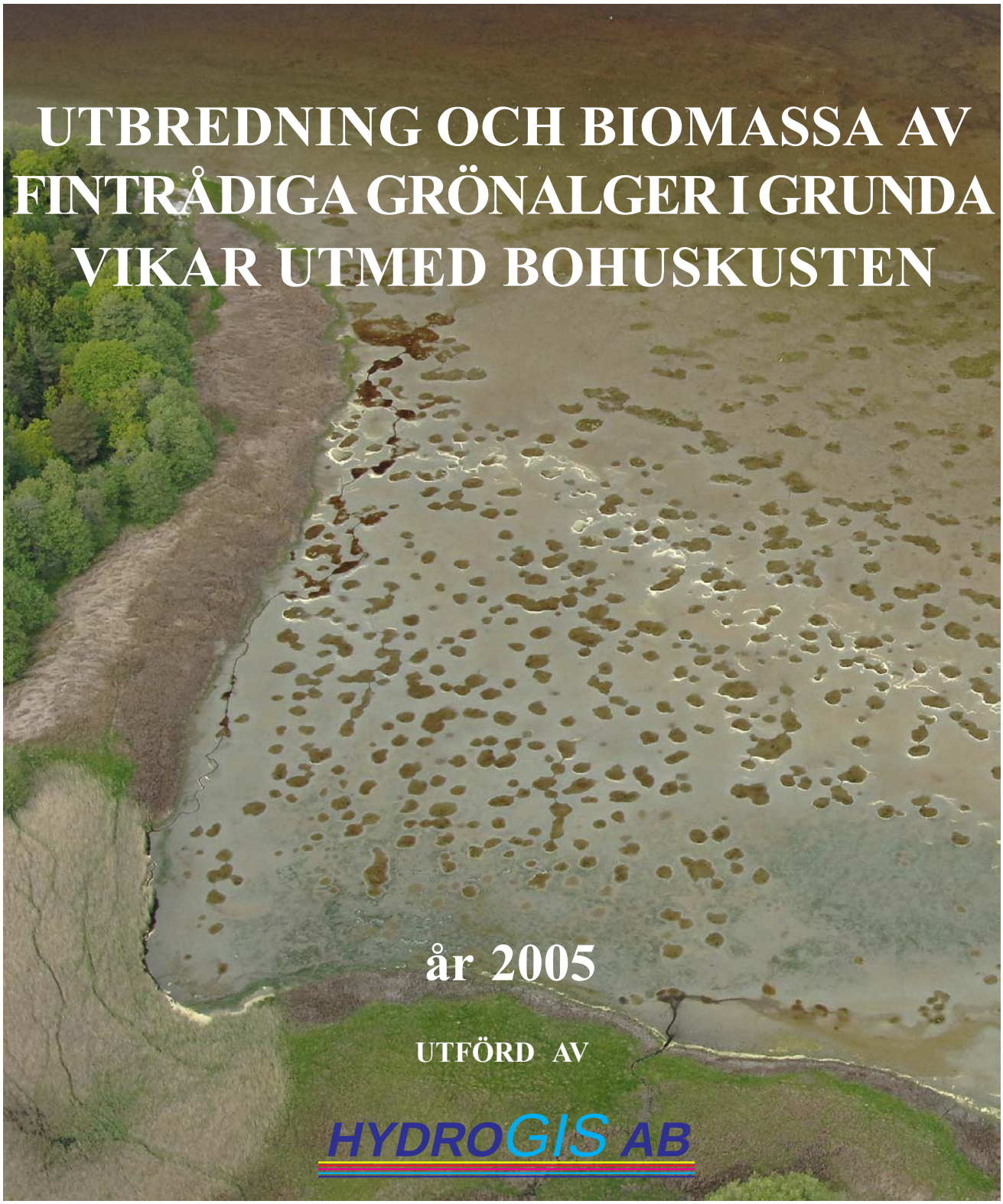
BOHUSKUSTENS VATTENVÅRDSFÖRBUND



UTBREDNING OCH BIOMASSA AV FINTRÅDIGA GRÖNALGER I GRUNDA VIKAR UTMED BOHUSKUSTEN

år 2005

UTFÖRD AV

HYDROGIS AB

Bohuskustens vattenvårdsförbund
Box 305, Museigatan 2
S-451 18 Uddevalla

Tel: 0522-159 80
www.bvvf.com
E-mail: pege.schelander@bosam.se

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	**SAMMANFATTNING**	**3**
2	**SUMMARY**	**4**
3	**INLEDNING**	**5**
4	**METODIK**	**5**
5	**RESULTAT**	**8**
5.1	**FÖREKOMST OCH UTBREDNING AV FINTRÅDIGA GRÖNALGER**	**8**
5.2	**BIOMASSA AV FINTRÅDIGA ALGER**	**10**
5.3	**ARTSAMMANSÄTTNING**	**11**
5.4	**SEDIMENT**	**13**
6	**SLUTSATSER**	**14**
7	**KÄLLOR**	**20**

BILAGA 1	**Läge för samtliga lokaler**
BILAGA 2	**Fintrådiga grönalger i grunda vikar under maj 2005**
BILAGA 3	**Fintrådiga grönalger i grunda vikar under juli 2005**
BILAGA 4	**Fintrådiga grönalger i grunda vikar under augusti 2005**
BILAGA 5	**Biomassa fintrådiga alger under juni 2005**
BILAGA 6	**Biomassa fintrådiga alger under augusti 2005**

Omslagsfoto: Grundområde med fintådiga alger (bildens övre del), fläckar med cyanobakteier samt gråsvart sediment med svavelbakterier.

HydroGIS AB rapport nr: 427

Medverkande: Mery-Lorna Jenneborg /HydroGIS AB

Ansvarig för rapporten: Lars-Harry Jenneborg / HydroGIS AB
E-post: lars-harry@hydrogis.se
Tfn: 0303-65 691

ISBN 91-85293-19-9

1 SAMMANFATTNING

Inventeringar med hjälp av flygfotografering genomfördes vid tre tillfällen: juni, juli och augusti under 2005 för att studera förekomst och utbredning av fintrådiga grönalger i grunda kustområden (0-1 m). Sammanlagt fotograferades 540 grunda vikar för ytberäkning av fintrådiga grönalgers täckningsgrad. Kvantiteten fintrådiga alger står i proportion till störningsgraden i det marina ekosystemet.

Insamling för bestämning av biomassa och artsammansättning av fintrådiga alger samt sedimentprovtagning utfördes i anslutning till flygfotograferingen vid två tillfällen: juni och augusti.

Fintrådiga alger förekom (avser täckningsgrader överstigande 5%) under år 2005 längs hela kuststräckan i 24% av grundområdena i maj-juni, 34% i juli och 46% i augusti.

Utbredningen av alger inom de fyra regionerna varierade mellan 0- 60%, med lägst utbredning i region 4 och högst utbredning i region 1. Augusti är också den månad som uppvisar störst algtäckning. Den låga algförekomsten i Göteborgsområdet (region 4) bedöms som anmärkningsvärd med hänsyn till att närsaltsbelastningen är som störst här. Likaså är de höga algförekomsterna i region 1 anmärkningsvärt, eftersom regionen har minst utsläpp av närsalter. Vattenomsättningen är dock en viktig faktor för utveckling av fintrådiga algmassor.

Medelbiomassan (torrvikt) av fintrådiga alger inom algtäckta områden i de fyra regionerna var för juni 88,7 g /m^2 och för augusti 92 g/m^2.

Den största biomassan av fintrådiga alger 1.619 g/m^2 våtvikt motsvarande 222 g torrvikt /m^2 observerades i juni i Lavösundet vik nr 177 i region 3.

Flyginventeringarna under sommaren 2005 visar emellertid på en fortsatt minskning av fintrådiga grönalger inom Bohuskusten, vilket är en utveckling i positivriktning. Generellt är dock bottnarnas tillstånd alltjämt i dåligt skick med omfattande beläggningar med cyanobakterier.

Betydelsen av cyanobakterier tillskrivs stor betydelse för utvecklingen av havets ekosystem inom de kustnära grundbottnarna. Beläggningar med cyanobakterier bildas som regel på sedimentbottnar ner till ca 10 m djup. De utgör tillsammans med svavelbakterier ett slutstadium i instabila ekosystem. Då cyanobakterierna anses vara kvävefixerande är hypotesen att övergödningseffekterna med exempelvis massförekomst av trådalger inte behöver bero på kväveutsläpp. Övergödningseffekter uppkommer sannolikt när viktiga länkar i ekosystemet slås ut. Utfiskning av våra större fiskarter bedöms därför ha en avgörande betydelse för bottnarnas allmän tillstånd.

Under optimala betingelser skulle de kvävefixerande cyanobakterierna utmed Bohuskusten kunna bidra med upp emot 130.000 ton kväve. Detta skall jämföras med den årliga utsläppsbelastningen med 32.000 ton inom samma område. Kväve skulle därmed inte vara den begränsande faktorn för övergödning.

ADRESS
HydroGIS AB
Snipan 1
S-444 30 STENUNGSUND

TELEFON 0303-656 90
FAX 0303-657 60
E-POST info@hydrogis.se
HEMSIDA www.hydrogis.se
ORG.NR 556553-2974

2 SUMMARY

Occurrence and distribution of filamentous green algae in shallow (0-1m) soft bottom areas along the Bohus coast of Sweden were assessed by aerial photography in June, July and August 2005. In all 540 shallow bays, divided in four regions, were photographed and the average percentage cover of filamentous algae were calculated. The degree of filamentous algae corresponds to the magnitude of disturbance of the marine ecosystem.

In order to establish the biomass and species composition of the algae, samples were collected during June and August 2005. Sediment samples for assessment of the content of organic matter in the sediment were also collected.

The results show that filamentous algae (>5% cover) occur in 24 % of the photographed shallow bays in May-June, 34% in July and 46% in August, respectively.

Algal cover ranged from 0 to 60% in the four regions investigated, with the lowest value in the (Region 4). The highest values were noted in (Region 1). The highest value was found in August. The low presence of algae close to Gothenburg is seemingly remarkable when one takes in consideration that the highest nitrogen and phosphorus concentrations are recorded here. The high presence of algae noted in region 1 is likewise remarkable due to the general low outlet of nitrogen and phosphorus within the region. The water circulation is nevertheless a key factor in development of filamentous algae.

The mean biomass of filamentous algae in the four regions sampled were in June 88,7 2 g/m^2 and in August 92 g/m^2 dry weight.

The highest values were recorded in June within region 3 at Lavösundet locality nr 177 and measured 1.619 g wet weight per m^2, which corresponds to 222 g dry weight per m^2.

The aerial photography during the summer of 2005 however shows a continues decrease in filamentous algae distribution and biomass along the Bohus coast which indicates a positive development. However the general state of shallow bottom areas remains poor with an extensive cover of cyanobacteria present.

