



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

Utvärdering av Växtplankton från Västerhavet



Rapportnr: 2011:83

ISSN: 1403-168X

Författare: Skjevik Ann-Turi, Bäck Örjan, Edler Lars, Hansson Lars Johan,
Johansen Marie & Karlson Bengt

Bild omslag: Pia Andersson SMHI

Utgivare: Länsstyrelsen i Västra Götalands län, vattenvårdsenheten



Rapporten finns som pdf på www.lansstyrelsen.se/vastragotaland under Publikationer/Rapporter

1.	Sammanfattning	3
2.	Introduktion	5
3.	Material och metoder	6
3.1	Datakällor	6
3.2	Avgränsningar	6
3.3	Abiotiska parametrar	8
3.4	Inventering av data	9
3.5	Analysverktyg och metodik	13
3.5.1	Mann-Kendall	13
3.5.2	PRIMER	13
3.5.3	MATLAB	13
3.6	Referenser	13
4.	Resultat	15
4.1	Kvalitetssäkrad data	15
4.2	Fördelning i tid och rum	15
4.2.1	Säsongsvariation	15
4.2.2	Jämförelse mellan och inom typområden	19
4.3	Tidsserier – långtidsserier	26
4.3.1	Oidentifierade arter med och utan flagell ("unicells and flagellates")	26
4.3.2	Trender i långtidsserier	31
4.3.2.1	Mann Kendall analyser av totala celltätheten växtplankton	31
4.3.2.2	Mann Kendall analyser av ett urval av arter och släkten	32
4.3.2.3	Mann Kendall analyser av totala antalet arter	34
4.4	Skillnad mellan olika djup	34
4.5	Biologisk mångfald	41
4.5.1	Förändring av artantal	41
4.5.2	Artantal under året	44
4.5.3	Försvunna och nytillkomna växtplanktonarter	45
4.5.3.1	Inledning	45
4.5.3.2	Förändringar sedan 1800-talet	46
4.5.3.2.1	Kiselalger	46
4.5.3.2.2	Dinoflagellater	53
4.5.4	Referenser	55
4.6	Algblomningar	56
4.6.2	Storskaliga blomningar utan känd skadlig påverkan	57
4.6.3	Storskaliga skadliga blomningar	61
4.6.3.1	Noctiluca scintillans	61
4.6.3.2	Ceratium i Laholmsbukten – 1980-talet	62
4.6.3.3	Blomningar av Karenia mikimotoi	65
4.6.3.4	Chrysochromulina polylepis	66
4.6.3.5	Pseudochattonella	67
4.6.3.6	Andra alger som potentiellt kan skada fisk	68
4.6.4	Alger som gör musslor giftiga	70
4.6.4.1	Inledning	70
4.6.4.2	Dinophysis	71
4.6.4.3	Alexandrium	79
4.6.4.4	Azadinium spinosum	81
4.6.4.5	Protoceratium reticulatum	83
4.6.4.6	Lingulodinium polyedrum	83
4.6.4.7	Gonyaulax spinifera	84
4.6.4.8	Pseudo-nitzschia	88

4.6.4.9	Förekomst av andra potentiellt skadliga alger	91
4.6.5	Referenser	92
5	Diskussion	93
5.1	Syften med kontrollprogrammen	93
5.1.1	Biodiversitet	93
5.1.2	Försvunna och nytillkomna arter	94
5.1.3	Skadliga algblomningar	94
5.1.4	Hur stor del av arterna identifieras inte?	95
5.1.5	Förändringar i cellantal och biomassa	95
5.1.6	Korrelationer med abiotiska parametrar	95
5.1.7	Fångar provtagningsprogrammen den naturliga variationen?	96
5.1.8	Satsningar	97
6	Tillkännagivanden.....	98
7	Appendix 1-5.....	99

1. Sammanfattning

SMHI har på uppdrag från Länsstyrelsen i Västra Götaland utvärderat all tillgänglig växtplanktondata från Västerhavet från perioden 1985-2010. Det utvärderade området sträcker sig från Riksgränsen (Figur 3) i norr vid norska gränsen till och med Öresund i söder och innefattar 4 026 mättillfällen och 115 271 mätvärden.

Syftet var att dels kvalitetssäkra och tillgängliggöra befintlig växtplanktondata och studera det omfattande datamaterial som finns från Västerhavet. Man ville undersöka om det finns förändringar av växtplankton i tid och rum vad det gäller till exempel artsammansättning, giftiga arter, nytillkomna och försvunna arter och totala mängden växtplankton.

Vad gäller säsongsvariation så visar sammanställningen av medelcelltätheten av alla data åren 2005-2010 på en kort och intensiv vårblooming som domineras av kiselalger vid samtliga stationer och typområden. De årliga vårbloomingarna startar generellt tidigare i utsjöområdena och kommer igång senare närmre kusten och sist i Bohusläns fjordar. Förekomsten av växtplanktonmaxima skiljer sig åt mellan stationer under resten av året men vanligt är en sen vår- eller sommartopp och alltid en hösttopp i celltäthet av växtplankton.

Figur 5 visar typområdena som är indelade enligt EU:s vattendirektiv. Generellt sett så är artdiversiteten högre vid kusten än i utsjön. Antalet arter ökar i syd-nordlig riktning, med högst diversitet i typområde 4 (N7 Nidingen) och 1s (Danafjord), båda i Kattegatt.

Den stora variationen i storlek mellan växtplankton gör att biovolymmaxima kan förekomma utan motsvarande celltäthetsmaxima. Ett exempel på det är de höga totala cellbioolymer under sommarmånaderna juni-juli som till stor del orsakas av stora kiselalger men inte finns i jämförelsevis lika höga cellantal.

Tidsserier av all tillgänglig data per station av växtplankton testades statistiskt månadsvis och stationsvis och resultaten visar på ett antal signifikanta trender. Både de totala cellantalen av växtplankton och de totala antalen arter visar i många fall på en ökande trend.

Djupintervallen 0-10 och 10-20 meter jämfördes och det visar sig att både artantal och cellantal har liknande mönster säsongsmässigt och över tiden. Skillnaden är att celltätheter från 10-20 meter ligger något lägre än de från 0-10 meter. Artmässigt hittar man inte specifika arter unikt i djupprover, utan oftast hittas arterna också i ytprovet vid samma mättillfällen.

Vårbloomingmaxima fångas sällan på grund av att det för lång tid mellan provtagningarna, men de upptäcks lika ofta i ytprover som i djupproverna.

Antalet arter är generellt sett högre under hösten än under våren och säsongsvariationen är störst i typområde 3: Kosterfjorden, Stretudden och Åstol. Ur ett tidsperspektiv ökar antalet arter och klasser vid samtliga stationer. En orsak kan vara förbättring av analysmetoder och utrustning, en annan att taxonomisk kunskap utvecklats med hjälp av interkalibreringar och expertgrupper. Ett antal arter har också tillkommit i florans, men de svarar inte för hela ökningen.

Ett flertal nya arter, exempelvis kiselalgen *Coscinodiscus wailesii* och dinoflagellaten *Prorocentrum minimum*, har spridits till Västerhavet på olika sätt. Kiselalgen *Pseudosolenia calcar-avis*, som ansetts vara ny och höra hemma i varmare vatten än våra, visar sig finnas i rapporter från 1800-talet. En annan ny alg som felaktigt identifierats till *Chaetoceros concavicornis* och sen lika felaktigt till *C. convolutus* är i själva verket en obeskriven art, här kallad *Chaetoceros* sp.X. Gemensamt för de tre *Chaetoceros*-arterna är att de är skadliga för fisk på grund av sina kraftiga spröt med hullingar som kan skada fiskens gälar.

Olika blomningar observeras årligen. Vissa är helt ofarliga som exempelvis vårbloomingen av kiselalger och blomningar av kalkflagellaten *Emiliana huxleyi*. Andra är skadliga genom att orsaka syrebrist eller genom att den aktuella arten som uppträder i förhöjda cellantal är giftig för andra organismer i sin omgivning. Vissa arter är också skadliga i relativt låga cellantal på grund av förmågan att producera toxiner. Säsongsvariationen är artspecifik och en del giftiga arter återkommer ofta över varningsgränsen under samma månad år efter år. Skadliga algblomningar förekommer relativt frekvent i Västerhavet. Stora blomningar förekommer inte varje år men ofta med något års mellanrum. Ett återkommande problem är dinoflagellater från släktet *Dinophysis* som producerar diarrégifter vilka ansamlas i bl.a. musslor.

I uppdraget ingick också att koppla växtplankton med fysikaliska och kemiska omvärldsp parametrar. Salthalt, syrehalt, temperatur och närsaltskoncentrationer togs med för att se om och hur någon eller några parametrar påverkar växtplanktonsamhället. Analysverktyget PRIMER användes, och inga korrelationer mellan växtplankton och de fysikaliska och kemiska parametrarna kunde påvisas.

2. Introduktion

SMHI har på uppdrag från Länsstyrelsen i Västra Götaland utvärderat all tillgänglig växtplanktondata från Västerhavet från perioden 1985-2010. Det utvärderade området sträcker sig från Riksgränsen i norr till och med Öresund i söder. I kapitel 4.5 och 4.6 har också händelser i ett större tidsperspektiv tagits med som del av informationen om växtplanktons utveckling.

Växtplankton (mikroalger) är encelliga primärproducenter och bland de organismer som först reagerar på förändringar i tillförseln av närsalter i form av oorganiskt kväve och fosfor till havet. De kan tillväxa snabbt genom delning och på kort tid öka från ett fåtal individer till flera miljoner celler per liter. Växtplankton är därför ett utmärkt mått på tillståndet i havet och är viktiga inom miljöövervakningen.

Växtplanktonfloran i kustnära områden förändras ständigt över säsonger och år. Förändringarna över längre perioder kan ha antropogena och/eller klimatologiska orsaker. För att bedöma graden av förändringarna, deras orsak och effekter, har data från tidsserier blivit ett allt viktigare verktyg.

Biodiversiteten inom växtplankton är stor och artsammansättningen varierar mycket i tid och rum exempelvis genom tillkomst av och förlust av arter.

När växtplankton växer till höga celltätheter uppstår en så kallad algblomning. De flesta blomningar är helt naturliga, förekommer mer eller mindre regelbundet och ingår i en balans med övrigt liv i havet. Algblomningar kan dock orsaka problem bland annat genom att de uppkommer oftare på grund av människans övergödning och genom att vissa arter är giftiga för andra organismer i havet eller för människor som äter exempelvis musslor som har konsumerat växtplankton.

En anledning till att undersöka exempelvis vårbloomningar är att kunna se om de förändras i tid och/eller omfattning på ett sätt som skulle kunna kopplas till yttre faktorer såsom den globala uppvärmningen.

Ett tydligt problem inom miljöövervakningen är att förändringar i växtplanktonsamhällena kan ske snabbt och mellan det att två rutinmässiga vattenprovtagningar görs kan exempelvis en blomning ha både startat och avklingat. Att en blomning faktiskt har inträffat kan härledas med hjälp av närsaltshalter innan och efter den aktuella tidpunkten för blomningen.

För att mäta växtplankton finns ett flertal analyser och parametrar. I ljusmikroskop genomförs identifiering av arter. Dessutom räknas antalet celler och cellernas volym mäts för att få antalet celler per liter och total biovolym per art. Klorofyll *a*, ett pigment som ingår i samtliga växtplankton mäts och används som ett grovt mått på biomassa. Växtplanktons tillväxthastighet uppskattas med hjälp av primärproduktionsmätningar.

I NVs (Naturvårdsverkets) bedömningsgrunder är biovolym och klorofyll *a* två av flera parametrar som används för att klassa vattenförekomsternas ekologiska status. Den här studien behandlar bland annat biodiversitet, celltäthet (antal celler per liter), biovolym (mm³ per liter vatten) och artantal (antal taxa per prov).

I kapitlerna visas diagram som exemplifierar resultat. Ett stort antal diagram uppdelade stationsvis och typområdesvis finns i appendix 1-5, som med rapporten återfinns på följande adress, <http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/Sv/publikationer/Pages>. När det gäller framför allt giftiga arter har en del diagram tagits med trots att de saknar data. Det anses vara en del av informationen om att vissa arter faktiskt inte har observerats i vissa typområden eller vid vissa stationer.

3. Material och metoder

3.1 Datakällor

SMHI har inom olika projekt samlat in och lagrat växtplanktondata från 4 026 mätillfällen i Västerhavet från perioden 1985-2010. Det är dessa data tillsammans med data från det nationella datavärdskapet för marinbiologi och oceanografi som utgör grunden för utvärderingens analyser.

De 115 271 mätvärden som lagrats för olika arter av växtplankton är celltäthet (antal celler per liter) och ibland biovolym (volymen av celler multiplicerad med antalet celler). Fysikalisk-kemiska data från Svenskt Oceanografiskt Datacenter vid SMHI har också använts. Övriga källor till information har varit den årligt publicerade listan (1) från HELCOM PEG (Helsingforskonventionens Phytoplankton Expert Group) där en rapporterad storleksklass av en alg kan översättas till en cellvolym som i sin tur används för att räkna ut biovolym av den aktuella algen.

För att hantera att olika arter rapporterats med olika namn eller bytt taxonomisk tillhörighet över tiden har namn kontrollerats och vid behov översatts till namnen i ArtDatabankens taxonomiska databas Dyntaxa (2). Härifrån har vi också hämtat information om arters högre taxonomiska tillhörighet. *IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae* (3) har använts som källa till vilka alger som är skadliga. Livsmedelsverkets (4) och motsvarande norska Mattilsynets varningsgränser för alger som gör musslor giftiga att äta har använts.

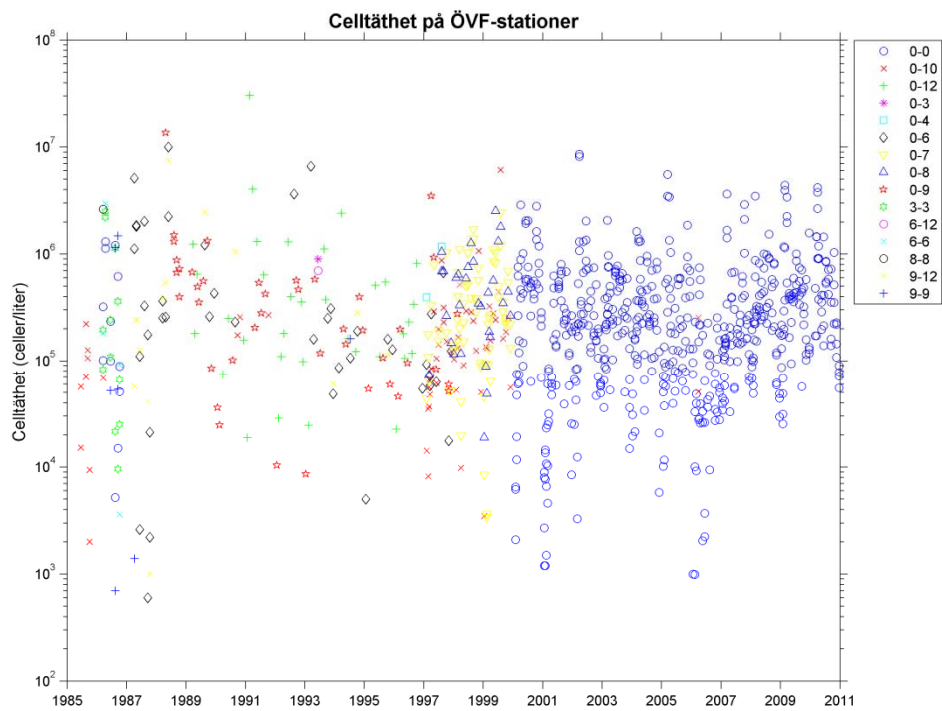
3.2 Avgränsningar

Data gällande autotrofa och mixotrofa plankton har använts i analyserna. Rent heterotrofa arter ingår inte eftersom de saknar kloroplaster och studien gäller växtplankton. Autotrofa pikoplankton ingår inte då de har analyserats under en för kort tidsperiod, 2002-2003 vid stationerna Fladen och Anholt E. Analyserna ingick i EU-projektet HABLE (Harmful Algal Blooms Initiation and Prediction In Large European Marine Ecosystems).

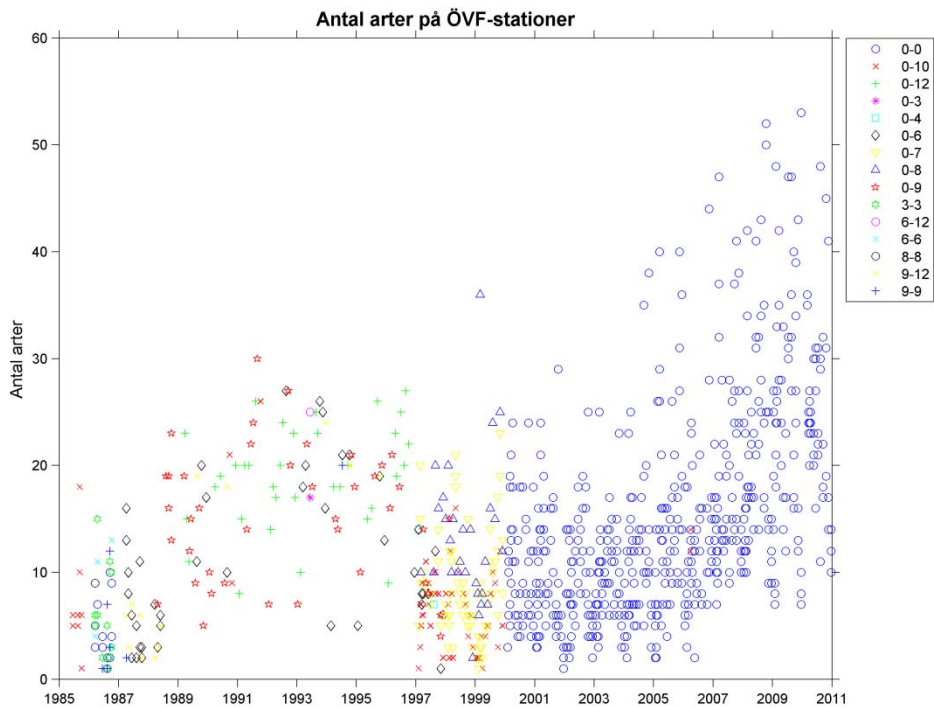
I analyserna har taxonomiska nivåer under arter (såsom *forma* och *varietet*) slagits samman till artnivå. Anledningen är att minska effekten av skillnader i taxonomisk upplösning mellan olika analyserande laboratorier. Nivåer under arter skiljer sig troligen inte avsevärt åt avseende ekologiska funktioner.

Provtagningarna vid växtplanktonstationerna i Öresund (ÖVF-stationerna) har varierat mellan fasta provtagningsdjup och integrerade provtagningsdjup. All data grundare än 12 meter har jämförts, se Figur 1 och 2, och inget tyder på att provtagningen på olika djupintervall skiljer sig så mycket att de inte är jämförbara. Data från Öresund har därför behandlats likvärdigt med integrerade 0-10 meters prover som förekommer på övriga stationer. När flera prover förekommit från olika djupintervall på samma station och datum har medelvärden beräknats. Dessa prover benämns i rapporten som 0-10 meters prover eftersom vi ansett dem jämförbara, detta är något missvisande då en del stationer i Öresund är grundare än 10 meter, se Tabell 1.

Även viss data från Bohuskustens Vattenvårdsförbund har omräknats till 0-10 meters prover. Ibland förekommer provtagning 0-5 meter och 5-10 meter, dessa data har konverterats till ett 0-10 meters prov genom att beräkna medelvärden. Om bara ena femmetersintervallet varit tillgängligt har detta ansetts beskriva förhållanden 0-10 meter och direkt använts som ett 0-10 meters prov. Liknande rutin har gjorts för 10-15 meter och 15-20 meters prover för konvertering till 10-20 meter.



Figur 1. Total celltäthet per provtagning från alla prov grundare än 12 meter i Öresund. Teckenförklaringen visar start- och slutdjup för provet.



Figur 2. Antal arter per provtagning från alla prov grundare än 12 meter i Öresund. Teckenförklaringen visar start- och slutdjup för provet.

Efter år 2000 finns provtagningar bara vid ytan från ÖVF-stationerna, anledningen är att stationerna är så pass grunda att det varit problem med analyser då det har kommit med sediment i proven. Tidsserier innan och efter ändringen av olika djupprovtagningar i Öresund visar ingen ändring i antal arter eller cellantal av växtplankton. Därför beslöts det att dataserien skulle vara med och för enkelhetens skull så står det 0-10 meter i rapporten eftersom proverna omfattas av det djupet.

Tre stationer i Lundåkra (Figur 3 och 5), ÖVF 3:1, ÖVF 3:2 och ÖVF 3:3 ligger så pass nära i rum och avlöser varandra tidsmässigt, varför data slagits ihop till en tidsserie. I rapporten kallas stationen ÖVF 3 Lundåkra.

Små oidentifierade arter (unicells and flagellates) uteslöts ur analyserna efter det att tidsserier med och utan gruppen studerats. Figurer för att visa detta finns med i resultaten och i appendix.

Data innan 1990 är inte med i den statistiska utvärderingen på grund av varierande kvalitet.

3.3 Abiotiska parametrar

En rad parametrar togs upp för att jämföras med växtplanktondata i PRIMER (kapitel 3.5.2) för att undersöka om det fanns någon korrelation.

De fysikaliska och kemiska parametrar som inkluderades i de ursprungliga testerna var följande:

- Salt
- Syre
- Temperatur,
- Fosfat, [PO₄]
- Total fosfor
- Nitrit, [NO₂]
- Nitrat, [NO₃]
- Ammonium, [NH₄]
- Totalt kväve
- Kisel, [SiO₄]
- Global ljusinstrålning, W/m² (data från SMHIs strålningsstation i Lund)

Syrehalt exkluderades från analysen eftersom den är starkt korrelerad till temperatur. Total fosforhalt respektive total kvävehalt testades att exkluderades eftersom de korrelerade till fosfat respektive nitrat men detta påverkade inte resultaten nämnvärt.

3.4 Inventering av data



Figur 3. Karta över stationernas positioner. Inritade gränser för EU:s vattendirektiv (baslinjen + 1 nautisk mil från kusten) och EU:s marina direktiv (baslinjen).

Provtagningarna i Västerhavet har varierat avseende tid, djup och metod. Analyserna fokuserar på data insamlade mellan vattenytan och 10 m djup. Undantag är jämförelsen mellan djupintervallen 0-10 m och 10-20 m.

I Sverige har man delat upp kustvattenområdena i 25 typområden som en anpassning till EU:s vattendirektiv. På kartan, Figur 3, är gränserna för kustområdet inritade enligt EU:s vattendirektiv (baslinjen + 1 nautisk mil från kusten) och EU:s marina direktiv (Marine Strategy Framework Directive) (baslinjen). I Tabell 1 framgår vilket typområde respektive station tillhör. Figur 5 visar hur kustområdena är indelade i 7 typområden och vilka stationer som ingår i varje område. Stationerna BROA och ÖVF 5:2 Höllviken ligger mellan de två gränserna för baslinjen och baslinjen + 1 nautisk mil.

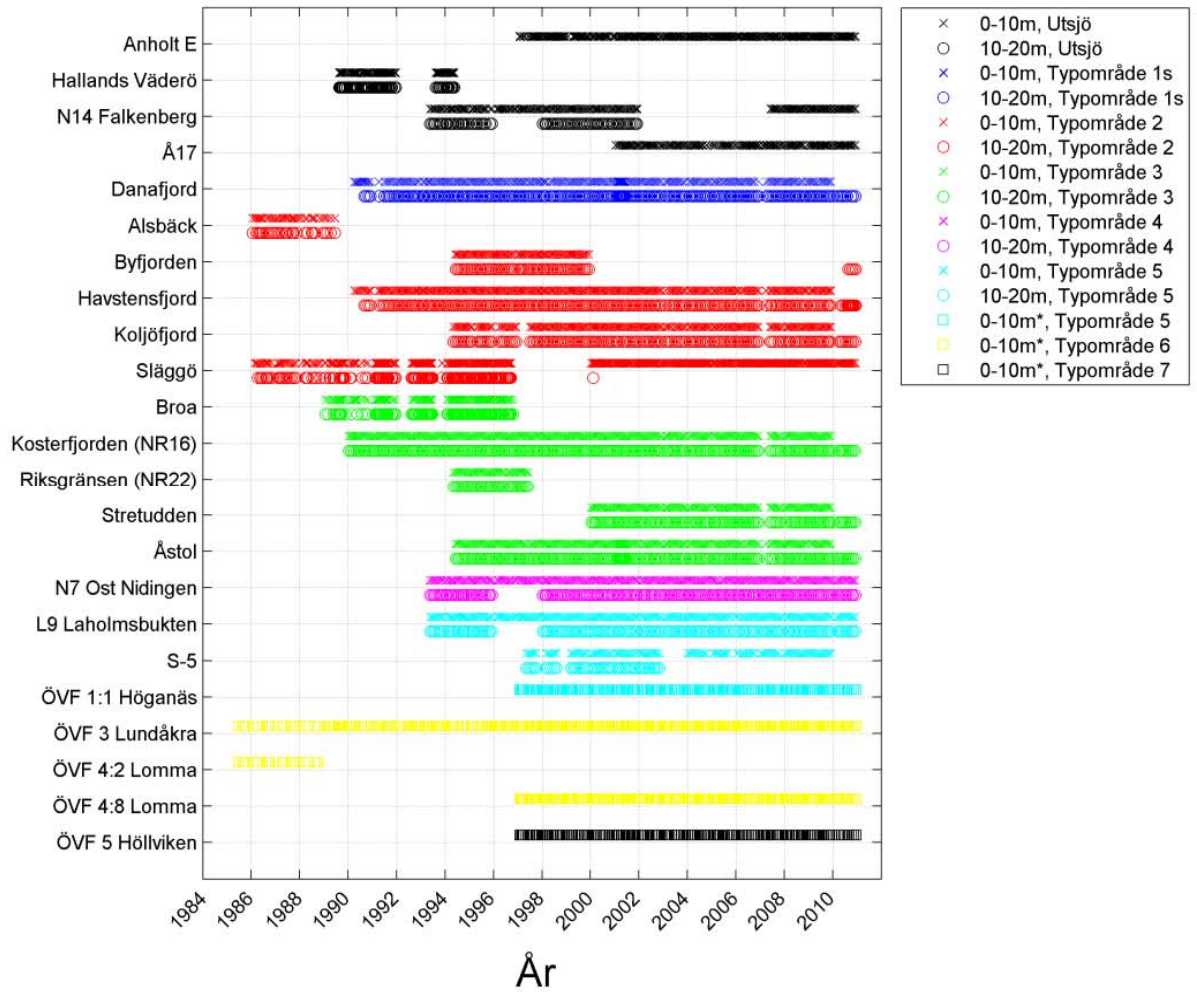
Tabell 1. Översikt över kontrollprogram, stationer och tidsperioder.

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50	10°30,80	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50	11°26,00	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10	12°07,00	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40	12°12,70	33	2007-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Hallands Väderö	56°29,50	12°32,00	25	1989-1991, 1993-1994
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Riksgränsen (Nr22)	58°58,20	11°03,20	230	1994-1997
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10	11°06,20	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60	11°24,20	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Alsback	58°19,40	11°32,80	119	1986-1989
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	BROA	58°15,50	11°13,50	52	1989-1996
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75	11°46,40	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Byfjorden	58°20,00	11°53,00	45	1994-1999
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83	11°34,80	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18	11°35,60	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69	11°41,52	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20	11°59,30	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40	12°12,70	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90	12°43,20	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93	12°39,13	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00	12°31,00	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3:1 Lundåkra	55°48,15	12°53,25	17	1985-1991
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3:2 Lundåkra	55°47,10	12°54,40	7.5	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3:3 Lundåkra	55°48,15	12°49,50	20	1992-1996
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:2 Lomma	55°40,00	12°58,35	12	1985-1988
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20	13°02,20	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80	12°52,85	6	1997-2010

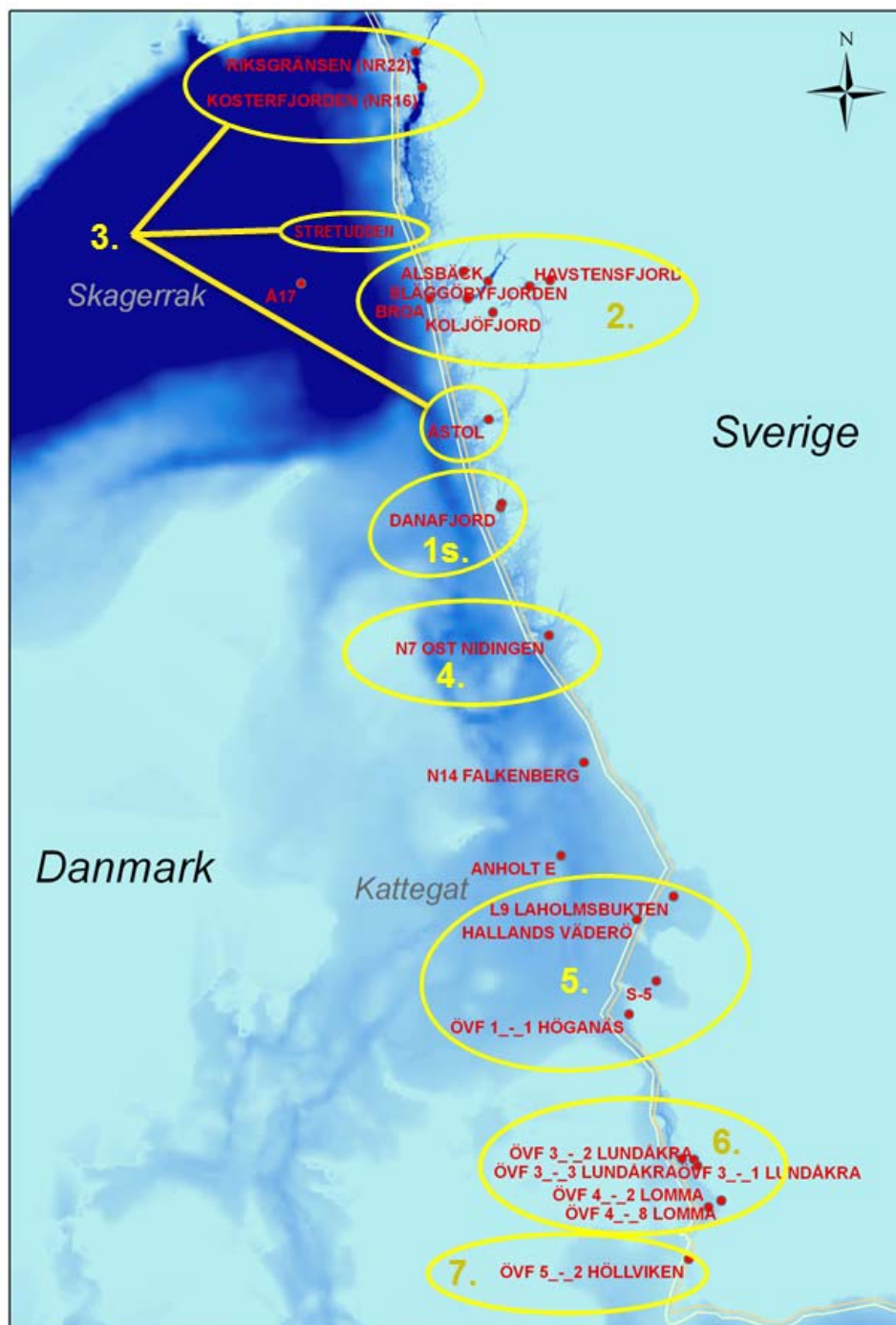
De längsta tidsserierna (≥ 20 år) finns från stationerna Danafjord, Havstensfjord och Kosterfjorden (Nr16). Relativt långa tidsserier (≥ 15 år) finns från stationerna Koljöfjord, Åstol, N7 Ost Nidingen, L9 Laholmsbukten. Den utsjöstation som har den längsta sammanhängande tidsserien är Anholt E (start 1997).

Data över biovolym finns från och med 1997 från Anholt E, 2000 från Släggö och 2001 och 2007 från Å17 och N14 Falkenberg respektive. Hallands kustvattenkontroll beställde analyser av bioolymer från och med 2005, och Länsstyrelsen i Västra Götaland beställde detsamma från Bohuskustens stationer från och med 2010.

Måttillfällen per station



Figur 4. Provtagningsstillfällen vid respektive station för 0-10 m och 10-20 m. Varje kryss motsvarar ett provtagningsstillfälle från 0-10 meter och varje cirkel motsvarar ett provtagningsstillfälle från 10-20 meter. Stationer inom samma typområde (enligt EU:s vattendirektiv) visas i samma färg. Utsjöstationerna tillhör inte något typområde eftersom bara kustnära vatten i EU:s vattendirektiv ingår. ÖVF-stationernas (kvadrater) djup varierar, men omfattas av 0-10 meter (se kapitel 3.2 Avgränsningar).



Figur 5. Västerhavsstationerna ligger i 7 olika typområden av totalt 25 runt Sveriges kust. De stationer som inte är inringade är utsjöstationer.

3.5 Analysverktyg och metodik

3.5.1 Mann-Kendall

Mann-Kendall test (5,6,7) har använts för att hitta signifikanta trender i celltäthet och artantal. Mann-Kendall test är ett icke-parametriskt test för att hitta monotona trender i tidsserier och bygger på rangordning av observationer. Mann-Kendall test kan beräknas för olika säsonger, i vårt fall månader, (och kallas då ”seasonal Mann-Kendall” test eller Hirsch-Slack test) och/eller platser och sedan sammanfattas till ett enskilt test. Vanligt förekommande samt vissa potentiellt giftiga arter/släkten har valts ut och abundansen för alla arter tillhörande samma släkte har summerats, Mann-Kendall test har sedan utförts på dessa arter/släkten. Liknande tester har även gjorts för total celltäthet samt artantal. Alla tester har utförts månadsvis och stationsvis då dessa ofta skiljer sig kraftigt åt. Fokus lades mest på dessa enskilda resultat och inte på det sammanvägda resultatet. Även trenden (lutningen) i datamaterialet skattades.

