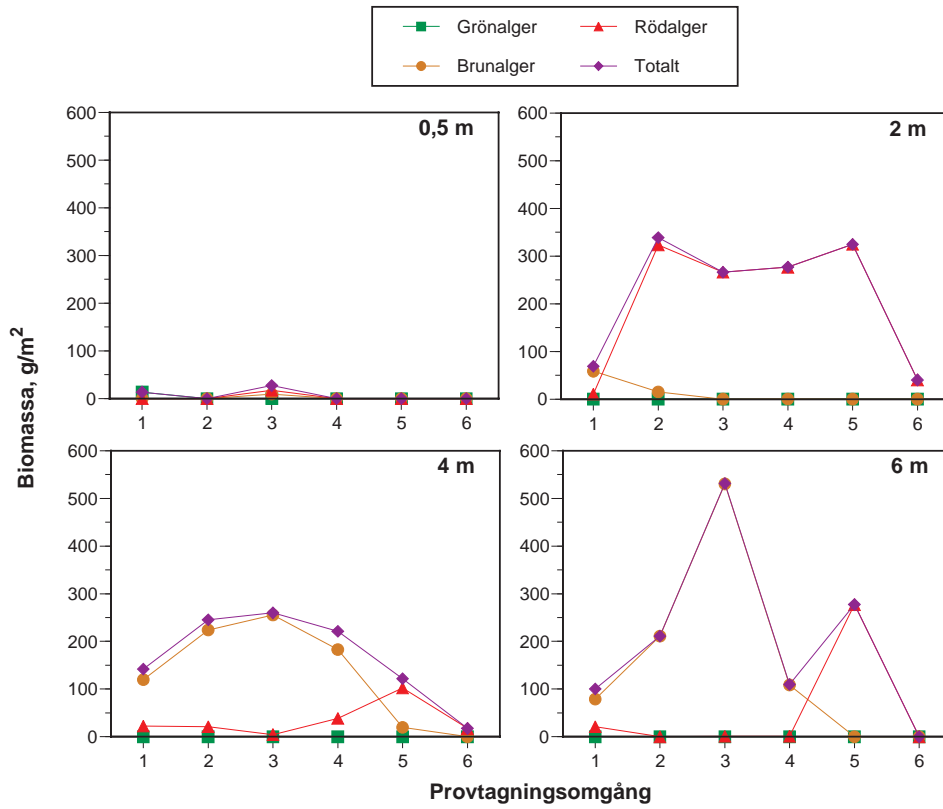


Fig.10. Biomassa, g TV/m<sup>2</sup>, för huvudgrupper och totalt på transekt Lomma Nord. Medelvärde för fem replikat.

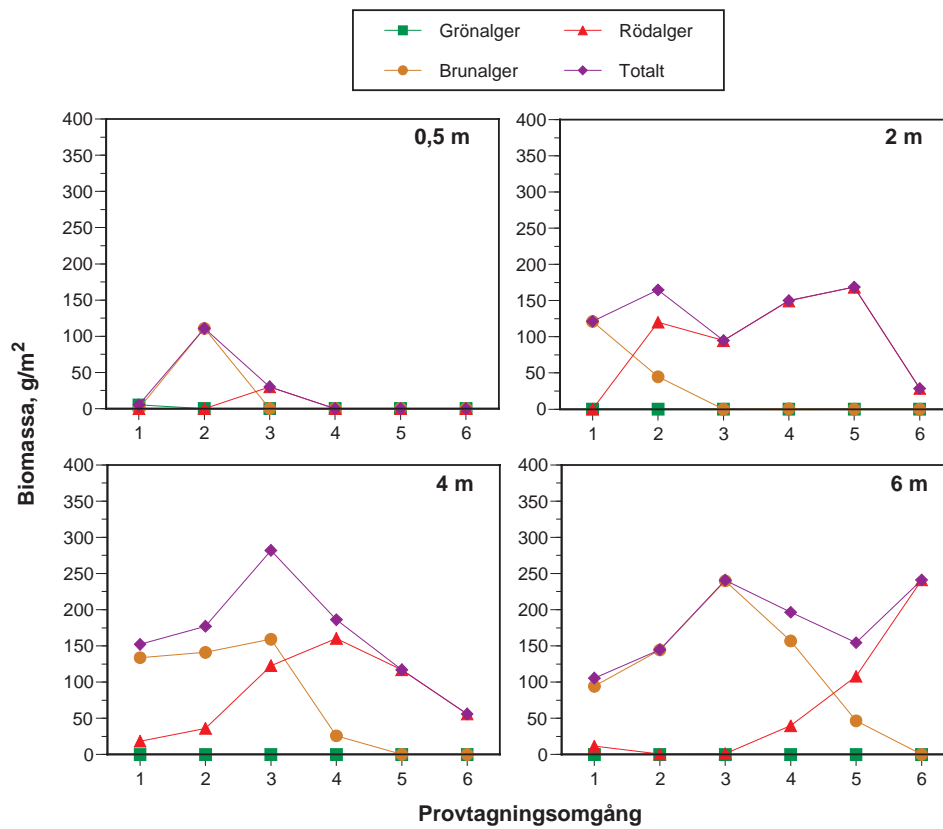


Fig.11. Biomassa, g TV/m<sup>2</sup>, för huvudgrupper och totalt på transekt Lomma Syd. Medelvärde för fem replikat.

### Lomma Nord

På 0,5 m var biomassan mycket låg (<50 g/m<sup>2</sup>) under hela perioden (Fig. 10). Endast enstaka tussar av alger påträffades. På 2 m dominerade brunalger (*Ectocarpus* sp.) inledningsvis varefter rödalger (*C. nodulosum*) fullständigt dominerade. Biomassan var jämn under omgång 2-5 (mitten juni-mitten augusti). På 4 och 6 m var brunalgsdominansen mer uttalad (slutet på maj till slutet på juli). Initialt dominerade *Ectocarpus*, varefter *Pilayella* tog över. Biomassan sjönk generellt på 4 och 6 m vid de sista två omgångarna, och rödalger (*C. nodulosum*) dominerade. Biomassamaximum observerades omgång 3 på 4 och 6 m. Vid den sista omgången var biomassan generellt låg eller obefintlig på samtliga djup.

### Lomma Syd

Liksom på Lomma Syd var biomassan som lägst på 0,5 m. Inga heltäckande bälten observerades utan endast enstaka tussar eller fläckar med rödalger (Fig. 11). På 2, 4 och 6 m dominerade brunalger (*Ectocarpus* följt av *Pilayella*) helt vid inledande omgångarna. Rödalger kom sedan in mer och mer (*C. nodulosum*) och dominerade helt i slutfasen. På 2 m förekom två biomassatoppar (omgång 2 och 5), medan på 4 och 6 m förekom en topp omgång 3 vilket överensstämmer med samma djup på Stavsten, Kämpinge och Lomma Nord. På 6 m förekom en andra biomassatopp vid omgång 6.

### Biomassa och täckningsgrad

Om biomassadata kombineras med täckningsgraden erhålls en bild där mängderna alger var som högst på 4

och 6 m på Stavsten, Lomma Nord och Lomma Syd. På Abbekås och Kämpinge var mängderna ofta lika höga eller högre på 2 m. Generellt sett var mängderna som lägst på 0,5 m, förutom omgång 6 på Kämpinge. På Kämpinge, Stavsten, Lomma Nord och Syd uppträdde de största algmängderna på 4 och 6 m vid omgång 3. På 2 m var mönstret något mer varierat.

### Närsaltinnehåll

På Stavsten ökade näringsinnehållet generellt under perioden (Fig. 12). På 2, 4 och 6 m minskade dock kvävehalterna omgång 2 och 3, innan de återigen ökade. På Lomma Syd ökade halterna av både fosfor och kväve kontinuerligt under perioden (Fig. 13). Undantaget var på 6 m där halterna, liksom på Stavsten, minskade omgång 2 och 3. Kvävehalterna var allmänt högre än på Stavsten.