The development of the marine ecosystems within shallow bottom areas along the coast is greatly influenced by cyanobacteria. They usually form dense carpets on the soft bottoms down to approximately 10 meters. In interaction with sulphuric bacteria they form a final state within a unstable ecosystem. Hypothetically, the capacity of the cyanobacteria to assimilate dissolved nitrogen may contribute to eutrophication and mass-occurrence of filamentous algae. These eutrophication effects appear probably when important ecological links are missing - for example the lack of fish as a result of over fishing.

Under ideal circumstances nitrogen assimilating cyanobacteria along the Bohus coast theroretically could contribute with up to 130.000 tons of nitrogen this in comparison to the yearly outlet of 32.000 tons from other sources within the same region. In conclusion nitrogen could thereby not be the limited factor for eutrophication.

3 INLEDNING

Grunda havsområden inom djupintervaller 0-1 m och med finsedimentbottnar i Bohuslän har sedan mitten av 1900-talet genomgått en storskalig förändring, där stora delar har varit täckta av snabbväxande fintrådiga alger under sommar och höst.

Onormalt hög produktion av trådalger medför negativa konsekvenser för de djursamhällen, som normalt uppehåller sig inom dessa grundområden. Såväl artsammansättning av bottenlevande djur som bestånden av flera kommersiellt viktiga fiskarter, vilka utnyttjar dessa grundområden, påverkas negativt. Massförekomst av framför allt fintrådiga alger omsätter dessutom stora mängder kol fosfor och kväve m m, vilket i sin tur också påverkar omsättning av dessa ämnen samt medför syreförbrukning i framför allt de bottennära vattenmassorna.

Målsättningen med föreliggande undersökning har varit att kartlägga förekomst och utbredning av fintrådiga alger och ställa detta i relation till de olika kustområdenas karaktärer.

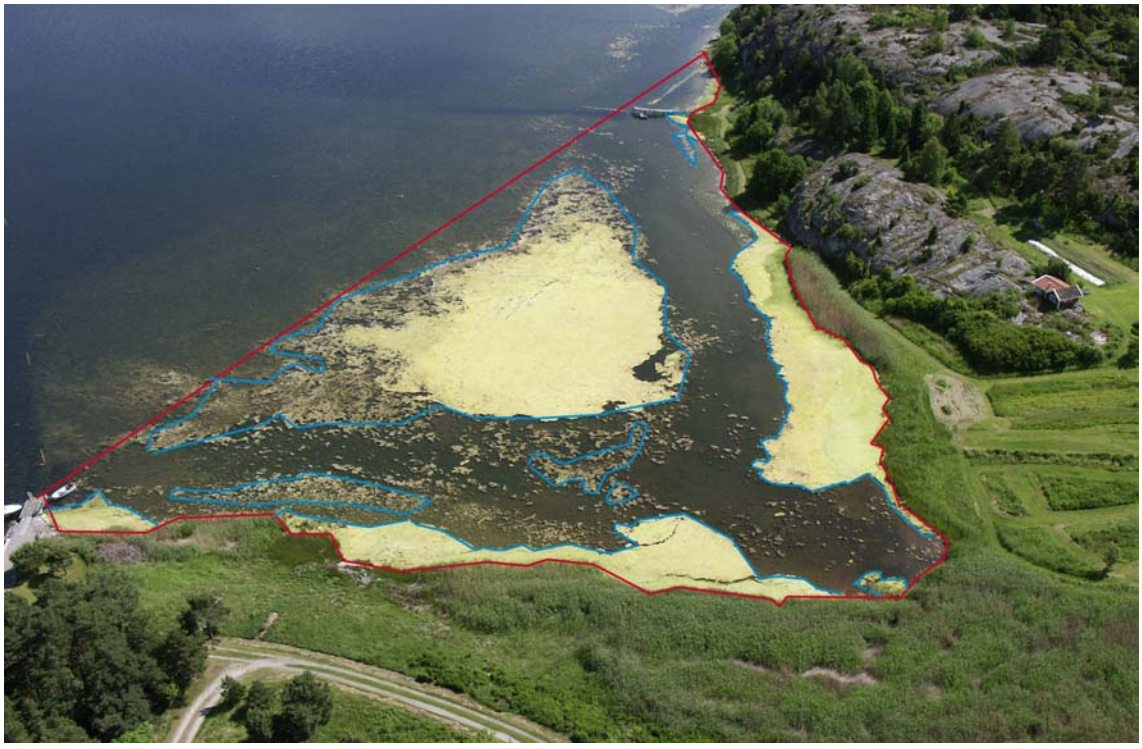
Vidare bör uppskattning kunna göras av de effekter som algerna kan medföra i ett längre tidsperspektiv - dvs hur algerna kan påverka och påverkas av olika processer inom kustekosystemen. Uppgifter om sedimentens syreförhållanden, innehåll av närsalt, faunasamhällenas struktur och funktion, samt algsamhällenas roll i kustområdets kol-, fosfor- och kvävebudget, har betydelse vid utvärdering av undersökningen.

4 METODIK

Flyginventering av förekomst och utbredning av fintrådiga grönalger i grunda (0-1 m) kustområden genomfördes vid tre tillfällen under året: juni, juli och augusti. För att erhålla en tillfredställande upplösning i tid och rum krävs att undersökningen genomförs inom ett relativt stort område. Undersökningen gjordes därför utmed hela Bohuskusten, som indelats i fyra regioner baserat på SMHI:s områdesregister - region 1: Idefjorden-Fjällbacka, region 2: Fjällbacka-Gullmarsfjorden, region 3: Tjörn-Orust och region 4: Marstrand-Billdal (se Bilaga 1-4).

Flygfotograferingen genomfördes från 100-200 m höjd från helikopter under dagar med goda siktförhållanden. Inom region 1, 2 och 4 fotograferades slumpvis 40 vikar och inom region 3 med de stora öarna Orust och Tjörn fotograferades dito 60 vikar. Det totala urvalsmaterialet består av ca 700 vikar, vilka redovisas i Bilaga 1.

Vid fotograferingen användes en digitalkamera med en maximal upplösning på 12,4 megapixel. Kameran var ansluten till en GPS för att erhålla bilddata med latitud, longitud och höjd över havet. Optiken var försedd med vibrationsreducering och brännvidden var inställd på ”normaloptik” dvs 50 mm motsvarande 24x36 mm film. För att utsläcka reflexer i vattenytan användes cirkulärt polarisationsfilter.



Bilderna analyserades med hjälp av programmen Photoshop, AutoCAD 200x för bildbehandling och ytberäkningar (principen framgår av bilden ovan). Samtliga bilddata infördes i gis-programmet MapInfo för att kunna utföra sökningar av olika procentintervall med avseende på algernas täckningsgrad, vilket redovisas i Bilaga 2-4.

Utbredning av alger har angetts som den procentuella andel av varje lokal/vik, som var täckt av fintrådiga grönalger.

Tolkningen av flygbilderna är ofta förenad med svårigheter och kräver god kännedom om bottensamhällena inom hela undersökningsområdet. I många fall är det omöjligt att avgöra vad som egentligen är fintrådiga grönalger på grund av blekning och/eller uppblandning med framför allt brunslicken *Pilayella littoralis*. Den övergödningsindikerande grönalgen svartnande havssallad *Ulvaria obscura* hör emellertid till bladformade alger och förkommer ofta i stora mängder bland övrig grönalgsvegetation. Arten förväxlas ofta med *Ulva lactuca,* som däremot är en renvattenskrävande grönalg. Utbredning av cyanobakterier är oftast dominerande, vilket i områden med mer grumlig vattenkvalitet kan försvåra urskiljningen från övriga fintrådiga alger.

I listan över samtliga drygt 700 lokaler har definitionen av en vik i många fall varit oklar. Ibland utgöres lokalerna av sund mellan öar, medan tydliga och mer intressanta vikar strax intill ej har varit med på listan. Även rena färskvattenlokaler förekommer t ex innanför Slussen på östra Orust. Den ursprungliga listan är därför i starkt behov av revidering.

Efter en snabbgranskning av flygbilderna från juni respektive augusti med avseende på vikar med algförekomst eller ej, genomfördes parallella undersökningar i fält med materialinsamling för bestämning av biomassa och artsammansättning av fintrådiga alger, sedimentprovtagning samt bottenfaunaundersökning med fallfälla. Resultatet av den sistnämnda undersökningen redovisas emellertid i en särskild rapport om den sk ”rörliga epifaunan” på grunda sedimentbottnar (referens 20).

Algbiomassa och artsammansättning bestämdes genom att 5 kvantitativa prov togs från 5 slumpvis utvalda lokaler i varje region (se Bilaga 5 och 6). Provtagningen utfördes genom insamling av algmattan som täcktes av en cylindrisk provtagare med en yta av 0,035 m^2. Samtliga algprover transporterades i kylväska direkt efter insamling. En bestämning av ingående arter i proverna genomfördes samma dag som insamlingen gjordes - dvs på färskt material.

Prover för bestämning av biomassa kyldes och tvättades noga från epifauna, sediment och grövre partiklar som skalfragment och gruskorn innan proverna torkades till konstant vikt i 70° C.

Sedimentprovens innehåll av organisk halt bestämdes genom att ta 10 kvantitativa prov från 4 slumpvis utvalda lokaler i varje region. Sediment insamlas med en rörprovtagare med en bottenyta på 60 cm^2 och till ett djup av 2 cm. Dessa sedimentprover fraktades nedkylda för frysning innan de levererades till laboratorium där organisk halt analyserades (se tabell på sidan 13). Analys av kväve och fosfor ingår i programmet för undersökning av mobil epifauna (referens 20).

Zonering med ålgräs och cyanobakterier (bruna beläggningar). ”Hålen” i ålgräsvegetationen kan ha orsakats av bottenvändningar eller bojförankrade fritidsbåtar.

5 RESULTAT

5.1 FÖREKOMST OCH UTBREDNING AV FINTRÅDIGA GRÖNALGER

I maj 2005 (se Bilaga 2) var som väntat såväl algförekomster som täckningsgrader låga inom samtliga regioner. En tydligt förhöjning förelåg alltjämt i norr (region 1) inom de extremt grunda områdena längst in i skärgårdsarkipelagen. Slupekilen på västra Orust bryter som tidigare mot det övriga mönstret för mellersta och södra Bohuskusten (se markerad pil i Bilaga 2).

I juli 2005 kan man notera att norra Bohuskusten (region 1) har fått en märkbar ökning av trådalger, där täckningsgraden ligger i intervallet 26-50%. Gula punktmarkeringar dominerar (se Bilaga 3).