Alla beräkningar gjordes med programmet MULTITEST (Version 5.2: Nov 29, 2010) som kan laddas ner från Institutionen för datavetenskap vid Linköpings universitet (<http://www.ida.liu.se/divisions/stat/research/Software/index.en.shtml>). Ytterligare beskrivning av Mann-Kendall test ges på <http://www.miljostatistik.se/mannkendall.html>.

3.5.2 PRIMER

PRIMER (8) är en akronym för Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research. PRIMER är en samling multivariata rutiner för att analysera hur artsamhällen och/eller celltätheter skiljer sig åt och om skillnaden kan kopplas till yttre faktorer. I huvudsak har den multivariata rutinen BEST (9) för trendkorrelation använts. BEST korrelerar fysikaliska och kemiska miljövariabler med biologiska data, i detta fall celltäthet. Den parameter, eller kombinationen av flera parametrar, som bäst kan beskriva tidsvariationen av växtplanktonsamhället (celltäthet) tas fram tillsammans med ett mått på hur bra korrelationen är. Avsikten med dessa analyser var att söka efter tänkbara starka kopplingar mellan miljödata och växtplankton. Med ett sådant starkt samband skulle man kunna förutsäga bland annat algblomningar utifrån de korrelerade miljöparametrarna.

Samtliga analyser har gjorts med PRIMER 6 (version 6.1.13)

3.5.3 MATLAB

Matlab (10) (version 7.12.0.635 (R2011a)) har använts för att producera i stort sett alla grafer i denna rapport. Ett och samma datamaterial har använts till samtliga grafer, olika beräkningar och analyser har gjorts för att visualisera bland annat säsongsvariationer och tidsutvecklingar. Datamaterialet har under hela projektets gång uppdaterats när kvalitetskontroller visat på misstänkt felaktighet i data.

3.6 Referenser

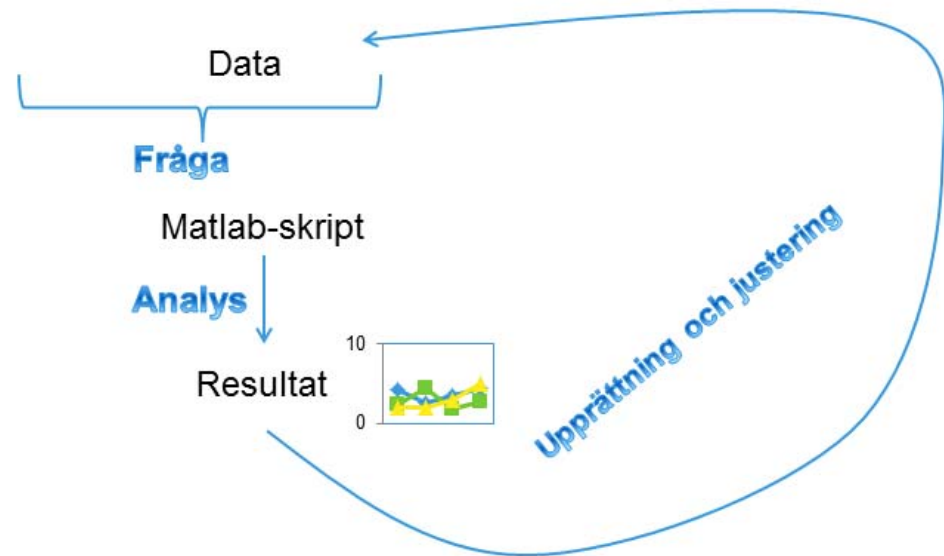
1. HELCOM PEG Biovolume Reporting, <http://www.ices.dk/env/repfor/index.asp>
2. <http://dyntaxa.artdata.slu.se>
3. <http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=search>

4. http://www.slv.se/upload/dokument/rapporter/musslor/2011_livsmedelsverket_14_kontrollprogram_tvaskaliga_blotdjur.pdf
5. Helsel, D.R. (2005) Nondetects and data analysis: statistics for censored environmental data. Wiley, New York.
6. Hirsch, R.M. and Slack, J.R. (1984) A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research* 20:727-732.
7. Libiseller, C. and Grimvall, A. (2002). Performance of partial Mann-Kendall tests for trend detection in the presence of covariates. *Environmetrics* 13:71-84.
8. Clarke, K.R., Gorley, R.N. (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
9. Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
10. <http://www.mathworks.se/products/matlab/2011-09-26>

4. Resultat

4.1 Kvalitetssäkrad data

Ett viktigt resultat av utvärderingen att poängtera är att data under arbetets gång har kvalitetssäkrats löpande när kontroller visat på misstänkt data (Figur 6). Processen har resulterat i ett ständigt förbättrat datamaterial av växtplankton.



Iterativ process som **producerar användbara data**

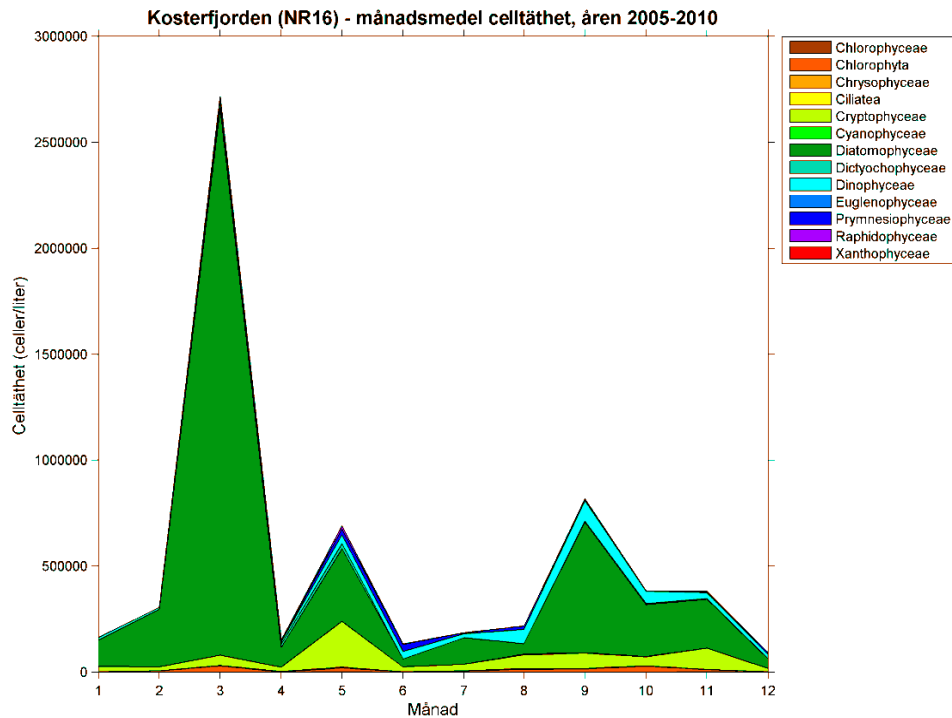
Figur 6. Illustration av arbetsgången.

4.2 Fördelning i tid och rum

Liksom andra områden på höga breddgrader kännetecknas den svenska västkusten av stora årsfördelningar i solinstrålning. Detta påverkar direkt eller indirekt havets fysik, kemi och biologi. Det är därför av intresse att försöka finna generella mönster i tid och rum.

4.2.1 Säsongsvariation

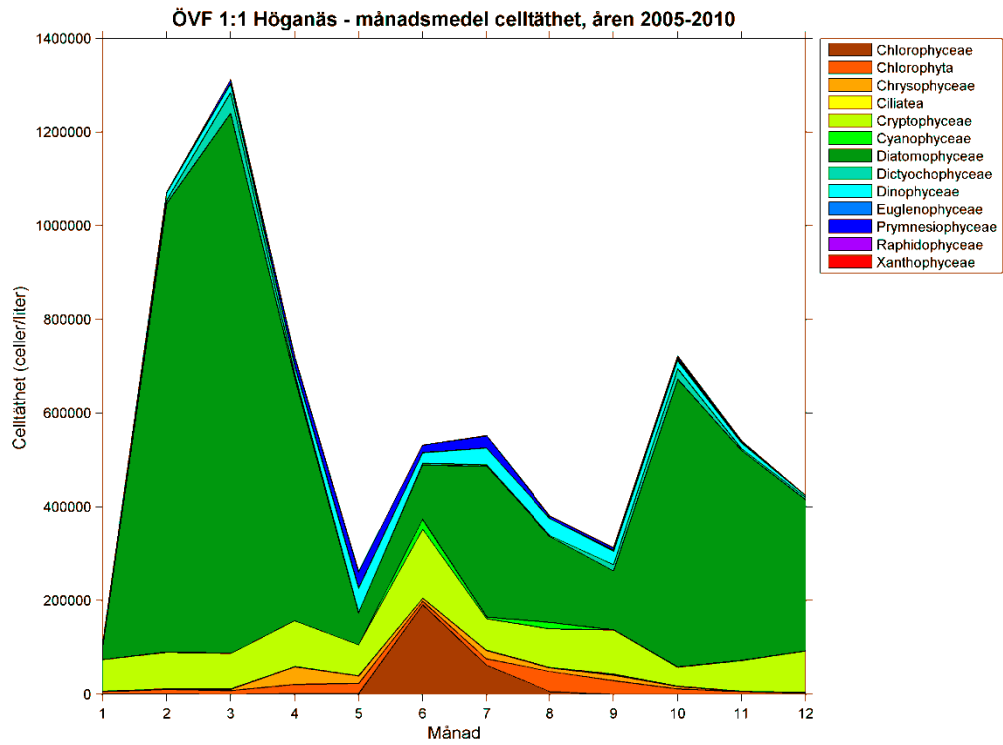
Sammanställningen av medelförekomst av olika grupper under åren 2005-2010 visar på en tydlig förekomst av en kort och intensiv vårblooming som domineras av kiselalger vid samtliga stationer och typområden (Figur 7).



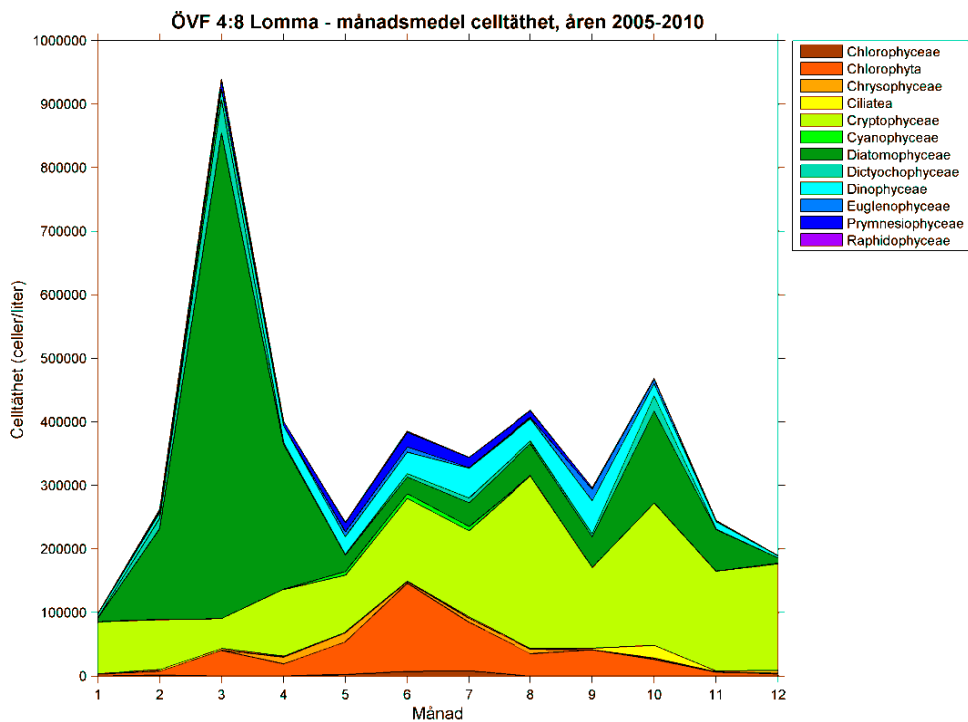
Figur 7. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid Kosterfjorden (NR16), typområde 3.

Efter vårbloomingens slutfas är förekomsten av växtplanktonmaxima inte lika entydig mellan stationerna. Vårbloomingen åtföljs ibland av en eller flera generellt mindre men ändå höga maxima under sen vår eller sommar. På hösten återfinns dock alltid ett maximum. Under sommaren är celltätheten generellt sett låg vid de flesta stationer (Figur 7). Mindre maxima kan dock uppstå sommartid och framför allt i de sydligare typområdena, 6 och 7. Celltäthetsmaxima efter vårbloomingen kan innehålla betydande mängder av andra grupper som exempelvis dinoflagellater, grönalger samt små flagellater tillhörande gruppen cryptomonader och prymnesiofyter (Figur 8).

Överlag dominerar dock kiselalger över året vad avser celltäthet i samtliga typområden förutom vid västkustens allra sydligaste delar i typområde 7 (ÖVF 5:2 Höllviken) samt delar av typområde 6 (ÖVF 4:8 Lomma) där antalet cryptomonader överstiger antalet kiselalger (Figur 9).



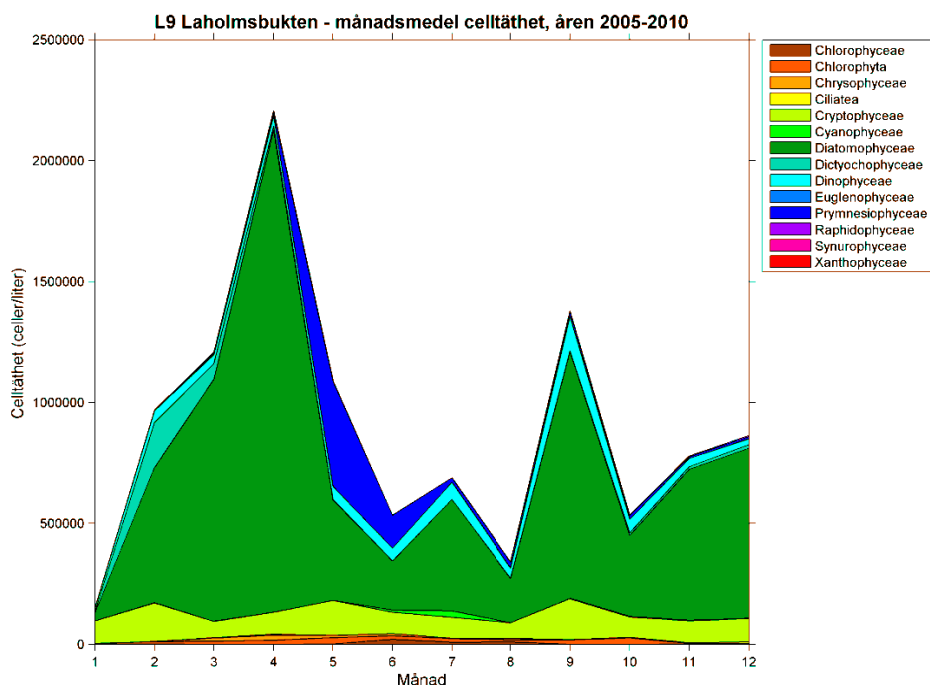
Figur 8. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid ÖVF 1:1 Höganäs, typområde 5.



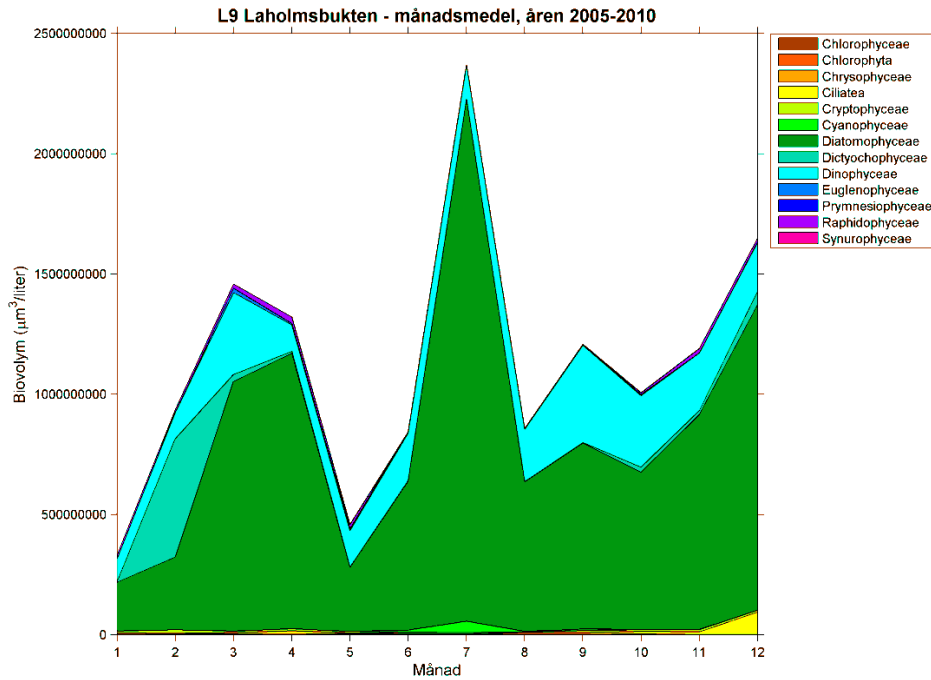
Figur 9. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid ÖVF 4:8 Lomma, typområde 6.

När man från en station jämför data över celltäthet från de senare åren (2005-2010) med tillgänglig och korresponderande data över biovolym ser man att fördelningen av de olika alggrupperna skiljer sig åt samt att maximas inbördes förhållande under året ibland förändras markant (se Figur 10 och 11 för jämförelse). Detta beror på att algcellerna är olika stora. Ett exempel är gruppen dinophyceae (dinoflagellater) som ofta utgör en liten del av totala cellantalet men på grund av sin storlek bidrar till större andel av biovolymen.

På motsvarande sätt kan små flagellater från olika taxonomiska grupper utgöra en väsentlig del av totala celltätheten och samtidigt endast stå för en liten del av biovolymen (se Figur 29 och 30 för jämförelse). Diatomophyceae (kiselalger) som kan vara både stora och små mellan och inom arter varierar därmed stort i biovolym. Många av de kiselalger som till exempel förekommer på sommaren är stora och kan ge kraftiga biovolymmaxima under denna period som inte alls är lika tydligt när man tittar på cellantal (jämför figur 10 och 11)



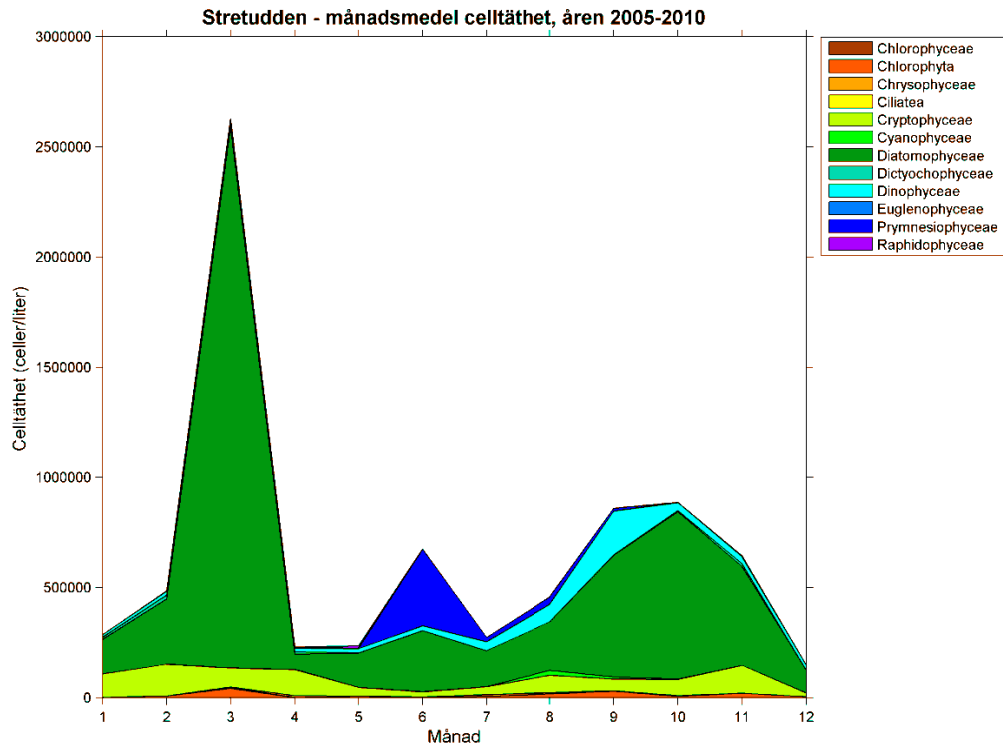
Figur 10. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid L9 Laholmsbukten, 5.



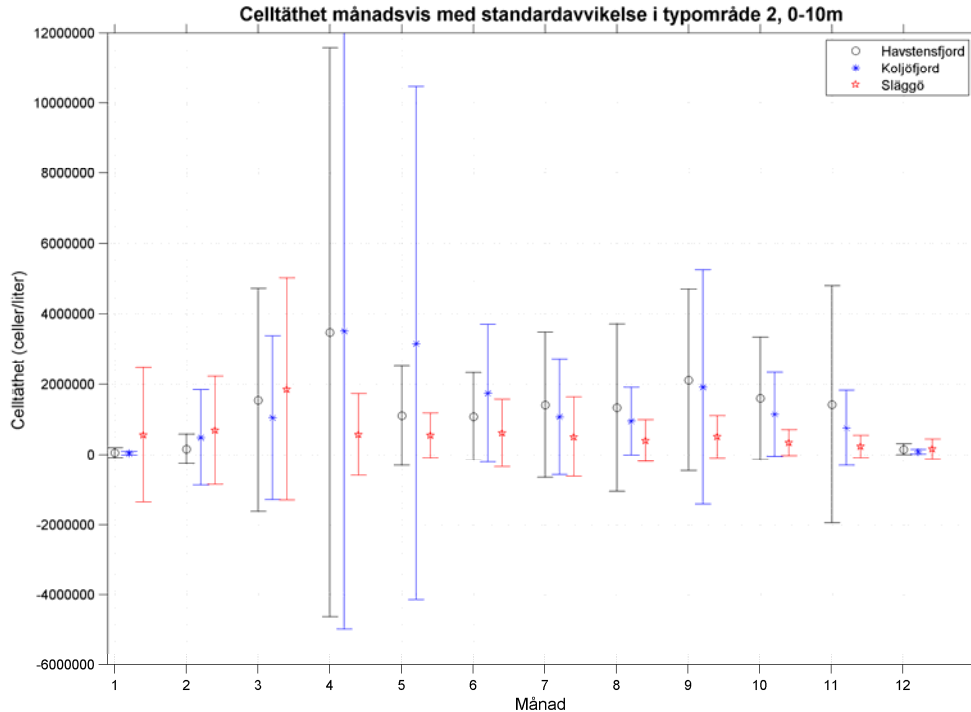
Figur 11. Medelbiovolym per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid L9 Laholmsbukten, typområde 5.

4.2.2 Jämförelse mellan och inom typområden

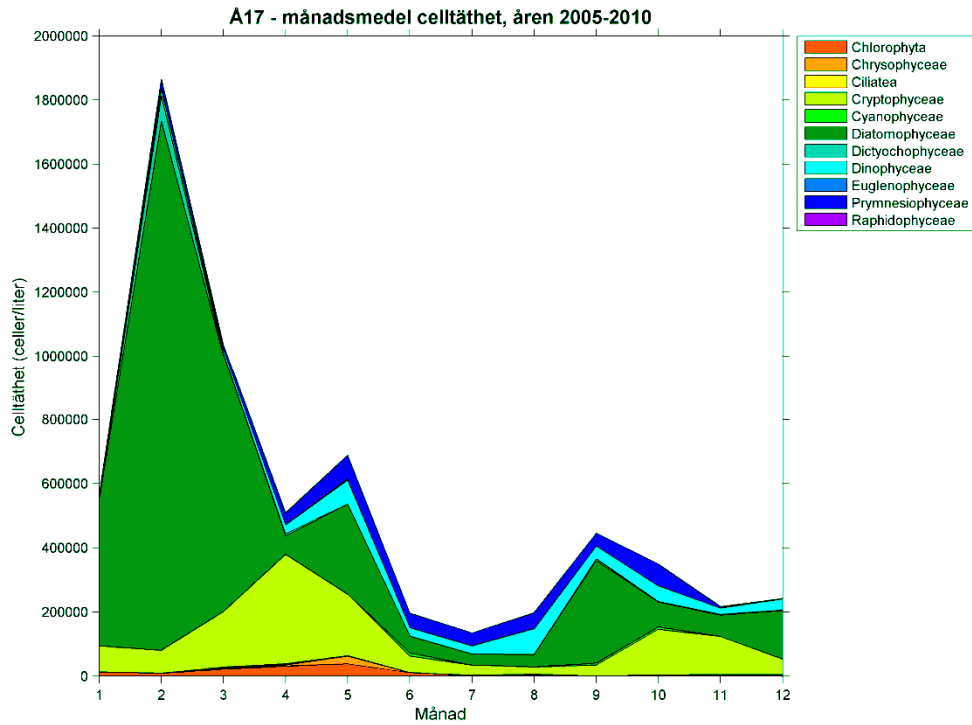
Vid de nordliga delarna (typområde 2, 3 och 4 se Figur 5 i material och metoder) är vårbloomingen extra markant med avseende på celltäthet jämfört med resterande blomningar under året vid samma station (se figur 12 för exempel). Skillnader mellan provtagningsår under vårbloomingen och andra större celltäthetsmaxima är dock stora vilket påvisas av de stora standardavvikelserna från medelvärdet under dessa månader (se figur 13 för exempel). Vårbloomingens start skiljer sig mellan men också inom olika typområden (Se figur 14-16). Generellt sett visar det sig att blomningen kommer igång först vid utsjöstationen Å17, där man redan i februari ser förhöjda celltätheter. Cirka en månad senare, i mars, kommer vårbloomingen igång vid kustnära stationer. De stationer som ligger mer skyddat i fjordsystemen runt Orust och Tjörn, typområde 2, har ytterligare en månads förskjutning och vårbloomingen startar först fram emot april.



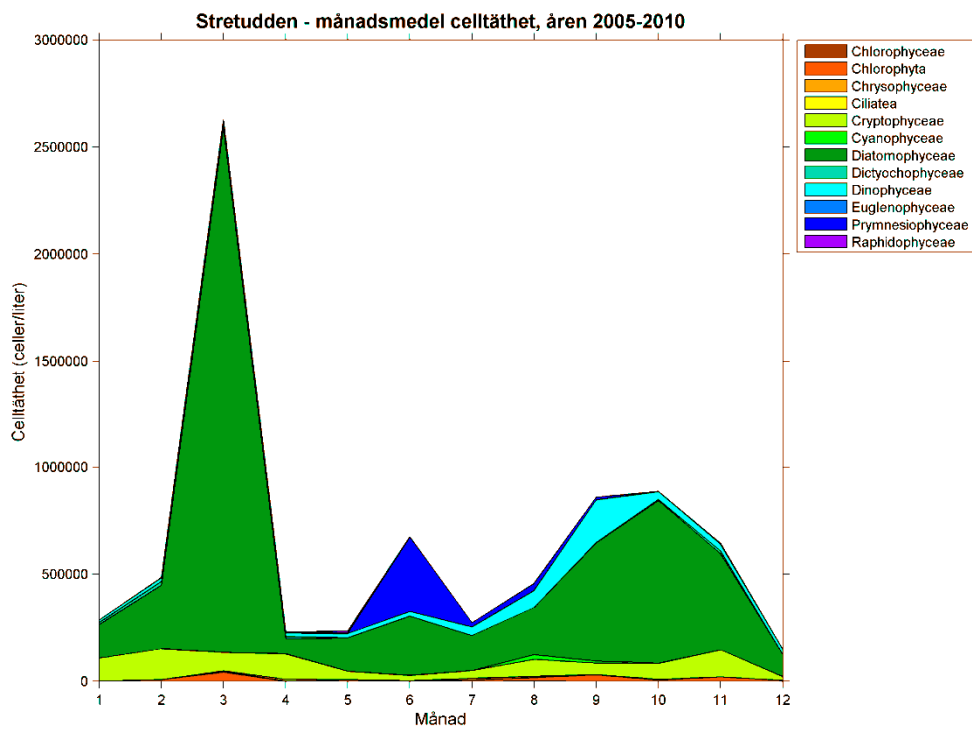
Figur 12. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid Stretudden, typområde 3.



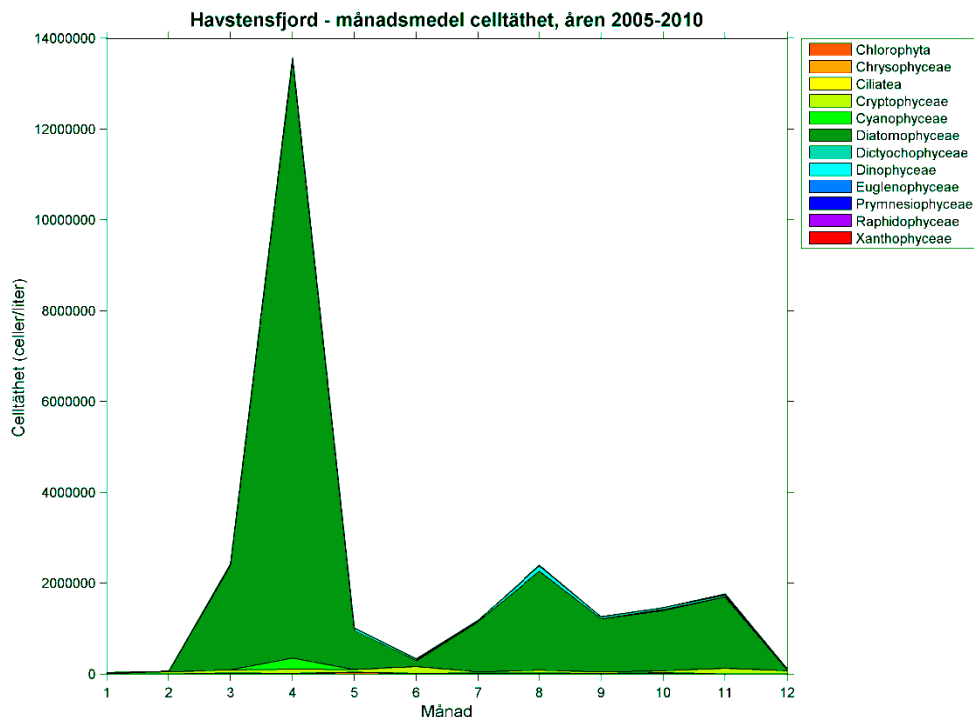
Figur 13. Medelvärde med standardavvikelse (SD) under året för all tillgänglig data för de olika stationerna i typområde 2.



Figur 14. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid Å17, typområde 0 (utsjö).



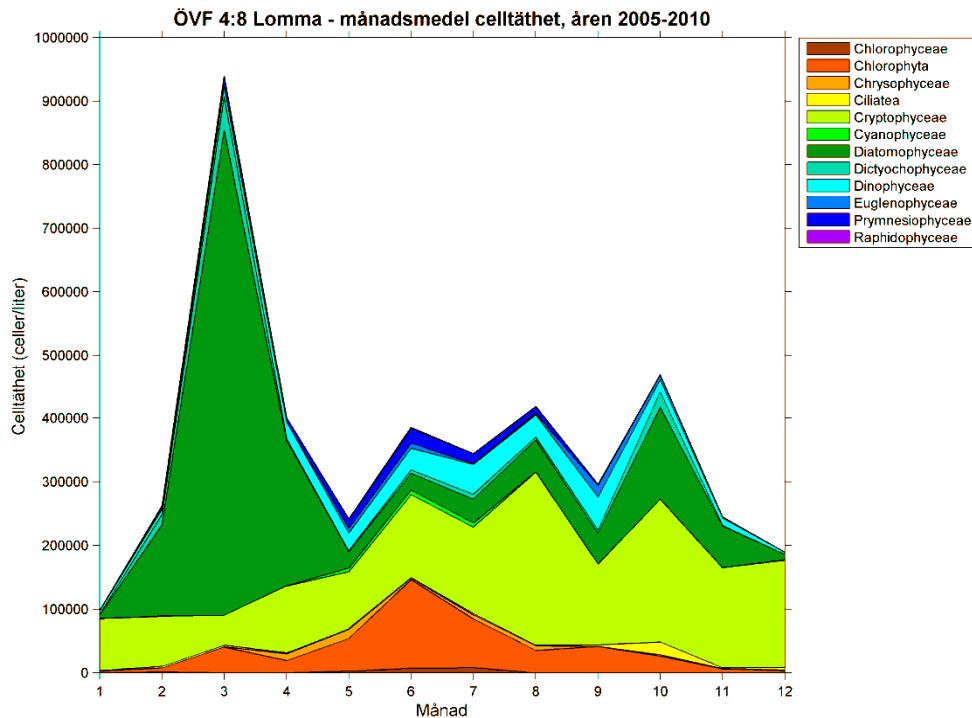
Figur 15. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid Stretudden, typområde 3.



Figur 16. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid Havstensfjord, typområde 2.

I de södra delarna av Västerhavet (typområde 4-7 se Figur 11) är vårbloomingen med avseende på celltäthet ibland inte lika markant jämfört med andra perioder under året men fortfarande tydlig. Här kan vårbloomingen efterföljas av ett flertal mindre blomningar med relativt höga celltätheter i jämförelse med vårbloomingen (se Figur 17 för exempel). De senare blomningarna kan utgöra större mängder celler från flera olika grupper så som cryptomonader och guldalger (chrysophyceer).