Kvoterna kväve-fosfor sjönk på Stavsten fram till omgång 3 varefter de stabiliserades (Fig. 14). Kvoterna var högst på 4 och 6 m. Kvoterna varierade initialt mellan 23 och 33 och vid slutet mellan 17 och 23. På Lomma Syd varierade kvoterna fram till omgång 3 varefter en viss stabilisering observerades. Kvoterna var högst på 2 m och lägst på 6 m. Kvoterna varierade initialt mellan 19 och 32 och slutligen mellan 23 och 26.

Om kvävehalten uttrycktes i % av kg TS (Fig. 14) observerades låga värden initialt (1,2%) på Stavsten 0,5 m, varefter värdena ökade kontinuerligt till ca 2,5%. På 2, 4 och 6 m låg värdena initialt omkring 2,5-2,9% för att minska till 1,5-2% omgång 3. Värdena ökade sedan till omkring 1,9-2,6% vid sista provtagningen.

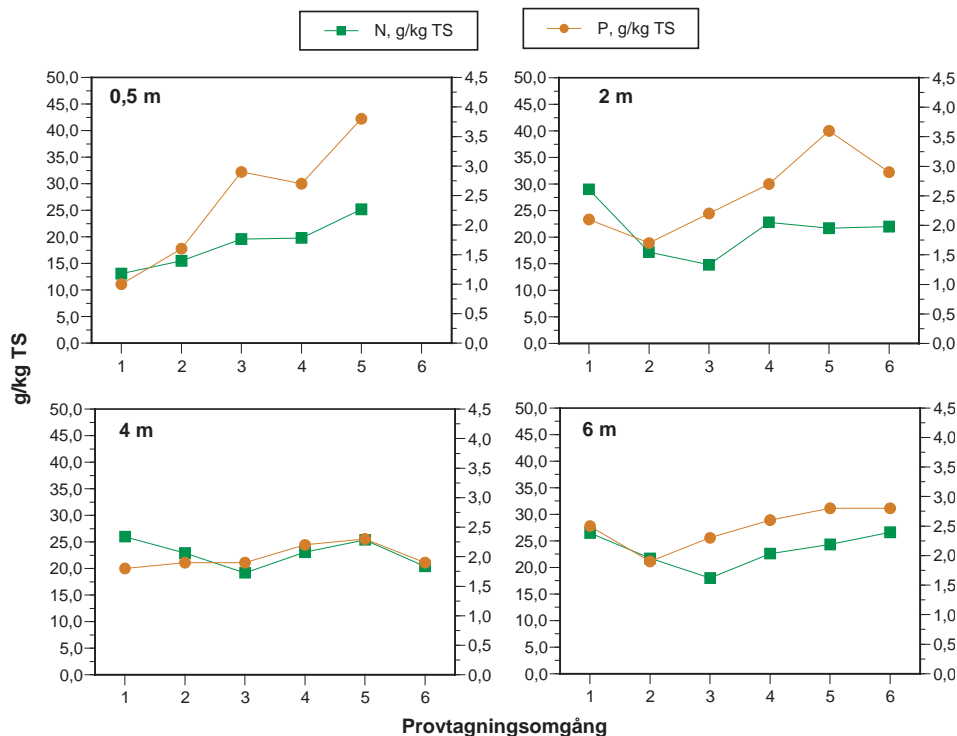


Fig. 12. Kväve- och fosforhalter, g/kg TS, i totalbiomassan av alger på transekten Stavsten. Skalan på vänster axel anger kväve och på höger axel fosfor.

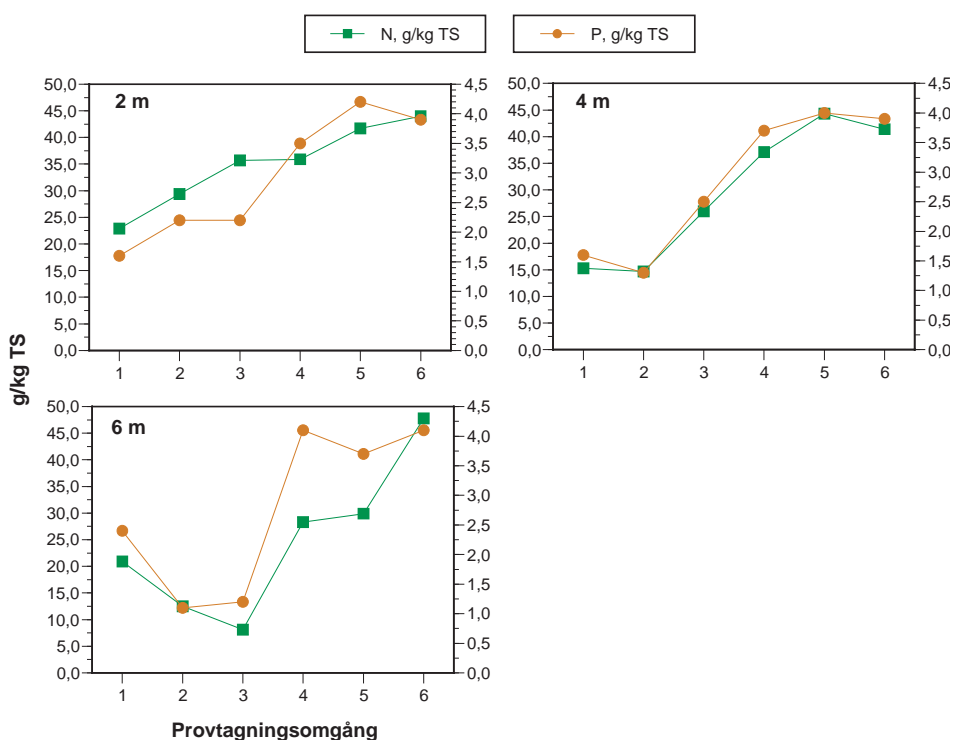


Fig. 13. Kväve- och fosforhalter, g/kg TS, i totalbiomassan av alger på transekten Lomma Syd. 0,5 m saknas p.g.a. brist på alger. Skalan på vänster axel anger kväve och på höger axel fosfor

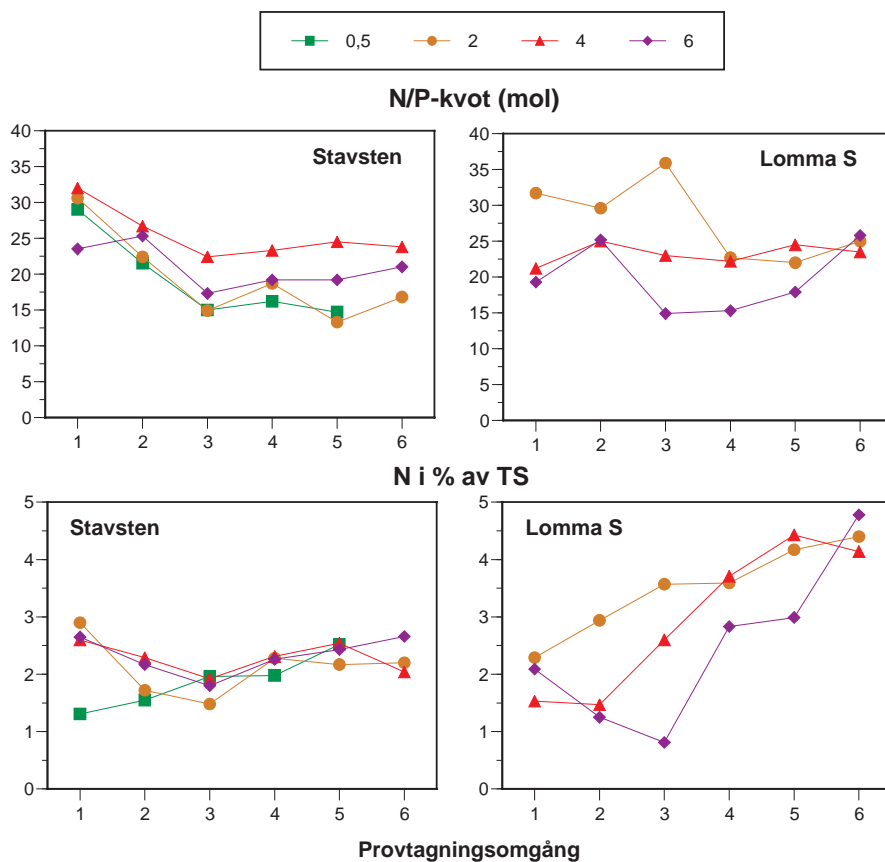


Fig. 14. Kvoten kväve/fosfor, uttryckt i mol (överst), samt mg kväve uttryckt i % av mg algortrsubstans (nederst) för transekterna Stavsten och Lomma Syd.