Vikar med höga täckninggrader förblir närmast oförändrat under augusti vid norra Bohuskusten, medan algförkomsten ökar något inom Bohuskustens övriga grundområden, vilket markeras av antalet gröna punkter (Bilaga 4). Noteras bör att vikarna mellan Nordre älvs mynning och upp till Stenungsund är nästan algfria (blåa punkter).

Faktumet kvarstår att man har låga täckningsgrader med trådformade grönalger inom de södra och mellersta regionerna. Därvid är de låga förekomsterna inom Kungälvs och Stenungsunds kommuner särskilt anmärkningsvärda, eftersom områdena ligger i strömriktningen från Göta älv och Nordre älv, vilka tillför havet betydande kvantiteter närsalter.

Även grundområdena mellan Orust och Tjörn (Stigfjorden och Halsefjorden) har låga täckningsgrader med trådformade grönalger, vilket också redovisats i en nyligen framtagen rapport med kartor över bottnarna inom Orust kommun (referens 21).

Fintrådiga alger med täckningsgrader överstigande 5% förekom under år 2005 längs hela kuststräckan i 24% av grundområdena i maj-juni, 34% i juli och 46% i augusti.

Den regionsvisa förekomsten respektive utbredningen sedan år 1998 framgår av tabellen på nästa sida. Röda värden anger maximala värden för respektive år. Förekomst och utbredning redovisas även kvantitativt i Bilaga 2-4. Noteras bör att det maximala värdet i region 1 är det lägsta i serien.

Störst förekomst och täckningsgrad (högsta noterade värde är 60%) av fintrådiga alger noterades alltjämt i den norra delen av kusten (region 1) vid samtliga tre provtagningar 2005. Dock har förekomster mellan 75-100% täckningsgrad ej noterats vid något tillfälle denna gång.

I region 2 och 3 var förekomsten av fintrådiga grönalger fortfarande låga. Några enstaka instängda vikar som tidigare uppvisat höga värden förskjuter resultatet något. Region 4 uppvisade generellt lägst värden.

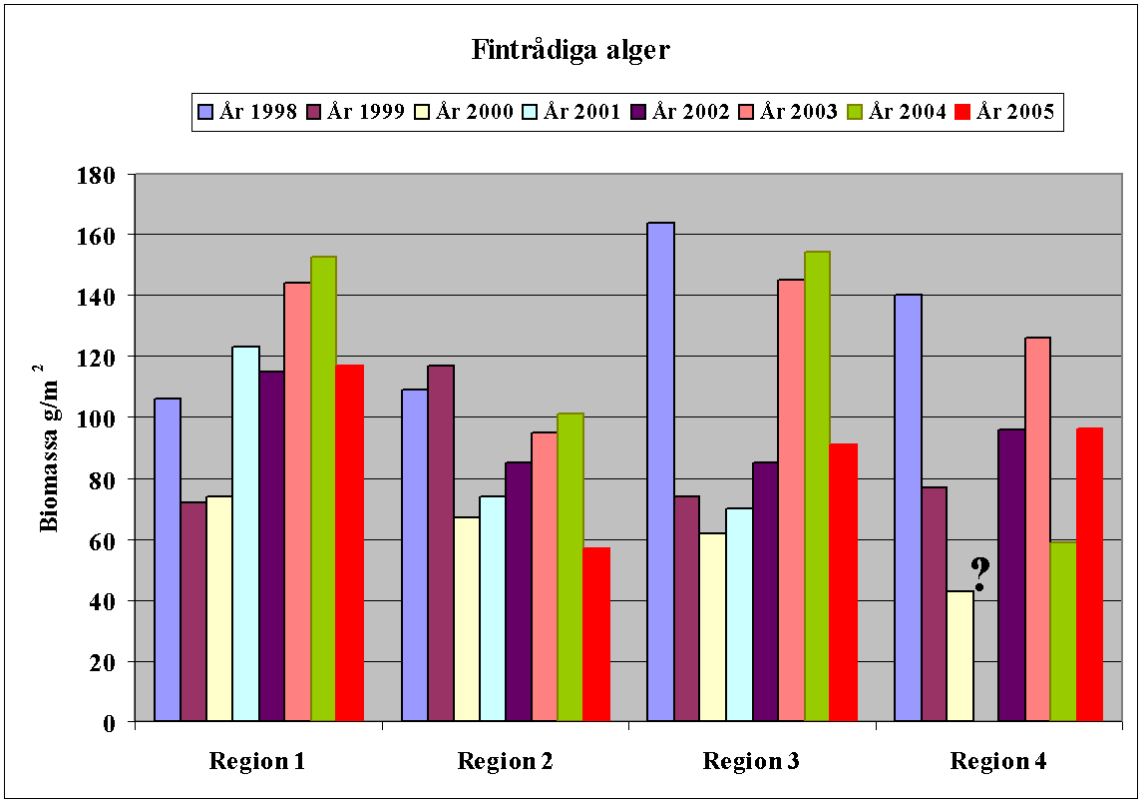
		FÖREKOMST (%)				UTBREDNING (%)			
	REGION	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
ÅR	**MÅNAD**								
1998	**Juni**	66	15	37	9	23	1	7	1
	Juli	64	26	17	6	16	4	3	1
1999	**Juni**	65	22	18	18	16	2	4	4
	Augusti	98	38	38	52	54	7	16	25
2000	**Juni**	66	20	15	7	19	3	2	2
	Juli	63	16	6	10	21	3	2	2
	Augusti	65	10	7	6	21	2	2	1
2001	**Juni**	74	29	19	14	26	7	5	6
	Juli	49	25	23	3	12	7	5	1
	Augusti	73	36	6	5	23	9	1	1
2002	**Juni**	68	10	24	10	22	2	7	1
	Juli	62	19	16	5	23	5	4	0
	Augusti	82	60	25	13	32	17	7	2
2003	**Juni**	72	40	48	50	25	7	12	13
	Juli	97	76	58	80	39	21	15	23
	Augusti	98	45	38	43	57	12	19	17
2004	**Maj**	31	5	13	0	9	2	5	1
	Juli	48	43	15	5	24	10	3	1
	Augusti	69	69	16	23	26	13	5	3
2005	**Juni**	47	28	13	15	10	5	4	3
	Juli	62	40	35	15	21	9	4	2
	Augusti	65	55	35	35	20	8	6	7

I tabellen ovan redovisas förekomsten definierad som det procentuella antalet vikar med mer än 5% täckningsgrad trådformade grönalger. Utbredningen är ett procentuellt medelvärde för täckningsgraden inom varje region.

5.2 BIOMASSA AV FINTRÅDIGA ALGER

Den största biomassan av fintrådiga alger 1.619 g/m^2 våtvikt motsvarande 222 g /m^2 torrvikt observerades i juni i Lavösundet vik nr177 i region 3.

Förhållandet torrvikt och våtvikt är ofta beroende på artsammansättningen. Den ihåliga tarmtången *Enteromorpha spp.* kan ibland ha ett högre vatteninnehåll beroende på om den är vattenfylld eller gasfylld (assimilationsgaser), vilket ger stora variationer avseende våtvikten. Grönslick *Cladophora spp.* har däremot inte dess fysikaliska egenskaper.



Medelbiomassa (torrsubstans) av fintrådiga alger inom de fyra regionerna sedan 1998.

För region 1-3 är årets värden lägre jämfört med resultatet från föregående år, medan värdet är högre för region 4 (se digram ovan). Noteras bör att för Göteborgsområdet (region 4) var biomassan år 2004 halverad jämfört med resultatet från år 2003 och utgjorde då det näst lägsta värdet sedan 1998. Trendökningen sedan år 1999 med avseende på algernas biomassa i regionerna 1-3 är numera bruten.

Utbredningen och medelbiomassan av trådalger ökar vanligtvis under sommaren för att kulminera under tidig höst. Augusti uppvisar därför som regel högre värden inom ett större antal vikar. Biomassan (torrsubstans) av fintrådiga alger inom algtäckta områden utmed Bohuskusten för de fyra regionerna var för år 2005 i medeltal emellertid obetydligt högre i augusti 92 g/m^2 jämfört med juni 88,7 g /m^2. Säsongsmedelvärdet varierade under år 2005 mellan 51 och 122 g/ m^2

5.3 ARTSAMMANSÄTTNING

Totalt 14 algarter ingick i de insamlade proverna, varav endast *Enteromorpha spp.* och *Cladophora flexuosa* kan anses utgöra ”fintrådiga” grönalger. Artsammansättningen redovisas i Bilaga 5-6.

Dominerande algsläkten som ingår i ”trådformiga” algsamhällen är framför allt tarmtången *Enteromorpha spp.* (mer eller mindre grenad, rörformig grönalg), brunslicken *Pilayella littoralis* (fintrådig brunalg bestående av förgrenade enkla cellrader), grönslicken *Cladophora flexuosa* (fintrådig grönalg) samt de båda bladformade och övergödningsgynnade grönalgerna svartnande havssallad *Ulvaria obscura* och platt tarmtång *Ulva linza*. Det tycks finnas en trend till att grönslicken *Cladophora flexuosa* blir allt mindre vanlig och ersätts antingen av fingreniga former av tarmtång *Enteromorpha spp.* eller brunslicken *Pilayella littoralis*. Iakttagelsen baseras på studier från mitten av 1980-talet då arten var mycket vanlig utanför Göteborg.

Fingreniga rödalger representeras av *Ceramium rubrum* medan agarsnärjan *Gracilaria vermiculophylla* mer kan betraktas som en grovgrenig rödalg.