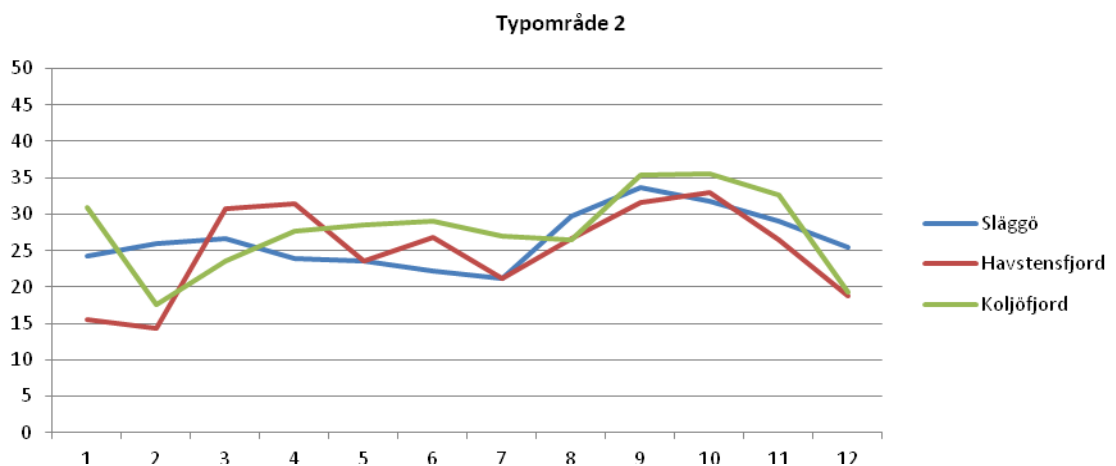
Vårbloomingens start är i de södra delarna lite mer dynamisk. Vid utsjöstationerna Anholt E och N14 samt vid N7 (typområde 4) samt ÖVF 1:1 Höganäs (del av typområde 6) startar vårbloomingen i februari. Vid övriga kustnära stationer börjar den i mars förutom vid S-5 (Skälderviken) samt L9 Laholmsbukten där den börjar en månad senare, i april.



Figur 17. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid ÖVF 4:8 Lomma, typområde 6.

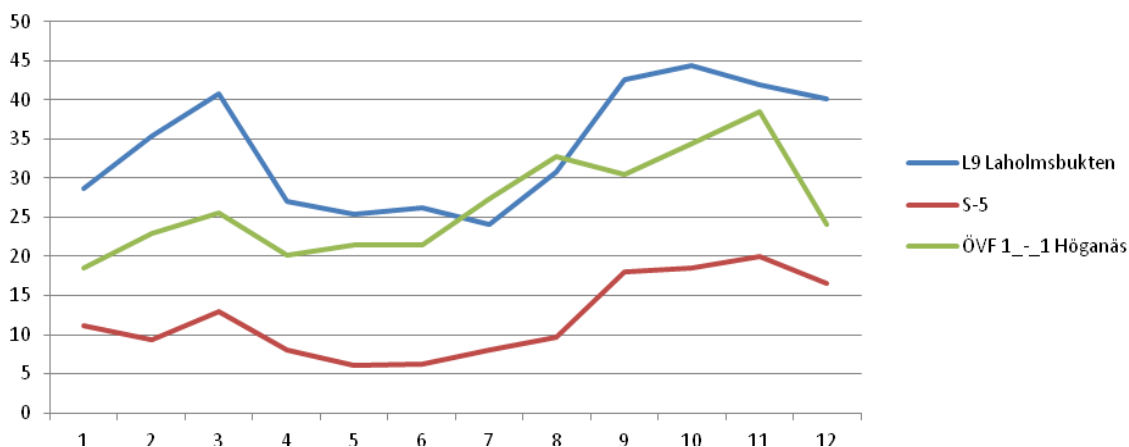
De flesta typområden innehåller flera växtplanktonstationer med undantag för typområde 1s där endast station Danafjord ingår och typområde 4 där endast N7 Ost Nidingen ingår. Vid jämförelse av antal funna taxa inom typområden ser man ett ganska tydligt mönster. De typområden där flera stationer ingår verkar ha en ganska likartad årsfördelning sinsemellan vad gäller totala antal arter (Figur 18) med undantag av typområde 5 där framförallt station S-5 (Skälderviken) särskiljer sig med lägre antal funna arter (se Figur 19).

Trots vissa likheter kan stationer inom typområden skilja sig åt markant när man tittar på vilka grupper av alger som dominerar vid de olika stationerna och även när till exempel vårbloomingen sätter fart som tidigare beskrivits (se Figur 20 -23).

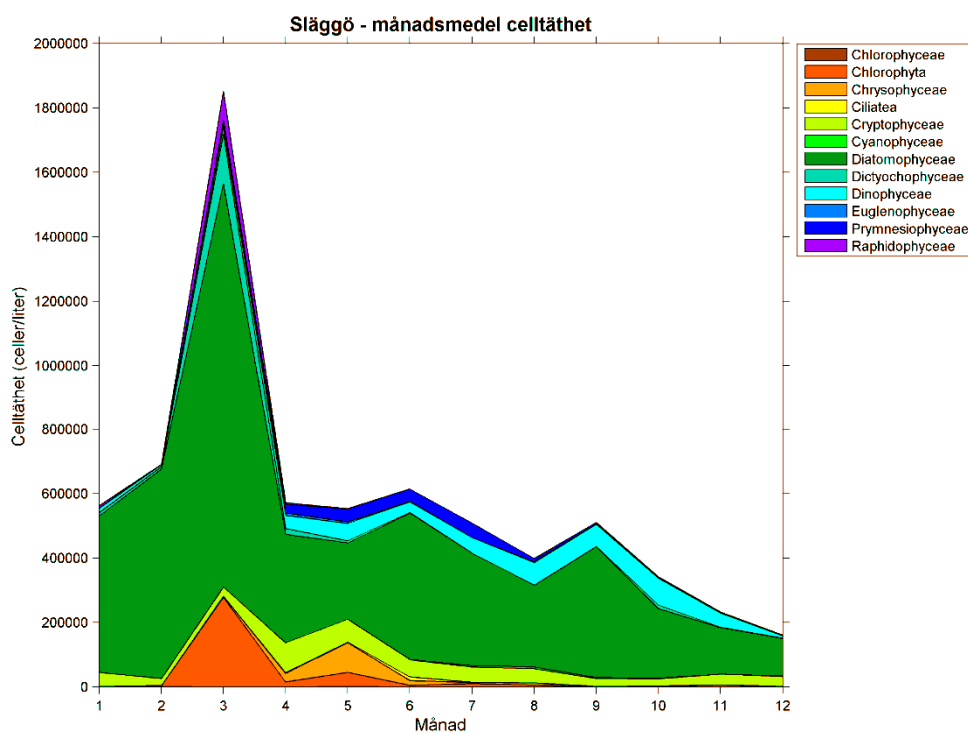


Figur 18. Medelförekomst av antal taxa per månad för all tillgänglig data för de olika stationerna i typområde 2.

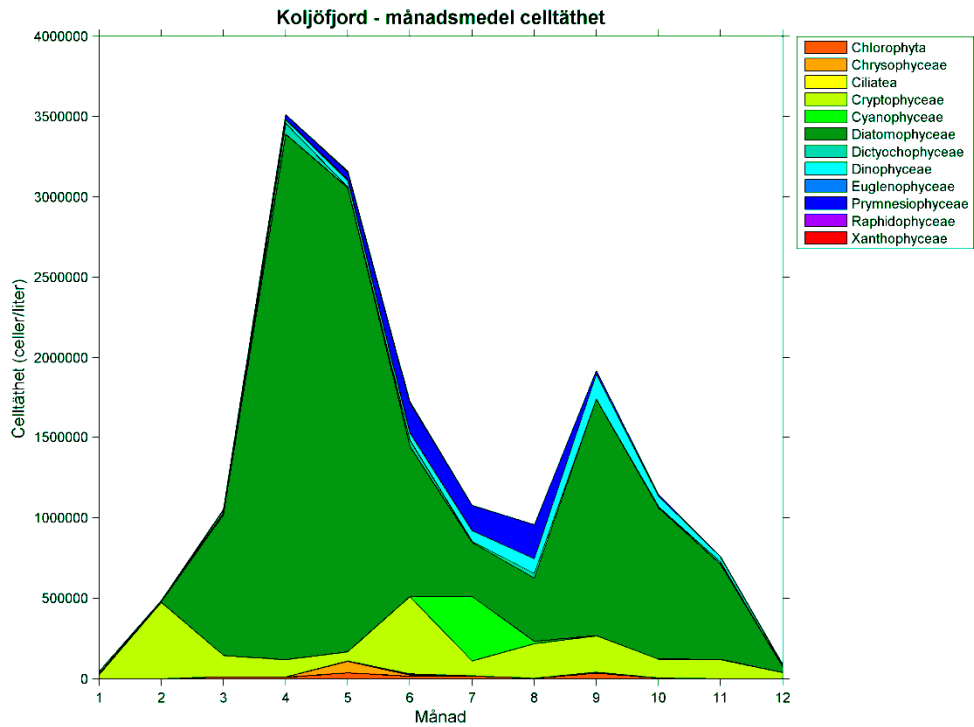
Typområde 5



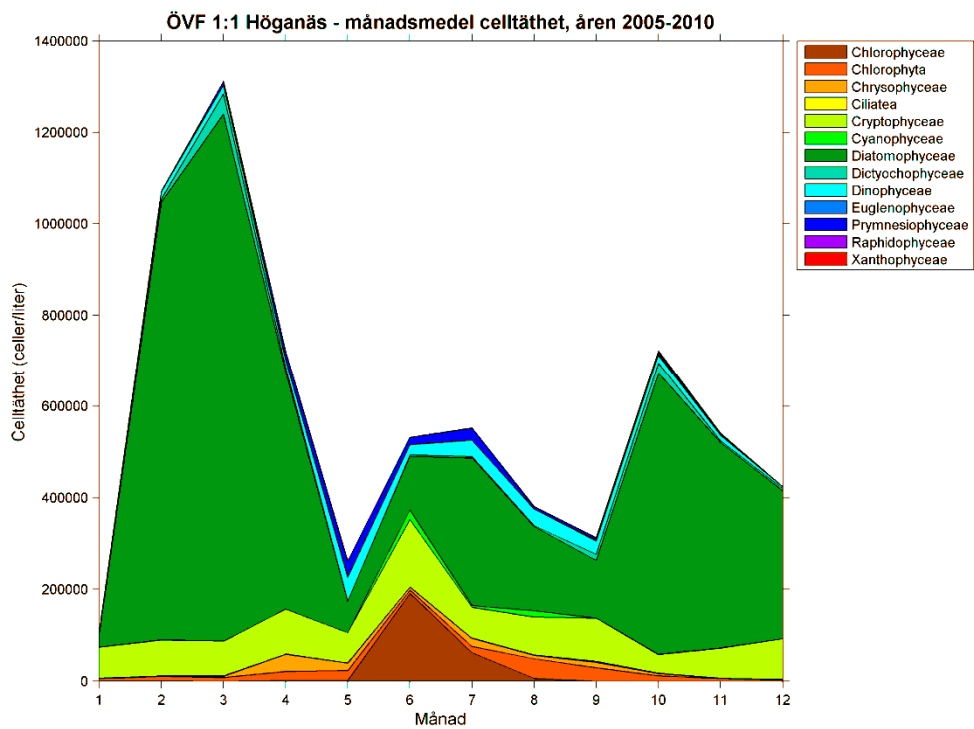
Figur 19. Medelförekomst av antal taxa per månad för all tillgänglig data för de olika stationerna i typområde 5.



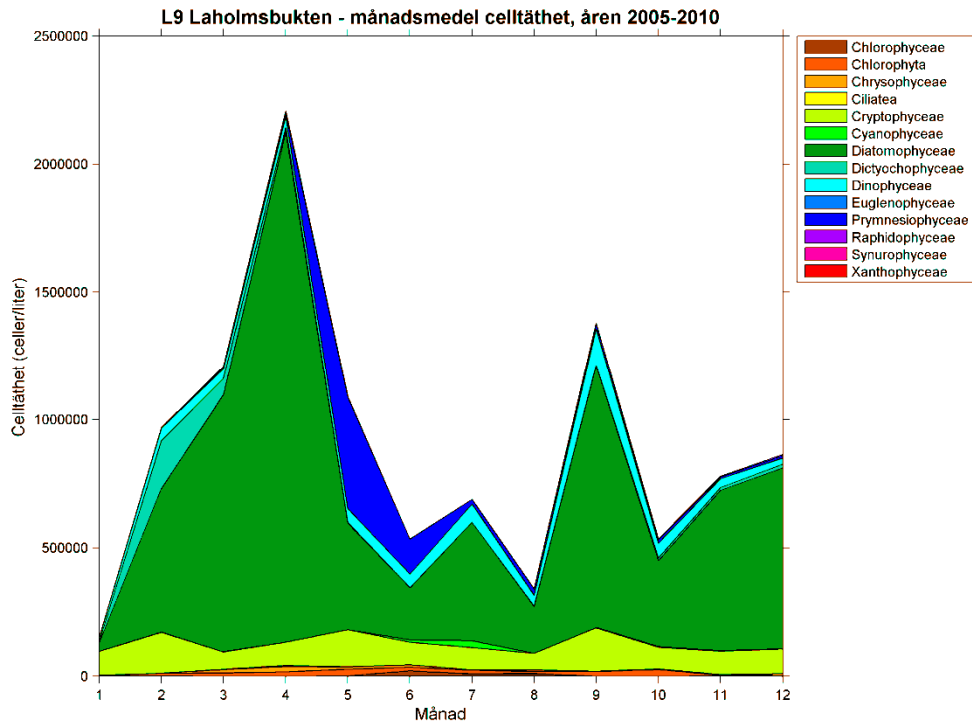
Figur 20. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid Slaggö, typområde 2.



Figur 21. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid Koljöfjord, typområde 2.



Figur 22. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid ÖVF 1:1 Höganäs, typområde 5.



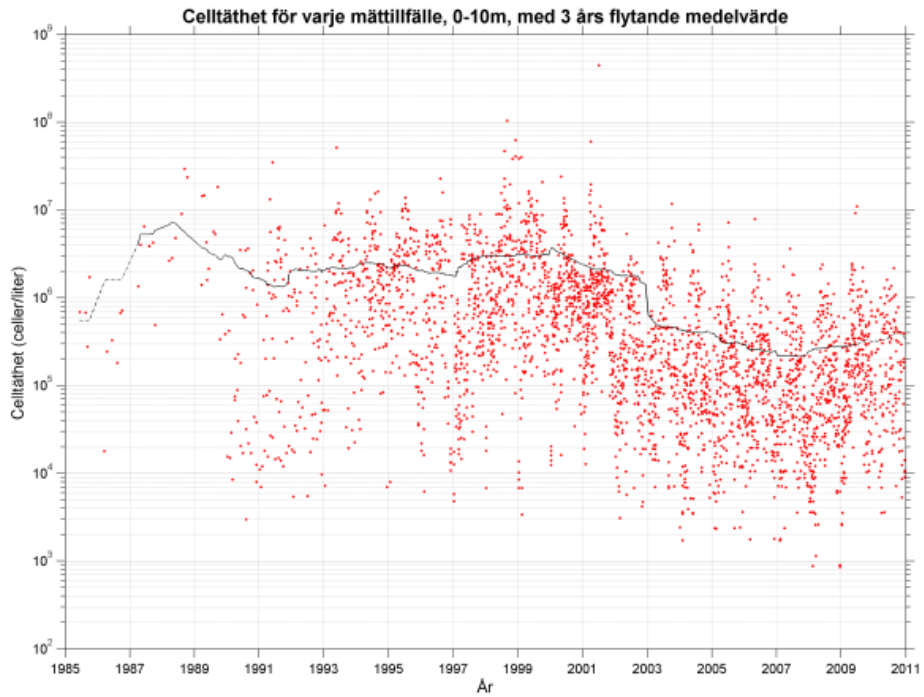
Figur 23. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger under åren 2005-2010 vid L9 Laholmsbukten, typområde 5.

4.3 Tidsserier – långtidsserier

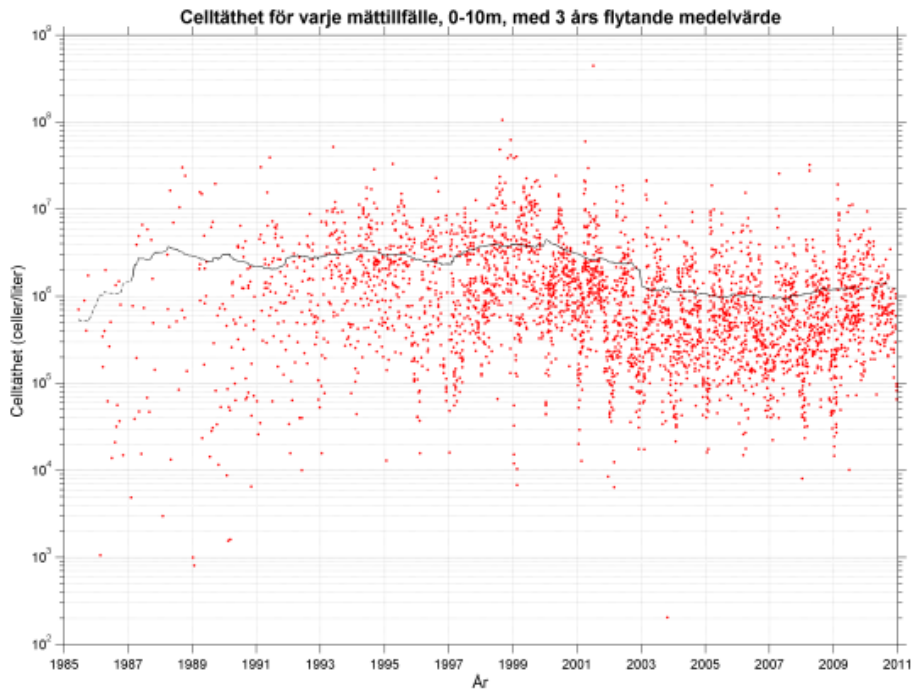
4.3.1 Oidentifierade arter med och utan flagell ("unicells and flagellates")

Alla växtplanktonceller som finns i ett prov kan inte identifieras till art eller släkte eller ens till högre nivåer (framför allt små arter). För att ändå kunna rapportera dessa så förs de till gruppen unicells (encellig utan flagell) eller flagellates (encellig med flagell), här summerat till "unicells and flagellates".

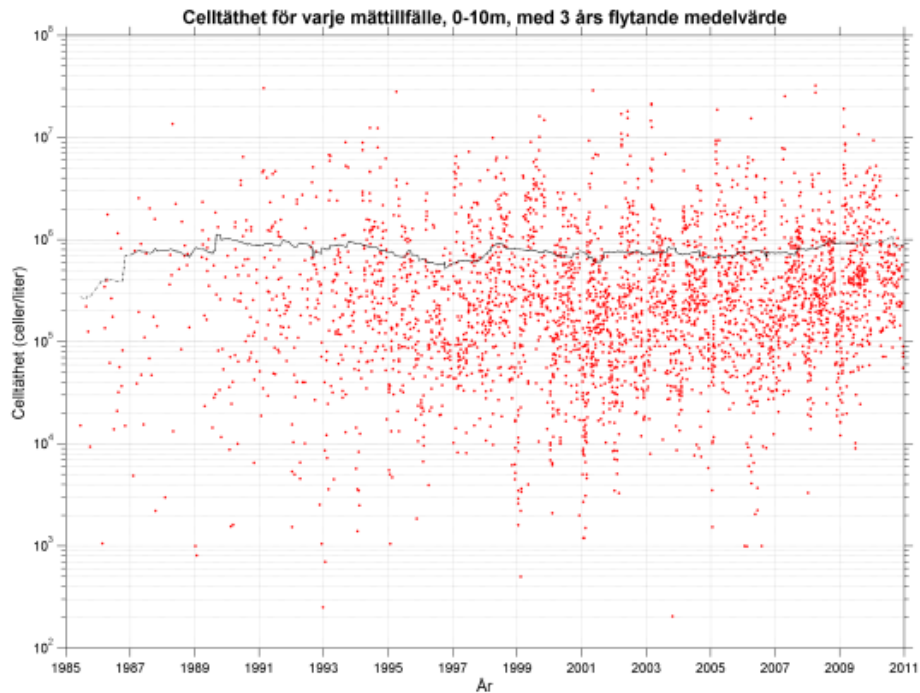
Då tidsserier från hela mätserien och alla områden för gruppen "unicells and flagellates" (Figur 24) jämfördes med totala antalet celler (Figur 25) var det tydligt att det var den förstnämnda gruppen som styrde den nedåtgående trenden som observerades vid många stationer. En jämförande bild utan gruppen "unicells and flagellates" (Figur 26) visar en mer oförändrad situation i totala antalet växtplankton från hela Västerhavet.



Figur 24. Celltäthet per mätillfälle från alla stationer i Västerhavet, enbart "unicells and flagellates". Den svarta linjen visar tre års glidande medelvärden.



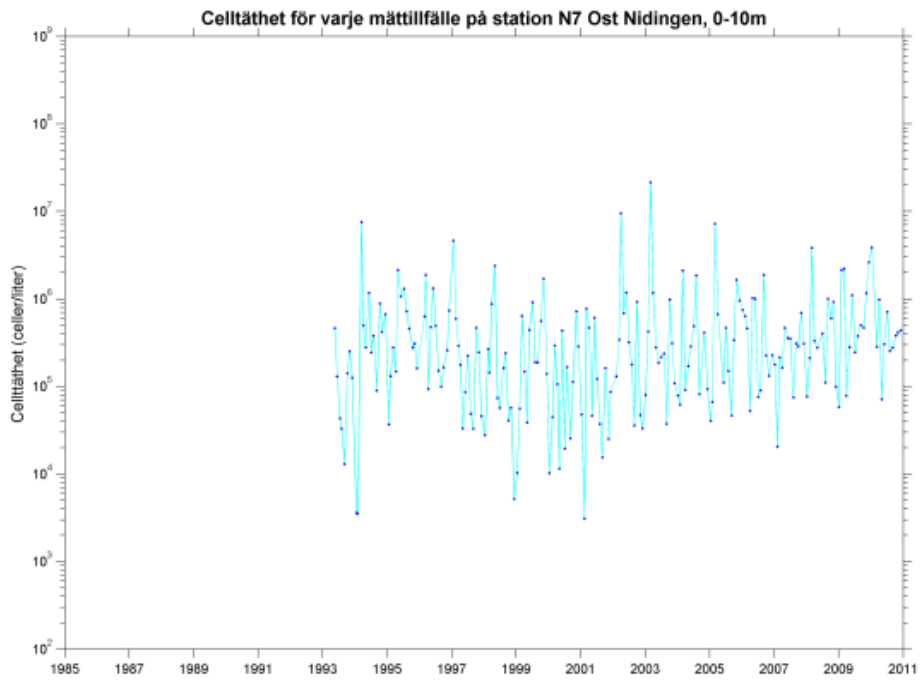
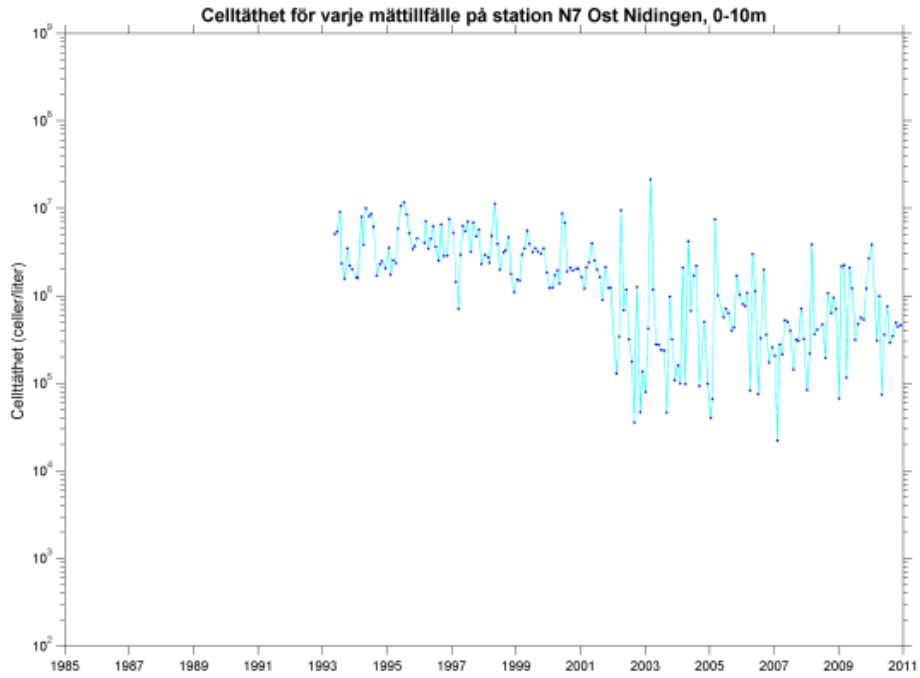
Figur 25. Celltäthet per mätillfälle från alla stationer i Västerhavet, alla växtplanktondata inklusive gruppen "unicells and flagellates". Den svarta linjen visar tre års glidande medelvärden.



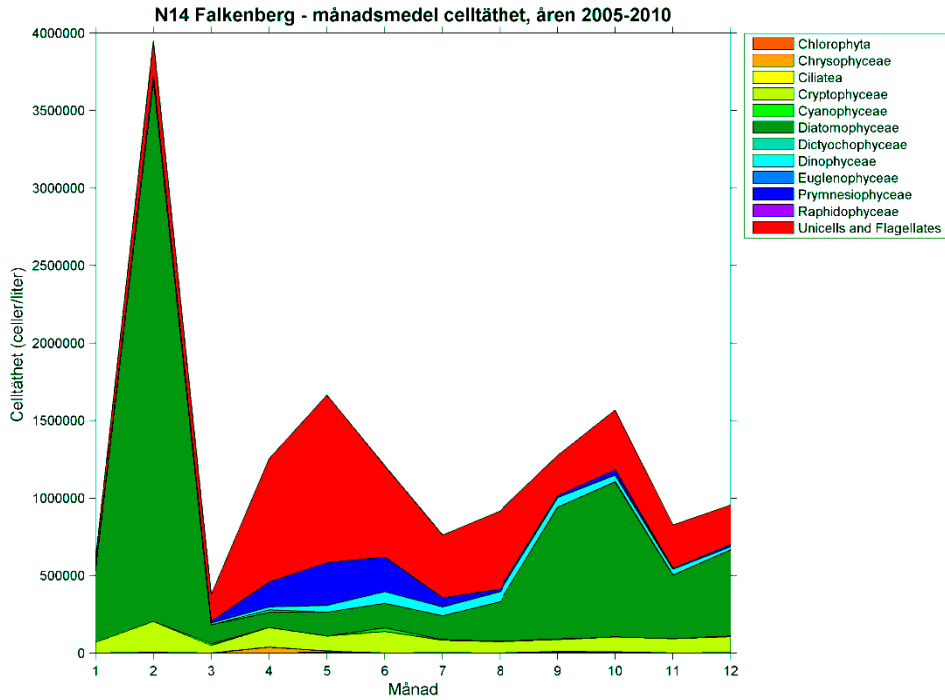
Figur 26. Celltäthet per mätfälle från alla stationer i Västerhavet, alla växtplanktondata utan gruppen "unicells and flagellates". Den svarta linjen visar tre års glidande medelvärden.

Även på stationsnivå styrde gruppen "unicells and flagellates" mönstren på tidsserierna (Figur 27), och misstankarna om att metoder och analyserande labb avgjorde de stora skillnaderna i antalet "unicells and flagellates" gjorde att gruppen inte utvärderades vidare. En jämförande Mann Kendall analys inklusive "unicells and flagellates" gjordes dock och resultaten finns i appendix.

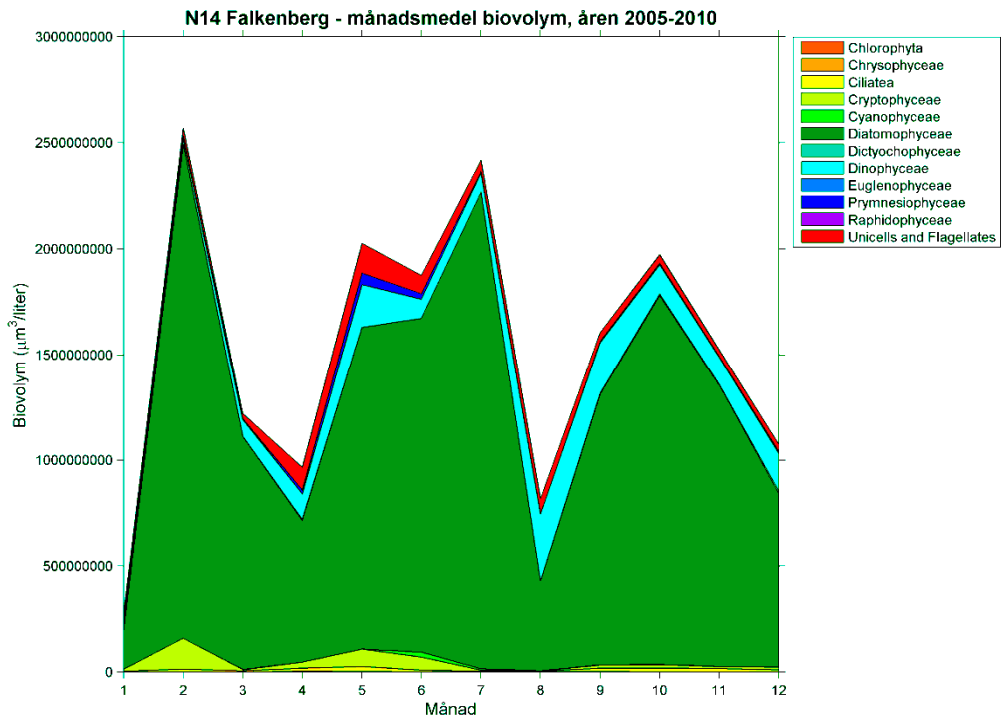
Tydligt är att gruppen "unicells and flagellates" kan bidra rejält till celltätheten speciellt under säsonger med låg total celltäthet och då särskilt under sommarhalvåret (Figur 29). Samtidigt står de för bara en liten del av biovolymen på grund av sin ringa storlek (Figur 30).



Figur 27-28. Totala antalet växtplankton i tidsserier från N7 Ost Nidingen, typområde 4. I Figur 27 är gruppen "unicells and flagellates" inkluderad, i Figur 28 har gruppen tagits bort. Ett byte av analyserande laboratorium gjordes 2002.



Figur 29. Medelförekomst per månad av olika grupper av alger inkluderande unicells and flagellates under åren 2005-2010 vid N14 Falkenberg, typområde 0 (utsjö).



Figur 30. Medelbiovolym per månad av olika grupper av alger inkluderande unicells and flagellates under åren 2005-2010 vid N14 Falkenberg, typområde 0 (utsjö).

4.3.2 Trender i långtidsserier

4.3.2.1 Mann Kendall analyser av totala celltätheten växtplankton

När det gäller växtplankton i sin helhet så var de flesta signifikanta trenderna positiva, alltså växtplankton ökade över tiden i totala antal celler per liter. En signifikant minskning noterades för tre tillfällen, det gäller Kosterfjorden i april och ÖVF 1:1 Höganäs i maj och augusti. Från Kosterfjorden observerades inga fler trender, medan ökande trender fanns för februari och mars från ÖVF 1:1 Höganäs.

Flest positiva trender fanns vid Släggö, där de totala cellantalerna hade ökat med tiden under månaderna januari-februari och september-december (Tabell 2). Vid de två andra stationerna i typområde 2, Havstensfjord och Koljöfjord, fanns oförändrade trender, alltså de totala cellantalerna hade legat på ungefär samma nivå under tidsperioden. Även vid Danafjord, L9 Laholmsbukten och Öresundsstationerna ÖVF 4:8 Lomma och ÖVF 5:2 Höllviken visade tidsserierna oförändrade trender.

Vid utsjöstationerna påvisades ökande trender under spridda månader. Vid Anholt fanns ökande trender i juli och september, vid N14 Falkenberg i oktober och vid Å17 i februari och december.

Tabell 2. Signifikanta trender av totala celltätheten (celler per liter) per station och månad. + innebär ökande trend, - innebär minskande trend. Ökande antal + eller – innebär ökande styrka på signifikansen.

Celltäthet. Alla data utom "unicells and flagellates"													
Typområde	Station	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Utsjö	Anholt E (1997-2010)							+		+			
Utsjö	N14 Falkenberg (1993-2002, 1997-2010)										+		
Utsjö	Å17 (2001-2010)		+										+
1s	Danafjord (1990-2010)												
2	Havstensfjord (1990-2010)												
2	Koljöfjord (1994-2010)												
2	Släggö (1986-1997, 2000-2010)	++	++							++	+	+	+
3	Kosterfjorden (NR16) (1990-2010)				-								
3	Stretudden (2000-2010)									+		++	
3	Åstol (1994-2010)											+	
4	N7 Ost Nidingen (1993-2010)	+											
5	L9 Laholmsbukten (1993-2010)												
5	ÖVF 1:1 Höganäs (1997-2010)		+	+		-			-				
6	ÖVF 3 Lundåkra (1985-2010)				++			+					
6	ÖVF 4:8 Lomma (1997-2010)												
7	ÖVF 5:2 Höllviken (1997-2010)												

4.3.2.2 Mann Kendall analyser av ett urval av arter och släkten

Ett urval av arter och släkten valdes ut för vidare analys då de antingen är vanligt förekommande eller skadliga.

***Pseudo-nitzschia* spp. (Figur 31).**

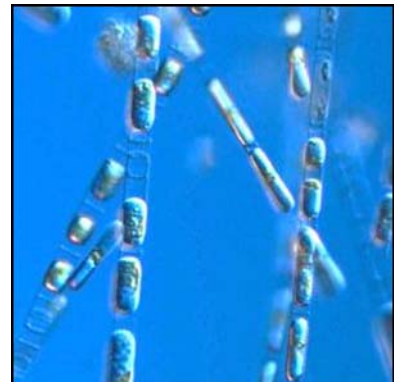
Vad det gäller det potentiellt skadliga kiselalgläktet *Pseudo-nitzschia* så är trenden övervägande ökande i hela området. Starkast signifikans har ökningen vid Släggö under månaderna februari, augusti, september och november.



Figur 31. *Pseudo-nitzschia* sp. Foto Ann-Turi Skjevik.

***Skeletonema marinoi* (Figur 32).**

Kiselalgen *Skeletonema marinoi* är, förutom pikoplankton, den vanligaste växtplanktonarten i tid och rum i Västerhavet och därför en mycket viktig art. Ökningen är inte lika övertygande som för släktet *Pseudo-nitzschia*, men trenden är ändå signifikant för vårblokningsmånaderna februari och mars och höstblokningsmånaderna september och oktober för ett flertal stationer i Skagerrak och i södra Kattegatt. Vid N14 Falkenberg var trenden minskande för *S. marinoi* från och med maj till och med juli.