På Lomma Syd ökade värdena generellt från initialvärden på 1,5-2,3% till 4-4,7% vid sista provtagningen. Undantaget var 6 m där värdena minskade omgång 2-3 till 0,7% som lägst.

### Statistiska skillnader i biomassa

Eftersom Hörte bara provtogs på 0,5 m och biomassan var signifikant lägre än på flertalet övriga stationer, samt osäkerheten vid provtagning p.g.a. ofta förekommande grumlighet, har Hörte uteslutits ur de följande statistiska analyserna.

### Transekter

Om skillnader i totalbiomassa mellan stationerna studerades för hela perioden och för alla djup, observerades att den högsta biomassan förekom på Kämpinge och Stavsten. Biomassan var på dessa transekter signifikant högre ( $p < 0,05$ ) än på Abbekås och Lomma Syd (Fig. 15). Mellan övriga transekter fanns inga signifikanta skillnader.

**Biomassa g torrvt/m<sup>2</sup>**

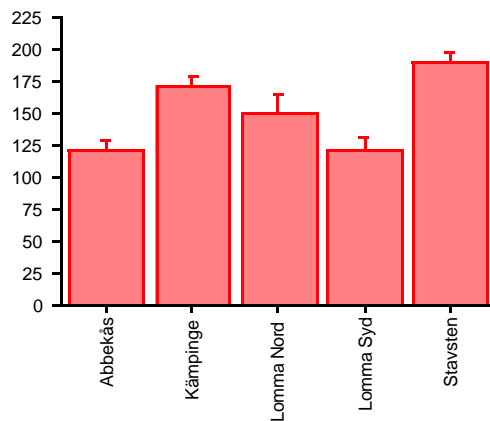


Fig. 15. Totalbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga transekter. Data för alla djup och omgångar. Felstaplar visar +SE.

Grönalgsbiomassan var mycket högre på Stavsten ( $p < 0,05$ ) än på övriga transekter och med mycket små skillnader mellan de övriga (Fig. 16). Generellt var grönalgsbiomassan en liten del av den totala.

**Biomassa g torrvt/m<sup>2</sup>**

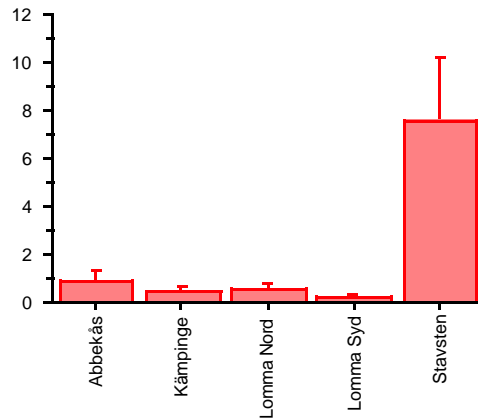


Fig. 16. Grönalgsbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga transekter. Data för alla djup och omgångar. Felstaplar visar +SE.

Brunalgsbiomassan var signifikant högre ( $p < 0,05$ ) på Lomma Nord och Lomma Syd än på övriga transekter (Fig. 17) och utan signifikanta skillnader mellan övriga stationer.

**Biomassa g torrvt/m<sup>2</sup>**

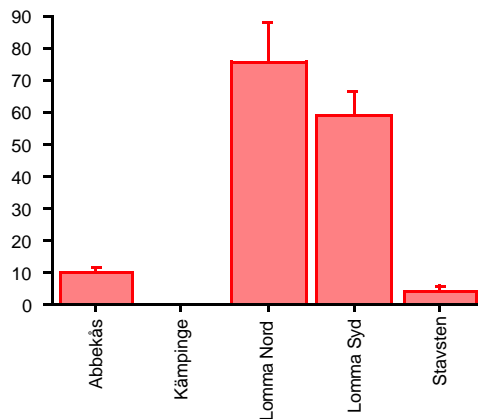


Fig. 17. Brunalgsbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga transekter. Data för alla djup och omgångar. Felstaplar visar +SE.

Rödalgsbiomassan var däremot signifikant högre på Stavsten och Kämpinge än på övriga transekter, och även Abbekås var signifikant högre än Lomma Syd (Fig. 18).

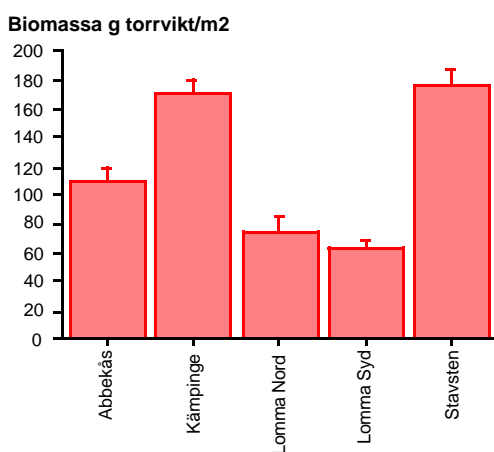


Fig. 18. Rödalgbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga transekter. Data för alla djup och omgångar. Felstaplar visar +SE.

### Djup

Skillnader mellan djupen för samtliga omgångar och transekter observerades. Den totala biomassan var signifikant lägre på 0,5 m, och inga skillnader förekom mellan övriga djup (Fig. 19).

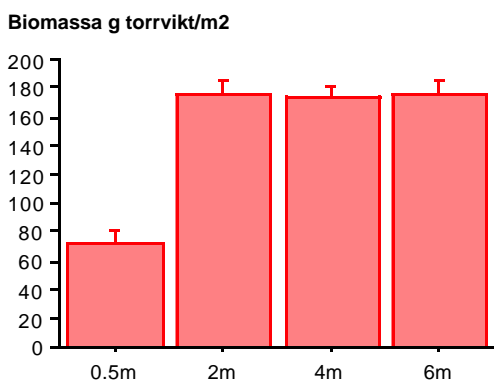


Fig. 19. Totalbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga djup. Data för alla transekter och omgångar. Felstaplar visar +SE.

På 0,5 m var grönalgsbiomassan signifikant högre än på övriga transekter (Fig. 20) och för brunalgerna var den signifikant högre på 4 och 6 m, och med mindre skillnader mellan 0,5 och 2 respektive mellan 4 och 6 m (Fig. 21).

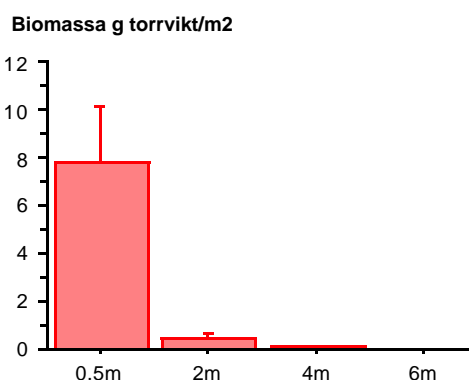


Fig. 20. Grönalgsbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga djup. Data för alla transekter och omgångar. Felstaplar visar +SE.