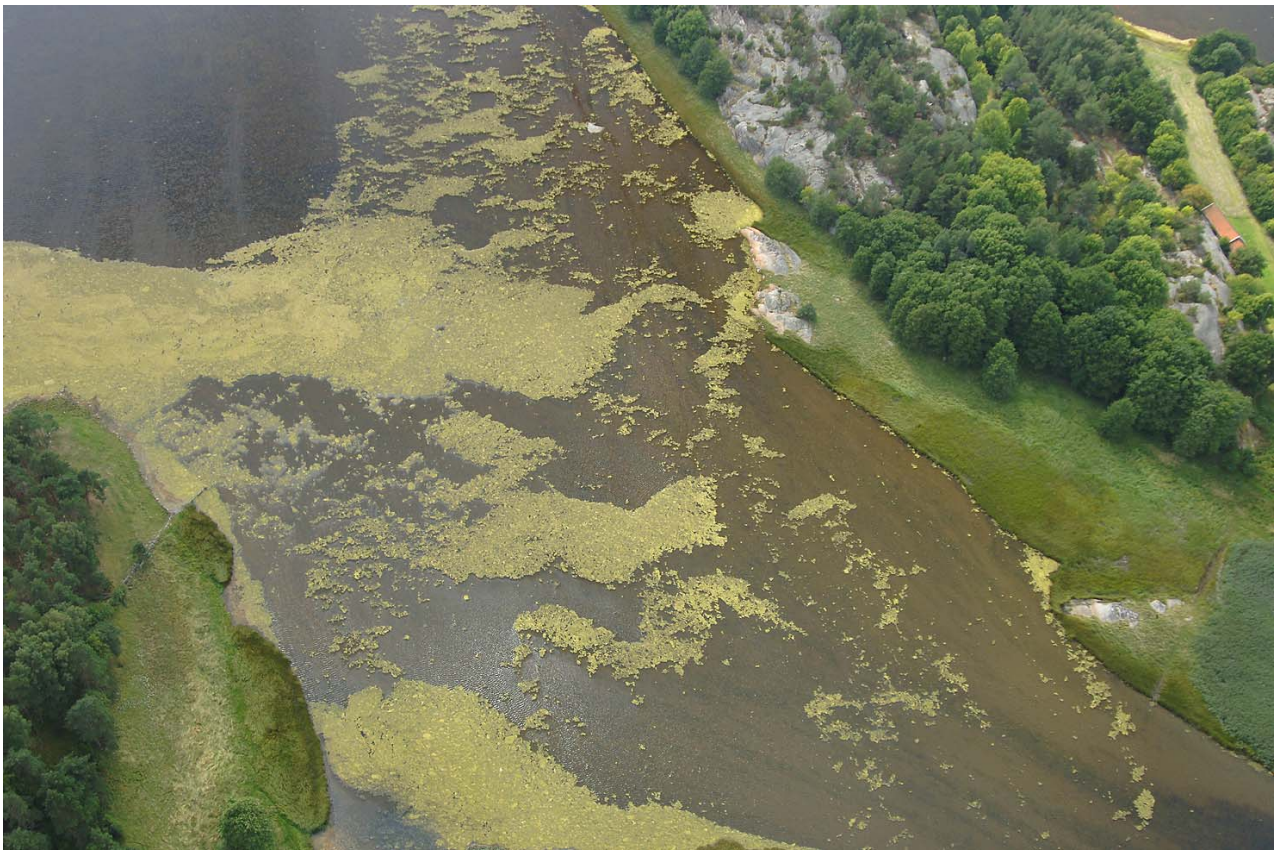
Bland förgrenade brunalger förekommer denna gång *Spermatochnus paradoxus* samt *Dictyosiphon foeniculaceus*. Båda arterna är mycket storväxta och kan täcka stora bottenytor. Huvudgrenar är grova medan de yttre grenarna är finare.

Sargassosnärjan *Sargassum muticum,* som förekommer rikligt på berg eller bottnar med skal och grus mellan ca 1-8 m djup, har alltjämt en tät påväxt av trådalgen *Pilayella littoralis*, vilket gör att täckningsgraden med trådalger ofta blir mycket hög i vikarnas övergång mot djupare bottnar. Också ålgräsvegetationen *Zostera marina* har på många ställen en betydande påväxt med trådalger även om den är avsevärt mindre jämfört med föregående år.

Bottenlevande trådformade cyanobakterier är fortfarande dominerande på flertalet grundbottnar inom alla regioner och förekommer mer eller mindre rikligt vid samtliga tre fotograferingstillfällen. En viss minskning jämfört med föregående år har emellertid konstaterats.

Förekomsten med svavelbakterier *Beggiatoa spp*. har också varit sparsam i likhet med föregående års undersökning. Svavelbakterier observerades utmed strandkanten i några extremt grunda vikar med dålig vattenomsättning i region 1 (se omslagsbilden).

Fingreniga tarmtångarter Enteromorpha spp. (gulgröna) och svartnade havssallad Ulvaria obscura (mörkgröna).



Typiska grönalgsmattor bestående av fingreniga tarmtångarter Enteromorpha spp. i region 1

5.4 SEDIMENT

Organisk halt (se tabellen nedan) uttryckt som organiskt kol (TOC) i sedimentet var i genomsnitt 11,8 (9,8) mg per gram sediment under juni. Under augusti var motsvarande halt i genomsnitt 9,8 (9,6) mg per g sediment. Värden inom parentes är från förra året för jämförelse. Förhållandena under försommaren tyder på en höjning jämfört med året innan, medan hösten däremot uppvisar likartade förhållanden.

Höga organiska halter förekommer i mer eller mindre innestängda vikar med dålig vattenomsättning och intensiv algtillväxt - särskilt i region 1. Ett par algförande och innestängda vikar i region 2 och 3 uppvisar emellertid de högsta uppmätta värdena. Dessa är Sandön vid Smögen (nr 308,2 och Slupekilen (nr181) vid nordvästra Orust.

Något strikt samband i sediment från algrika respektive algfattiga vikar beträffande innehåll av organiskt material kan inte urskiljas. Mot slutet av sommaren uppvisar dock region 1 betydligt högre värden i algrika vikar jämför med vikar utan alger.

Generellt är det svårt att finna vikar med trådalger på våren. Valet av till synes ”ej algförande vikar” kan också bli missvisande, eftersom algtillväxt inom dessa kan komma att utvecklas senare under sommaren. Algtillväxten kan börja på några meters djup och därefter utvecklas successivt mot ytan, vilket är vanligt i områden med riklig vegetation med sargassosnärja, som bildar gynnsamt underlag för trådalgen *Pilayella littoralis*.

Region	Habitat	TOCmg g^{-1}		vik nr	TOCmg g^{-1}		vik nr
		jun-04	jun-05	jun-05	aug-04	aug-05	aug-05
1	Alg	4,0	**19,4**	420,1	21,7	**23,9**	440,1
	Alg	4,8	**3,9**	368,2	9,7	**26,2**	411
	Ej alg	17,1	**6,3**	341	6,3	**6,3**	466,2
	Ej alg	10,3	**4,3**	431	6,8	**3,3**	403
2	Alg	23,9	**40,5**	308,2	27,4	**7,4**	266,1
	Alg	4,1	**9,7**	280,3	18,2	**2,6**	280,3
	Ej alg	5,2	**24,5**	266,1	6,3	**6,3**	303
	Ej alg	7,4	**14,3**	332,6	6,8	**3,8**	304,4
3	Alg	7,4	**9,1**	86	6,3	**34,8**	181
	Alg	13,7	**6,3**	169,1	3,9	**5,5**	184,1
	Ej alg	21,1	**8,0**	213	11,4	**15,4**	86
	Ej alg	6,8	**3,8**	100,2	7,4	**3,8**	94
4	Alg	9,1	**16,0**	615	3,5	**4,2**	587
	Alg	25,1	**9,1**	511	9,7	**3,2**	618
	Ej alg	3,4	**2,9**	8	4,4	**3,2**	503,1
	Ej alg	15,4	**10,3**	33	4,1	**6,3**	29

Organisk halt (TOC) i sediment för de olika vikarna under juni och augusti 2004 och 2005. Högsta och lägsta värden under juni samt augusti har markerats med rött respektive blått.

6 SLUTSATSER

Flyginventeringarna under sommaren 2005 visade på en fortsatt minskad förekomst och utbredning av fintrådiga grönalger, jämfört med undersökningarna år 2003 och 2004 (referens 17 och 19). I stort är det norra Bohuskustens grundområden som uppvisar höga förekomster av fintrådiga alger, medan sådana är sparsamma i södra och mellersta Bohuskusten, om man undantar några få och karakteristiska vikar. Utbredningsmönstret utgör kärnpunkten i utvärdering av undersökningen och det är svårt att förklara detta enbart med utgångspunkt från rådande närsaltsförhållanden - dvs tillgången på kväve och fosfor.

I 2003 och 2004 års rapporter (referens 17 och 19) påpekades att de största utsläppen av kväve och fosfor faktiskt sker till södra och mellersta bohuskusten enligt Länsstyrelsens utredning (referens 3). Den klart dominerande förekomsten av trådformade alger finner man däremot i norra bohuskusten, som har få utsläpp med övergödande ämnen. Förhållandena borde vara omvända, dvs störst mängd alger borde förekomma där utsläppen är som störst. Således är det anmärkningsvärt att Hakefjorden (från Marstrand upp mot Stenungsund) som hyser ett stort antal grunda områden är i stort sett algfattiga.

En bidragande förklaring till de höga algförekomsterna inom norra Bohuskusten kan vara ett betydande närsaltinflöde från Norge särskilt från Glomma, Idefjorden och Oslofjorden. Ytvattnet i gränsområdet mellan Norge och Sverige är oftast brunfärgat och i samband med nordliga vindar når detta vatten ibland ända ner till Kosterarkipelagen. Det kan inte uteslutas att detta kan bidra till en ökad tillväxt av trådalger.

Vanligtvis är vattenströmmens riktning nordlig utmed Bohuskusten, vilket mestadels förhindrar inträngande av vattnet i grundområdena söder om Strömstad. Att norskt näringsrikt ytvatten skulle nå så långt söder ut som in i Sannäsfjorden (Tanums kommun) och där ge effekter av övergödning är däremot knappast troligt.

En avsevärd topografisk skillnad föreligger inom region 1 jämfört med de övriga tre regionerna. Det är i region 1 som de verkligt utbredda och instängda grundbottnarna är belägna. Det har ofta kunnat konstateras att vattenomsättningen står oftast i direkt proportion till tillväxten av trådformiga grön- och brunalger. Strömstads kommuns projekt ”renare hav” har inneburit att flera förbindelser mellan innerskärgårdens bassänger har förbättrats (referens 27). Jämfört med tidigare undersökningar är algsituationen i region 1 betydligt bättre detta år, vilket möjligen skulle kunna vara en positiv effekt från projektet.

Sedimenten i de väl skyddade grunda bottnarna kan fungera som fosforkälla. Löst associerat fosfor i porvatten och sediment kan antas vara tillgängligt för algernas upptag, varvid de bottenlevande och sannolikt kvävefixerande cyanobakterierna i sammanhanget har en klart avgörande funktion. En efterföljande nedbrytning av biomassan med cyanobakterier/svavelbakterier skapar således en näringstillförsel som kan påskynda tillväxten av framför allt fintrådiga grön- och brunalger.

Cyanobakterierna bedöms har en avgörande och hittills förbisedd roll i omsättningen av närsalterna. Dessa organismer bildarupp till 3 mm tjocka svartgröna till purpur- eller brunfärgade beläggningar på sedimentbottnar. Mycket stora arealer mjukbottnar på grundare djup än 10 m djup, som normalt skall ha en frilagd ljust brungrå sedimentyta, täcks numera av svartbruna tjocka beläggningar med cyanobakterier *Oscillatoria spp*., *Phormidium spp.* eller *Lyngbya spp*. (Många sedimentbottnar mellan 1-4 m djup är i ofta täckta med ålgräs eller sågtång och räknas inte i detta intervall). Då cyanobakterier är kända för att tillgodogöra sig i vattnet löst atmosfärskväve fungerar dessa bottenarealer med sådana beläggningar som en gigantisk kväveproducent.