Figur 32. *Skeletonema marinoi*. Foto Ann-Turi Skjevik.

***Chaetoceros* spp. (Figur 33).**

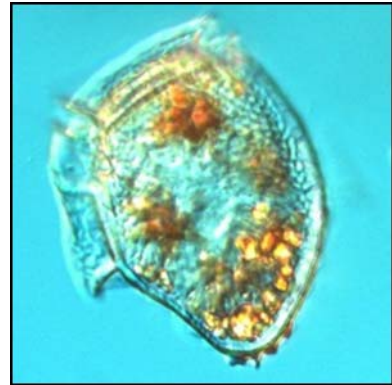
För kiselalgläktet *Chaetoceros* är trenden ökande i januari, februari, augusti och september vid Släggö, men minskande i april månad. Släktet minskar signifikant vid ÖVF 3:2 mitt i Öresund under månaderna januari, februari och december.



Figur 33. *Chaetoceros curvisetus*. Foto Ann-Turi Skjevik.

***Dinophysis* spp. (Figur 34).**

Arterna inom det potentiellt skadliga dinoflagellatsläktet *Dinophysis* minskar nästan genomgående. För *D. acuta* handlar det om månaderna september till november, övervägande i Kattegatt, med vartdera tillfället vid Skagerrakstationerna Åstol (oktober) och Kosterfjorden (november). Vad det gäller *D. norvegica* är den minskande trenden starkast vid flest stationer under augusti till och med oktober.



Figur 34. *Dinophysis norvegica*. Foto Ann-Turi Skjevik.

***Ceratium* spp. (Figur 35).**

Dinoflagellatsläktet *Ceratium* förekommer året om i Västerhavet, med högst celltäthet under sensommar och höst. Trendanalyser visar på en uppgång i cellantal vid Släggö och Kosterfjorden i Skagerrak och N7 Nidingen i Kattegatt i februari månad och vid spridda stationer i januari, mars, april och augusti. Övervägande är dock trenden negativ för släktet från och med maj till och med december vid många stationer både i Kattegatt och i Skagerrak.



Figur 35. *Ceratium tripos*. Foto Bengt Karlson.

4.3.2.3 Mann Kendall analyser av totala antalet arter

Trendanalyser av antalet arter per provtagningsstillfälle över tiden visar en signifikant ökning över stora delar av området (Tabell 3). Släggö är en av stationerna där ökningen i artantal är väldigt tydlig. Där har antalet arter ökat alla månader och starkast signifikans har ökningarna under januari-februari och augusti-oktober. För utsjöstationerna i Kattegatt och Skagerrak är förändringen inte lika slående som för kuststationerna. Öresundsstationen ÖVF 3 Lundåkra visar inga signifikanta förändringar i totala antalet arter. I dessa resultat kan ändringar av analysmetoden ha spelat en roll, se vidare kapitel 4.5.2.

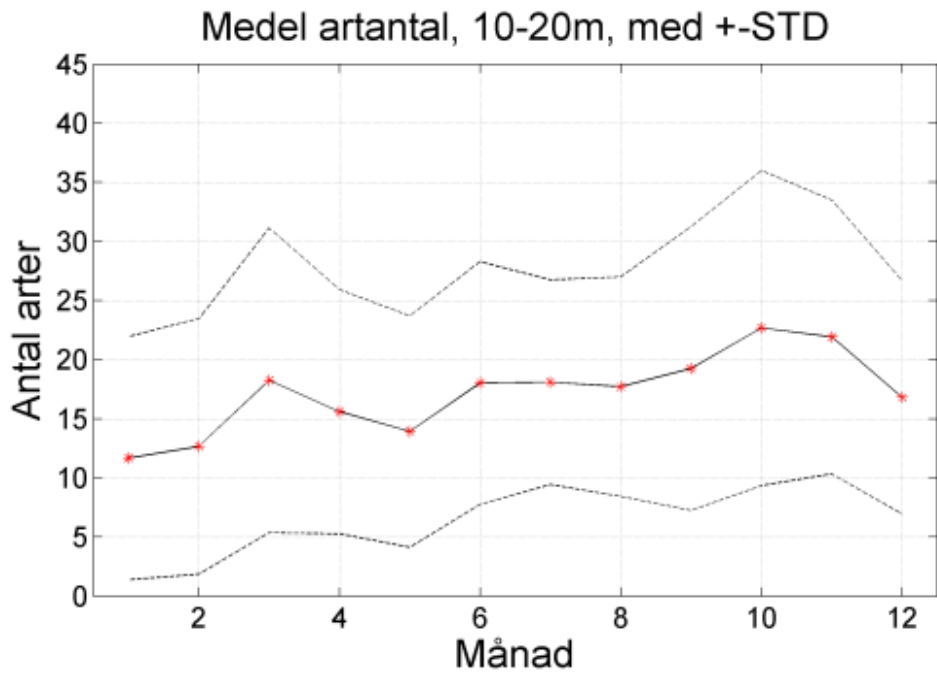
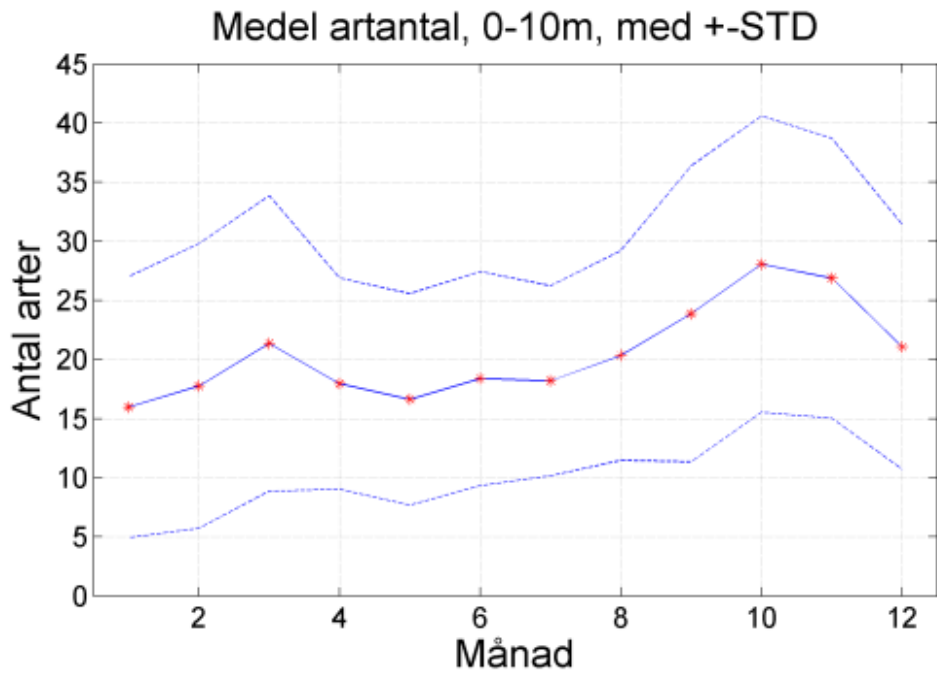
Tabell 3. Signifikanta trender av totala artantalen per station och månad. + innebär ökande trend, - innebär minskande trend. Ökande antal + eller – innebär tilltagande styrka på signifikansen.

		Artantal											
Typområde	Station	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Utsjö	Anholt E (1997-2010)		+	+							+		+
Utsjö	N14 Falkenberg (1993-2002, 2007-2010)		++				+						
Utsjö	Å17 (2001-2010)	+	+										+
1s	Danafjord (1990-2010)		++	++	+	+++	++	+	++	++	++	++	+
2	Havstensfjord (1990-2010)	+			++				+++	+	+++	+	
2	Koljöfjord (1994-2010)	+		+		+		++	+	++	++	+	
2	Släggö (1986-1997, 2000-2010)	+++	+++	++	++	++	+	+	+++	+++	+++	+	++
3	Kosterfjorden (NR16) (1990-2010)	++	++	+++			++			+++	+	+	+
3	Stretudden (2000-2010)								+	+			
3	Åstol (1994-2010)		+	+		+			++	++	++	++	
4	N7 Ost Nidingen (1993-2010)	++	++	+++	+	+++	++		++	++	++	+	++
5	L9 Laholmsbukten (1993-2010)	+	+++	++	++	++	+	+++	+	+++	++	+	++
5	ÖVF 1:1 Höganäs (1997-2010)		+	+		++	++		++	+++	+	++	
6	ÖVF 3 Lundåkra (1985-2010)												
6	ÖVF 4:8 Lomma (1997-2010)	+	++	++	+	++	+		+++	++	++	++	+
7	ÖVF 5:2 Höllviken (1997-2010)		+	+++	++		++	+		++	++	++	++

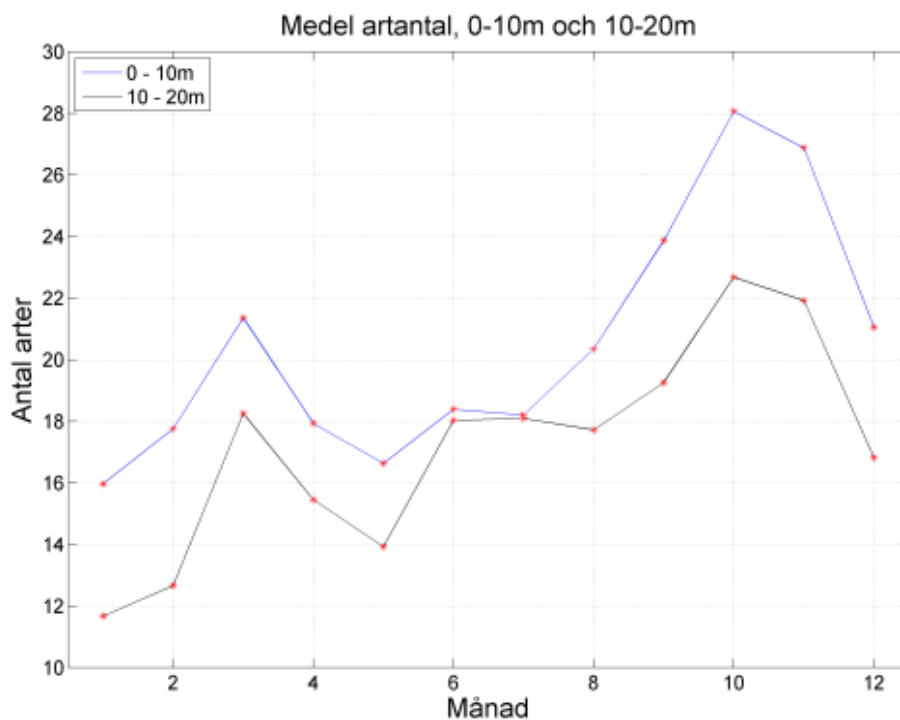
4.4 Skillnad mellan olika djup

I övervakningsprogrammen från Bohuskustens och Hallands vattenvårdsförbund tas integrerade prover med slang från 0-10 och 10-20 meter. Under tidigare provtagningsperioder har 10-20 meter ingått även vid exempelvis utsjöstationerna Släggö och N14 Falkenberg, se Figur 4.

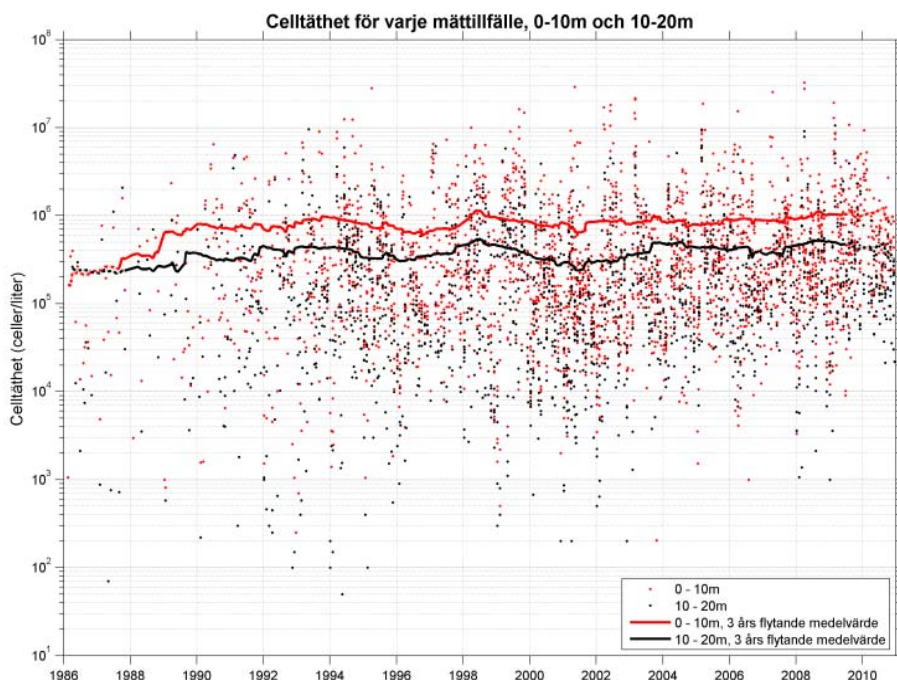
Vid jämförelse av totala antalen växtplankton i de olika djupintervallen 0-10 (ytprov) och 10-20 (djupprov) meter så följer de olika kurvornas mönster varandra väl både över året med månadsmedel (Figur 36-37) och över tiden (Figur 38). Djupproverna ligger något under ytproverna både i antal arter och i antal celler per liter förutom i juli då medelantal arter är exakt detsamma i de två djupintervallen.



Figur 36 a-b. Medelantal arter per månad och djup från alla stationer under hela tidsperioden med standardavvikelser.



Figur 37. Medelantal arter per månad och djupintervall (0-10 och 10-20 m) från alla stationer under hela tidsperioden 1985-2010. Det djupa intervallet (10-20 meter, svarta linjen) ligger under i artantal förutom i juli då artantalen sammanfaller.

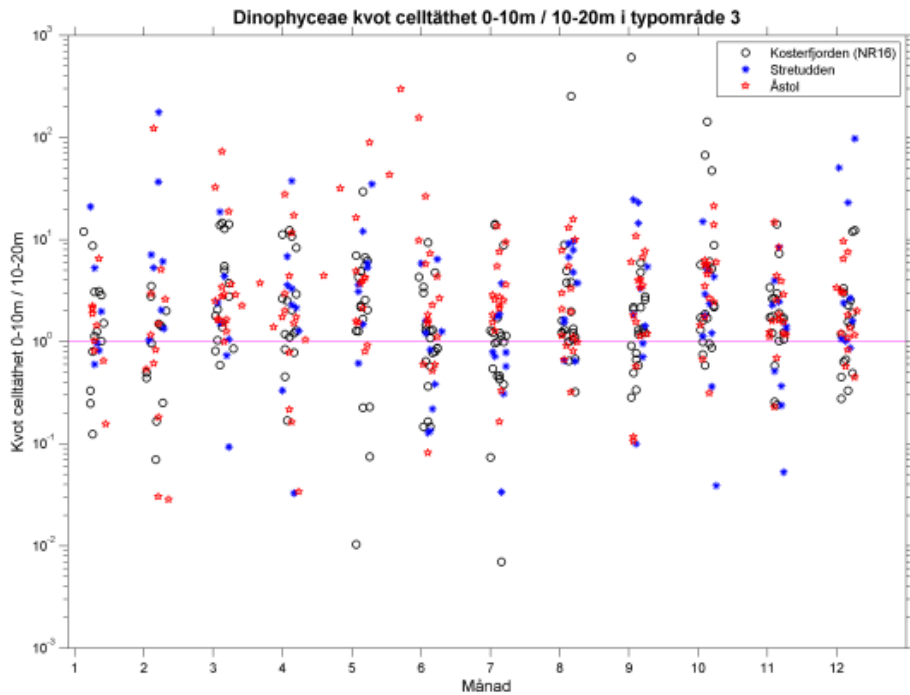


Figur 38. Antal celler per liter per mätillfälle från alla stationer under hela tidsperioden 1985-2010. De röda punkterna motsvarar 0-10 meter och röda linjen visar tre års medelvärden från 0-10 meter. De svarta punkterna motsvarar 10-20 meter och svarta linjen visar tre års medelvärden från 10-20 meter.

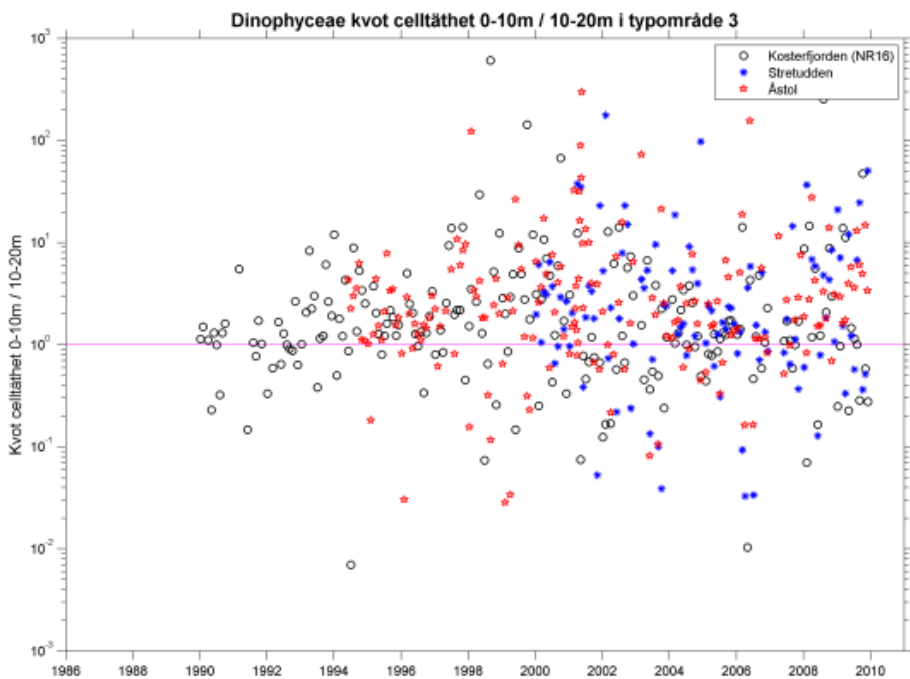
Likheten mellan prover från samma tillfällen men från olika djupintervall jämfördes genom att studera kvoten mellan ytprovets och djupprovets värden. Om proverna är identiska med avseende på celltäthet eller artantal resulterar det i att kvoten blir 1 (Figur 39-44).

Vid analys på klassnivå var kvoterna av proverna (0-10/10-20) av växtplankton övervägande större än 1 (Figur 39, 43 och appendix). I februari till april var kvoten lika långt över som under ett för klassen kiselalger (Diatomophyceae, Figur 41). Kiselalger dominerar i vårbloomingen i Västerhavet och figuren speglar att vårbloomingen fångas ungefär lika ofta i yt- som i djupproverna.

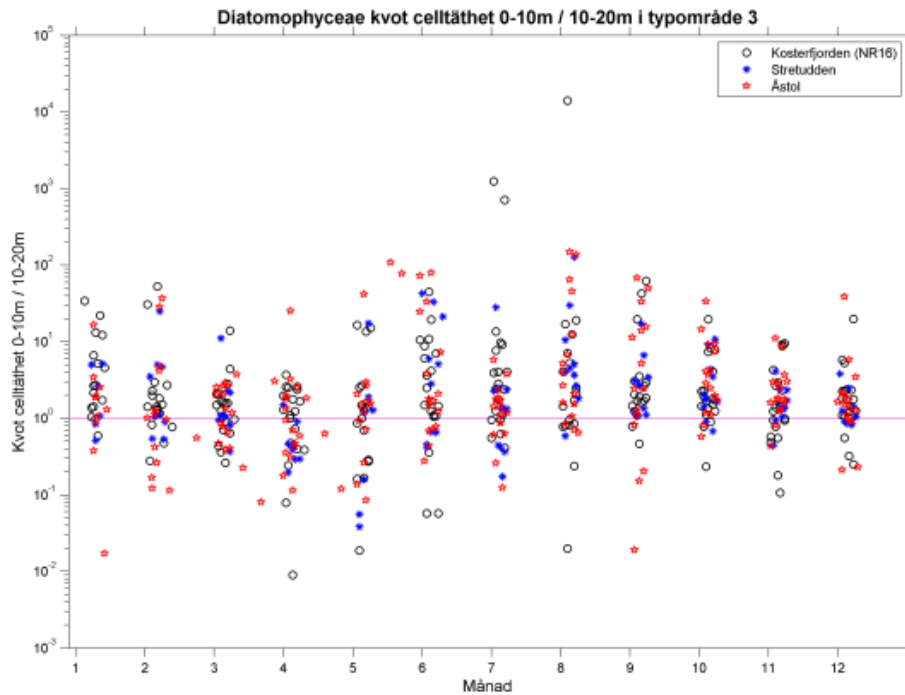
En del arter eller släkten förekommer i tunna skikt, där ingår bland andra *Dinophysis* spp., *Eucampia zodiacus*, *Karenia mikimotoi* och *Pseudochattonella* spp. En analys av sådana unika arter/släkten i intervallet 10-20 meter stödjer inte att de förekommer oftare i det djupare intervallet än vad de gör i 0-10 meter, se appendix 4c. Eftersom de nämnda arterna och släktena tillväxer i tunna skikt går det inte att avgöra med hjälp av integrerade prover om de förekommit lokalt i förhöjda cellantal på grund av utspädningseffekten från den 10 meter långa slangen.



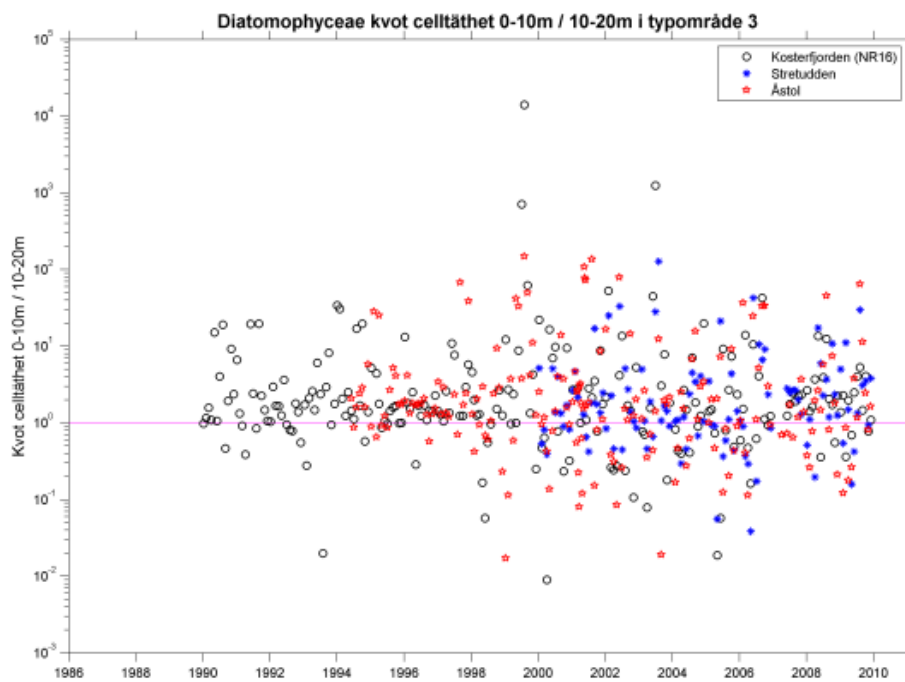
Figur 39. Klassen Dinophyceae (dinoflagellater). Punkterna visar kvot mellan 0-10/10-20 meter per mättillfälle och station, alla mättillfällen indelat per station och månad.



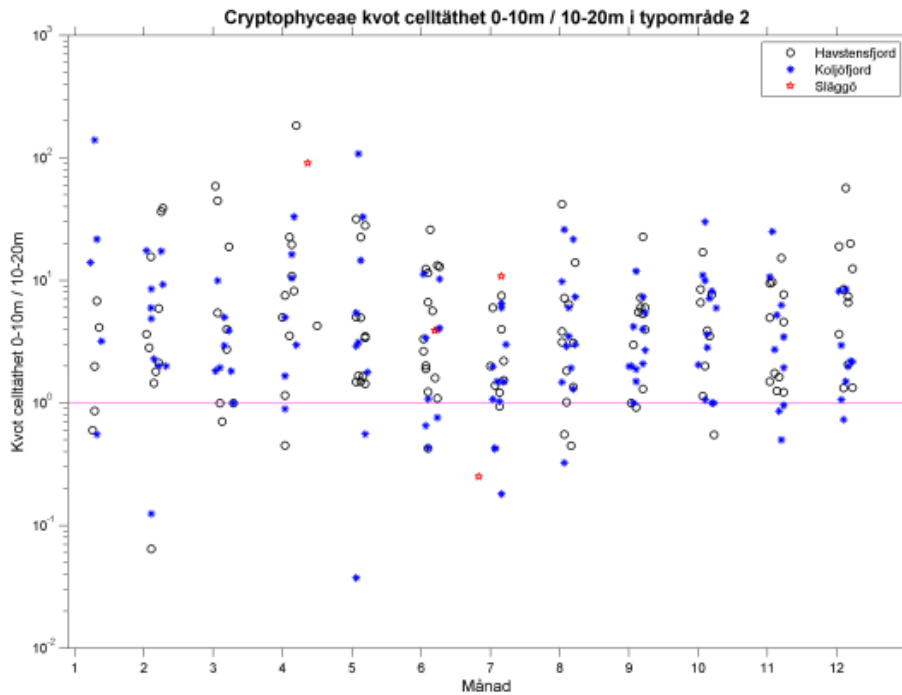
Figur 40. Klassen Dinophyceae (dinoflagellater). Punkterna visar kvot mellan 0-10/10-20 meter per mättillfälle och station, hela tidsserien.



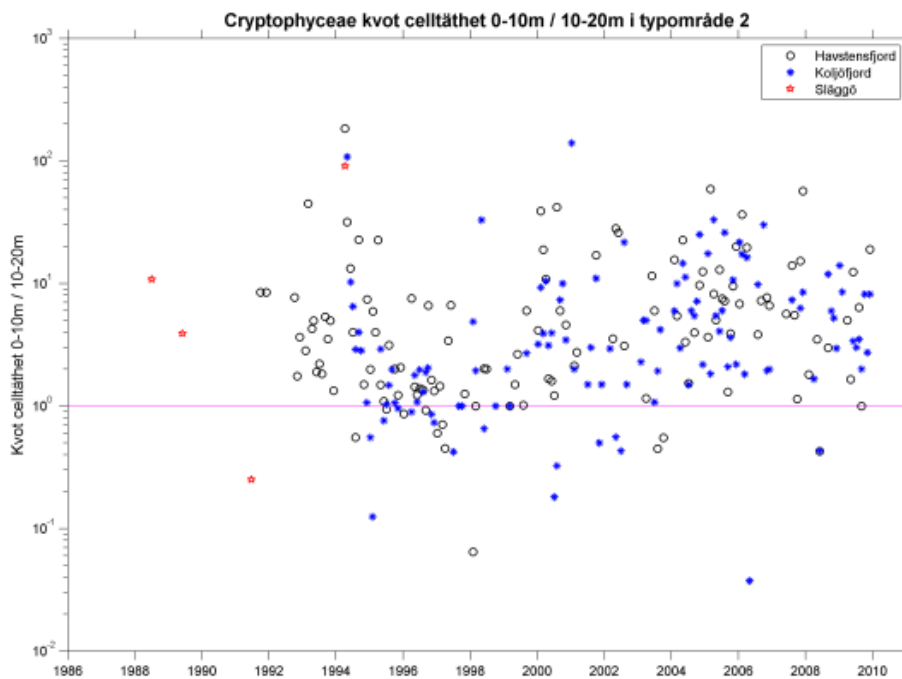
Figur 41. Klassen Diatomophyceae (kiselalger). Punkterna visar kvot mellan 0-10/10-20 meter per mätillfälle och station, alla mätillfällen indelat per station och månad.



Figur 42. Klassen Diatomophyceae (kiselalger). Punkterna visar kvot mellan 0-10/10-20 meter per mätillfälle och station, hela tidsserien.



Figur 43. Klassen Cryptophyceae (rekylalger). Punkterna visar kvot mellan 0-10/10-20 meter per mättillfälle och station, alla mättillfällen indelat per station och månad.

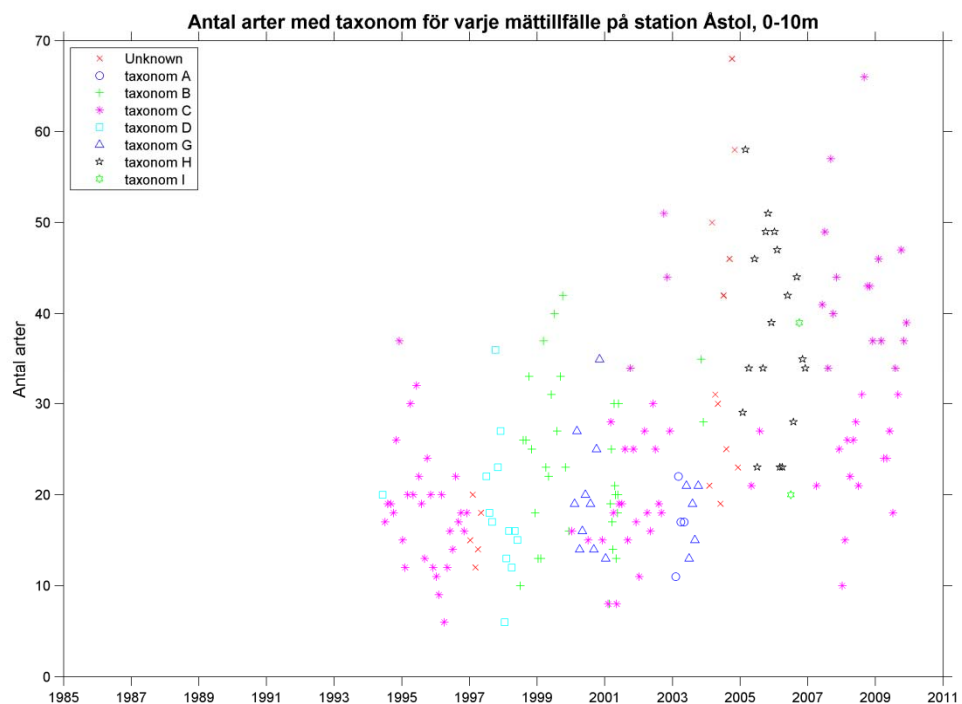


Figur 44. Klassen Cryptophyceae (rekylalger). Punkterna visar kvot mellan 0-10/10-20 meter per mättillfälle och station, hela tidsserien.

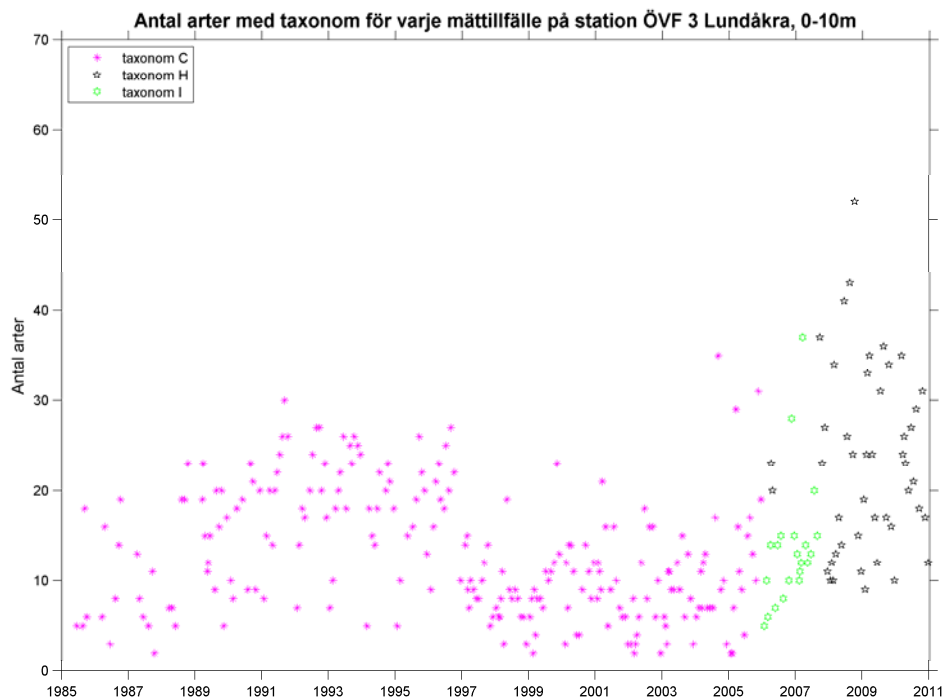
4.5 Biologisk mångfald

4.5.1 Förändring av artantal

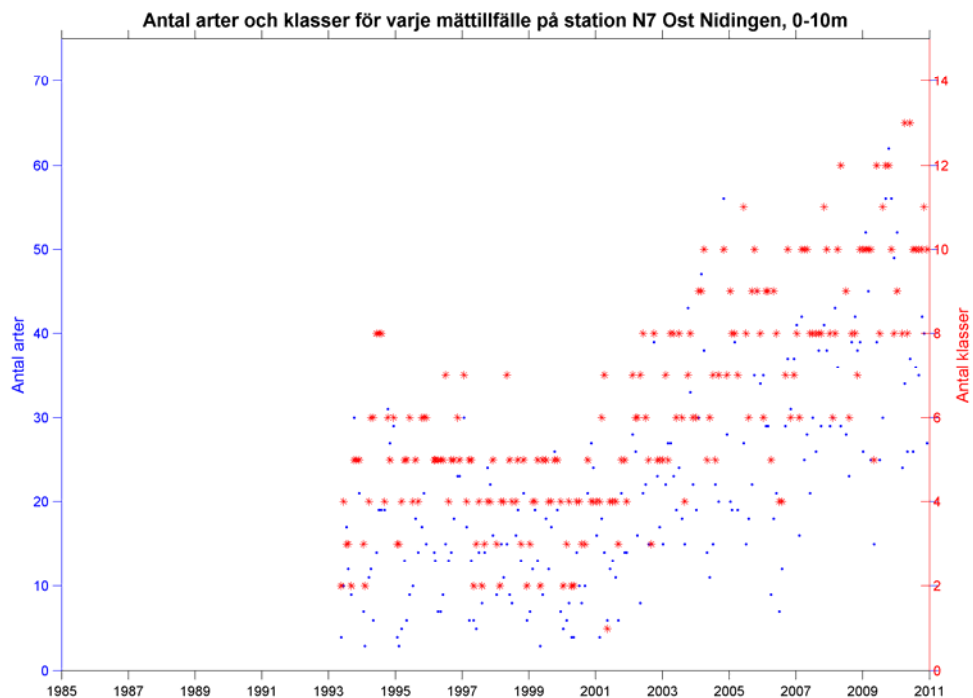
Vid flera av provtagningsstationerna har flera olika taxonomer utfört analyserna under åren (se Figur 45). Generellt sett ser man en ökning av både antal arter och taxonomiska grupper över tiden (se Figur 48 samt appendix för samtliga grafer). Detta verkar vara markant oavsett om ett fåtal eller flera taxonomer har analyserat prover från samma station. (se Figur 45 och 46 för exempel). Om man bortser från effekten av taxonom ser man generellt en ökning av både antal funna arter och klasser med tiden (se Figur 47 samt appendix 3 för samtliga grafer). Om man tittar på samtliga stationer över tiden vad gäller artdiversitet och diversitet av klasser ser man att ökningen är generell i båda leden (se Figur 48 och 49).