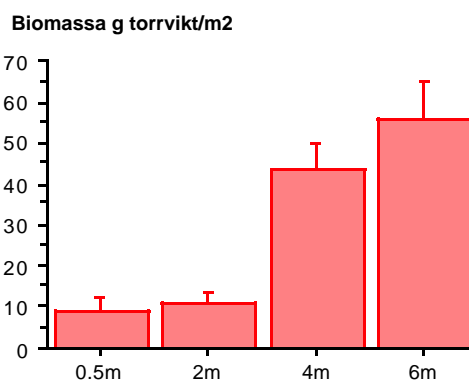


Fig. 21. Brunalgsbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga djup. Data för alla transekter och omgångar. Felstaplar visar +SE.

Rödalgbiomassan var signifikant lägre på 0,5 m än på övriga djup (Fig. 22), och den var även signifikant högre på 2 m än på 6 m.

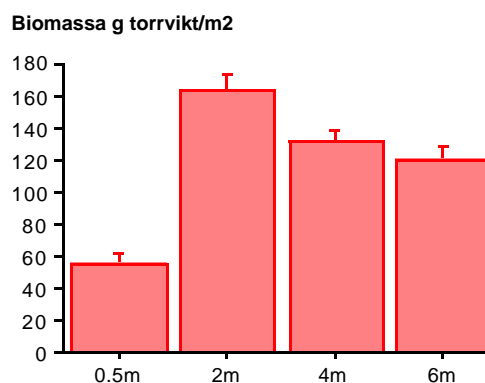


Fig. 22. Rödalgbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga djup. Data för alla transekter och omgångar. Felstaplar visar +SE.

### Provtagningsomgångar

Den totala biomassan sett över alla transekter och djup var signifikant högre omgång 3 (början av juli) än övriga omgångar (Fig. 23), med undantag för omgång 2 (mitten på juni). Omgång 2 var även signifikant högre än omgång 6 (början på september).

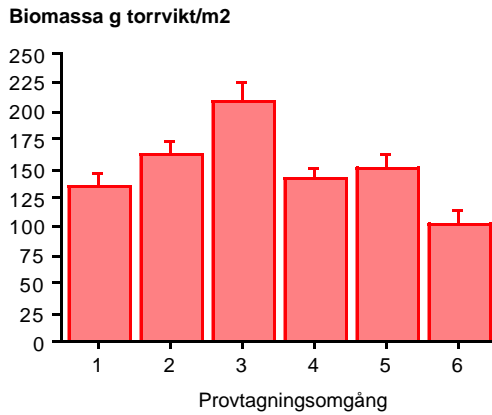


Fig. 23. Totalbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga omgångar. Data för alla transekter och djup. Felstaplar visar +SE.

För både grön- och brunalger var biomassan betydligt högre de inledande omgångarna men signifikanta skillnader fanns endast för brunalger (Fig. 24). Omgångarna 5 och 6 var signifikant lägre än omgång 1-3 och omgång 3 var signifikant högre än omgång 4.

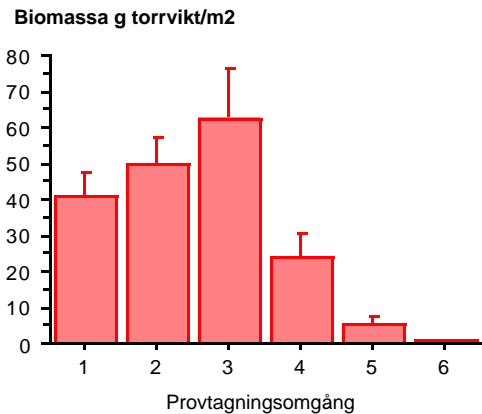


Fig. 24. Brunalgsbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga omgångar. Data för alla transekter och djup. Felstaplar visar +SE.

För rödalger var biomassan jämnare och endast en signifikant skillnad förekom (omgång 5 mot 1). De högsta biomassorna noterades omgång 3 och 5 (Fig. 25).

### Biomassa g torrvt/m2

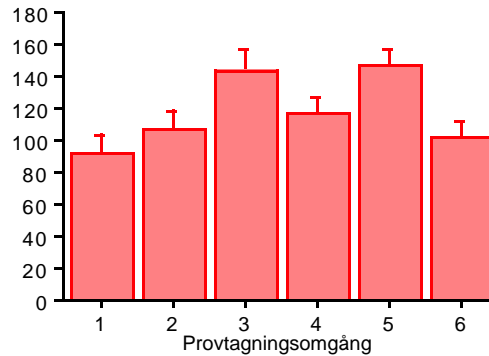


Fig. 25. Rödalgsbiomassa, g TV/m<sup>2</sup>, på samtliga omgångar. Data för alla transekter och djup. Felstaplar visar +SE.

### Statistiska skillnader i närsaltinnehåll

Både kväve- och fosforhalter var högre på Lomma Syd än på Stavsten, men signifikanta skillnader förelåg bara för kväve (Fig. 26).

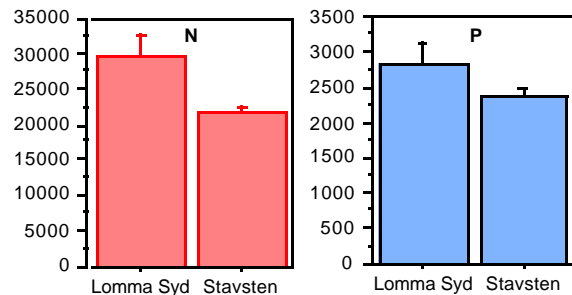


Fig. 26. Kväve- och fosforhalter, mg/kg TS, på de två analyserade transekterna. Data för alla omgångar och djup. Felstaplar visar +SE.

Skillnaderna mellan provtagningsdjupen var mindre uttalade och inga signifikanta skillnader förelåg (Fig. 27). Kvävehalterna var dock klart lägre på 0,5 än på övriga djup. För fosfor var skillnaderna små.



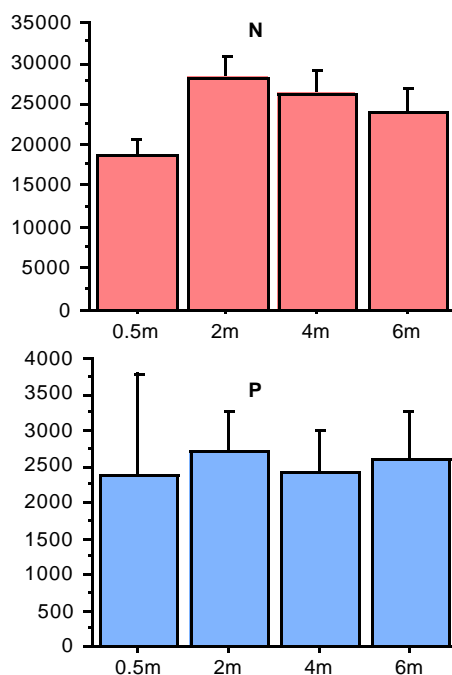


Fig. 27. Kväve- och fosforhalter, mg/kg TS, på de fyra analyserade djupena. Data för alla omgångar och transekter. Felstaplar visar +SE.

Fosfor- och kvävehalterna uppvisade ett minimum omgång 2-3 för att därefter öka. Skillnaderna mellan provtagningsomgångarna var endast signifikanta för fosfor (Fig. 28).