- Det är numera känt att fosfor, som lagras i ytsedimenten, blir rörlig under anaeroba förhållanden (referens 2). Detta inträffar t ex när beläggningar med cyanobakterier ”övergår” i beläggningar med svavelbakterier, vilket ofta syns som vita kanter på de mörka fläckarna med cyanobakterier. Då dessa ca 0,5-3 mm tjocka beläggningar med cyanobakterier numera är omfattande utmed kusten och att övergångszonen mellan cyanobakterierna och sedimentet ofta är anaerob (framför allt under dygnets mörka timmar) kan man anta att processen ger ett betydande fosfortillskott.

- Trådformade cyanobakterier har dessutom en unik rörelseförmåga genom att med en pendlande rörelse kunna glida fram på underlaget. Rörelseförmågan innebär också att de kan tränga ner några millimeter i sedimentet, där de mycket väl bör vara kapabla att ta upp fosfor som inlagrats i sedimentet. Lagring sker i cellerna som fosfatrika korn.

- Mellan beläggningar med cyanobakterier (aeroba) och svavelbakterier (anaeroba) finns viktiga samband. Beläggningarna förekommer mer eller mindre alltid tillsammans och uppvisar en starkt dynamisk utveckling beroende på rådande miljöförhållanden. I den anaeroba miljön sker denitrifikation, dvs nitratkväve återgår till atmosfärskväve.

• Inneslutna laguner är särskilt intressanta med avseende på förekomst av trådformade alger. I Slupekilen (se foto nedan) vid nordvästra Orust sker inga utsläpp av närsalter. Lagunen har en kulverterad förbindelser med det utfiskade havet, dvs ingen större fisk går numera in i lagunerna för att upprätthålla den ekologiska balansen. Lagunerna är täckta med trådformade grönalger och räknas till de mest sk ”övergödda” havsvikarna utmed Bohuskusten.

Andra sådana laguner är Klevekilen (se fotot ovan) och Sandön (Smögen) båda belägna i Sotenäs kommun samt lagunen vid Almön och innanför Mjörn väster om Stenungsund. Alla de nämnda vikarna/lagunerna förekommer ofta som gul- till rödfärgade punkter i Bilagorna 2-4, medan alla de angränsande vikarna är mindre algbeväxta dvs har blå eller grön färg.

• Torsviken *saknar* däremot direkt förbindelse med havet. Vattenutbyte sker via ett skiboard som står i förbindelse med havet genom flera kulverterade mellanbassänger. Torsviken kan därför anses som helt isolerad från havet. Alla tänkbara miljöfarliga aktiviteter med utsläpp förekommer i dess omgivning. En stor mängd sjöfågel uppehåller sig i viken och deras spillning borde enligt traditionella teorier ge upphov till omfattande övergödningsproblem. Trots detta ser man sällan stora kvantiteter med övergödningsgynnade grönalger. Istället finns här omfattande bestånd med värdefulla nate- och natingarter. Det enkla ekosystemet är sammansatt av sjöfåglar, fisk (främst storspigg, småspigg, ål), pungräkor, vattenskinnbaggar och primärproducenterna representeras av natingarter och mikroalger. Ekosystemet har beskrivits närmare i en särskild utredning (referens 17). Trots den höga belastningen med bl a närsalter fungerar ändå det enkla ekosystemet i Torsviken och är i god balans utan påtagliga övergödningseffekter. I Torsvikens lagun har nämligen ingen utfiskning skett, vilket gör att alla nödvändiga länkar i näringspyramiden är intakta.

Vad som gör Torsviken än mer intressant är att havet alldeles utanför uppvisar helt motsatta för-

Torsvikens norra del med dess grunda ljusbruna botten (<0,5 m) - utan cyanobakterier.

hållanden med ett överflöd av svartnande havssallad *Ulvaria obscura* och cyanobakterier, dvs arter som indikerar kraftig påverkan eller vad som vanligen kallats ”övergödning” samt en sparsam och torftig marina fauna.

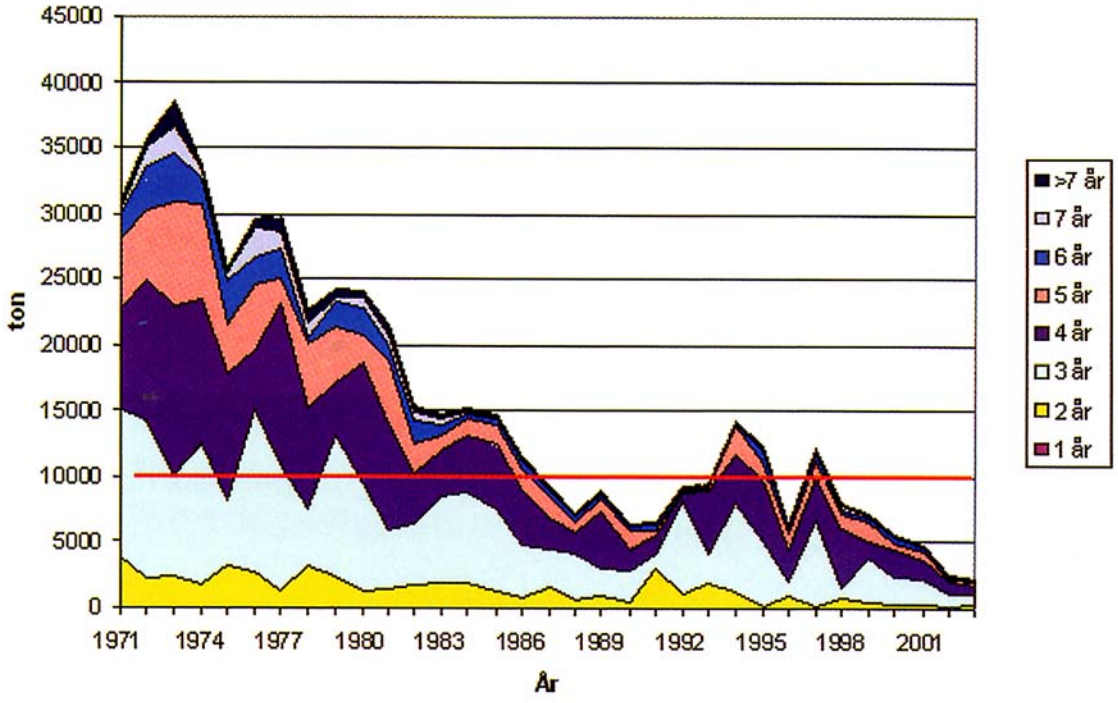
Övergödningsproblematiken är särskilt påtaglig inom norra Bohuskustens omfattande grundområden innanför de stora öarna. Här finns i regel alltid stora ytor med flytande trådalger av samma typ som visas på bilden från Klevekilen ovan. Enligt Länsstyrelsens rapport (referens 3) förekommer i stort sett inga större utsläpp av kväve och fosfor i norra Bohuskusten. Sådana utsläpp sker framför allt i södra delen av Bohuskusten via Nordre älv och Göta älvar samt från industrier i Kungshamn, Mollösund och Stenungsund. Inom södra och mellersta Bohuskusten finns inga ”övergödda” grönalgstäckta vikar, förutom de ovan nämnda och väl inneslutna vikarna (se Bilagorna 2-4).

Man kan belysa cyanobakteriernas sannolika betydelse i övergödningssammanhang med ett räkneexempel:

Anta att Bohuskustens sträcka på ca 200 km hyser grundbottnar inom djupintervallet 3-10 m med en genomsnittlig bredd på grovt räknat 2 km (se referens 17 och 19). Den totala ytan härav blir $400x10^6$ m^2, som skulle kunna vara belagd med ett 0,1-3 mm tjockt skikt cyanobakterier (medeltjocklek ca 1,5 mm). $400x10^6$ $x1,5x10^{-3}$ = 600.000 m^3 utgör då den totala volymen (approximeras till våtvikt) cyanobakterier. Torrsubstans är vanligen ca 10% av våtvikten, vilket ger en biomassa om ca 60.000 ton cyanobakterier. Viktförhållandet i algmassa (cyanobakterier kan här betraktas som alger) mellan C:N:P är cirka 40:7:1. Andelen kväve (N) i cyanobakterierna blir då ca 14% x 60.000 ton = 8.400 ton kväve. Då ett 1,5 mm tjockt skikt cyanobakterier bedöms

kunna produceras inom ca en vecka och om produktionen antas ske under månaderna maj-augusti, blir den **totala årsproduktionen cyanobakteriekväve** 8.400x4x4 =**130.000** ton. Detta skall jämföras med Länsstyrelsens uppgifter om det totala tillskottet av kväve med 32.500 ton / år för hela Bohuskusten (referens 3). Cyanobakteriernas kapacitet är således mångdubbel jämfört med befintliga utsläppsmängder. Beräkningen som givetvis är mycket approximativ, bygger på extrema förhållanden och bör följas upp med vetenskapliga undersökningar. Sannolikt utnyttjar cyanobakterier inte bara löst luftkväve, utan följer minsta motståndets lag att i första hand tillgodogöra sig befintliga kväveföreningar, vilket naturligtvis gör nämnda produktion betydligt mindre.

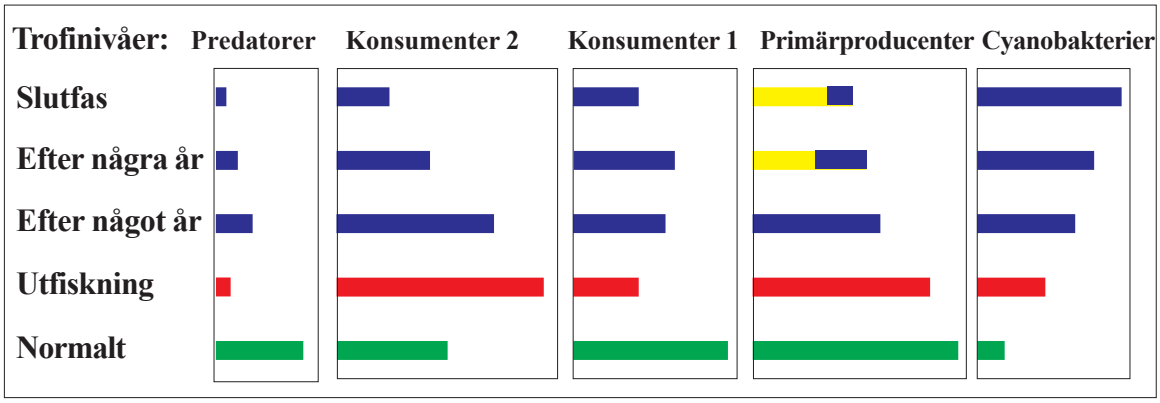
Av det ovan nämnda kan man därför starkt misstänka att det som vi normalt uppfattar som övergödning knappast behöver vara orsakat av närsaltutsläpp. Det kan mycket väl vara en effekt av att ekosystemet är i obalans därför att viktiga arter saknas av en eller annan anledning. Nuvarande mängd cyanobakterier är inget naturligt tillstånd utan måste betraktas som ettt slags slutstadium i ett skadat ekosystem (se exempel i diagrammet på nästa sida). Att utfiskningen har en avgörande betydelse i sammanhanget råder knappast något tvivel om.