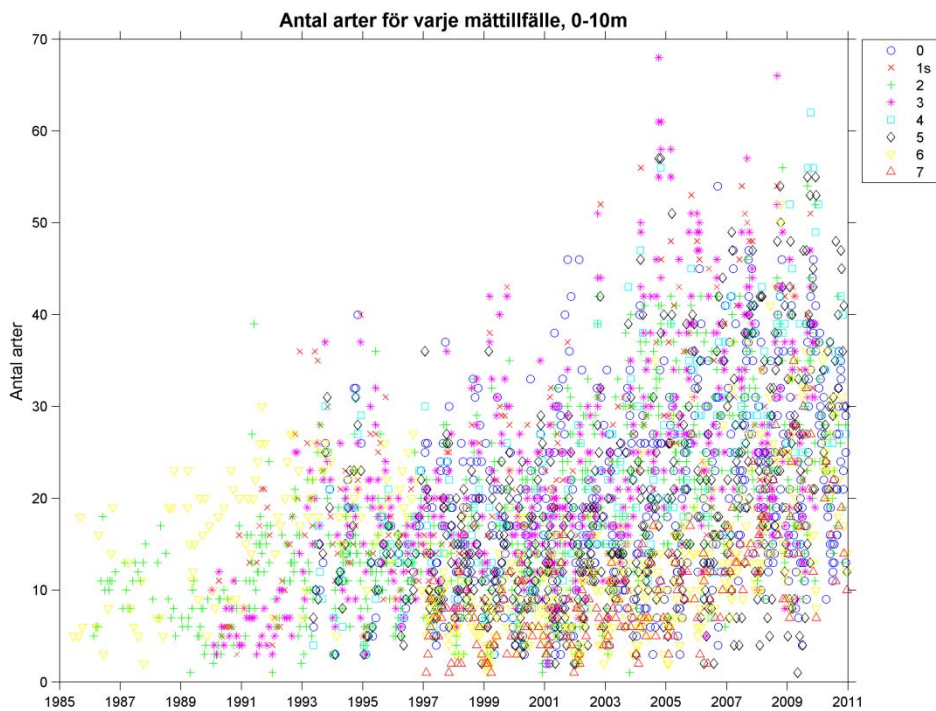
Figur 45. Förekomst av taxa över tiden vid station Åstol i typområde 2.



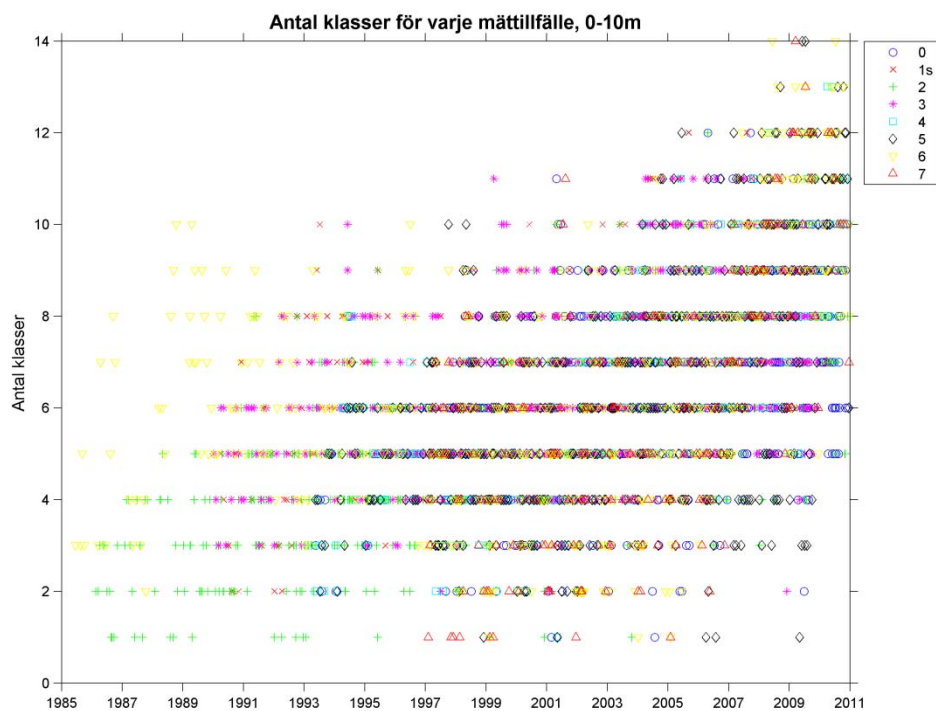
Figur 46. Förekomst av taxa över tiden vid station ÖVF 3 Lundåkra i typområde 6.



Figur 47. Förekomst av taxa och klasser över tiden vid station N7 Ost Nidingen i typområde 4.



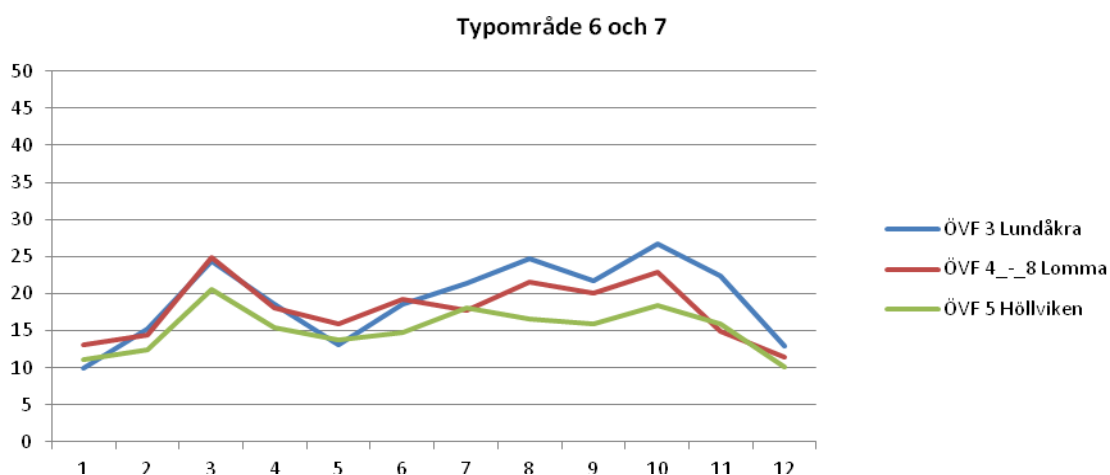
Figur 48. Förekomst av taxa över tiden vid samtliga typområden.



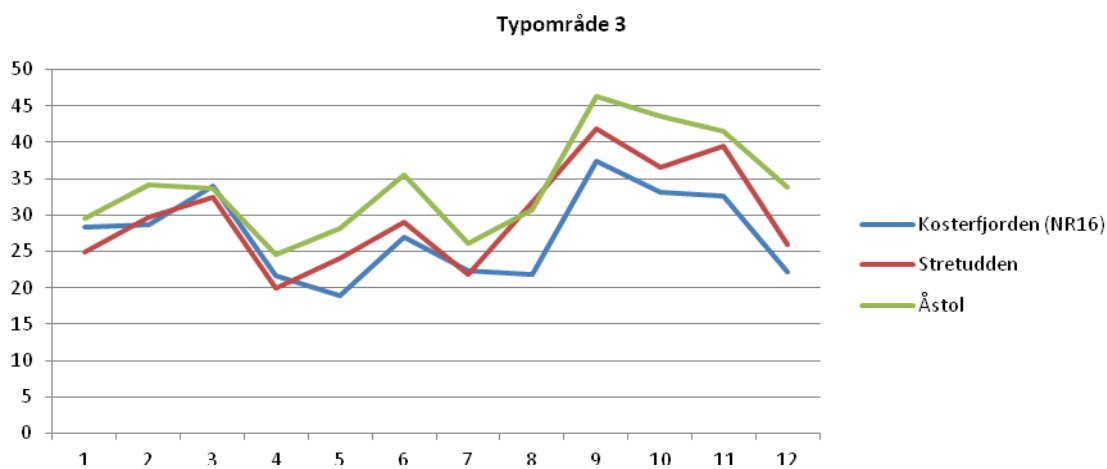
Figur 49. Förekomst av klasser över tiden vid samtliga typområden.

4.5.2 Artantal under året

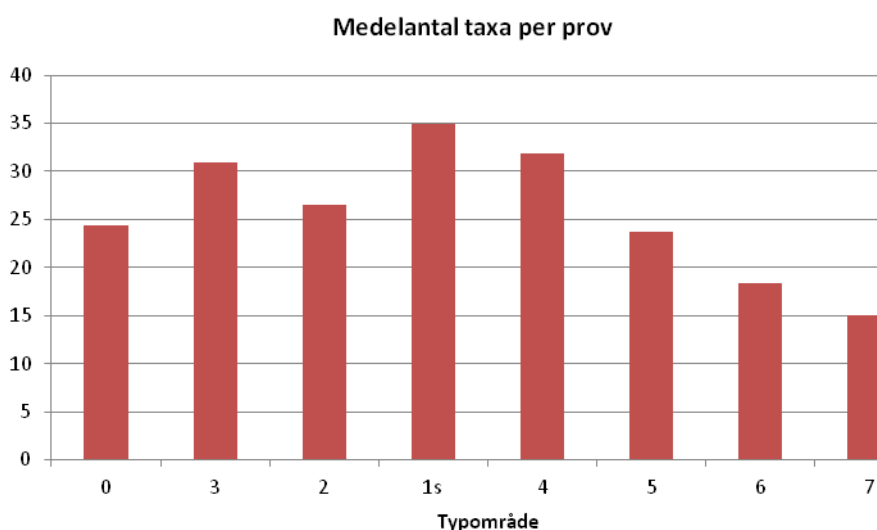
Artdiversiteten ökar generellt i syd-nordlig riktning med relativt få arter och en relativt jämn årsfördelning av antal arter i söder till en mer rik artdiversitet norrut men med en tydlig varierande årsfördelning (se Figur 50 och 51 för exempel). Diversiteten når sitt maximala värde vid typområde 4 samt 1s som ligger i nära anslutning till övergången mellan Kattegatt och Skagerrak (se Figur 52 för sammanställning). Artdiversiteten ökar generellt sett i de flesta områden under hösten jämfört med våren och årsfördelningen i artdiversitet är tydligast vid stationerna i typområde 3, Figur 51. Vid de två utsjöstationerna Å17 och Anholt E som ligger utanför typområdesindelningen är biodiversiteten lägre än vid de kustnära stationerna.



Figur 50. Medelförekomst av antal taxa per månad för all tillgänglig data för de olika stationerna tillhörande typområde 6 och 7.



Figur 51. Medelförekomst av antal taxa per månad för all tillgänglig data för de olika stationerna tillhörande typområde 3.



Figur 52. Medelförekomst av antal taxa under året för all tillgänglig data för samtliga stationer tillhörande olika typområden.

4.5.3 Försvunna och nytillkomna växtplanktonarter

4.5.3.1 Inledning

Planktonfloran i kustnära områden växlar ständigt. Förändringarna över längre perioder kan ha antropogena och/eller klimatologiska orsaker. För att bedöma graden av sådana förändringar, deras orsaker och effekter, har data från tidsserier blivit allt viktigare verktyg. Detta kapitel inriktas på perioden 1980-2010, men för att utöka perspektivet har vi även jämfört data från äldre undersökningar och fram till 2010 i Västerhavet (Tabell 4).

Tabell 4. Använda undersökningar

	PERIOD	OMRÅDE
P. T. Cleve (1)	1887	Kattegatt
P. T. Cleve (2)	1893	Skagerrak
P. T. Cleve (3)	1896	Skagerrak, Kattegatt
C. H. Ostenfeld (4)	1898-1901	Skagerrak, Kattegatt, Öresund
A. Cleve-Euler (5)	1912-1914	Skagerrak, Kattegatt
A. Cleve-Euler (6)	1931-1932	Öresund
E. Steemann-Nielsen (7)	1932-1933	Öresund
E. Steemann-Nielsen (8)	1935-1936	Kattegatt, Öresund
S. Björn-Rasmussen (9)	1971, 1974	Kattegatt
L. Edler (10)	1972-1973	Öresund
L. Edler (11)	1974-1976	Öresund
L. Edler (12)	1985-1989	Öresund

De tidigaste undersökningarna med början i slutet av 1800-talet var kvalitativa genom att plankton insamlades med håv. Insamlingarna var ofta begränsade till en eller få provtagningar på många stationer, vilket betyder att årsvariation i många fall saknas. Data från och med 1970-talet är kvantitativa och omfattar hela årscyklar och ger därigenom ett bättre underlag för att se om arter försvunnit eller tillkommit.

4.5.3.2 Förändringar sedan 1800-talet

Att bedöma om en växtplanktonart har försvunnit eller är ny i ett område kan vara svårt att avgöra. Förutom att det verkligen kan ha skett en förändring, kan det också handla om olika insamlingsmetodik, analysförmåga och ofullständig provtagning i tid och rum.

4.5.3.2.1 Kiselalger

Vi har funnit att sju kiselalger, som fanns i början av 1970-talet eller tidigare, inte finns registrerade i vårt datamaterial från 1985 och framåt. I Öresund är det sex av dessa som försvunnit och i Kattegatt och Skagerrak fyra. Av de sju arterna är det fyra som inte registrerats sedan förra sekelskiftet eller 1910-talet (se Tabell 5-7).

Tabell 5. Lista med försvunna och nytilkomna arter i Skagerrak.

SKAGERRAK	1887-1901	1912-14	1931-36	1971-74	1980-96	1993-2010
Kiselalger						
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	+	+	ND			
<i>Chaetoceros anastomosans</i>	+		ND			+
<i>Chaetoceros borealis</i>	+	+	ND			
<i>Chaetoceros convolutus</i>	+		ND	+		
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>			ND			++
<i>Chaetoceros radicans</i>			ND			+
<i>Chaetoceros sp. X</i>			ND			+++
<i>Chaetoceros teres</i>	+	+	ND			
<i>Coscinodiscus wailesii</i>			ND			+
<i>Guinardia delicatula</i>		+	ND			+++
<i>Hyalodiscus stelliger</i>	+		ND			+
<i>Meuniera membranacea</i>			ND			+
<i>Proboscia indica</i>			ND			+
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	+		ND			+++
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>			ND			+
<i>Stephanopyxis turris</i>	+	+	ND			+
<i>Thalassiosira punctigera</i>			ND			+
Dinoflagellater						
<i>Ceratium bucephalum</i>	+		ND			
<i>Karenia mikimotoi</i>			ND	++	+++	+
<i>Prorocentrum balticum</i>			ND	+		
<i>Prorocentrum minimum</i>			ND		+++	++
<i>Prorocentrum redfieldii</i>			ND			++
<i>Gymnodinium chlorophorum</i>			ND		+++	+++
Övriga						
<i>Pseudochattonella</i> spp.			ND			+++

+	SÄLLSYNT	ND: inga data	
++	INTE OVANLIG		
+++	VANLIG		

Tabell 6. Lista med försvunna och nyttillkomna arter i Kattegatt.

KATTEGATT	1887-1901	1912-14	1931-36	1971-74	1980-96	1993-2010
Kiselalger						
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	+	+		+		
<i>Chaetoceros anastomosans</i>	+	+		+	++	++
<i>Chaetoceros borealis</i>	+			+		+
<i>Chaetoceros convolutus</i>	+			+		
<i>Chaetoceros</i> sp. X						+++
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>				+		++
<i>Chaetoceros teres</i>	+	+		+		+
<i>Coscinodiscus wailesii</i>						+
<i>Guinardia delicatula</i>		+			++	+++
<i>Hyalodiscus stelliger</i>	+					
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	+					+++
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>						+
<i>Stephanopyxis turris</i>		+		+		
<i>Thalassiosira punctigera</i>						++
Dinoflagellater						
<i>Ceratium bucephalum</i>	+		+			
<i>Karenia mikimotoi</i>					++	+
<i>Prorocentrum balticum</i>			+	+		
<i>Prorocentrum minimum</i>					+++	++
<i>Prorocentrum redfieldii</i>						+
<i>Gymnodinium chlorophorum</i>					+++	+++
Övriga						
<i>Pseudochattonella</i> spp.						+++

+	SÄLLSYNT	ND: inga data
++	INTE OVANLIG	
+++	VANLIG	

Tabell 7. Lista med försvunna och nytillkomna arter i Öresund.

ÖRESUND	1887-1901	1912-14	1931-36	1971-74	1980-96	1993-2010
Kiselalger						
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>		ND	+	+		
<i>Chaetoceros anastomosans</i>		ND	+	+		
<i>Chaetoceros borealis</i>	+	ND	++	+		
<i>Chaetoceros convolutus</i>		ND	+	+		
<i>Chaetoceros</i> sp. X		ND				+
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>		ND		+		+
<i>Chaetoceros teres</i>		ND	+	+		
<i>Guinardia delicatula</i>		ND		+	++	++
<i>Hyalodiscus stelliger</i>		ND	+			
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	+	ND	++			+
<i>Stephanopyxis turris</i>	+	ND	+			
Dinoflagellater						
<i>Ceratium bucephalum</i>	+	ND	+			
<i>Karenia mikimotoi</i>		ND			+	+
<i>Prorocentrum balticum</i>		ND	+	+		
<i>Prorocentrum minimum</i>		ND			+++	++
<i>Gymnodinium chlorophorum</i>		ND			++	
Övriga						
<i>Pseudochattonella</i> spp.		ND				++

+	SÄLLSYNT	ND: inga data	
++	INTE OVANLIG		
+++	VANLIG		

Av de försvunna kiselalger, som numera saknas i något av de tre havsområdena längs västkusten är *Bacteriastrum hyalinum*, *Chaetoceros anastomosans* och *Stephanopyxis turris* huvudsakligen hemmahörande i varmare vatten, medan *Chaetoceros borealis* och *Chaetoceros teres* räknas som tempererade-kallvatten-arter och *Chaetoceros convolutus* som tempererad.

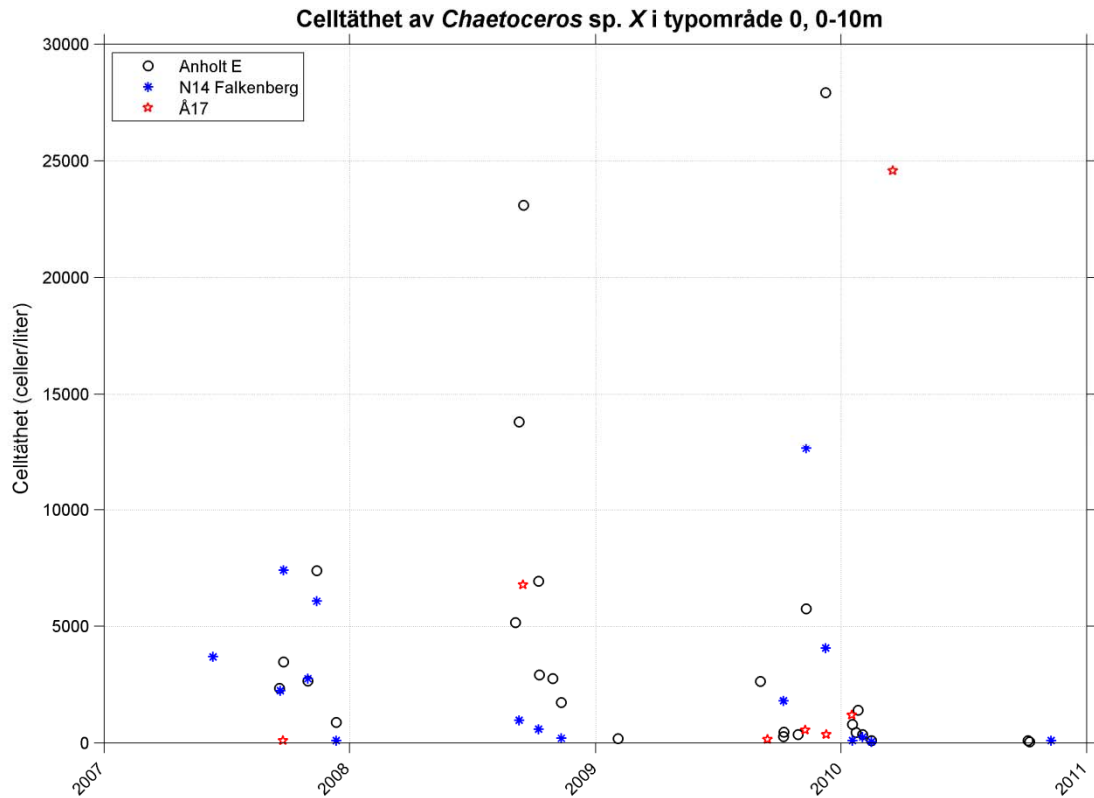
Nyttillkomna kiselalger finner man framför allt i Skagerrak, där åtta kan urskiljas. Ingen av dem har observerats förrän på 1990-talet. Fem av dem har trängt vidare in i Kattegatt, medan bara två av dem har nått ända till Öresund, där dessutom en art, *Guinardia delicatula*, som tidigare har påträffats i Skagerrak och Kattegatt, nu också finns i Öresund.

Arter inom gruppen Phaeoceros i släktet *Chaetoceros* är stora och kraftiga och kan knappast undgå att observeras vid analysen av ett prov. Hösten 2007 observerades en av dessa stora *Chaetoceros*-arter. Den bestämdes först till *C. concavicornis* och sedan till *C. convolutus*. Ingen av dessa arter är nya för Västerhavet, men de är mycket sällsynta. I äldre undersökningar finns de omnämnda bara ett fåtal gånger, varav de första gångerna från Skagerrak och Kattegatt mellan mars och maj 1899-1901. På 1930-talet fanns de i Öresund i april och maj och i början av 1970-talet i Öresund mellan november och mars, men alltid med ett fåtal celler.

Sedan 2007 har *Chaetoceros* sp. X förekommit regelbundet framför allt under höstarna, men redan 2003 och 2005 påträffades enstaka individer i både Skagerrak och Kattegatt. Det har senare visat sig att den art vi nu finner i Västerhavet varken är *C. concavicornis* eller *C. convolutus*, utan en ännu inte beskriven *Chaetoceros*-art, som plötsligt började uppträda i Narragansett Bay på USAs östkust i början av 2000-talet och lite senare vid franska Bretagnekusten (13). Arten *Chaetoceros* sp. X är således ny i Västerhavet sedan 2003. Höstarna 2007-2010 har *C. sp. X* funnits längs hela västkusten med ökande celltätheter. I december 2009 uppmättes mer än 35 000 celler per liter, vilket får betecknas som en kraftig blomning av en så stor och sällsynt art.



Figur 53. *Chaetoceros* sp. X. Foto: Lars Edler.



Figur 54. Celltäthet av *Chaetoceros* sp.X vid utsjöstationerna Å17 i Skagerrak och Anholt E och N14 Nidingen i Kattegatt 2007-2010.

Coscinodiscus wailesii observerades första gången 1995 i svenska vatten och har varit en del av planktonfloran sedan dess. Redan 1979 påträffades den i norska farvatten. Arten brukar förekomma i låga tätheter, men den stora volymen på cellerna gör att *C. wailesii* ändå kan utgöra en stor del av biomassan. *C. wailesii* observerades första gången 1977-1978, både på den amerikanska östkusten och i Europa. I Europa har den sedan spritt sig genom Nordsjön och in i Skagerrak och till en viss del Kattegatt. Den uppträder främst på vinterhalvåret och kan betecknas som en kallvattenart. *C. wailesii* klarar sig långa tider i mörker och man har därför antagit att den transporterats i ballastvatten. Andra menar att den spritts genom import av ostron. Eftersom den producerar mucus (slem) i stora mängder anses den vara potentiellt skadlig.

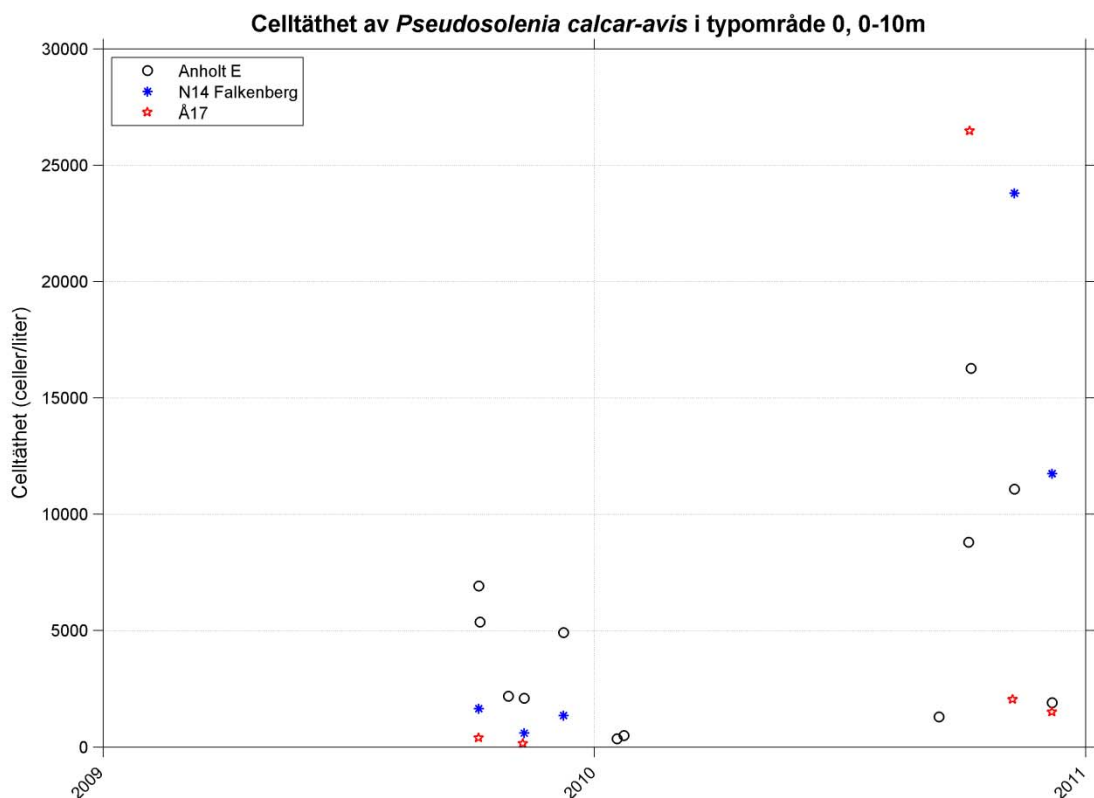


Figur 55. *Coscinodiscus wailesii*. Foto: Ann-Turi Skjevik.

Pseudosolenia calcar-avis betecknas som en varmvattensart, som söker ny utbredning. Den har till exempel vandrat in i Svarta havet i början av 1900-talet och sedan till Kaspiska havet under 1930-talet. I Skagerrak och Kattegatt registrerades *P. calcar-avis* som en sällsynt art fram till 1901 och i Öresund fram till 1930-talet. Sedan har den varit försvunnen under lång tid, för att först i början av 2000-talet åter dyka upp och nu i stor mängd. Sedan 2009 når den upp till blomningsmängder i både Skagerrak och Kattegatt. Men *P. calcar-avis* har funnits i våra områden mycket längre. I sedimentkärnor, tagna i södra Östersjön har man funnit den under den varmare Littorinaperioden 8000 till 1000 år f.Kr.



Figur 56. *Pseudosolenia calcar-avis*. Foto: Ann-Turi Skjevik.



Figur 57. Celltäthet av *Pseudosolenia calcar-avis* vid utsjöstationerna Å17 i Skagerrak och Anholt E och N14 Nidingen i Kattegatt 2009-2010.

Thalassiosira punctigera är ytterligare ett exempel på en kiselalg som successivt har brett ut sig i nya områden och vandrat in till Skagerrak-Kattegatt. Efter att beskrivits från norra Stilla havet i början av 1930-talet har den senare registrerats i södra Atlanten och först 1978 i Engelska kanalen. Bara ett år senare påträffades *T. punctigera* i Skagerrak och är sedan dess en mer eller mindre konstant komponent av höst-vinterfloran här. I de svenska övervakningsprogrammen har den registrerats sedan vintern 2001-2002 i Skagerrak och Kattegatt, några gånger med upp till 2 000 celler per liter. Den har ännu inte nått till Öresund. *T. punctigera* är en kallvattenart som kräver hög salthalt.

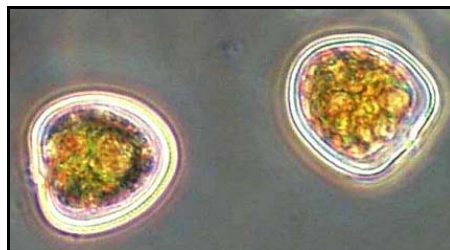
4.5.3.2.2 Dinoflagellater

Det är svårare att bedöma om dinoflagellater har försvunnit eller tillkommit i Västerhavet. Det beror dels på att organismerna är känsligare för fixering, som ofta förändrar eller förstör cellerna, dels på svårigheterna att artbestämma många av dem. Gruppen nakna dinoflagellater (Gymnodiniales) saknas i princip helt i undersökningar före 1970-talet, medan det finns ett antal beprövade dinoflagellater som inte registrerats sedan 1930-talet.

Ceratium bucephalum är en förhållandevis stor dinoflagellat, men är lätt att förväxla med andra arter i släktet, t.ex. *C. tripos*. Det kan därför röra sig om svårigheten med artbestämningen som gör att *C. bucephalum* inte med säkerhet har registrerats de senaste 70 åren. Arten är nordlig och förekommer norr om Ålesund längs Norges atlantkust.

Prorocentrum balticum registrerades senast under första hälften av 1970-talet. Tidigare var den vanlig och utvecklade ibland blomningar under senhösten. Arten är svårbestämd och har kanske felbestämts, men även om så är fallet har den minskat avsevärt.

Nyttillkomna dinoflagellater i Västerhavet är fåtaliga. I datamaterialet kan vi endast finna fyra arter. *Prorocentrum minimum* är den som gett tydligast avtryck. Det är en liten dinoflagellat, som först registrerades i Nordsjön 1976 (15), sen längs norska skagerrakkusten 1979 och i Kattegatt och Öresund 1981. De första åren utvecklade *P. minimum* mycket kraftiga blomningar med celltäthet på 2000 miljoner celler per liter i yttre Oslofjorden (16), upptill 1 miljon celler per liter i Kattegatt och 30 miljoner celler per liter i Öresund. Under senare delen av 80- och början av 90-talet minskade celltätheten i Kattegatt, medan tätheter på 15-43 miljoner celler per liter uppmättes i Öresund (17). Under 1980- och 1990-talen har *P. minimum* vandrat vidare in i Östersjön och finns nu ända in i Finska viken. De högsta celltätheterna finner man längs kusten, ofta i bukter, vikar och flodmynningar (18).



Figur 58. *Prorocentrum minimum*. Foto: Lars Edler.

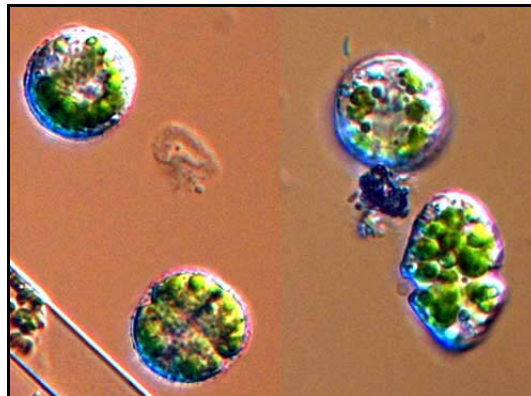
Prorocentrum redfieldii (Bursa) är en liten dinoflagellat, som påminner om *P. micans*, men är betydligt mindre. Sedan 1990-talet har den förekommit i små mängder i Skagerrak och under de senaste åren även i Kattegatt på hösten. *P. redfieldii* är vanlig i Nordsjön och bildar stundtals kraftiga blomningar på hösten i Tyska bukten.



Figur 59. *Prorocentrum redfieldii*. Foto: Ann-Turi Skjevik.

Karenia mikimotoi (äldre namn: *Gyrodinium aureolum*, *Gymnodinium mikimotoi*, *Gymnodinium nagasakiense*) uppträdde för första gången i Skagerrak 1966 (14). *K. mikimotoi* förekommer numera sporadiskt i hela Västerhavet (se kapitel 4.6.3.3).

Gymnodinium chlorophorum har observerats i Skagerrak sedan tidigt 90-tal. Det är inte omöjligt att arten har funnits här tidigare, men det var först i samband med en kraftig blomning i yttre Gullmarsfjorden som den uppdagades. Sedan dess har den blommat upp några få gånger och däremellan knappast syns till.



Figur 60. *Gymnodinium chlorophorum* Foto: Ann-Turi Skjevik.