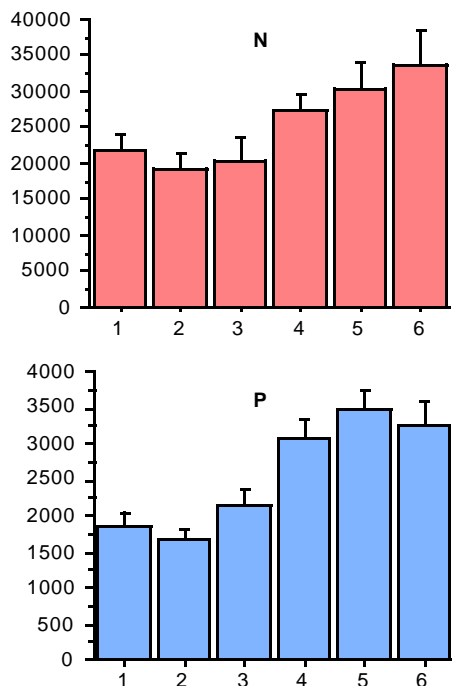


Fig. 28. Kväve- och fosforhalter, mg/kg TS, för de sex analyserade provtagningsomgångarna. Data för alla djup och transekter. Felstaplar visar +SE.

### Statistisk styrkeanalys

I figur 29 är variationskoefficienterna för samtliga transekter, djup och omgångar plottade för totalbiomassan. Resultaten visade på en stor variation i spridningen mellan replikaten. Enkelt kan man säga att ju högre spridning (variationskoefficient) desto mindre möjlighet att påvisa statistiska förändringar under en given tidsperiod. På Abbekås låg variationen nästan alltid över 0,3, vilket indikerar att det kan bli svårt att upptäcka minskningar eller öknings i ett kortare tidsperspektiv. På Kämpinge låg variationen mellan replikaten under 0,2 på 2 m och vid flera tillfällen även på 6 m, medan den var ca 0,2-0,25 på 4 m djup. Detta innebär att med provtagning vid tiden för maximalbiomassa (omgång 2-3) skulle möjligheten att detektera förändringar vara god.

Samma gäller för Stavsten, med den skillnaden att variationen var för stor på 2 m under omgång 2-3, medan den var under 0,2 för djupen 4 och 6 m vid samma provomgång.

På basis av resultaten för olika alggrupper skulle en riktad provtagning mot rödalger göras på samtliga transekter på sydkusten.

På Lommabukten Nord observerades maximalbiomassa omgång 2-3 på 2, 4 och 6 m (dominerad av brunalger) och en mindre sekundär topp omgång 5 (dominerad av rödalger). Variationen var låg för 4 m under omgång 2-3, och delvis för 2 m. På 6 m tycktes den dock vara något för hög. Vid rödalgstoppet omgång 6 var den låg på 6 m.

På Lommabukten Syd fanns en mycket tydlig biomassatopp under omgång 3 på 4 och 6 m (dominerad av brunalger), men här fanns även sekundära toppar av rödalger under omgång 4-6. Här var det nästan bara på 6 m som variationen låg  $\leq 0,2$  (omgång 2-3).

I det följande presenteras statistiska styrkeanalyser för några representativa transekter för att utröna under vilka förhållanden som man lämpligast kan detektera förändringar mellan olika provtagningar (=år). Förutsättningen har varit att detektera 5% förändring i totalbiomassa (ökning eller minskning) årligen under 10 år med 90% sannolikhet (power). Data har använts från perioder med maximal biomassa, d.v.s. omgång 3.

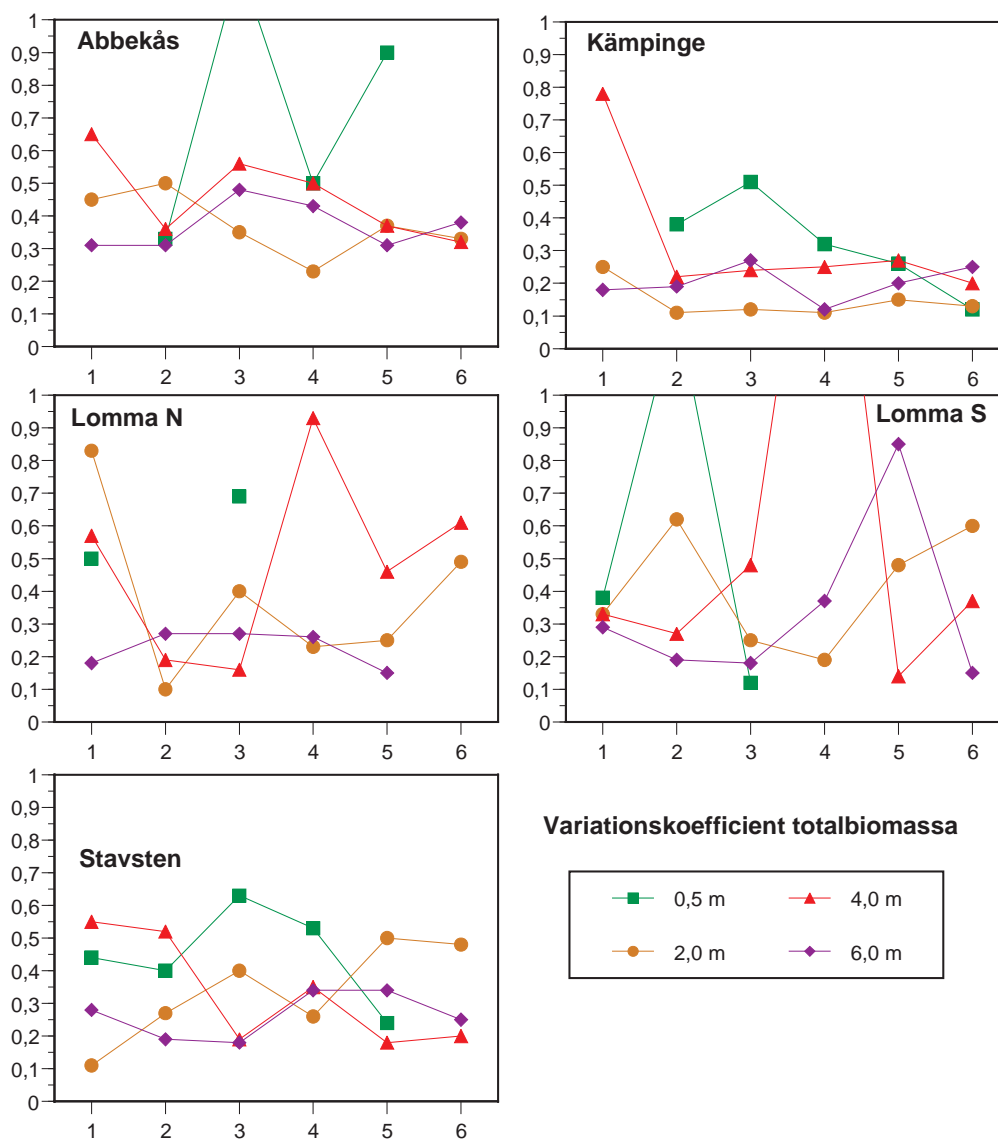


Fig. 29. Variationskoefficient för totalbiomassa ( $n=5$ ) för de olika djupen och provtagningssamgångarna.

Analysen för Lomma N 6 m (3:e omgången) visar att 9 replikat måste tas årligen för att nå målet (Fig. 30). Om sannolikhetskravet (power) sänks till 75% räcker 6 prov. Samma resultat nås generellt för andra stationer med samma variationskoefficient, 0,23-0,27.

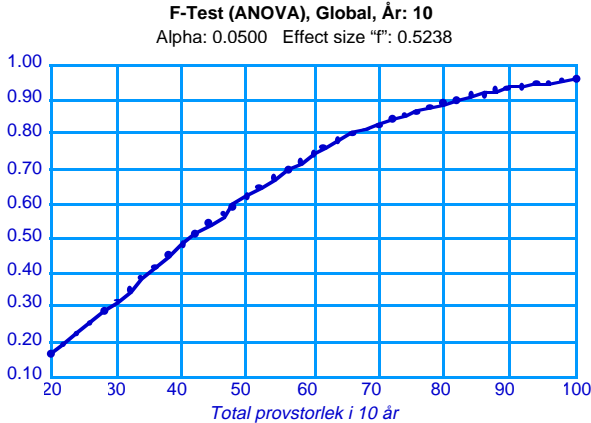


Fig. 30. Power-analysis för Lomma N, 6 m, omgång 3 med variationskoefficient 0,27.