Lekbeståndet av torsk i Kattegatt fördelat på åldersgrupper sedan 70-talet. Från referens 28.

Sammanfattningsvis är kväve knappast att betrakta som den begränsande faktorn i samband med ”övergödning” av Västerhavets kustnära bottnar. Sådana effekter kan mycket väl uppkomma sekundärt när ett ekosystem kommit i obalans genom att viktiga länkar i näringskedjan slagits ut på grund av exempelvis utfiskning.

I diagrammet ovan har ett försök gjorts att schematiskt förklara den slutliga effekten av utfiskning av våra större fiskarter. Om bestånden med större fisk (predatorer) slås ut, kommer snabbt deras bytesorganismer att öka kraftigt, t ex småfisk som bultfiskar spigg och sill, vilket tidigare har



Schematisk presentation av hur balansen ett marint ekosystem kan tänkas rubbas vid ett alltför stort uttag av större fiskarter. Predatorer är framför allt torsk, bleka, sej, vitling, lax, plattfisk och ål. ”Konsumenter 2” representeras av bytesfisk till predatorerna: sill, gobider och spigg. ”Konsumenter 1” består huvudsakligen av små födoorganismer till ”konsumenter 2”. Hit räknas, förutom djurplankton inklusive fiskägg, havsbortmaskar, små kräfdjur (”tångloppor”) och småsnäckor som lever av algvegetationen. Primärproducenterna som här får representeras av de bottenlevande algerna (bl a tång- och kelpbetånd). Cyanobakterier räknas också till primärproducenterna men har här fått en egen kolumn med hänsyn till deras avgörande funktion i ekosystemet.

noterats och påpekats. Småfiskens bytesorganismer, som dels omfattar pelagiska fiskägg och yngel, dels små kräftdjur, småsnäckor, havsborstmaskar mm kommer i sin tur istället att minska betydligt. Små kräftdjur exempelvis tångloppor, småsnäckor har stor betydelse för avbetning av algsamhällena på bottnarna. När detta uteblir märks detta att algernas finare grenar och bladdelar mot säsongens slut istället får ruttna ner, vilket ökar både mängden svavelbakterier och cyanobakterier. Den beskrivna situationen representeras av de röda staplarna.

Efterföljande år (nedre blå raden) innebär att dessa trofinivåer kommer svänga kraftigt. Den stora mängden småfisk (röd stapel) kan sekundärt gynna predatorerna så att en mindre ökning av dessa kan inträffa. ”Konsumeter 2” kommer dels att finna mindre föda inom ”konsumenter 1”, dels sker ett viss ökat betestryck från predatorerna. Resultaten efter ytterligare några år är en generell minskning av samtliga dessa djurgrupper. Populationerna inom konsumenterna kommer att svänga betydligt (se exempelvis ”konsumenter 1”).

Utvecklingen inom primärproducenterna, dvs värdefulla algsamhällen, resulterar i en kontinuerlig minskning eller utarmning och där istället andelen cyanobakterier ökar avsevärt. Samtidigt sker en förändring av algsamhällenas sammansättning från värdefulla röd-, brun och grönalger till ett ökat inslag med mer oönskade arter som t ex tarmtång och svartnande havssallad, vilket markerats med gul färg. I slutfasen har det således skett en betydande reduktion av samtliga trofinivåer utom för cyanobakterier.

När slutligen cyanobakterier tar över uppstår det som vi vanligtvis kallar för övergödning. Ett ekosystem där cyanobakterier dominerar är mycket svårt att återställa. Sannolikt beror detta på att många cyanobakterier är giftiga och producerar substanser som andra mer önskade alger inte tål. För att uppnå ett fungerande ekosystem måste fiskpopulationerna få en chans att återhämta sig till normala nivåer.

Inför fortsatt kartläggning av trådformade alger med flygfotografering rekommenderas också att vikarnas täckningsgrad med cyanobakterier anges där så är möjligt. Kompletteringen kräver emellertid att vattnet är klart och att flygning ej bör ske i samband med hårda västliga vindar eller intensiva planktonblomningar.

HydroGIS AB

Stenungsund 2006-01-20

Lars-Harry Jenneborg
marinbiolog

7 KÄLLOR

1 Moksnes P-O & L. Pihl 1995: Utbredning och produktion av fintrådiga alger i grunda mjukbottensområden i Göteborgs och Bohus län.- Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län 1995:10. 15 sidor.

2 Cato I. 1997: Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1995 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljökvalitet - en rapport från fem kontrollprogram. - SGU rapporter och meddelanden nr 95. 365 sidor.

3 Lann, H. & H. Oscarsson 2000: Hur man minskar näringstillförseln till Skagerrak. - Läns styrelsen Västra Götaland 2000:16. 56 sidor.

4 Carmen, R. & P. Jonsson 1991: Distribution patterns of different forms of phosphorous in some surficial sediments of the Baltic sea. Chem.Geol. 90:91-106.

5 Jenneborg L-H 1997: Inverkan på de marina bottensamhällena från Ryaverkets avloppsutsläpp i Göta älv. - GRYAAB. HydroGIS AB rapport nr 143. 17 sidor.

6 —1999: Marinbiologisk undersökning - Uppföljning av kvävereningens inverkan på bottnarna i Göteborgs norra skärgård. - GRYAAB. HydroGIS AB rapport nr 189. 19 sidor.

7 —1999: Marinbiologisk undersökning - Uppföljning av kvävereningens inverkan på bottnarna i Göteborgs norra skärgård. - GRYAAB. HydroGIS AB rapport nr 207. 21 sidor.

8 — 2000: Marinbiologisk undersökning - Kvävereningens inverkan på bottnarna i Göteborgs norra skärgård - en jämförelse av undersökningar utförda inom perioden 1996-1999. GRYAAB. HydroGIS AB rapport nr 226. 20 sidor.

9 —2000: Säkra farleder - Marinbiologisk utredning om effekter vid muddring av farlederna till Göteborgs hamn. - SCC Sverige AB. - HydroGIS AB rapport nr 235. 31 sidor.

10 —2001: Uppföljning av kvävereningens inverkan på bottnarna i Göteborgs norra skärgård. - GRYAAB. HydroGIS AB rapport nr 241.

11 —2001: Miljögifter i fisk från Göta älvs mynningsområde. - Bohuskustens vattenvårdsförbund. HydroGIS AB rapport 264. 6 sidor.

12 —2002: Marinbiologisk kontroll 2001 - Uppföljning av kvävereningens inverkan på bottnarna i Göteborgs norra skärgård. - GRYAAB. - HydroGIS AB rapport nr 266. 25 sidor.

13 —2002: Kvantitativ utbredning av marina alger inom Göteborgs skärgård. - Miljöförvaltningen Göteborgs stad. HydroGIS AB rapport nr 289.

14 — 2003: Marinbiologisk kontroll 2002 - Uppföljning av kvävereningens inverkan på bottnarna i Göteborgs norra skärgård. - GRYAAB. - HydroGIS AB rapport nr 311. 25 sidor.

15 — 2003: Marinbiologisk utredning - Dynamiken i Torsvikens akvatiska ekosystem. Göteborgs Stadsbyggnadskontor. HydroGIS AB rapport nr 331a. 22 sidor.

16 — 2004: Mobil epibentisk fauna i grunda kustområden år 2003. Bohuskustens vattenvårdsförbund. HydroGIS AB rapport nr 349.

17 — 2004: Utbredning och biomassa av fintrådiga grönalger i grunda vikar utmed Bohuskusten år 2003.- Bohuskustens vattenvårdsförbund. HydroGIS AB rapport nr 345. 18 sidor.

18 — 2004: Mobil epibentisk fauna i grunda kustområden år 2004. Bohuskustens vattenvårdsförbund. HydroGIS AB rapport nr 384.

19 — 2004: Utbredning och biomassa av fintrådiga grönalger i grunda vikar utmed Bohuskusten år 2004. - Bohuskustens vattenvårdsförbund. HydroGIS AB rapport nr 380. 20 sidor.

20 — 2005: Mobil epibentisk fauna i grunda kustområden år 2005. Bohuskustens vattenvårdsförbund. HydroGIS AB rapport nr 428. sidor.

21 — 2005: Marinbiologisk undersökning - Marina bottnar inom Orust kommun år 2004. HydroGIS AB rapport nr 407. 44 sidor.