Förutom kiselalger och dinoflagellater finns det ett släkte i gruppen Dictyochophyceae, *Pseudochattonella* som för första gången observerades i Skagerrak-Kattegatt 1998, när en kraftig blomning utvecklades. Se kapitel 4.6.3.5.

4.5.4 Referenser

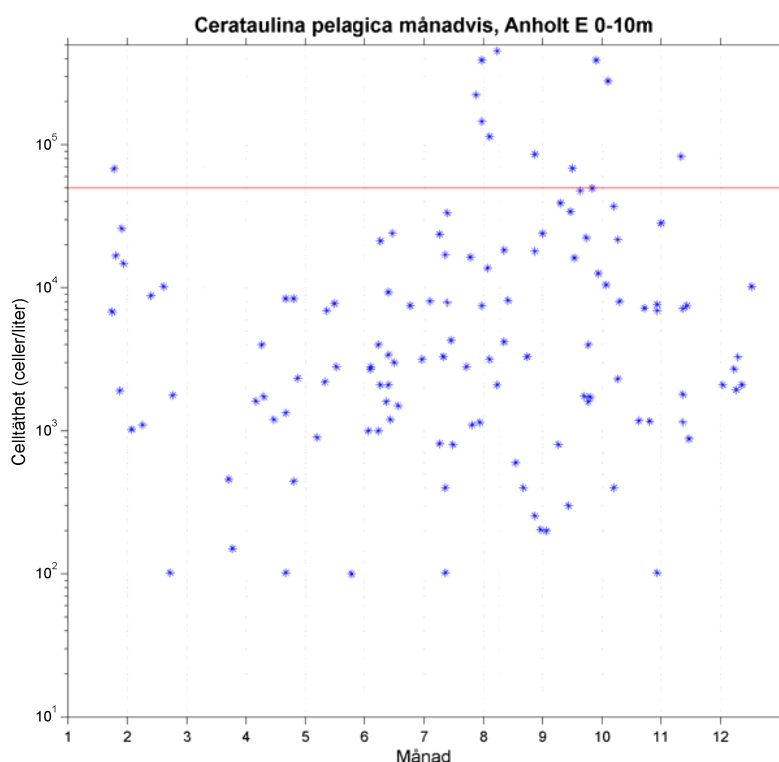
1. Cleve, P. T. 1889. Pelagiske Diatoméer från Kattegatt. Særtryk af: Det videnskablige Udbytte af Kanonbaaden Hauch's Togter i de danske Have etc. 1889. Kjöbenhavn. Cohens Bogtrykkeri.
2. Cleve, P. T. 1894. De Svenska Hydrografiska Undersökningarne, Åren 1893-1894. II. Planktonundersökningar: Cilicoflagellater och Diatomacéer. Bihang till K. Vet.-Akad. Handlingar Band 20. Afd. III. No 2. Pp.16.
3. Cleve, P. T. 1896. De Svenska Hydrografiska Undersökningarne, Februari 1896. V. Planktonundersökningar: Vegetabiliskt Plankton. Bihang till K. Vet.-Akad. Handlingar Band 22. Afd. III. No 5. Pp.35.
4. Ostefeld, C.H. 1913. De danske farvandes plankton i aarene 1898 -1901. Phytoplankton og protozoer. Det Konglige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 7. række. Naturvidenskab og Matematik, Afd. IX. 2, Köbenhavn, pp 478.
5. Cleve-Euler, A. 1917. Quantitative Plankton Researches in the Skager Rak. Part 1. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band 57. N:o 7. pp130.
6. Cleve-Euler, A. 1937. Undersökningar över ÖresundXXIV. Sundets Plankton, I Sammansättning och fördelning. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 33 Nr. 9. Kungl. Fysiografiska Sällskapets Handlingar N. F. Bd. 48. Nr. 9. pp. 50.
7. Steemann Nielsen, E. 1937. The annual Amount of Organic Matter Produced by the Phytoplankton in the Sound off Helsingör. Meddelelser fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersögelser. Serie: Plankton. Bind III. Nr. 3. pp. 37.
8. Steemann Nielsen, E. 1940. Die Produktionsbedingungen des Phytoplanktons im Übergangsgebiet zwischen der Nord- und Ostsee. Meddelelser fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersögelser. Serie: Plankton. Bind III. Nr. 4. pp. 55.
9. Björn-Rasmussen, S. 1974. Phytoplankton in an Eutrophicated Estuary. Abundance and composition of phytoplankton in relation to environmental conditions in the Göta River Estuary, Sweden. Akademisk Avhandling. Göteborgs Universitet, Marinbotaniska Institutionen. pp. 100.
10. Edler, L. 1977. Phytoplankton and Primary Production in the Sound. PhD. Diss. Univ. of Gothenburg. 82pp.
11. Edler, L. 1976. Öresundsprojekt. Naturvårdsverket. (Stenciler).
12. Edler, L. 1986 1990. Edler, L. Växtplankton. Undersökningar i Öresund 1985. I ÖVF rapport 1986:1, VBB, L8432, ISBN 91-87282-00-3., Växtplankton. Undersökningar i Öresund 1986. I ÖVF rapport 1987:1, VBB, L8432, ISBN 91-87282-06-02., Växtplankton. Undersökningar i Öresund 1987. I ÖVF rapport 1988:1, VBB, L8432, ISBN 91-87282-14-3., Växtplankton. Undersökningar i Öresund 1988. I ÖVF rapport 1989:1, VBB., Växtplankton. Undersökningar i Öresund 1989. I ÖVF rapport 1990:1, VBB.
13. J. Rines, muntlig information.
14. Braarud, T. & B.R.Heimdal. 1970. Brown water on the Norwegian coast in autumn 1966. Nytt Magasin for Botanikk. 17: 91-97.
15. Smayda, T.J. 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: Evidence for a global epidemic. In: TOXIC MARINE PHYTOPLANKTON Eds. E. Granéli, B. Sundström, L. Edler and D.M. Anderson. Elsevier. ISBN 0-444-01523-X. 29-40.
16. Tangen, K.. 1980. Brunt vann i Oslofjorden i september 1979, förårsaket av den toksiske *Prorocentrum minimum* og andre dinoflagellater (Brown water in the Oslofjord, Norway, in September 1979, caused by the toxic *Prorocentrum minimum* and other dinoflagellates). Blyttia 145.
17. Edler, L. opublicerat.
18. Susanna Hajdu, Lars Edler, Irina Olenina and Barbara Witek. 2000. Spreading and Establishment of the Potentially Toxic Dinoflagellate *Prorocentrum minimum* in the Baltic Sea. Internat. Rev. Hydrobiol. 85.. 5-6. 561-575.1. P. T.

4.6 Algblomningar

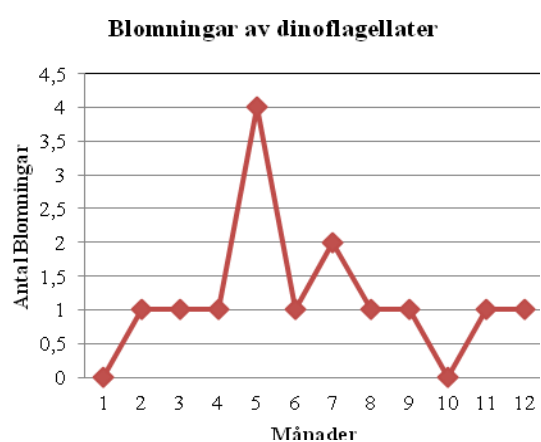
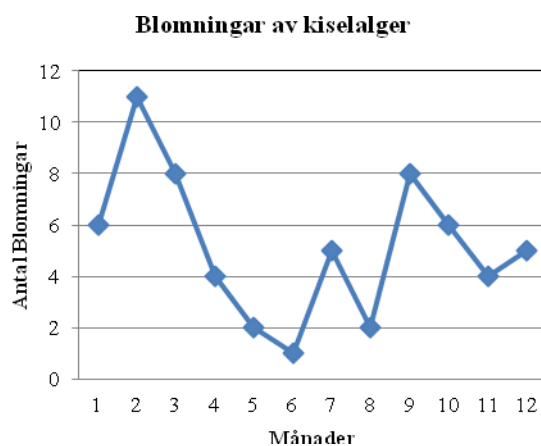
4.6.1 Inledning

Växtplankton finns i alla hav. De utgör grunden för den marina näringsväven. Ibland utvecklar växtplankton det man kallar algblomning. Men begreppet algblomning har ingen tydlig definition. Ofta används det när en växtplanktonart eller -samhälle växer så fort att det leder till en kraftig ökning av biomassan (1), till exempel vid en kraftig vårbloomning av kiselalger, då vattnet kan få en brunaktig färg. Ibland definieras det som en ansamling av en stor biomassa eller celltäthet och ytterligare en definition är att en algblomning är en avvikelse från den normala celltätheten eller biomassan av växtplankton (2). Det som definierar en algblomning är emellertid inte enbart en fråga om hög celltäthet eller stor biomassa. Man måste även ta hänsyn till regionala, säsongsmässiga och artspecifika förhållanden när man bedömer algblomningar (3). Begreppet algblomning används också vid de tillfällen då ganska små mängder giftiga alger ansamlas i musslor. I denna sammanställning har vi definierat en arts blomning utifrån hela det datamaterial vi använt för utvärderingen och satt gränsen för blomning vid en celltäthet som är utöver artens ”normala” maximala celltäthet. Som exempel visas gränsen för *Cerataulina pelagica* i Figur 61. Antal blomningar av kiselalger och dinoflagellater vid station Anholt E i Kattegatt visas i Figur 62.

I detta kapitel visas diagram som exemplifierar resultat. Ett stort antal diagram uppdelade stationsvis och typområdesvis finns i appendix.



Figur 61. Celltäthet för *Cerataulina pelagica* över året vid station Anholt E i Kattegatt med blomningsgränsen 50 000 celler per liter markerad. Datamaterialet omfattar perioden 1997-2010.



Figur 62. Blomningar vid station Anholt E i Kattegatt under perioden 1997-2010, kiselalger (>50 000 cell per liter) och dinoflagellater (>15 000 celler per liter)

4.6.2 Storskaliga blomningar utan känd skadlig påverkan

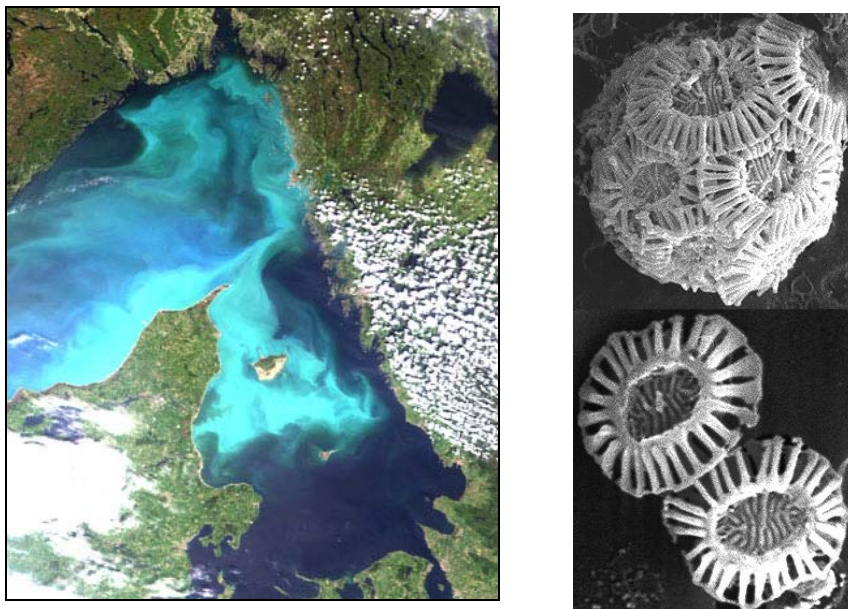
I Västerhavet sker i stort sett varje år en blomning av kiselalger (Figur 63) i februari-mars. Den varar ofta ett par veckor. Blomning sätter fart när ljuset är tillräckligt starkt så att algernas fotosyntes räcker för tillväxt. Det krävs också att vattnet skiktas så att algerna inte blandas ned för djupt i vattenmassan där tillgången på ljus begränsar tillväxten. Kiselalgerna har gott om näring efter vinterns omblandning av vattenmassan. När näringsämnen i ytvattnet tagit slut upphör också blomningen. Vårblomningen sjunker delvis till botten och utgör näring för bottenlevande djur och indirekt till andra delar av den marina näringsväven. Flercelliga djurplankton, t.ex. hoppkräftor, har en längre generationstid än växtplankton och de hinner vanligtvis inte med i kiselalgernas tillväxttakt. Det innebär att det är först mot slutet av vårblomningen som betningstrycket från djurplankton har stor betydelse. Encelliga djurplankton, så kallade mikrozooplankton, förekommer också under vårblomningen. De växer nästan lika fort som växtplankton och påverkar blomningens utveckling. Vårblomningen startar oftast först i Kattegatt, där skiktningen är starkast. Senare följer blomningen längre norrut längs Västkusten. I centrala Skagerrak, där skiktningen av vattenmassan är svagare, blommar det senare. Inne i Bohuskustens fjordar kan blomningen i de olika fjordarna starta vid olika tillfällen, men utvecklas som regel senare än i kustvattnet.



Figur 63. Vårblomning med dominans av kiselalger i Västerhavet. Foto Lars Edler.

Direkt efter vårblomningen har det på senare år blivit vanligt med blomning av flagellaten *Pseudochattonella* cf. *faricimen* (se avsnitt om skadliga blomningar). Under slutet av mars, april och maj är det annars vanligt med höga cellantal av små dinoflagellater (Figur 62). I maj är det också störst risk för förekomst av dinoflagellater som producerar paralyserande skaldjursgifter, speciellt längs Bohuskusten.

I maj eller juni observeras ofta en blomning av kalkflagellater i Nordsjön och Skagerrak och ibland också i Kattegatt. Den dominerade arten är *Emiliana huxleyi*. Vid kraftig blomning färgas vattnet turkost av cellernas skalplattor av kalk och man kan få en känsla av Medelhavet längs Bohuskusten. Dessa blomningar detekteras väl med satellit vid molnfritt väder (Figur 64).



Figur 64. Till vänster visas en satellitbild som visar utbredningen av blomningen av *Emiliana huxleyi*, 31 juni, 2004 Skagerrak-Kattegat. NASA-MODIS bearbetad av SMHI. Till höger visas *Emiliana huxleyi* och skalplattor sedd i svepelektronmikroskop. Foto Bengt Karlson.

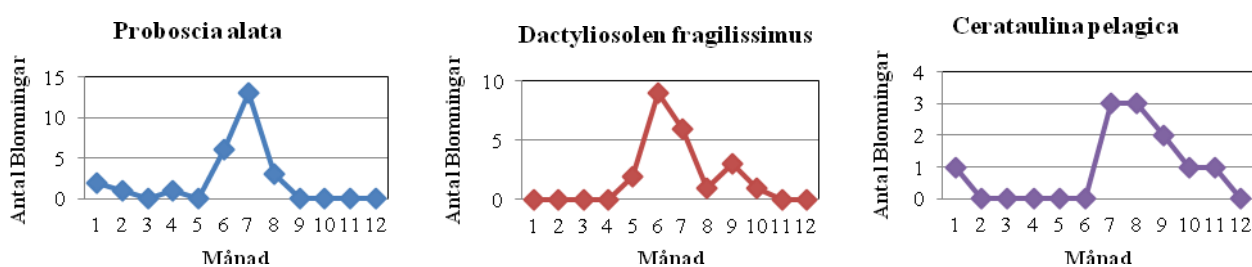
Under sommaren domineras växtplanktonsamhället av mycket små arter, så kallade pikoplankton, åtminstone antalsmässigt (7,8). Celltätheter på 100 miljoner celler per liter har noterats. Den vanligaste organismen är *Synechococcus* sp. (Figur 65) som är en cyanobakterie (blågrönalg). Det finns i stort sett inga data gällande pikoplankton från den svenska miljöövervakningen i Västerhavet förrän från år 2011. Även större alger kan nå upp i blomningsantal under sommarmånaderna juni-augusti. De vanligaste arterna är kiselalgerna *Cerataulina pelagica*, *Dactyliosolen fragilissimus* och *Proboscia alata*, som nått över blomningsgränserna 41, 134 och 95 gånger respektive räknat på alla provtagningsstationer besökta en gång per månad (Anholt E och Släggö 2 gånger per månad) i Västerhavet under den senaste 14-årsperioden. Alla tre arterna har haft flest blomningar i Kattegatt.



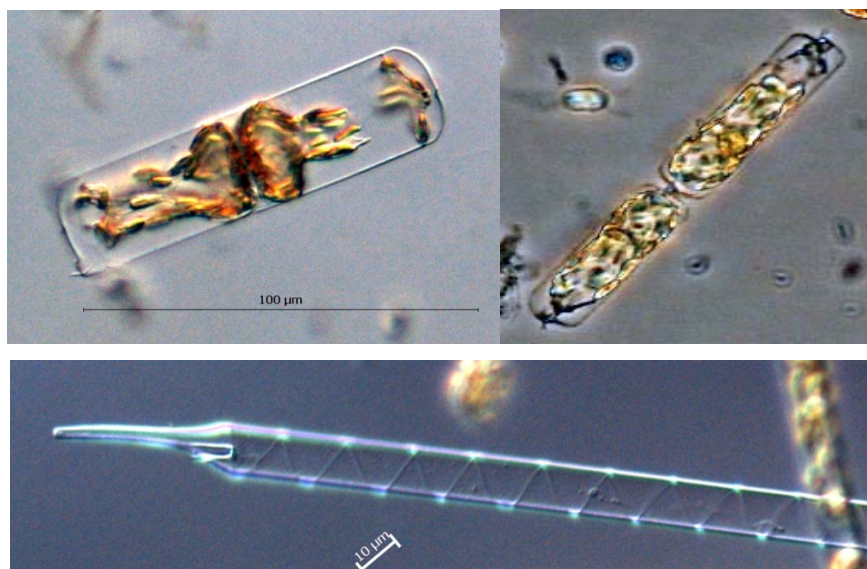
Figur 65. Cyanobakterier av släktet *Synechococcus* är det vanligaste växtplanktonet i Västerhavet under sommaren med celltätheter på över 100 miljoner celler per liter. Bilden är tagen med fluorescensmikroskop. Foto Mats Kuylenstierna.

Tabell 8. Antal blomningar respektive månad för *Cerataulina pelagica*, *Dactyliosolen fragilissimus* och *Proboscia alata* under perioden 1997-2010. Summa för alla provtagningsstationer längs Västkusten.

ART	Blomnings- gräns celler l ⁻¹	MÅNAD											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Cerataulina pelagica</i>	50 000	1	2	0	0	0	2	14	25	21	13	7	1
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	50 000	0	0	0	0	2	51	43	40	12	15	1	0
<i>Proboscia alata</i>	50 000	5	9	9	1	3	15	63	17	1	2	1	3



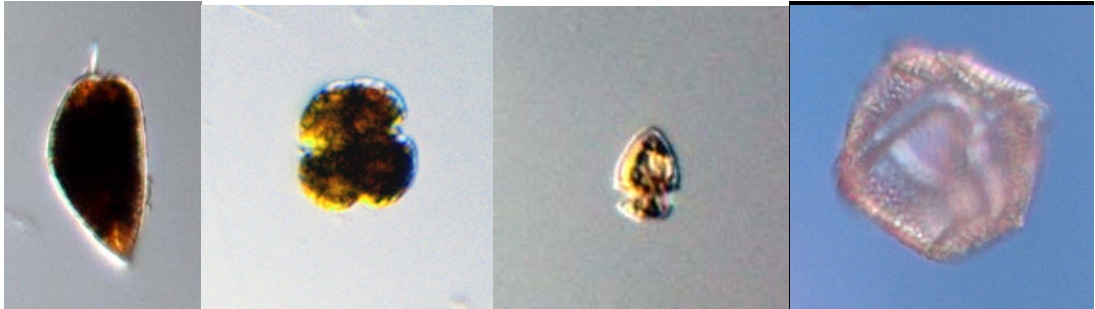
Figur 66. Totalt antal blomningar respektive månad för *Cerataulina pelagica*, *Dactyliosolen fragilissimus* och *Proboscia alata*. Station Anholt E i Kattegatt, 1997-2010.



Figur 67. *Cerataulina pelagica* (överst till vänster), *Dactyliosolen fragilissimus* (överst till höger) och *Proboscia alata* (nederst). Foto Lars Edler.

I augusti-september når de autotrofa dinoflagellaterna sitt årliga maximum. Det är sex arter, som bildar ca 90 % av celltätheten under den här perioden; *Prorocentrum minimum*, *P. micans*, *Karenia mikimotoi*, *Heterocapsa rotundatum*, *Ceratium furca* och *Lingulodinium polyedrum*. Åtminstone någon av dessa arter når blomningstäthet varje år. Ytterligare ett antal arter når sitt

årliga maximum under sensommar-tidig höst, även om de inte når celltätheter höga nog för att kallas blomning, t.ex. *Ceratium fusus*, *C. macroceros*, *C. tripos*, *Dinophysis acuta* och *Gonyaulax digitale*. Längre fram på hösten sker en omblandning av vattenmassan och näringsämnen förs upp till ytan. När ljuset räcker till för tillväxt leder detta ofta till en kiselalgsblomning. Dessa blomningar kallas höstblomningar. Normal sett blommar det inte senare än i oktober-november på Västkusten, men vissa år har de fortsatt in i december och januari. Tillväxtsäsongen tycks således ha blivit längre.



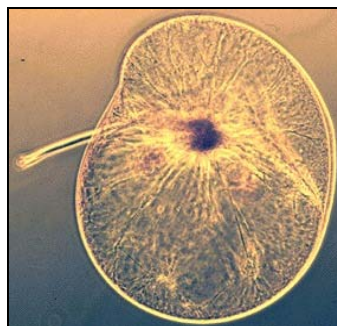
Figur 68. Från vänster: *Prorocentrum micans*, *Karenia mikimotoi*, *Heterocapsa rotundatum* och *Lingulodinium polyedrum*. Foto Lars Edler (grå bakgrund) och Ann-Turi Skjevick (blå bakgrund).

4.6.3 Storskaliga skadliga blomningar

Här presenteras några exempel på storskaliga blomningar av skadliga alger i Västerhavet i kronologisk ordning.

4.6.3.1 Noctiluca scintillans

Tegelröda ansamlingar av *Noctiluca scintillans*, som är en av de arter som orsakar mareld, har observerats i Skagerrak-Kattegatt under många år. *Noctiluca* är en dinoflagellat som lever av att äta andra plankton. Den är med andra ord ett encelligt djurplankton. En av de första notiserna som kan antas handla om algblooming i Sverige finns i Strömstad tidning från ca år 1900. Där beskrivs en blomning som påverkar fisket. Det rör sig eventuellt om *Noctiluca scintillans*. Några skador på fisk har såvitt bekant inte rapporterats från Sverige under de senaste decennierna. I andra områden, bl.a. Tyska bukten, har syrebrist observerats i täta ansamlingar av *Noctiluca*.



Figur 69. *Noctiluca scintillans*. Foto Bengt Karlson.



Figur 70. Mareld väster om Lysekil. Foto Mattias Sköld.

4.6.3.2 *Ceratium* i Laholmsbukten – 1980-talet

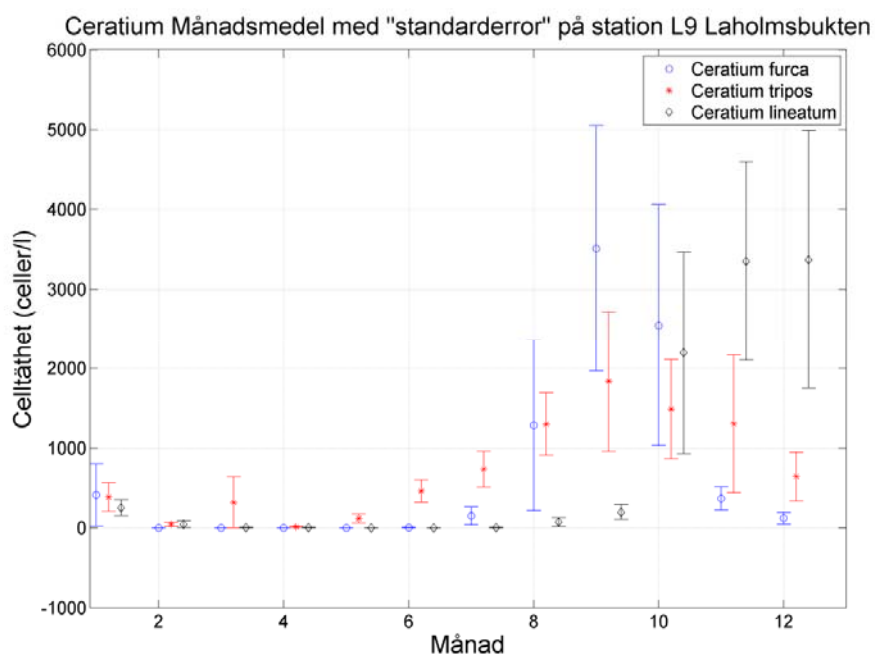
Under 1980-talets första hälft förekom kraftiga algblomningar i Laholmsbukten på sensommaren och hösten. Det var arter av dinoflagellatsläktet *Ceratium* som blommade. Det är sannolikt att tillförsel av näringsämnen från land (övergödning) gynnade dessa alger. Skiktningen av vattnet är kraftig i Kattegatt och i Laholmsbukten ligger språngskiktet ofta bara någon meter ovan botten. Det innebär att det snabbt blev omfattande syrebrist under språngskiktet när *Ceratium*-arterna i slutfasen av blomningen sjönk till botten. Vid den kraftigaste blomningen 1980 hade detta till följd att fiskfångsterna i Laholmsbukten minskade med mer än 95 % under augusti-november och utslagningen av botten djur var omfattande (4). Det var fyra arter av *Ceratium* som utgjorde den stora algbiomassan och deras maximalt uppmätta celltäthet var 7-48 gånger större än normalt för höstmånaderna längs Västkusten (5) (Tabell 9). Förekomsten av tre *Ceratium*-arter i Laholmsbukten 1993-2010 visas i figur 72 och 73.

Tabell 9. Celltätheter av *Ceratium*-arter i Laholmsbukten hösten 1980.

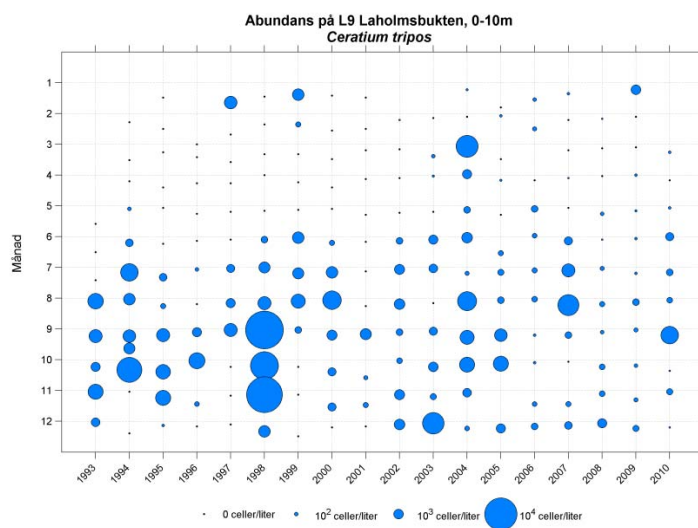
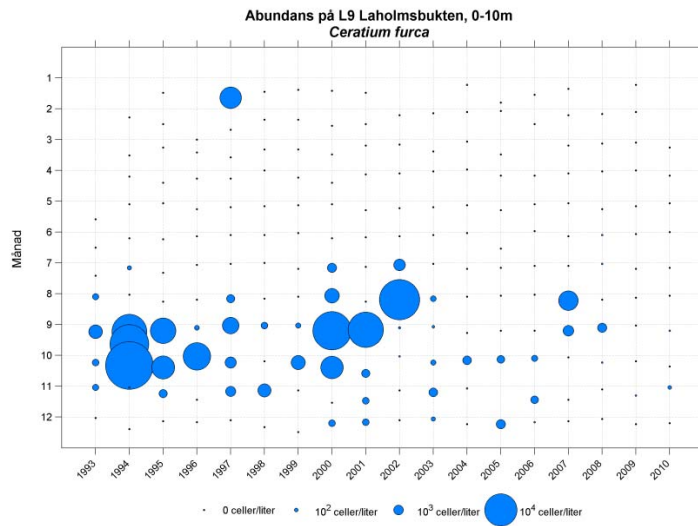
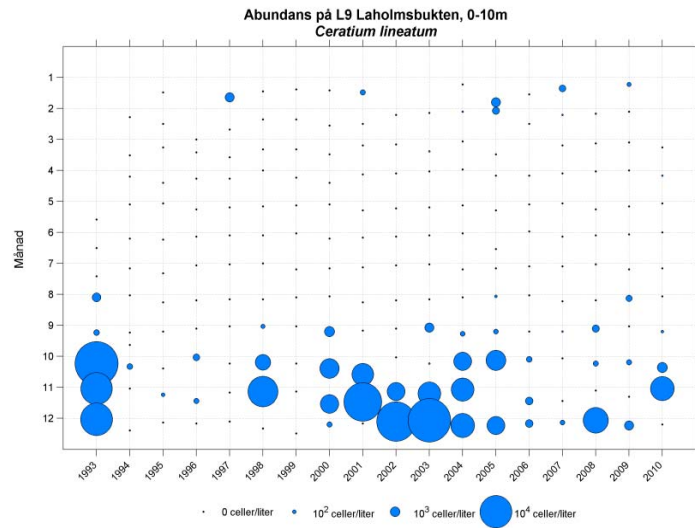
ART	Laholmsbukten hösten 1980 celler l ⁻¹	Medelvärden augusti- november Västkusten celler l ⁻¹
<i>Ceratium furca</i>	34 000	5 000
<i>Ceratium fusus</i>	70 500	2 000
<i>Ceratium lineatum</i>	95 700	2 000
<i>Ceratium tripos</i>	36 500	1 500



Figur 71. *Ceratium tripos*. Foto Bengt Karlson.



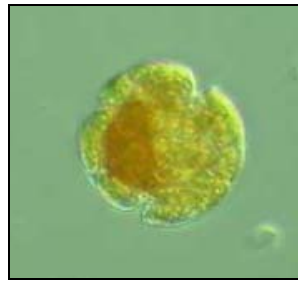
Figur 72. Säsongsvariation för utvalda *Ceratium*-arter i Laholmsbukten. Medelvärden avser perioden 1993-2010.



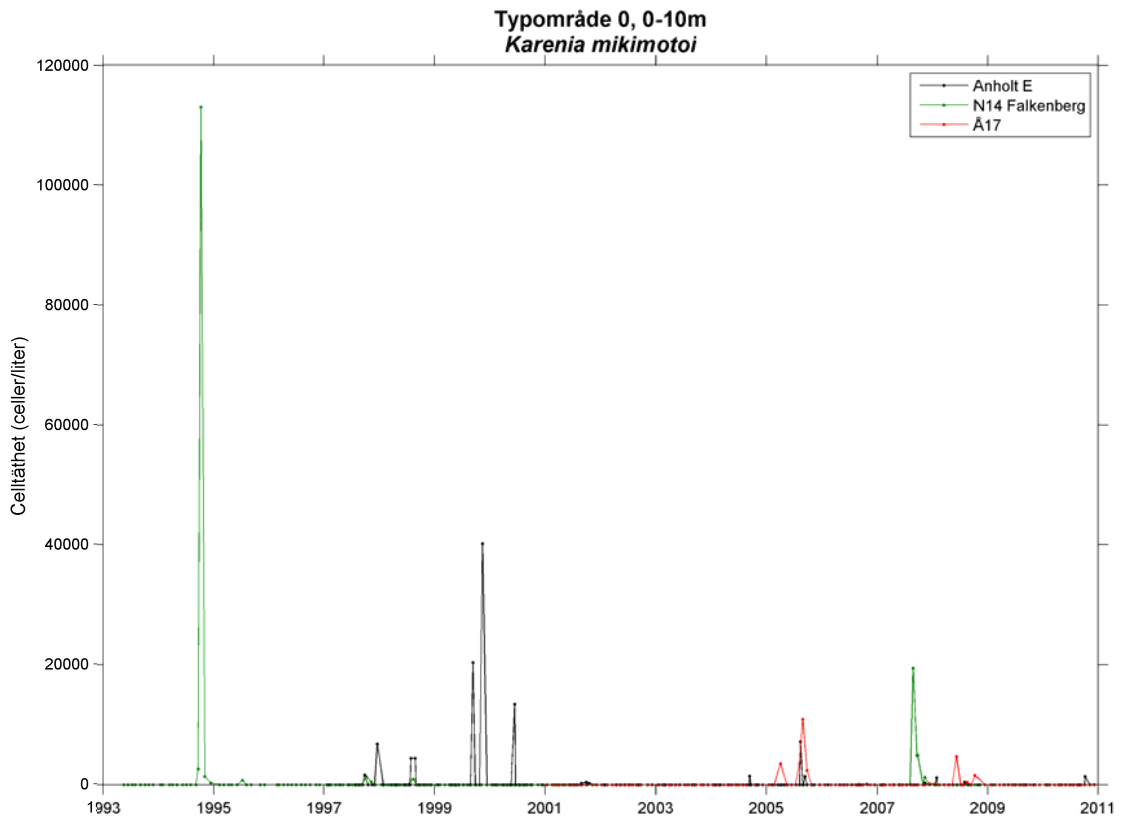
Figur 73. Celltäthet av tre *Ceratium*-arter i Laholmsbukten, station L9, 1993-2010.

4.6.3.3 Blomningar av *Karenia mikimotoi*

Karenia mikimotoi är en dinoflagellat som orsakar fiskdöd och även generella skador på bottenlevande djur. Organismen som förekommer i Europa var tidigare känd som *Gyrodinium aureolum* men det har visat sig att det är en annan art. Det noterades en omfattande blomning i norska vatten år 1966. Den första massförekomsten observerades i Sverige år 1978 (10). Blomningar förekom i Skagerrak under flera år på 1980-talet. Sedan dess har arten varit ovanlig under många år men den har återkommit då och då (Figur 75). En omfattande blomning år 2005 ställde till problem på Irlands västkust. År 2006 orsakade *K. mikimotoi* omfattande skador på det marina ekosystemet i Skottland. Blomningar sker också i Engelska kanalen och i Biscayabuken.