För Lomma N 4 m (3:e omgången) är power bättre p.g.a. lägre variationskoefficient (0,16). Fem replikat årligen i 10 år ger en power på 99% (Fig. 31). Samma resultat nås generellt för övriga stationer med samma variation. För en 5-årig provserie måste dock 12 prover tas för en sannolikhet på 80% att 5%-iga förändringar kan detekteras.

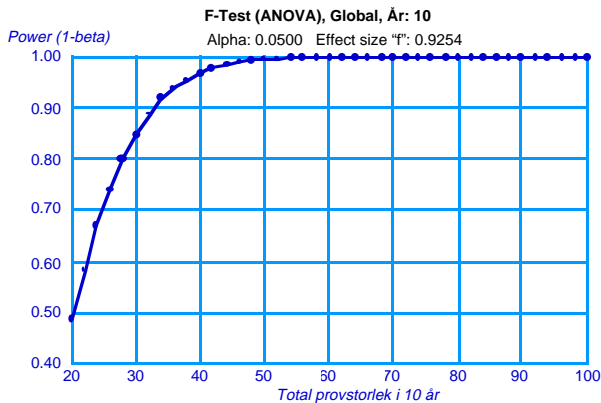


Fig. 31. Power-analysis för Lomma N, 4 m, omgång 3 med variationskoefficient 0,16.

På Kämpinge 2 m (3:e omgången) är power ytterligare högre genom en variationskoefficient på 0,12. Tre årliga replikat ger 90% power (Fig. 32). Om endast 5 år provtogs med 8 replikat årligen ger detta en power på 80%.

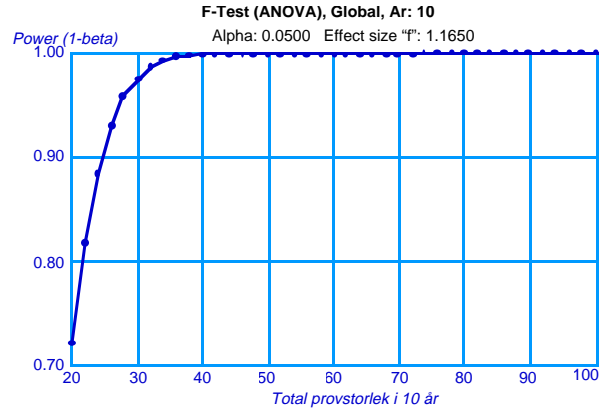


Fig. 32. Power-analysis för Kämpinge, 2 m, omgång 3 med variationskoefficient 0,12.

Statistisk styrka mellan två på varandra följande provtagningar har också beräknats för de ovan redovisade stationerna och representativa data sammanfattas i tabell I.

Tabell I. Power-analysis för 50 respektive 25% minskningar i totalbiomassa. Data från perioder med maximala biomassa, d.v.s. omgång 3.

Station	antal prover för att nå 50% minskning med 90% power	antal prover för att nå 25% minskning med 80% power
Lomma N, 6 m	5	12
Lomma N, 4 m	2	5
Kämpinge, 2 m	2	4

Analysen visar att nästan alla stationer klarar att påvisa 50% minskning av den maximala totalbiomassan med 5 replikat. Undantag är samtliga Abbekås-stationerna, liksom Lomma S 4 m. En 25% reduktion kan påvisas på 7 av totalt 15 stationer. Av dessa är det framför allt djupen 4 och 6 m som klarar detta.

Sammanfattningsvis kan sägas att samtliga Kämpinge-stationer, Stavsten 4 och 6 m, Lomma N 4 och 6 m, och Lomma S 4 och 6 m, kan detektera en 5% årlig förändring i totalbiomassa med en sannolikhet på 75% och (alfa 5%) med replikattalet 6. Det betyder att risken är mindre än 5% att man riskerar att förkasta en förändring, men med 25% risk att man felaktigt tror att en förändring finns. En kompromiss är att man ökar alfa till 10%. Med sex replikat erhålles då en power på 85%. Om de faktiska förändringarna är större än 5%, kan de naturligtvis detekteras tidigare, vilket även gäller om variationen minskar.

## Diskussion

Transekterna som besöktes hade, som tidigare nämnts, något olika karaktär. Transekterna i Lommabukten kännetecknas av mycket långgrunda områden med sandrevlar som delvis avskärmar det strandnära området på 0-0,5 m djup. Detsamma gäller i stort sett även för Lundåkrabukten och området mellan Lernacken och Höllviken.

Längs sydkusten är kustområdet mer exponerat genom att det är mindre långgrund och sandrevlar saknas. Trots skillnaderna tycks provtagning på 0,5 m vara av mindre värde längs båda kuststräckorna. I Lommabukten observerades inga algmattor innanför revlarna och täckningsgraden var nästan alltid <1%. Längs sydkusten fanns en betydande variation i biomassa mellan olika provtagningar och vid flera tillfällen var området så uppgrumlat av ruttnade alger att provtagning antingen inte var meningsfull eller var behäftad med stor osäkerhet (se fig. 33).



Fig. 33. Ruttnande alger med mycket grumligt vatten vid strandkanten i Abbekås 1998 (Foto: Per Olsson).

Ofta fanns istället algerna uppspolade på land, där betydande mängder observerades under andra halvan av sommaren. Ett exempel på hur det kan se ut visas i figur 34. Ansamling av alger på och vid stranden styrs mycket av exponeringen, dvs hur vindar och vågor för in alger mot stranden. Provtagningsresultatet i detta djupintervall blir således ganska stokastiskt och kan inte användas för studier av algbiomassan år från år och för koppling till näringsnivåer. Data visade också att total-, brun- och rödalgbiomassan var signifikant lägre på 0,5 än på de övriga djupen. Endast grönalgbiomassan var högre på 0,5 m.

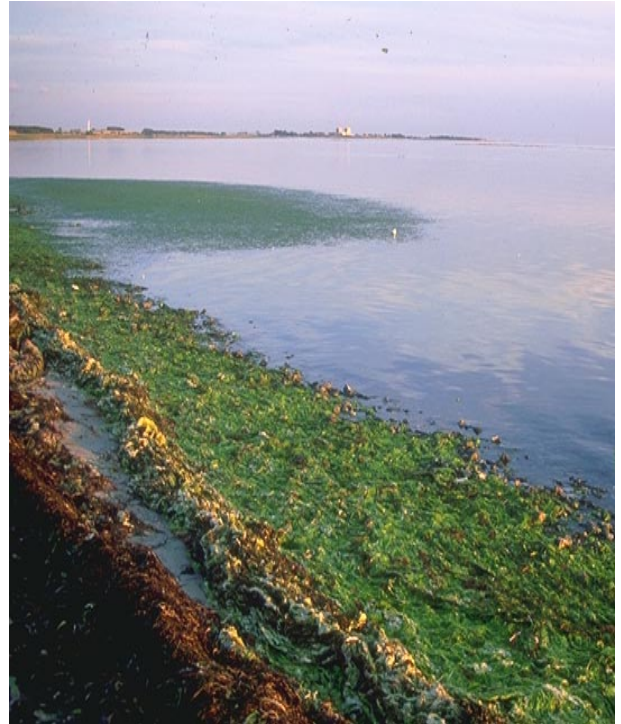


Fig. 34. Ansamling av alger längs strandlinjen, i detta fallet Ulva och Enteromorpha i Lundåkrabukten 1998 (Foto: Olle Nordell).