22 Mortimer C. H. 1941: The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. - J. Ecol. 29. 280-293.

23 Mortimer C. H. 1942: The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. - J. Ecol. 30. 147-201.

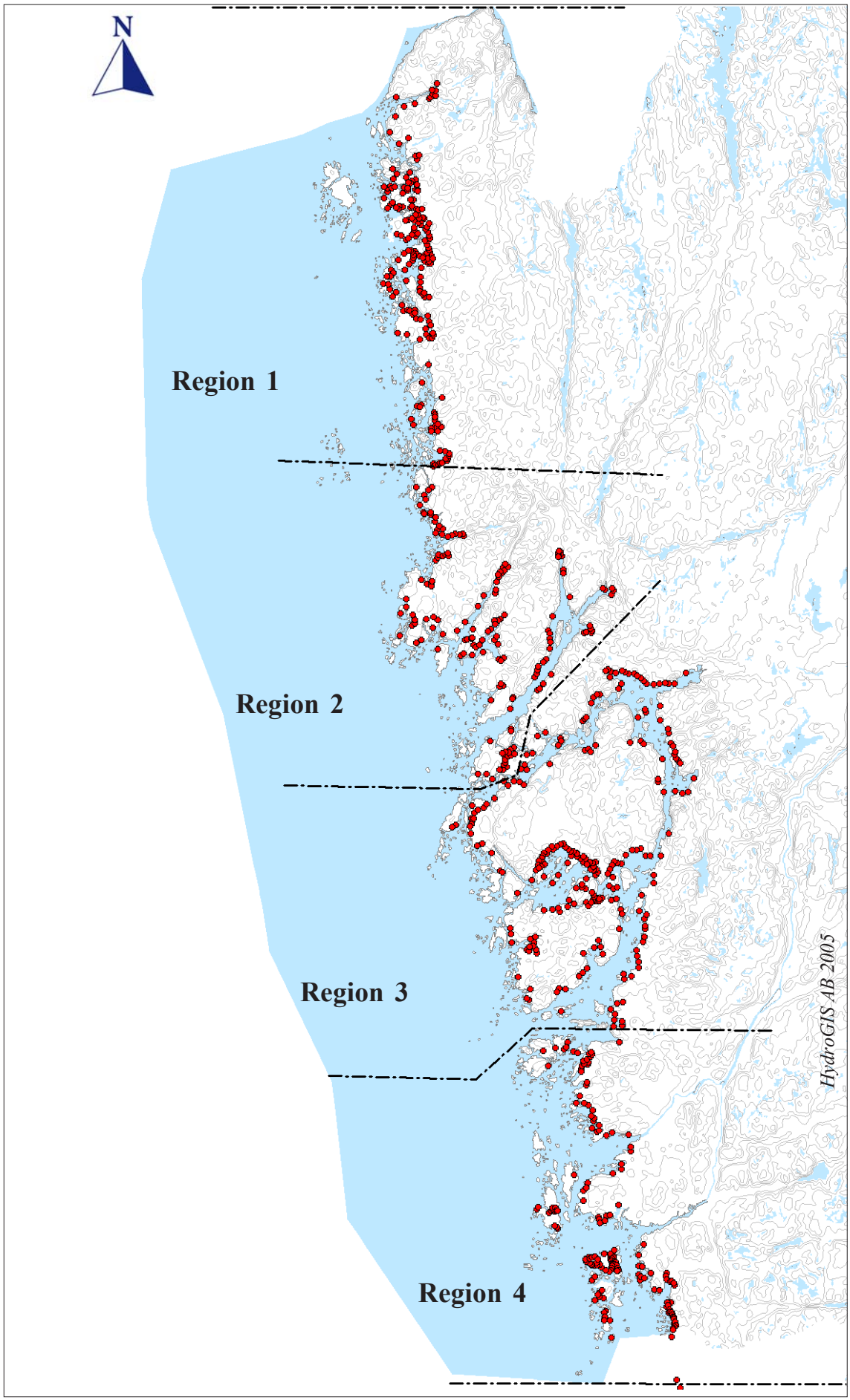
24 Pihl L., A. Svenson & H.C. Nilsson 2002: Förekomst, utbredning och biomassa av fintrådiga alger i grunda mjukbottenområden i Bohuslän under 2002. Marin Monitoring AB. 11 sidor.

25 Pihl L., A. Svenson & H.C. Nilsson 2001: Förekomst, utbredning och biomassa av fintrådiga alger i grunda mjukbottenområden i Bohuslän under 2000. Marin Monitoring AB.

26 Pihl L., A. Svenson & H.C. Nilsson 1999:Förekomst, utbredning och biomassa av fintrådiga alger i grunda mjukbottenområden i Bohuslän under 1999. Marin Monitoring AB.

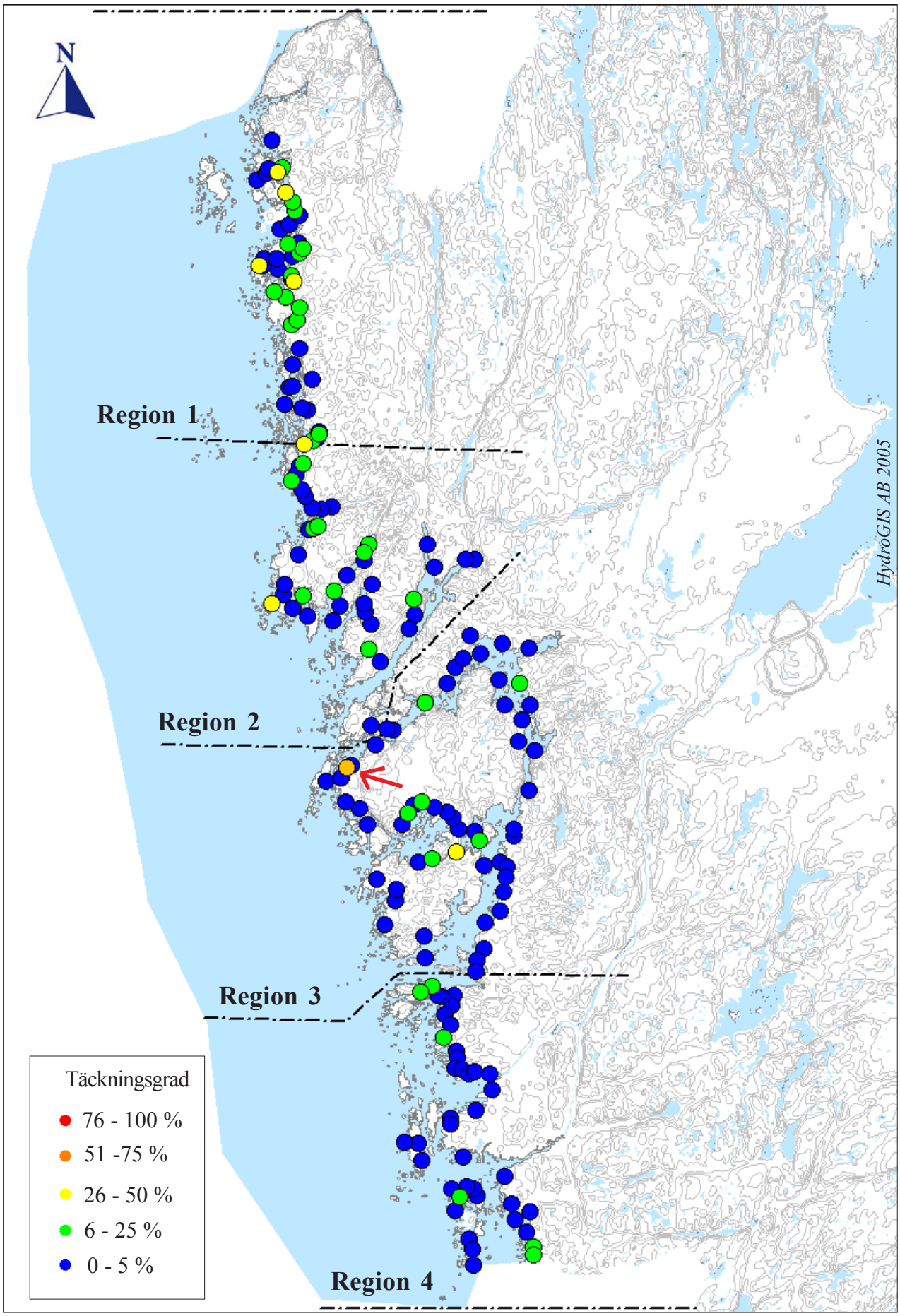
27 Lindahl S. 2003: Modellberäknad vattenomsättning för ”Friskare Hav Strömstad” - SMHI rapport nr 2003-54. 14 sidor.

28 Sjöstrand B. 2004: Finns det en framtid för torskfisket på västkusten? - Havsmiljön - Aktuell rapport om miljötillståndet i Kattegatt, Skagerrak och Öresund. Oktober 2004. Sidan 15.



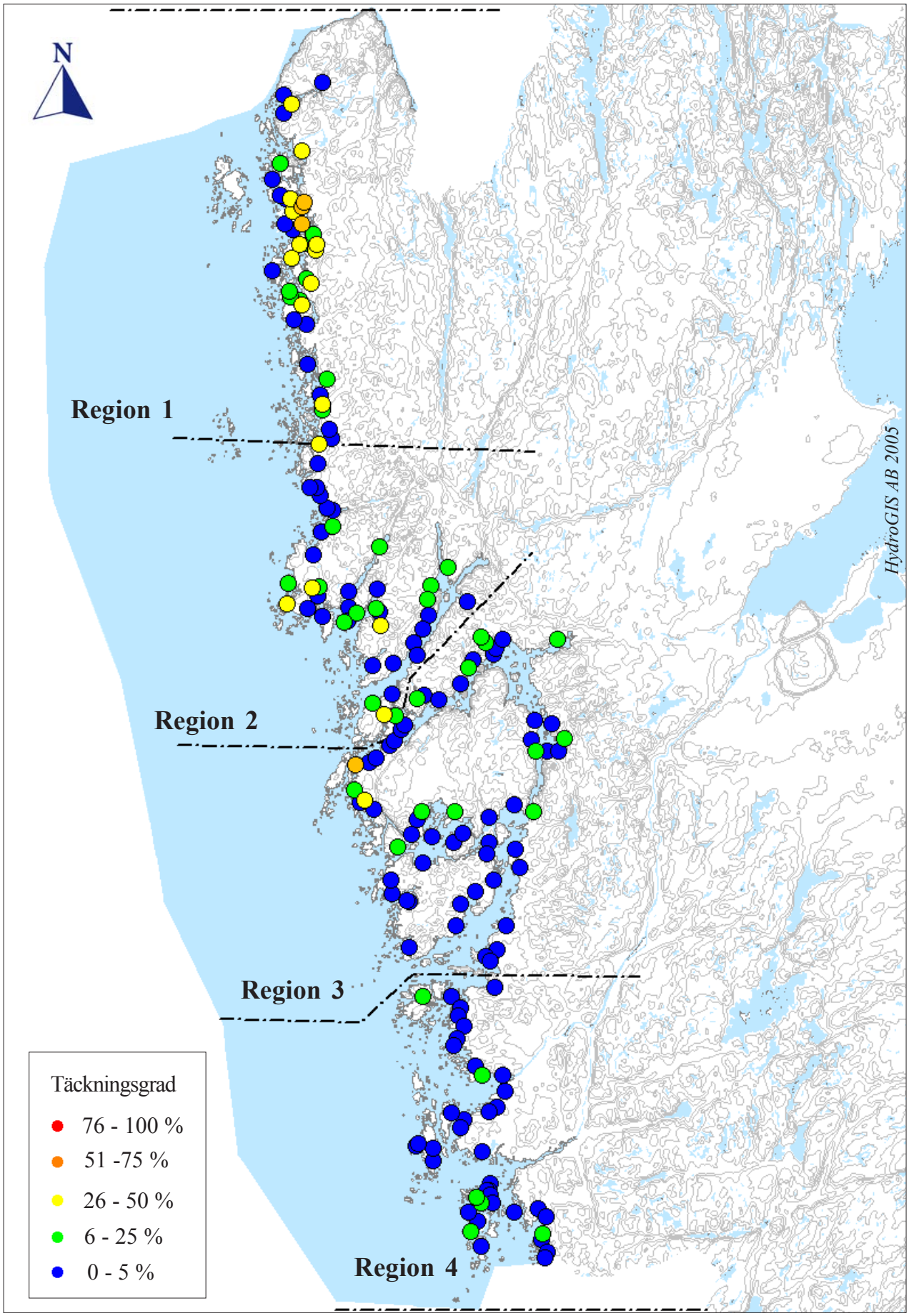
Läge för samtliga ca 700 lokaler varifrån slumpmässiga urval gjorts inför varje flygfotografering