Figur 74. *Karenia mikimotoi*. Foto Ann-Turi Skjevik.



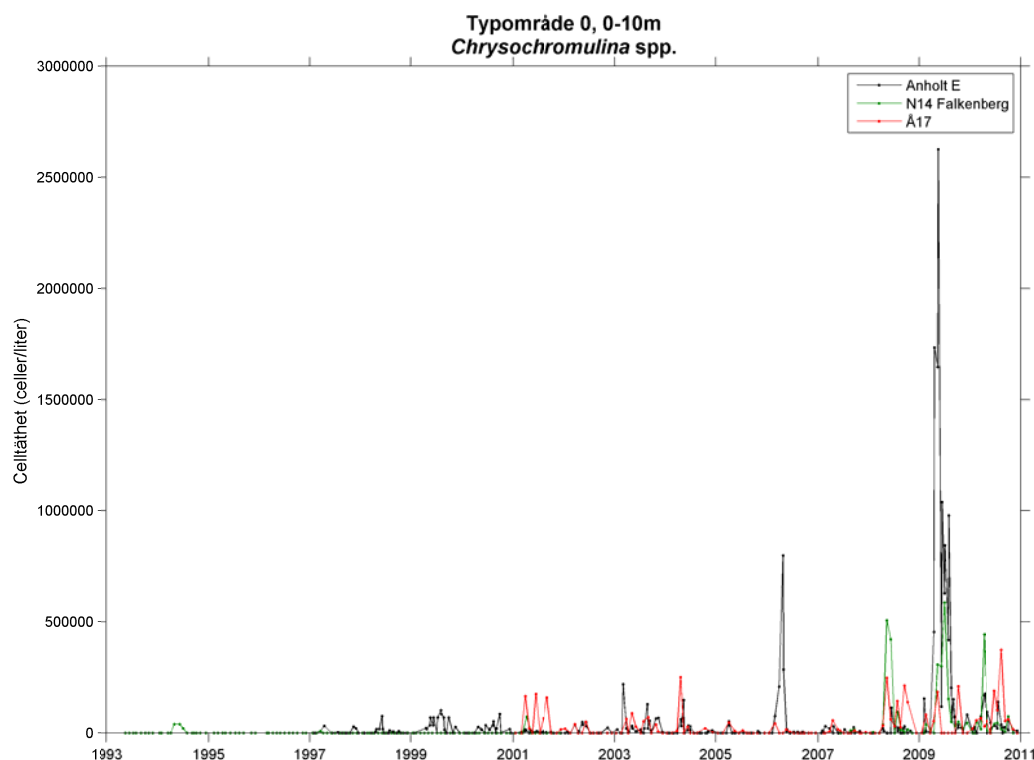
Figur 75. Förekomst av *Karenia mikimotoi* vid tre stationer. Arten förekommer ofta i tunna skikt djupare än 10 meter vilket innebär att detta datamaterial från 0-10 m sannolikt inte är representativt för hela vattenmassan.

4.6.3.4 *Chrysochromulina polylepis*

I maj-juni år 1988 blommade *Chrysochromulina polylepis* (Prymnesiophyceae) i Västerhavet. Mycket hög celltäthet noterades framförallt nära språngskiktet. Arten blev känd som mördaralgen i media, eftersom blomningen var kraftig och hade en mycket stor utbredning och orsakade omfattande skador på bottenlevande djur och växter. *C. polylepis* dominerade växtplanktonsamhället närmast totalt under flera veckor från Öresund i söder till Skagerrak i norr. Den fanns i salthalter från mindre än 5 och upp till 34 psu. De högsta celltätheterna, 25-40 miljoner celler per liter, observerades i intervallet 20-30 psu och 6-13 °C (6). Det finns drygt 50 olika arter beskrivna inom släktet *Chrysochromulina*. Med den metodik som används inom miljöövervakningen kan arterna ofta inte bestämmas annat än till släkte, men just *C. polylepis* har en karakteristisk form, vilket underlättar bestämningen. Mindre blomningar av *Chrysochromulina* förekommer då och då men några skadliga effekter har inte noterats i Västerhavet efter år 1988. Det kan vara värt att notera att arten har blommat i Östersjön 2007-2010. Innan dess hade blomningar inte noterats där.



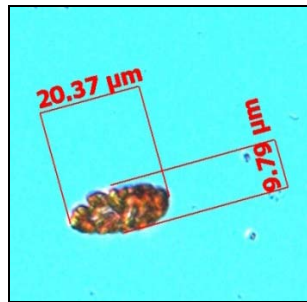
Figur 76. *Chrysochromulina* sp. Foto Ann-Turi Skjevik.



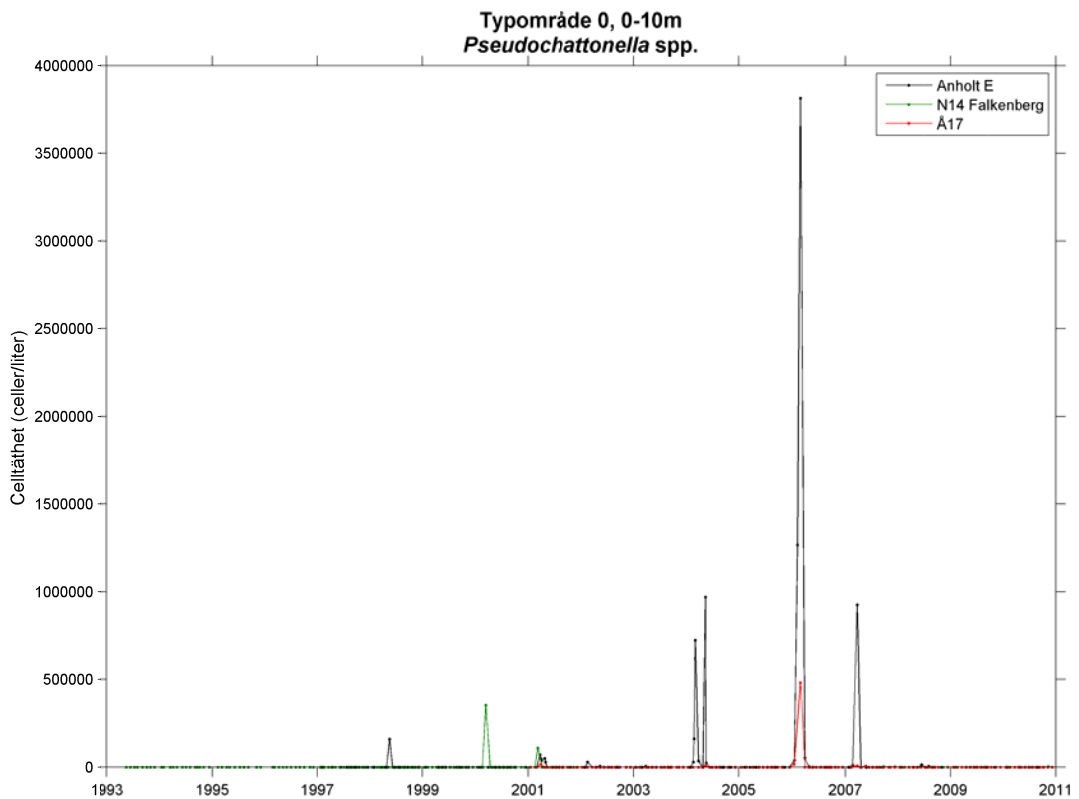
Figur 77. Förekomst av *Chrysochromulina* spp. vid tre stationer. Arter inom släktet förekommer ofta i tunna skikt djupare än 10 meter vilket innebär att detta datamaterial från 0-10 m sannolikt inte är representativt för hela vattenmassan.

4.6.3.5 *Pseudochattonella*

År 1998 noterades den första kraftiga blomningen av *Pseudochattonella* (Dictyochophyceae) i Nordsjön och Skagerrak-Kattegatt. I december året innan noterades brunt vatten i Århus bukt som dominerades av *Pseudochattonella*. Organismen identifierades 1998 preliminärt till *Chattonella* aff. *verruculosa*, men det har senare visats att det är en annan art som också tillhör en annan klass av alger. *Pseudochattonella* (Dictyochophyceae) är inte nära släkt med *Chattonella* (Raphidophyceae). Två arter av *Pseudochattonella* är kända från Skagerrak-Kattegatt. *P. verruculosa* tycks föredra relativt varmt vatten, medan *P. farcimen* blommar vid några få plusgrader i direkt koppling till vårbloomingen av kiselalger. Båda arterna skadar fisk genom att gälarna påverkas. Vild fisk kan normalt fly, men år 1998 noterades mortalitet hos näbbgädda i det vilda. I södra Kattegatt har blomning av *P. farcimen* varit mycket kraftig under flera år. Ett exempel är att 70 miljoner celler per liter noterades i Bälthavet i våren 2011 (personlig kommunikation, Per Andersen). Havsöring odlad i bassänger på land har dött. *Pseudochattonella* återfinns ofta i tunna skikt nära språngskiktet. Vattenintaget till fiskodlingen har sannolikt befunnits sig på ett djup där algerna var riktigt talrika.



Figur 78. *Pseudochattonella* cf. *farcimen*. Foto Ann-Turi Skjevik.



Figur 79. Förekomst av *Pseudochattonella* spp. vid tre stationer. Arten förekommer ofta i tunna skikt djupare än 10 meter vilket innebär att detta datamaterial från 0-10 m sannolikt inte är representativt för hela vattenmassan.

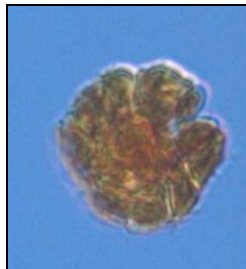
4.6.3.6 Andra alger som potentiellt kan skada fisk

Många kiselalger har kraftiga utskott som tros fungera som ett skydd mot betning. De kan i vissa fall skada fisk. Flera stora *Chaetoceros*-arter har orsakat skador på odlad fisk i nordvästra USA och västra Kanada. Några av dessa påträffas ibland längs Västkusten, men någon negativ effekt har inte registrerats. De senaste åren har ytterligare en stor *Chaetoceros*-art, som ännu inte har beskrivits, etablerats i Västerhavet (se avsnittet Nya arter).



Figur 80. Från vänster: *Chaetoceros* sp. och *Dictyocha speculum*. Foto Ann-Turi Skjevik och Bengt Karlson.

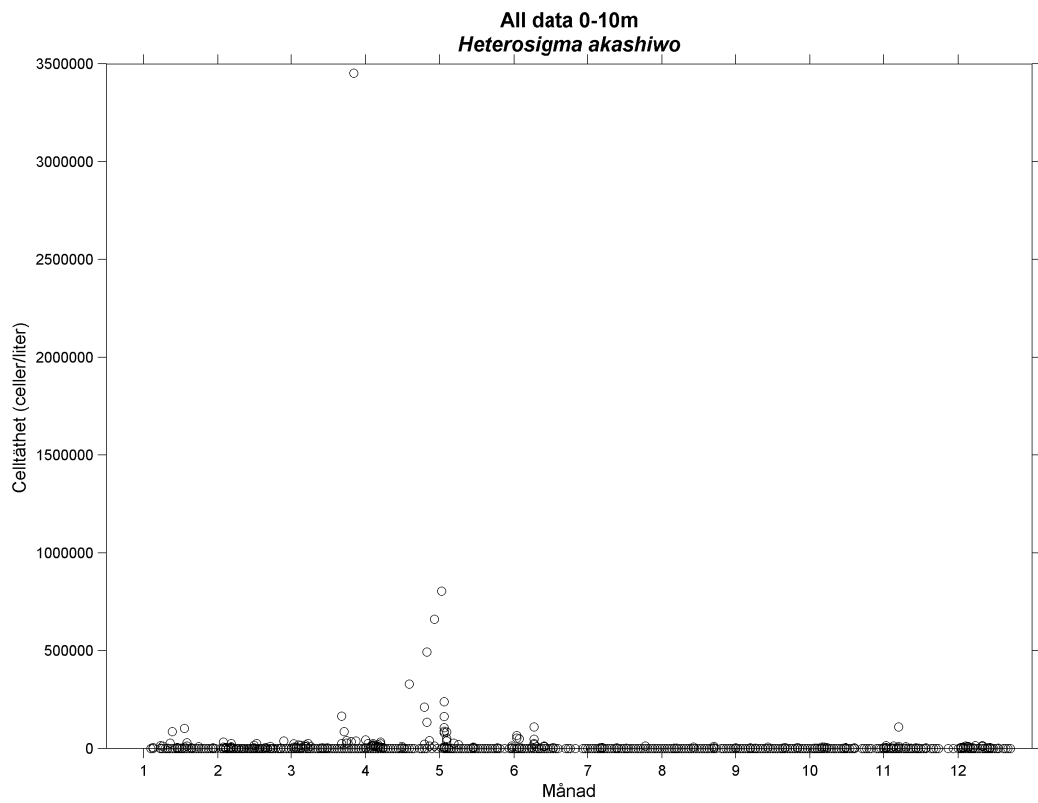
Heterosigma akashiwo (Raphidophyceae), *Karlodinium veneficum* (Dinophyceae), *Akashiwo sanguinea* (Dinophyceae) och *Dictyocha speculum* (Dictyochophyceae) är arter som förekommer i Västerhavet. De är kända för att kunna skada fiskars gälar, men inga skador har rapporterats från Sverige. *Heterosigma akashiwo* orsakar omfattande skador på odlad lax i nordvästra USA och sydvästra Kanada. Arten förekommer i antal upp till 3,5 miljoner celler per liter i Västerhavet (Figur 83 och 84).



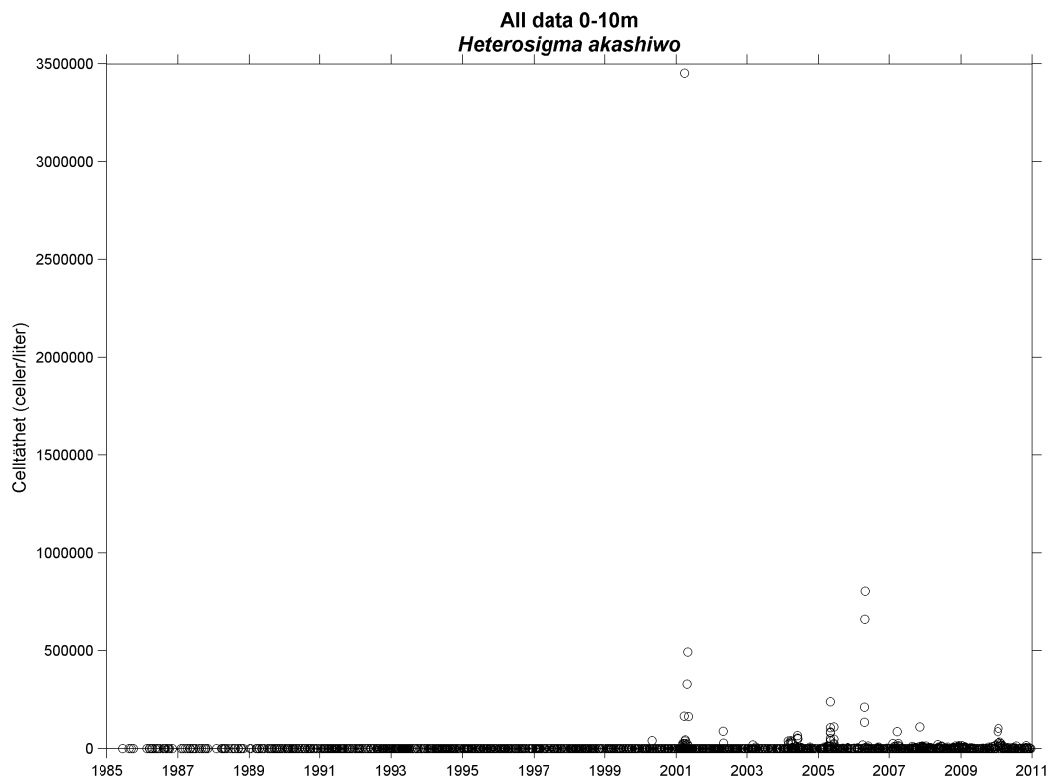
Figur 81. *Heterosigma* sp. Foto Ann-Turi Skjevik



Figur 82. *Akashiwo sanguinea* Foto Ann-Turi Skjevik



Figur 83. Figuren visar förekomst av *Heterosigma* sp. i hela datamaterialet uppdelat månadsvis.



Figur 84. Figuren visar en tidsserie gällande förekomst av *Heterosigma* sp. i hela datamaterialet.

4.6.4 Alger som gör musslor giftiga

4.6.4.1 Inledning

Musslor, och andra djur som livnär sig genom att filtrera vatten och på så sätt fånga plankton, kan bli giftiga om det finns giftiga växtplankton i vattnet. Både i Västerhavet och i Östersjön förekommer växtplankton som producerar mycket potenta gifter. Detta är ett globalt problem och sjukdomsfall är ganska vanligt förekommande. Även dödsfall rapporteras så gott som varje år från något håll i världen. Därför har EU direktiv om relativt omfattande kontrollprogram både gällande giftiga alger i vattnet och gällande alggifter i musslor, ostron m.m. Livsmedelsverket (SLV) administrerar övervakning av giftproducerande alger och alggifter i ”tvåskaliga blötdjur” i de områden där musslor eller ostron odlas eller på annat sätt skördas kommersiellt. I Sverige gäller detta för närvarande enbart Västra Götalands län, d.v.s. Bohuskusten och Göteborgsområdet. I en rapport från Livsmedelsverket (11) beskrivs hur övervakningen går till och resultaten för 2009-2010 sammanfattas. Tabellerna 10 och 11 kommer från denna rapport. Mängden diarrégifter i blåmusslor under perioden 1988-2005 beskrivs i en rapport från SMHI (12). Vissa växtplankton producerar gifter för att skydda sig mot betning från djurplankton. Det kan vara värt att notera att mängden gift per växtplanktoncell kan variera kraftigt (13).

Tabell 10. De viktigaste arterna av toxiska alger i Västerhavet samt gift och typ av förgiftning (från referens 11).

Art eller släkte	Gift	Engelskt namn	Symtom
<i>Alexandrium</i> spp	PST	Paralytic Shellfish Toxins	förlamning , yrsel m.m
<i>Dinophysis acuminata</i>	DST	Diarrhetic Shellfish Toxins	diarré, magsmärtor m.m
<i>Dinophysis acuta</i>	DST	Diarrhetic Shellfish Toxins	diarré, magsmärtor m.m
<i>Dinophysis norvegica</i>	DST	Diarrhetic Shellfish Toxins	diarré, magsmärtor m.m
<i>Protoceratium reticulatum</i>	YTX	Yessotoxins	okänt
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	YTX	Yessotoxins	okänt
<i>Gonyaulax cf. spinifera</i>	YTX	Yessotoxins	okänt
<i>Azadinium spinosum</i>	AZA	Azaspiracidic Shellfish Toxins	diarré, magsmärtor m.m
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp	AST	Amnesic Shellfish Toxins	minnesförlust, kräkningar m.m

Tabell 11. Varningsgränser för toxiska alger inom den svenska kontrollen (från referens 11).

Art eller släkte	Mängd, celler per liter havsvatten
<i>Alexandrium</i> spp	värderas
<i>Alexandrium tamarense/minimum</i>	200
<i>Dinophysis acuminata</i>	1500
<i>Dinophysis acuta</i>	200/100*
<i>Dinophysis norvegica</i>	4000
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	Ingen varningsgräns bestämd
<i>Protoceratium reticulatum</i>	1000
<i>Gonyaulax cf. spinifera</i>	Ingen varningsgräns bestämd
<i>Azadinium spinosum</i>	Ingen varningsgräns bestämd
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp	1 000 000 celler per liter**
	* Två veckor i rad
	** i Danmark tillämpas 50 000 celler per liter

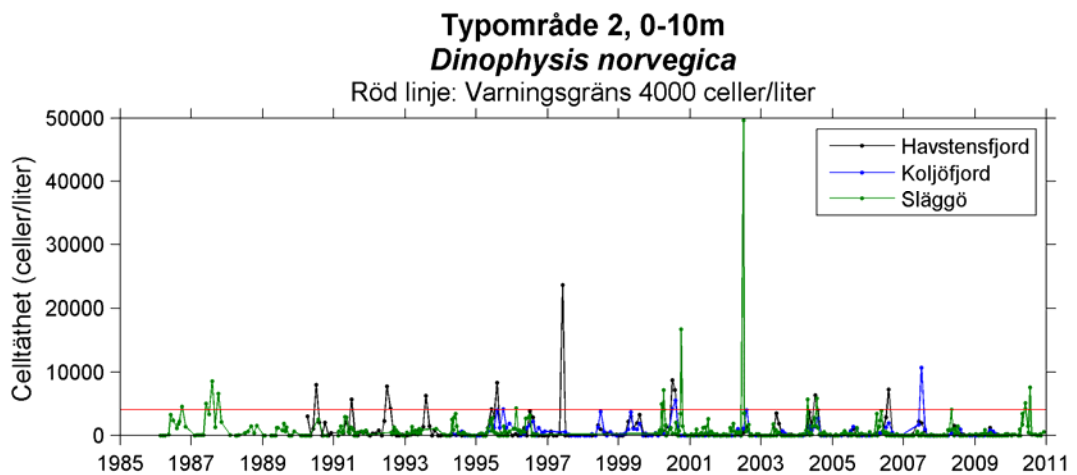
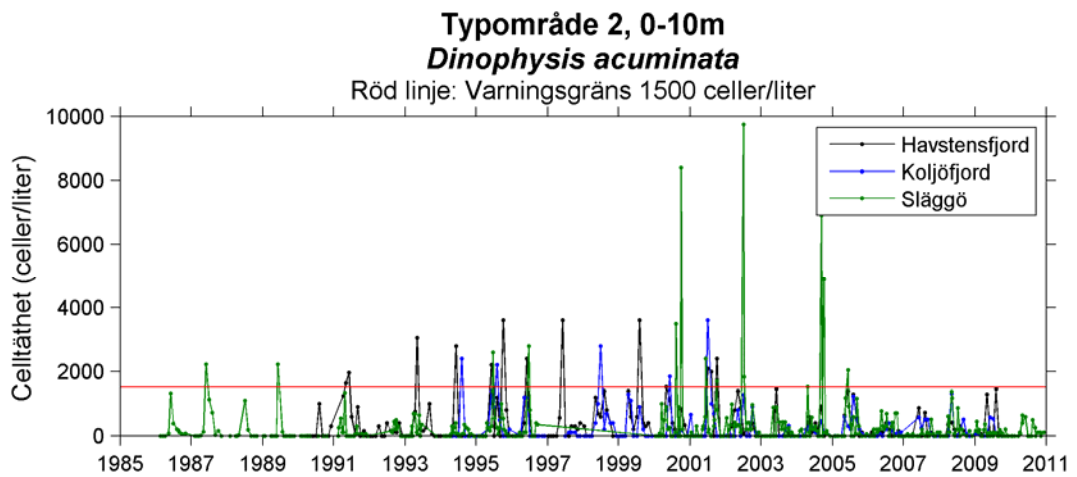
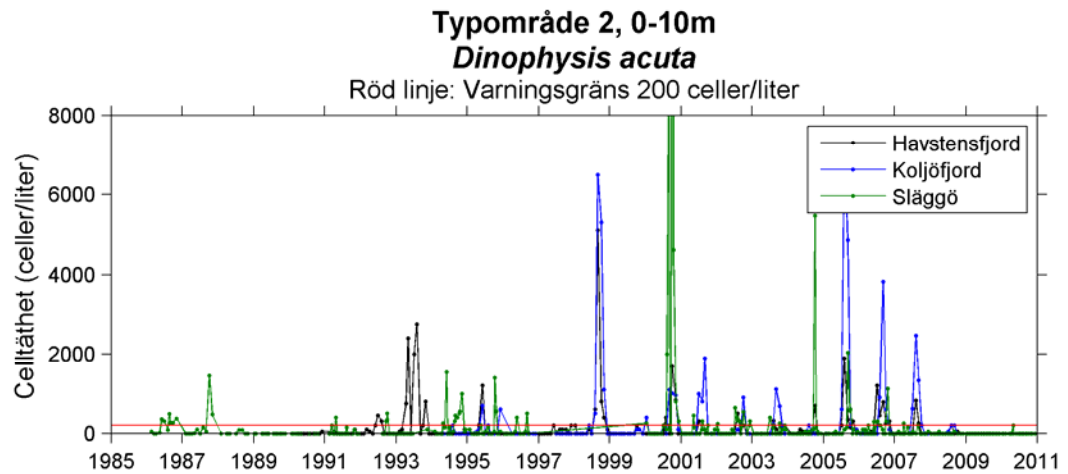
4.6.4.2 *Dinophysis*

Arter inom släktet *Dinophysis* (Dinophyceae) producerar diarrégifter (DST). Fyra arter är vanliga i Västerhavet. *D. acuta* och *D. acuminata* är sannolikt de största producenterna av diarrégifter. De är vanligast under sommar och höst (Figur 86-87). Det är framförallt då det kan förekomma diarrégifter i musslor. *Dinophysis* förekommer ofta i tunna skikt i närheten av språngskiktet. Det har visats bl.a. i Koljöfjorden vid Orusts norra kust. *Dinophysis* kan utnyttja solljuset som energikälla men också leva av att äta andra organismer. Man använder ofta uttrycket mixotrofi för detta levnadssätt.

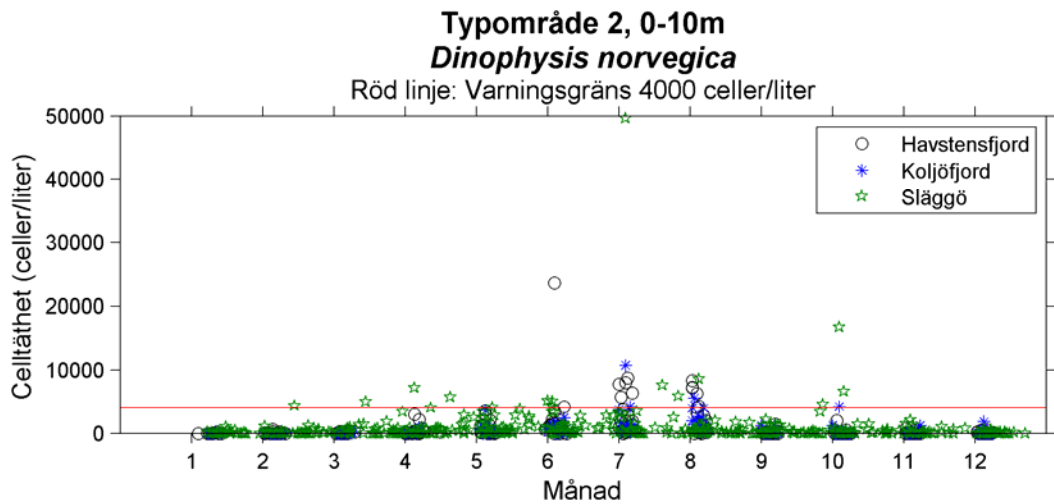
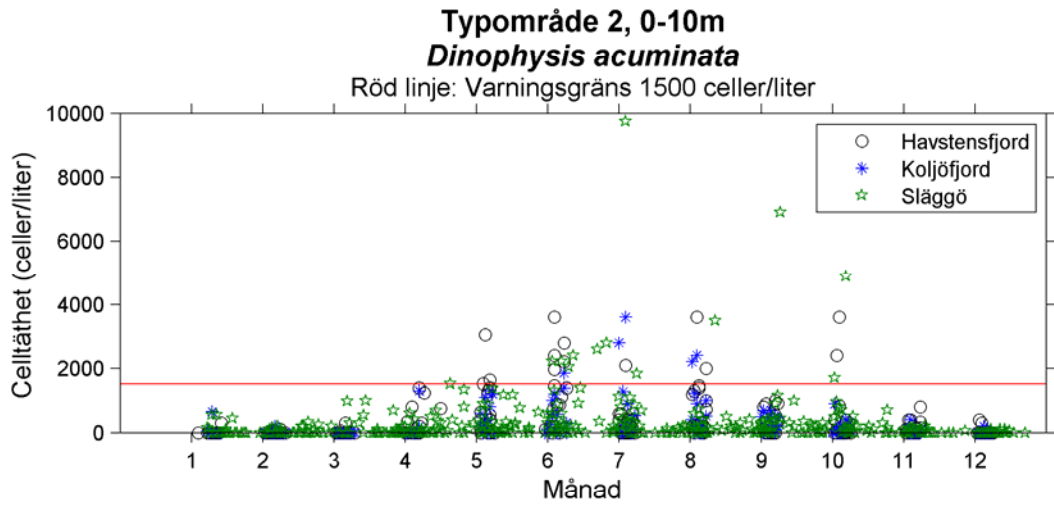
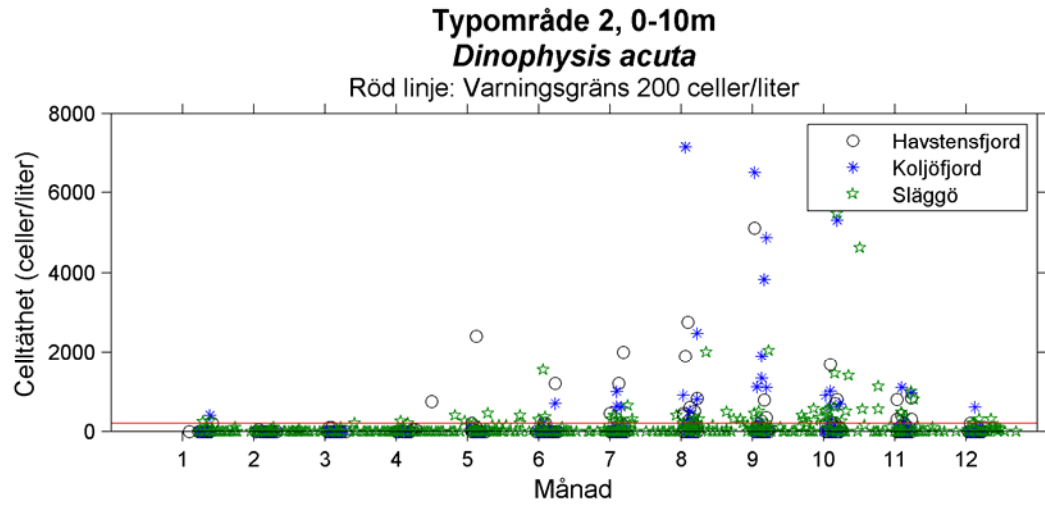


Figur 85. *Dinophysis acuta*. Foto Bengt Karlson.

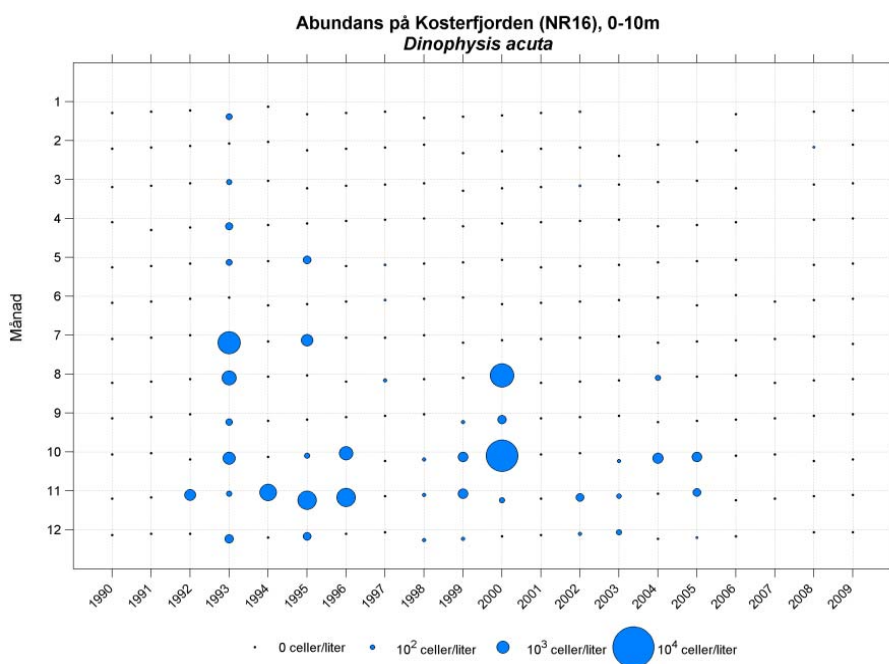
I figurerna 88-96 visas förekomsten av *D. acuta* vid ett antal stationer mellan Kosterfjorden i norr och Öresund i söder. Det är värt att notera att arten förekommer hela sträckan förutom vid stationen närmast Östersjön (ÖVF 5:2 Höllviken). *D. acuta* är generellt sett vanligast mellan juni och oktober, men förekommer ibland över varningsgränsen även utanför denna tidsperiod. Mellanårsvariationen är stor, vilket också speglas i toxinhalter i musslor (14). Under perioden 2008 till 2010 har celltätheterna varit lägre än tidigare år. År 2011 har arten kommit tillbaka i halter över varningsgränsen (data visas inte här).



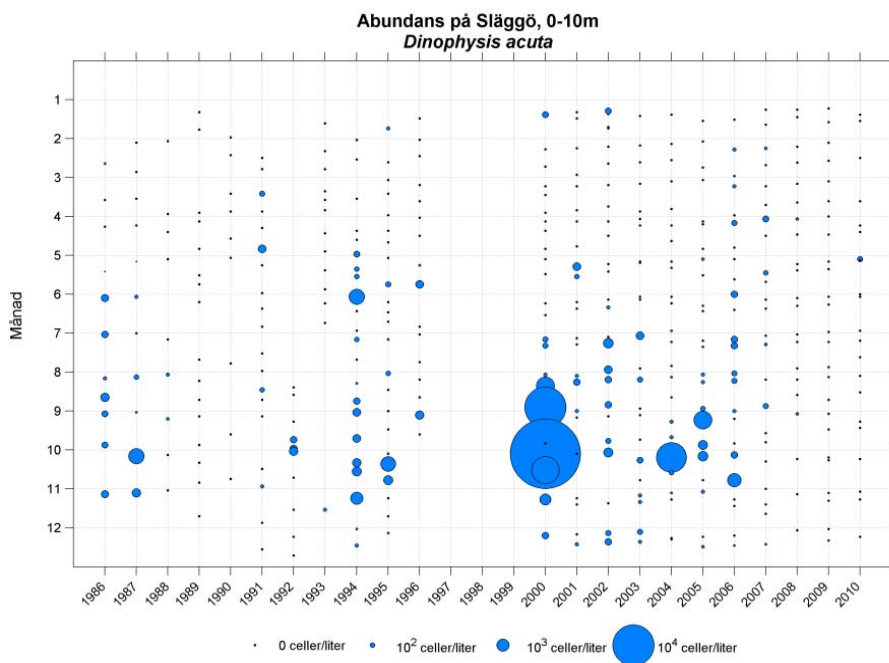
Figur 86. Förekomst av tre *Dinophysis*-arter vid tre stationer.