På 2 m var den totala algbiomassan i paritet med 4 och 6 m, medan brunalgbiomassan var signifikant lägre. Även i Køgebukt var brunalgbiomassan på 2 m signifikant lägre än på 4 och 6 m (Roskilde & Köpenhamns amt 1998). Då brunalger visade sig vara en viktig och betydande del av biomassan under maj-juni, åtminstone i Lommabukten (och Køgebukt), bör alltså 4 och 6 m ingå för att brunalgerna ska kunna följas. Fluktuationerna i biomassa var också något större på 2 m än på 4 och 6 m vilket sannolikt beror på en större påverkan av vågor och strömmar än på större djup. Ett tydligt exempel är Stavsten där biomassorna var mycket höga vid omgång 1 och 5. 30-35 cm tjocka algmattor observerades vid dessa tillfällen, medan biomassorna var betydligt lägre vid övriga omgångar.

På 4 och 6 m observerades biomassamaximum under omgång 3 (början på juli) på 4 av 5 transekter (undantaget var Abbekås). På Lomma Nord och Syd bestod detta maximum av brunalger, och på Stavsten och Kämpinge av rödalger. Det betyder att även om helt olika alggrupper dominerar längs de två kuststräckorna så kan 4 och 6 m samt perioden slutet juni-mitten på juli sannolikt användas för att säkert finna ett års biomassamaximum. Det stämmer överens med Køgebukt där undersökningar 1990-1997 visat på samma sak, även om maximum någon gång har infallit under andra perioder (en gång i början av juni och en gång början av augusti).

Power-analyserna visar att metoden kan detektera små årliga förändringar (5%) i maximal totalbiomassa under en 10-årsperiod på 4 och 6 m i Lommabukten, Kämpinge och Stavsten om replikatantalet ökas till 6



(power 75%, alfa 5%, alternativt power 85% och alfa 10%). På Kämpinge gäller detta även 2 m. Det är en alltså en stark metod, med betydligt högre power än infauna och epifaunastudier i kustzonområden. Power kan ökas till 90% men till en ökad kostnad eftersom replikatantalet måste höjas med 50%.

Analysen av internt kväve- och fosforinnehåll gav ett blandat resultat. På Stavsten kunde en viss minskning ses vid perioden för biomassamaximum, men halterna understeg ej, med något undantag, 1,5% av TS vilket kan anses vara gränsen för tillväxt (Köpenhamn & Roskilde amt 1998). Efter biomassamaximum ökade kväveinnehållet igen. På Lomma S var halten 1,5% av TS på 4 m vid den första och andra omgången för att därefter stiga trots en kraftig biomassatillväxt. På samtliga djup observerades generellt en kraftig ökning av %N av TS på Lomma S under undersökningsperioden. Skillnaderna mellan Stavsten och Lomma S kan förklaras med att inga större utsläpp eller åar mynnar i närheten av Stavsten, medan Lomma S ligger mycket nära Segeå och de mindre åarna Alnarpsån/Kalinabäcken. Lomma S påverkas också vid sydgående ström av Höjeå och Kävlingeån (se fig. 38).

Metoden som använts kräver dykning vid upprepade tillfällen på flera djup för att finna biomassamaximum på olika djup. Om ett område ska övervakas krävs dessutom flera transekter per område. Dykningen kan knappast utföras av en ensam dykare med säkerhetslina då själva insamlandet av alger kan vara mycket besvärligt då algmattorna är tjocka. Två dykare krävs samt en extra person ombord på dykbåten. Detta gör sammantaget att metoden är ganska dyr. Med 6 provtagningsomgångar på 4 olika djup med 5 replikat per djup kostar en transekt ca 55-65 000 kronor, inklusive analyser och rapport.

Flera olika sätt finns för att förbilliga metoden. Ett är att minska antalet prov eller att enbart studera täckningsgrad. Att enbart övervaka täckningsgraden på transekter kan dock inte ersätta kvantitativa metoder om kravet är att detektera statistiskt signifikanta öknings- eller minskningar i biomassa kopplat till förändringar i närsalttillförseln. Ett minskat antal prov orsakar en oacceptabel försämring i styrkeanalysen. Styrkeanalysen har dock visat att en temporalt och spatialt riktad undersökningsmetodik kan minska kostnaderna. Detta kräver dock en god kännedom om området som avses undersökas. Vilka arter som dominerar och fördelningen på olika djup och perioder är då väsentliga, liksom hur området påverkas vid olika vind- och strömförhållanden. I de transekter som studerats i föreliggande undersökning kan dock undersökningar justeras till följande om målet är att följa årsbiomassamaximum med kopplingar till närsalttillförsel:

- provtagning koncentreras till perioden mitten på juni till mitten på juli
- provtagningsstrata reduceras till 4 och 6 i Öresund, och eventuellt även 2 m längs sydkusten (Kämpinge) med sex replikat per djup

Den totala kostnaden per transekt kan då reduceras med ca 25-30%.

Om säsongsdynamiken ska följas bör dock provtagningar även utföras från april till slutet av augusti. För kunskap om storskalig utbredningsförekomst av fintrådiga alger i ett område kan övervakning under perioden för biomassamaximum utsträckas till djupare vatten (8-10 m) med bedömning av täckningsgrad med paravanmetod.

Vid dykundersökningarna för föreliggande rapport kunde hela transekter vid några tillfällen observeras genom att dykarna drogs efter båten från 6 m djup in till 2 m. Ofta förekom heltäckande mattor av fintrådiga alger längs hela transekter (Fig. 35), speciellt under perioden juni-juli. I Lommabukten var täckningen av brunalger under slutet av maj och början av juni nästan total.

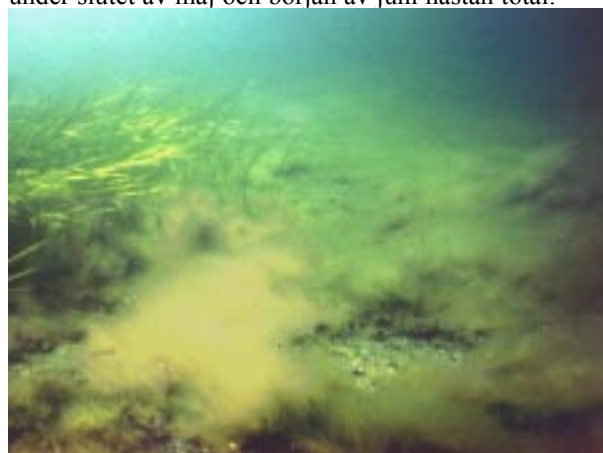


Fig. 35. Nästan heltäckande algmattor av brunalger i början av juni 1993 utanför Malmö, i kanten av en ålgrensäng. (Foto: Arne Samuelsson).

Även längs sydkusten var täckningen mycket hög längs flera transekter. Normalt förekommande småfisk såsom lerstubb, sandstubb, svart smörbult eller storspigg observerades sällan och ej heller normalt förekommande kräftdjur som sandräka. I Lommabukten observerades inga normala fiskförekomster förrän algbältena tunnades ut i slutet av augusti-början på september. Då dessa grunda områden är av vital betydelse för uppväxt av flatfisk och är furageringsområden för vuxen flatfisk och t.ex. torsk, är den stora förekomsten av alger och frånvaron av födodjur djupt oroande.

De få undersökningar som gjorts tyder på att stora algförekomster kan ändra habitatet (Pihl et al. 1996) och därmed artsammansättning, abundans och biomassa av in- och epifaunan (Isaksson & Pihl 1992, Bonsdorff 1992, Pihl et al. 1995), furageringseffektivitet hos ung torsk (Pihl et al. 1995) och settlingsmöjligheterna för flatfisk (Wennhage & Pihl 1994).