BILAGA 1



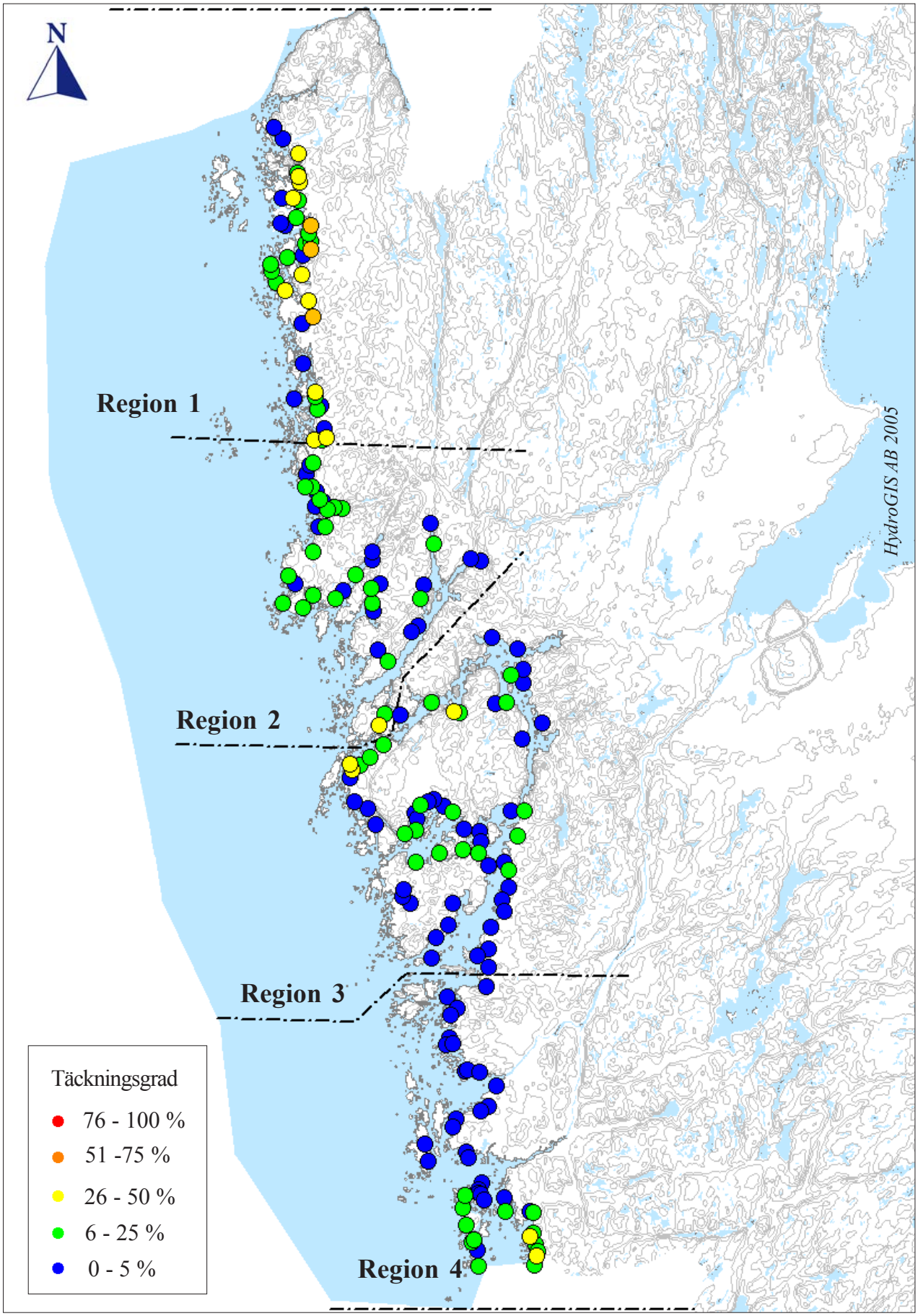
Fintrådiga grönalger i grunda vikar under maj 2005

BILAGA 2



Fintrådiga grönalger i grunda vikar under juli 2005

BILAGA 3



Fintrådiga grönalger i grunda vikar under augusti 2005

BILAGA 4

ARTSAMMANSÄTTNING OCH BIOMASSA

Juni 2005

Lokal, nr, region / Ingående arter	Andel %	Biomassa våtvikt (g/m²)	Biomassa torrvikt (g/m²)
Backen 420,1 (region 1)		439	80
Spermatochnus paradoxus	40		
Enteromorpha spp.	30		
Pilayella littoralis	30		
Galtösundet 368,2 (region 1)		747	257
Dictyosiphon foeniculaceus	80		
Chorda filum	10		
Spermatochnus paradoxus	5		
Pilayella littoralis	5		
Daftösundet 444 (region 1)		405	80
Cladophora flexuosa	50		
Ulvaria obscura	50		
Fjällbacka 345,4 (region 1)		479	97
Ulvaria obscura	30		
Cladophora flexuosa	60		
Enteromorpha spp.	10		
Pilayella littoralis	<1		
Edsvik 349,6 (region 1)		462	97
Cladophora flexuosa	50		
Enteromorpha spp.	39		
Sargassum muticum	10		
Chorda filum	1		
Trommekilen 279 (region 2)		610	51
Spermatochnus paradoxus	75		
Pilayella littoralis	25		
Chorda filum	5		
Sandön/Smögen 308,2 (region 2)		279	51
Cladophora flexuosa	90		
Enteromorpha spp.	5		
Ruppia sp.	3		
Chorda filum	2		
Nordströmmarna 174,1 (region 2)		348	46
Enteromorpha spp.	80		
Pilayella littoralis	20		
Fisketången 307,2 (region 2)		257	34
Enteromorpha spp.	80		
Ulvaria obscura	15		
Pilayella littoralis	4		
Chorda filum	1		
Vindbräcka 280,3 (region 2)		616	74
Pilayella littoralis	70		
Chorda filum	20		
Ulvaria obscura	10		

BILAGA 5(1)

Lokal, nr, region / Ingående arter	Andel %	Biomassa våtvikt (g/m²)	Biomassa torrvikt (g/m²)
Almön 86 (region 3)		564	80
Spermatochnus paradoxus	45		
Enteromorpha spp.	25		
Cladophora flexuosa	25		
Chorda filum	3		
Pilayella littoralis	2		
Skåpesund 125 (region 3)		342	57
Enteromorpha spp.	99		
Sargassum muticum	1		
Ängholmen 128,1 (region 3)		490	114
Cladophora flexuosa	85		
Ruppia sp.	10		
Enteromorpha spp.	5		
Sandvik 169,1 (region 3)		467	74
Cladophora flexuosa	55		
Enteromorpha spp.	20		
Ulvaria obscura	10		
Sargassum muticum	12		
Pilayella littoralis	3		
Lavösund 178 (region 3)		353	63
Enteromorpha spp.	80		
Cladophora flexuosa	20		
N Hästevik 3 (region 4)		456	86
Enteromorpha spp.	60		
Fucus vesiculosus	40		
Björlanda kile 9 (region 4)		1123	251
Enteromorpha spp.	90		
Fucus vesiculosus	9		
Ulvaria obscura	1		
Haga kile 615 (region 4)		456	80
Furcellaria lumbricalis	100		
Enteromorpha linza			
Skintebo 611 (region 4)		211	34
Furcellaria lumbricalis	75		
Enteromorpha spp.	15		
Sanden (region 4)		490	68
Enteromorpha spp.	80		
Fucus vesiculosus	15		
Ceramium rubrum	5		

ARTSAMMANSÄTTNING OCH BIOMASSA

Augusti 2005

Lokal, nr, region / Ingående arter	Andel %	Biomassa våtvikt (g/m²)	Biomassa torrvikt (g/m²)
Daftö 440,1 (region 1)		929	63
Enteromorpha spp.	90		
Ulvaria obscura	10		
Krossnäs 391 (region 1)		1174	91
Enteromorpha spp.	80		
Chorda filum	10		
Cladophora flexuosa	10		
Galtö E 387 (region 1)		1243	188
Enteromorpha spp.	155		
Spermatochnus paradoxus	40		
Ceramium rubrum	5		
Galtö lera 384 (region 1)		906	74
Enteromorpha spp.	90		
Ruppia sp.	10		
Råssö 411 (region 1)		1072	143
Spermatochnus paradoxus	50		
Ruppia sp.	20		
Cladophora flexuosa	15		
Enteromorpha spp.	15		
Bottnafjorden 322 (region 2)		792	86
Ulvaria obscura	60		
Enteromorpha spp.	40		
Holma 266,1 (region 2)		832	74
Enteromorpha spp.	40		
Cladophora flexuosa	55		
Pilayella littoralis	<1		
Chorda filum	5		
Gerlesborg 325 (region 2)		353	46
Ulvaria obscura	65		
Enteromorpha spp.	30		
Chorda filum	5		
Rixö 280,1 (region 2)		638	57
Enteromorpha spp.	85		
Chorda filum	10		
Spermatochnus paradoxus	3		
Pilayella littoralis	2		
Vindbräcka 280,3 (region 2)		439	51
Enteromorpha spp.	50		
Ulvaria obscura	30		
Pilayella littoralis	10		
Chorda filum	5		
Ceramium rubrum	5		

BILAGA 6 (1)

Lokal, nr, region / Ingående arter	Andel %	Biomassa våtvikt (g/m²)	Biomassa torrvikt (g/m²)
Slussen 193 (region 3)		217	40
Pilayella littoralis	80		
Chondrus crispus	15		
Enteromorpha spp.	5		
Lavösundet 177 (region 3)		1619	222
Enteromorpha spp.	95		
Ruppia sp.	5		
Malö färjan 184,1 (region 3)		752	91
Cladophora flexuosa	60		
Pilayella littoralis	20		
Spermatochnus paradoxus	20		
Lavön 181 (region 3)		542	97
Cladophora flexuosa	90		
Ceramium rubrum	10		
Stockens hamn 174,1 (region 3)		952	74
Enteromorpha spp.	100		
Örsvik 618 (region 4)		405	57
Gracilaria vermiculophylla	50		
Chorda filum	15		
Pilayella littoralis	15		
Enteromorpha spp.	10		
Cladophora flexuosa	5		
Brongniartella byssoides	5		
Lilla Amundön 503,1 (region 4)		382	46
Chorda filum	50		
Cladophora flexuosa	25		
Enteromorpha spp.	20		
Ceramium rubrum	5		
Sanden 4 (region 4)		309	17
Enteromorpha spp.	90		
Fucus vesiculosus	9		
Ulvaria obscura	1		
Björlanda kile 9 (region 4)		314	74
Furcellaria lumbricalis	75		
Enteromorpha linza	15		
Fucus serratus	10		
Store Udd 8 (region 4)		724	250
Furcellaria lumbricalis	95		
Enteromorpha spp.	5		