Vid ålgrensundersökningar för broförbindelsen under 1999 kunde ca 1 m tjocka brunalgsmattor observeras i ålgrensängar utanför Klagshamn redan i april. Längs sydkusten (Stavsten) försvann nästan hela *Fucus*-beståndet på ca 1 m under 1998, troligen p.g.a. den stora algförekomsten och ökad betning av kräftdjur (Toxicon 1999). Detta tyder på att fintrådiga alger kan förändra förekomsten av viktiga vegetationstyper (tång, ålgrens) som är fundamentala för uppväxande och furagerande småfisk, kräftdjur och fågel (gäss, knölsvan)(Fig. 36).



Fig. 36. Stora mängder rödalger i ålgräset utanför Kämpinge 1999. (Foto: Per Olsson).

Nedgången i skrubbskäddabestånden som observerats sedan 1978 vid provfisken vid Barsebäck (Fiskeriverket 1998) kan möjligen sättas i samband med en habitatsförändring i grundområdena, även om andra förklaringar naturligtvis kan finnas.

Under 1996 utförde länsstyrelsen i Skåne och Öresunds Vattenvårdsförbund gemensamt en modellering av utsläppssituationen längs Öresund. Modellen visade att närsalttransporten från vattendrag och punktkällor svepte mycket kustnära vid konstanta nord- eller sydströmmar i sundet. Nästan ingen uppblandning med mellersta Öresund kunde observeras. Vid strömvändning skedde dock en uppblandning.

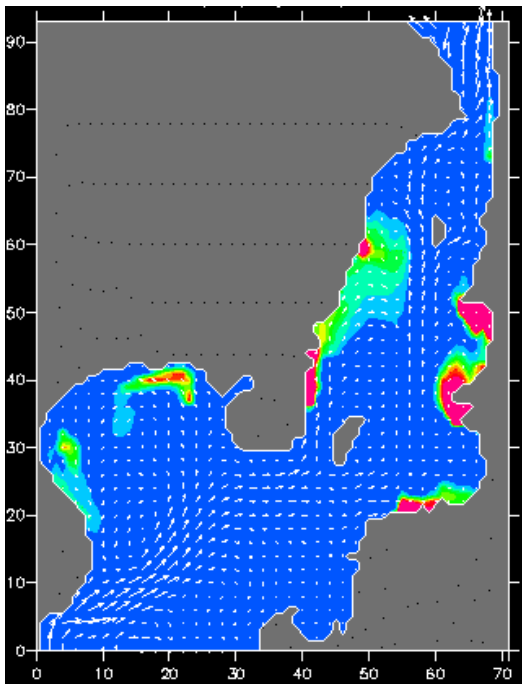


Fig. 37. Modellkörning vid nordgående ström med kväveutsläpp från landkällor. Ju rödare färg desto högre halt. Från Öresundsvattensamarbetets modellkörning.

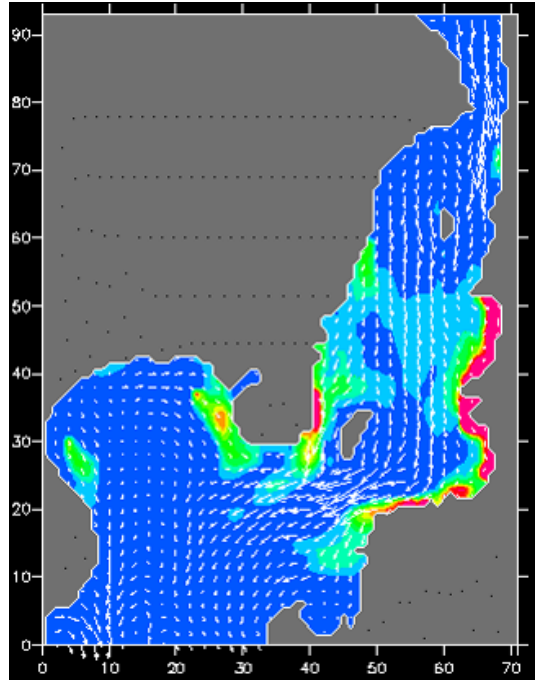


Fig. 38. Modellkörning vid sydgående ström med kväveutsläpp från landkällor. Ju rödare färg desto högre halt. Från Öresundsvattensamarbetets modellkörning.

I figur 37 och 38 visas kvävekoncentrationerna i ytvattent vid 2 dagars nordgående ström respektive sydgående ström under hösten 1997. Basen är inledande modellkörningar med den 3-dimensionella MIKE3-modellen och belastning från vattendrag och punktkällor, utförda av Öresundsvattensamarbetet.

Detta innebär att det mesta av närsalterna från t.ex. vattendrag påverkar kustzonen innanför 10-m-kurvan, dvs det område där huvuddelen av tillväxten av ålgräs, tång (Fig. 39) och fintrådiga alger sker och som fungerar som uppväxt- och furageringsområde för en rad kommersiellt viktiga fiskarter.



Fig. 39. Frisk population av sågtång utan påväxt utanför Kämpinge. (Foto: Per Olsson).

En högre fokusering på kustzonen är därför berättigad.

Föreliggande metodstudie visar att den kan vara ett instrument för att följa utvecklingen i kustområdet:

- Det finns en direktare koppling till näringsnivåer än för andra undersökningstyper
- Metoden har en hög power och kan därför bli ett vassare verktyg än konventionella kustmetoder
- Undersökningstypen har en koppling till rekreationsvärden, t.ex. lukt- och badproblem vid badplatser

Metoden kan inte direkt koppla till effekter på småfisk- och kräftdjursbestånd, eller koppla till produktion av matfisk. Metoden kan dock ge underlag för bedömning av habitatsförhållanden som är av vikt för dessa frågor. Om man kan verifiera minskningar av fintrådiga alger, p.g.a. åtgärder i näringsbelastning, bör habitatet för småfisk/kräftdjur och därmed även matfiskproduktionen antas gynnas.

## Referenser

- Bohuskustens Vattenvårdsförbund. 1998. Förekomst, utbredning och biomassa av fintrådiga grönalger i grunda mjukbottenområden i Bohuslän under 1998. Rapport av Pihl & Svenson.
- Bonsdorff, E. 1992. Drifting algae and zoobenthos - effects on settling and community structure. *Neth. J. Sea Res.* 30:57-62.
- Buchner, A., Faul, F., & Erdfelder, E. (1997). *G•Power: A priori, post-hoc, and compromise power analyses for the Macintosh (Version 2.1.2) [Computer program]*.
- Fiskeriverket. 1998. Fiskeriundersökningar i Öresund 1997. Rapport till Öresundskonsortiet av Alvar Jacobsson, Stig Törnquist & Håkan Westerberg.
- Isaksson, I. & Pihl, L. 1992. Structural changes in benthic macrovegetation and associated epibenthic faunal communities. *Neth. J. Sea Res.* 30:131-140.
- Köpenhamns Amt & Roskilde Amt. 1998. Övervakning av Køge Bugt, 1997. Rapport av Gitte Holm Ditlevsen & Espen Barkholt Rasmussen.
- Pihl, L. Isaksson, I., Wennhage, H. & Moksnes, P.-O. 1995. Recent increase of filamentous algae in shallow Swedish bays: Effects on the community structure of epibenthic fauna and fish. *Neth. J. Sea Res.* 29:349-358.
- Pihl, L., Magnusson, G., Isaksson, I. & Wallentinus, I. 1996. Distribution and growth dynamics of ephemeral macroalgae in shallow bays on the Swedish west coast. *J. Sea Res.* 35:169-180.
- Toxicon. 1999. Undersökningar längs sydkusten - årsrapport 1998. Rapport till Sydkustens Vattenvårdsförbund.
- VKI/Toxicon. 1998. Vurdering av fedtmögmängden i Öresund i 1998 i forhold til tidligere år. Rapport 98/106/1 till Öresundskonsortiet.
- Wennhage, H. & Pihl, L. 1994. Substratum selection by plaice (*Pleuronectes platessa* L.): Impact of benthic microalgae and filamentous macroalgae. *Neth. J. Sea Res.* 32:343-351.