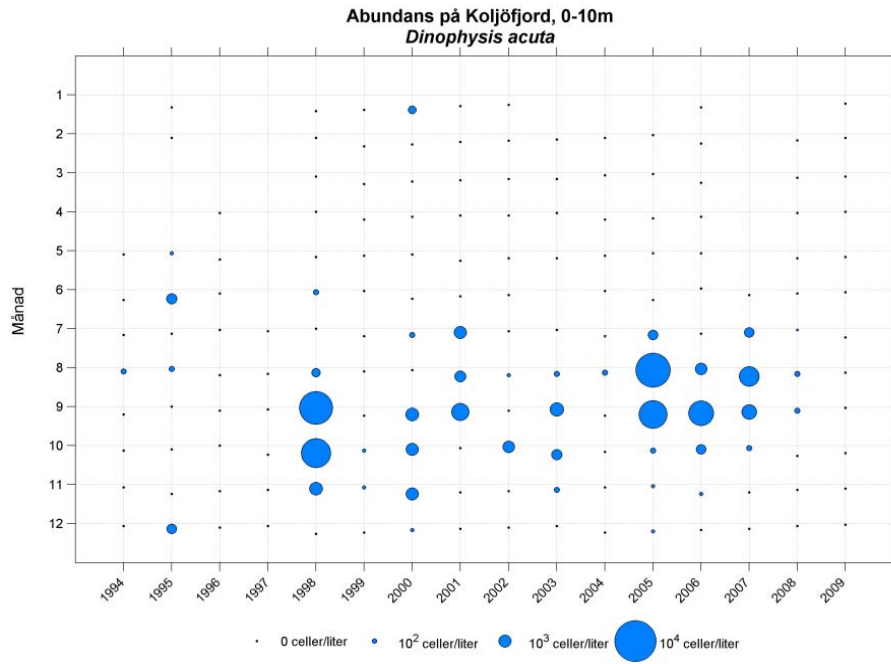
Figur 87. Säsongsvariation för tre *Dinophysis*-arter vid tre stationer.



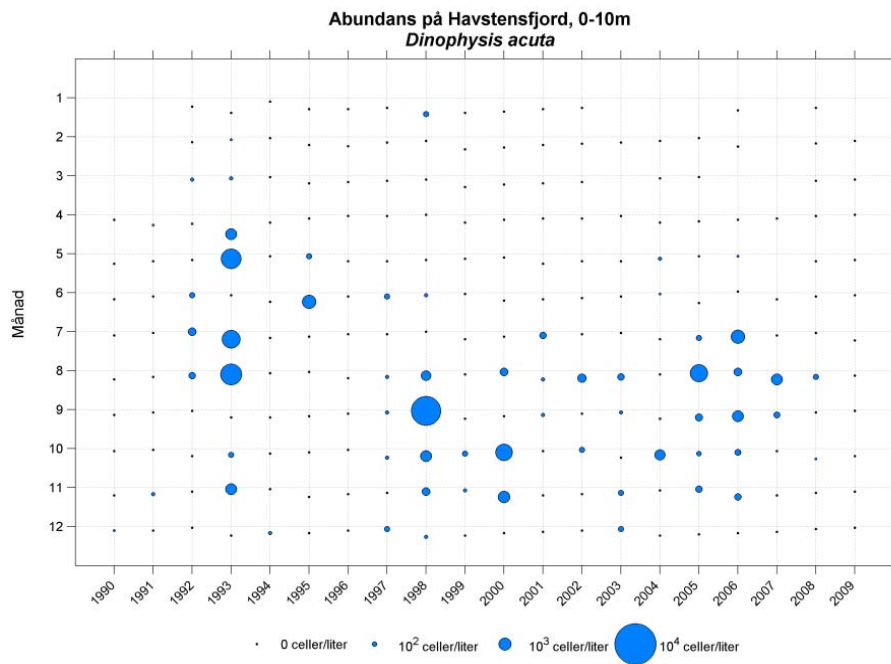
Figur 88. Förekomst av *Dinophysis acuta* i Kosterfjorden (nr16), typområde 3.



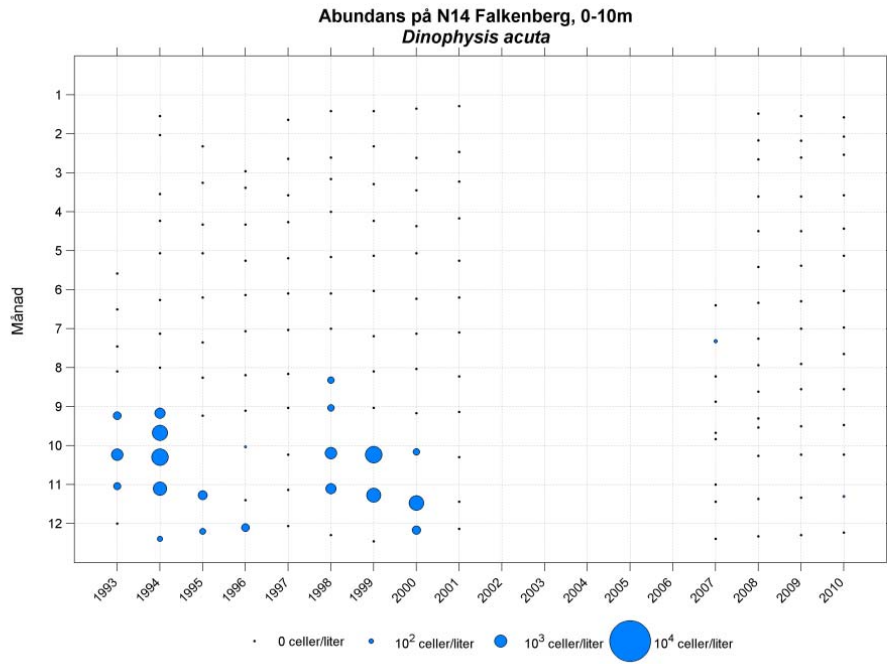
Figur 89. Förekomst av *Dinophysis acuta* vid Släggö (Gullmarsfjordens mynning), typområde 2.



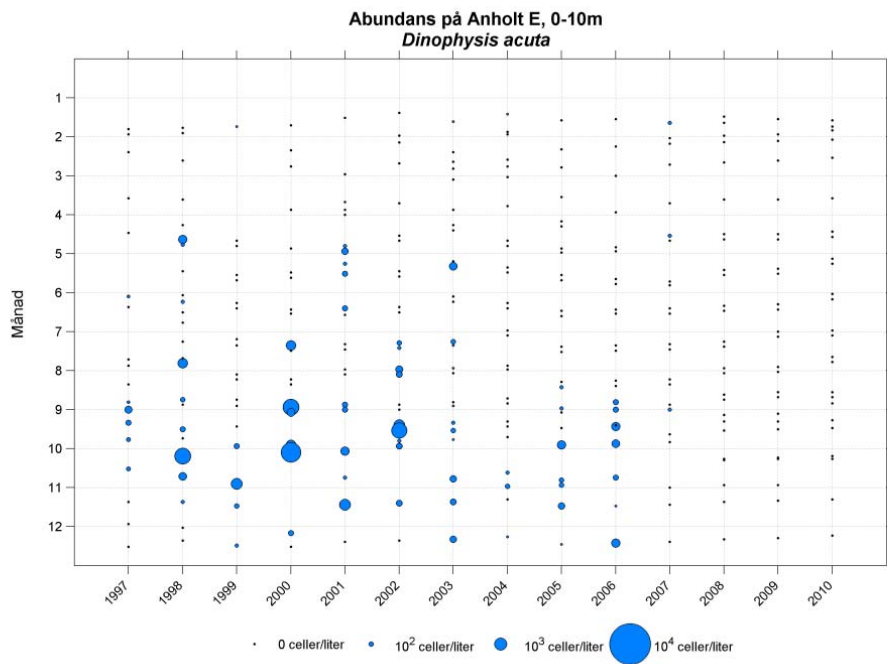
Figur 90. Förekomst av *Dinophysis acuta* i Koljöfjord, typområde 2.



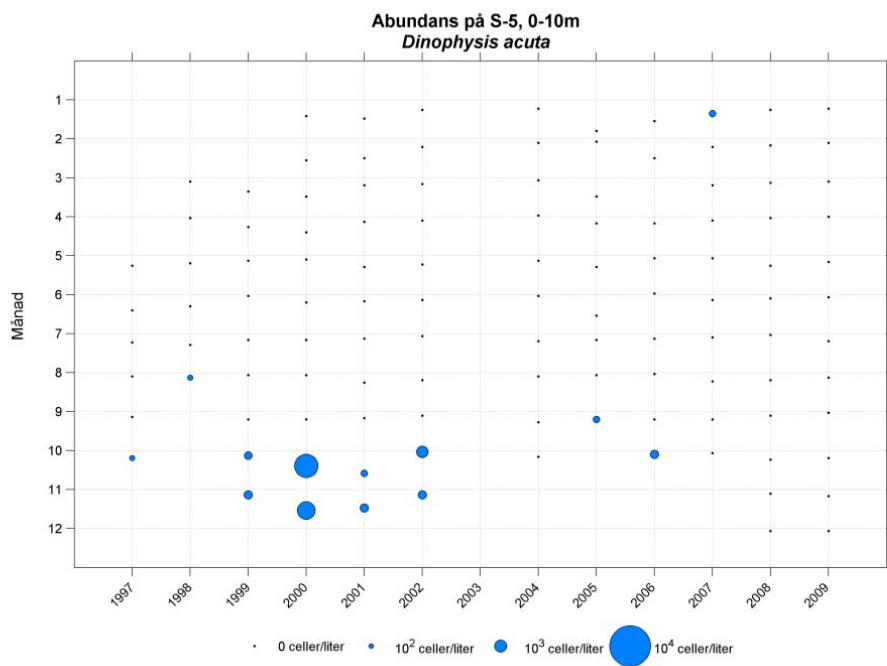
Figur 91. Förekomst av *Dinophysis acuta* i Havstensfjord, typområde 2.



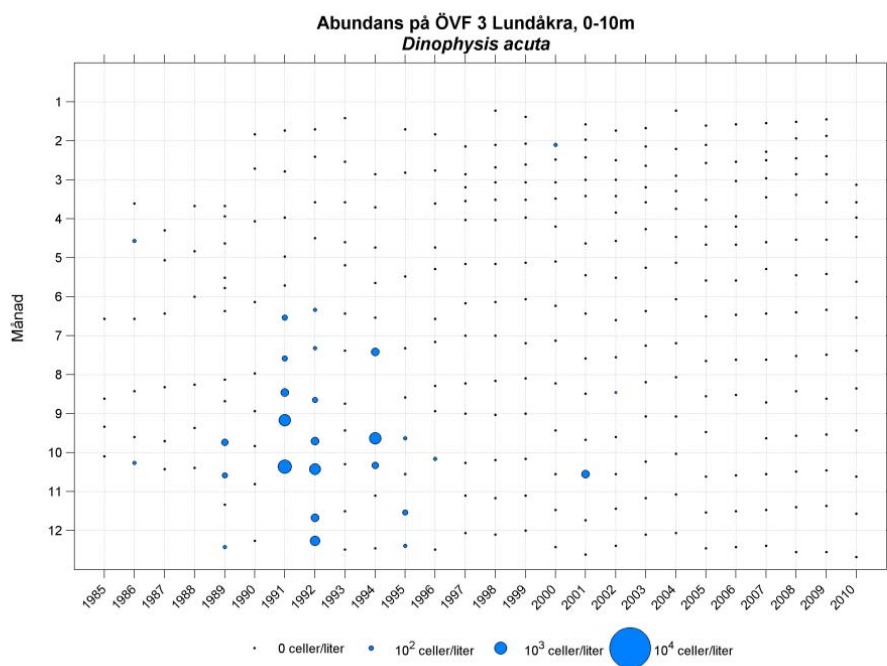
Figur 92. Förekomst av *Dinophysis acuta* vid station N14 Falkenberg, utsjö Kattegatt, typområde 0.



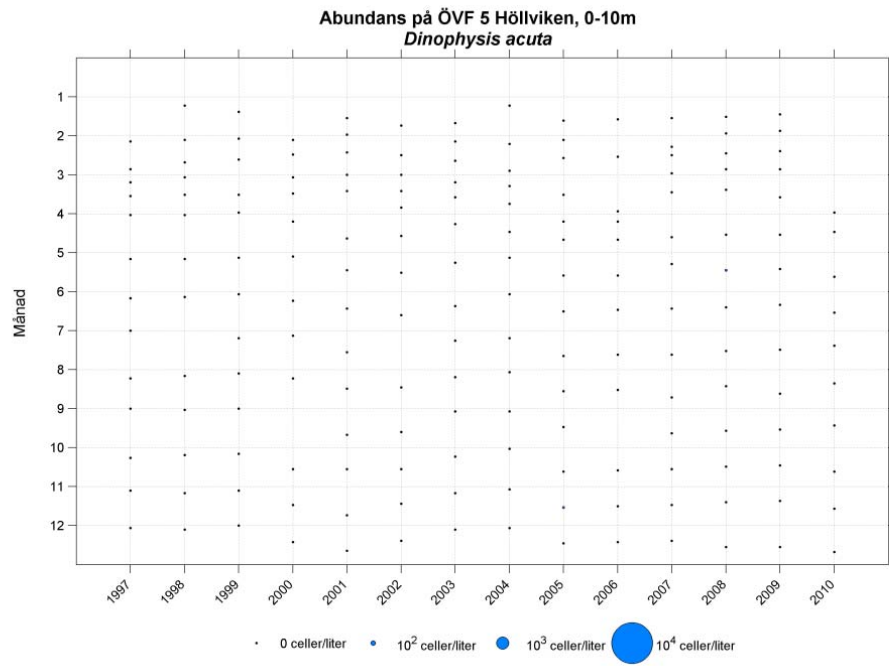
Figur 93. Förekomst av *Dinophysis acuta* vid station Anholt E, utsjö Kattegatt, typområde 0.



Figur 94. Förekomst av *Dinophysis acuta* vid station S5 i Skälderviken, typområde 5.



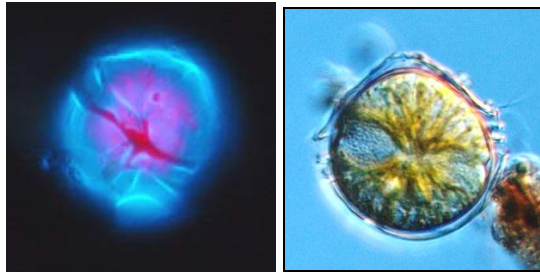
Figur 95. Förekomst av *Dinophysis acuta* vid station ÖVF 3 Lundåkra i Öresund, typområde 6.



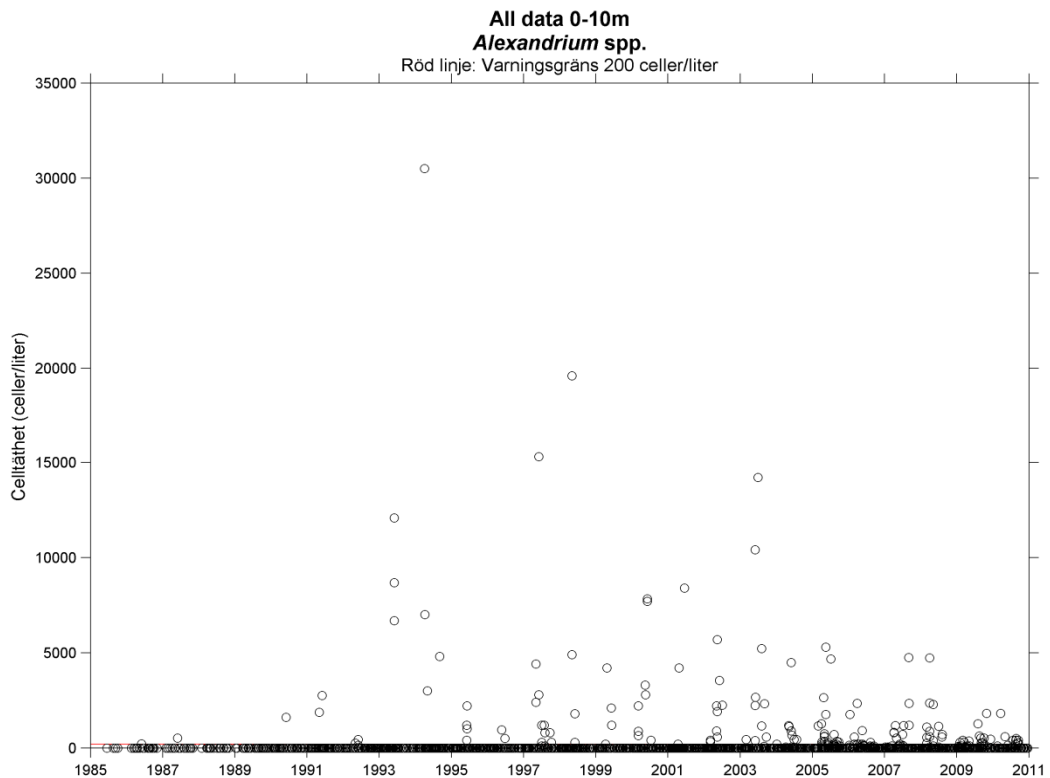
Figur 96. Förekomst av *Dinophysis acuta* vid station ÖVF 5 Höllviken i Öresund, typområde 7.

4.6.4.3 *Alexandrium*

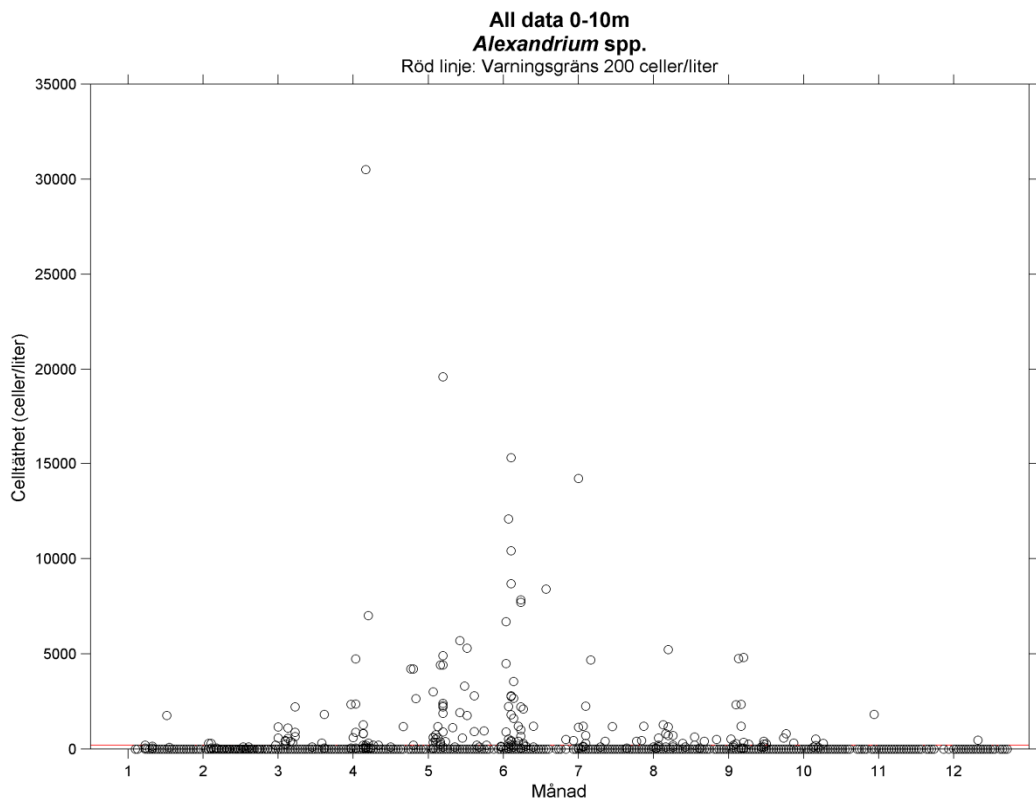
Fyra arter inom släktet *Alexandrium* (Dinophyceae) är vanligt förekommande i Västerhavet. Arter inom släktet producerar paralyserande skaldjursgifter (PST). Varningsgränsen är låg, 200 celler per liter. Det kan ibland vara svårt att identifiera *Alexandrium* till art. En speciell teknik med infärgning av skalplattor och fluorescensmikroskopi används inom övervakningen för Livsmedelsverket. I datamaterialet som redovisas här har denna teknik inte använts. *A. tamarense* och *A. minutum* observeras framförallt i maj. Det är också då halter av PST i blåmusslor över gränsvärdet noterats. *A. pseudogonyaulax* förekommer ofta senare på året. Dess giftighet är inte verifierad i Västerhavet. *A. ostenfeldii* förekommer också. Alla arterna har vilstadiet som hittas på sedimentationsbottnar längs Västkusten (16). De utgör en sorts fröbank för blomningar. I figurerna 98-100 visas förekomst av *Alexandrium* spp i hela datamaterialet och vid Släggö.



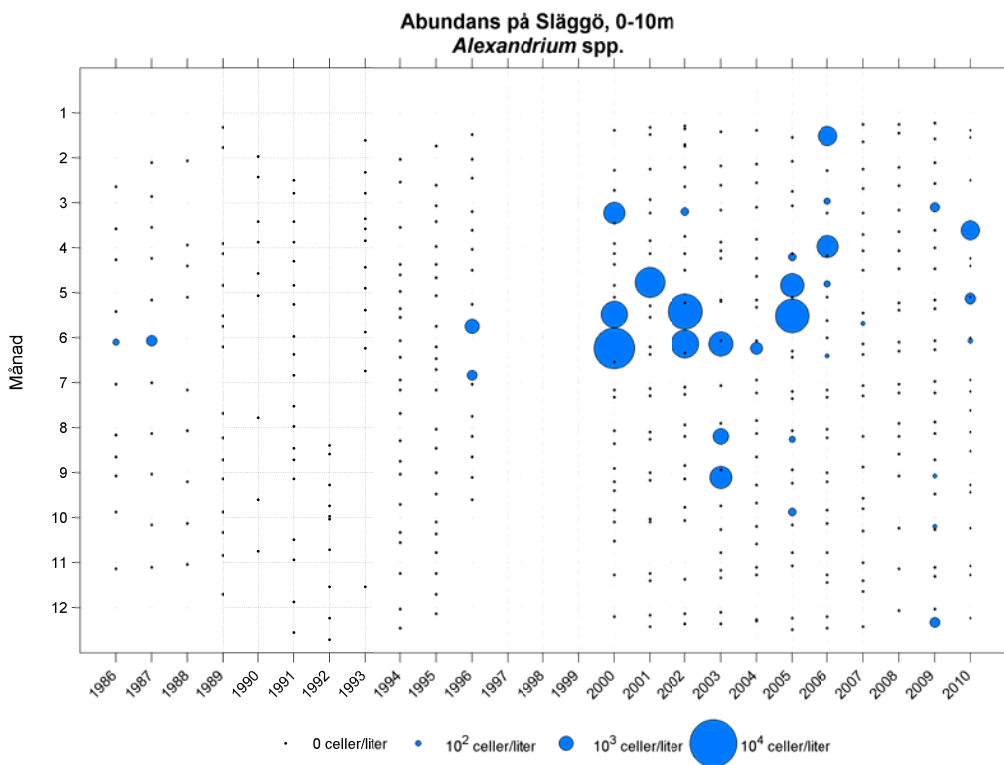
Figur 97. *Alexandrium ostenfeldii*, till vänster sedd i fluorescensmikroskop och till höger i ljusmikroskop. Foto Mats Kuylenstierna och Ann-Turi Skjevik.



Figur 98. Figuren visar en tidsserie gällande förekomst av *Alexandrium* spp i hela datamaterialet.



Figur 99. Figuren visar säsongvariationen för förekomst av *Alexandrium* spp i hela datamaterialet



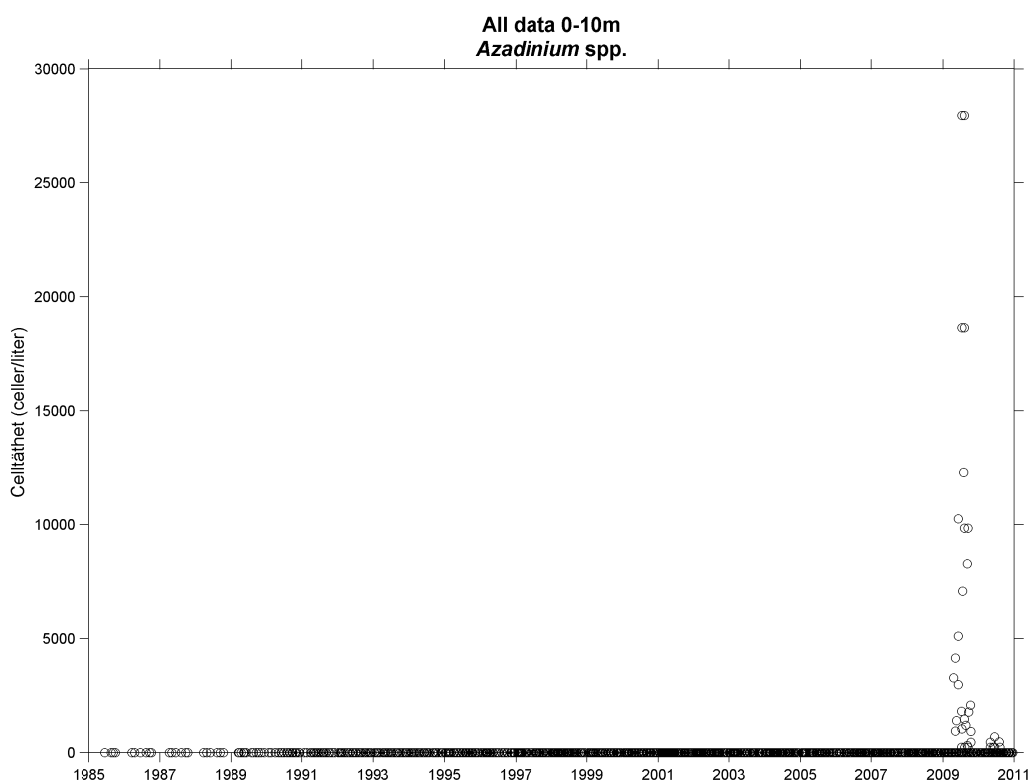
Figur 100. Figuren visar förekomst av *Alexandrium* spp vid station Släggö i Gullmarsfjorden, typområde 2.

4.6.4.4 *Azadinium spinosum*

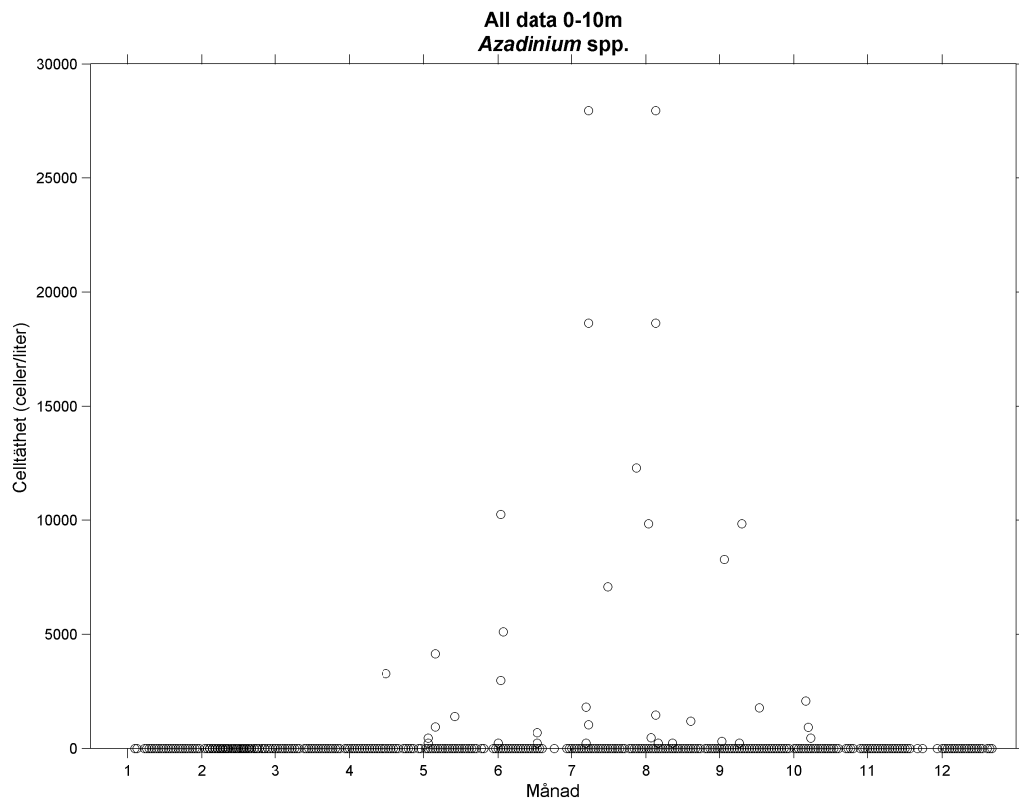
Dinoflagellaten *Azadinium spinosum* producerar azaspiracider (AZT). Giftet är inte lika potent som PST utan liknar mer DST. Gifter upptäcktes först i skaldjur från Irland år 1995. Man misstänkte länge att hetereotrofa dinoflagellater från släktet *Protoperidinium* producerade giftet. Det har visat sig vara felaktigt. *Protoperidinium* har sannolikt blivit giftiga efter att ha ätit *Azadinium*. *A. spinosum* har noterats i prover från Västerhavet sedan år 2009 (Figur 102-104). Innan år 2008 var arten inte beskriven. Den har dock sannolikt funnits i planktonfloran i Västerhavet under många år. AZT har noterats i musslor från Bohuskusten i februari och september-oktober 2009. Halterna var långt under gränsvärdet (15). Det finns flera närbesläktade arter som förs till släktet *Azadinium* som producerar AZT.



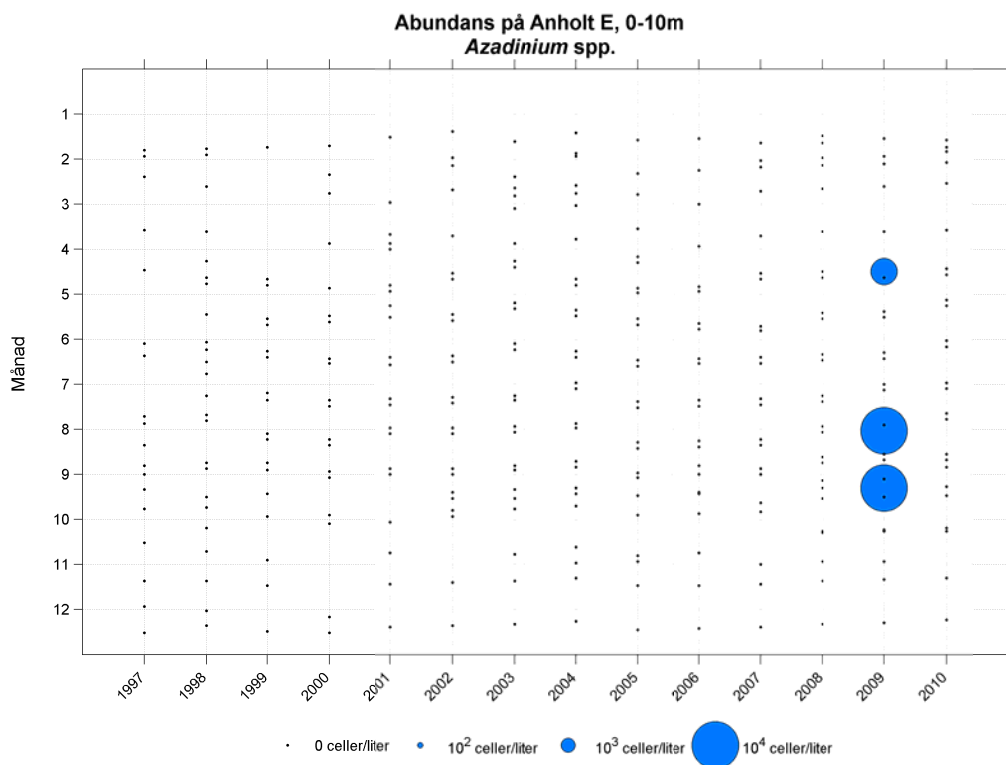
Figur 101. *Azadinium* cf. *spinosum*. Foto Ann-Turi Skjevick.



Figur 102. Förekomst av *Azadinium* spp. i hela datamaterialet. Notera att arten inte var känd innan 2008. Först år 2009 började man identifiera den inom miljöövervakningen.



Figur 103. Säsongsvariation för förekomst av *Azadinium* spp i hela datamaterialet. Observationer är från 2009- 2010.



Figur 104. Observationer av *Azadinium* spp vid Anholt E, utsjö Kattegatt, typområde 0.

4.6.4.5 *Protoceratium reticulatum*

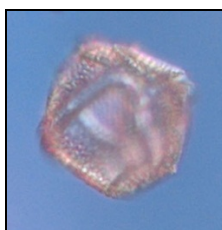
Denna dinoflagellat producerar yessotoxiner som ansamlas i bl.a. blåmusslor. Giftet antas ha låg eller ingen inverkan på människor. Giftet har ett gränsvärde på 1 mg/kg musselkött. Detta överskrids relativt ofta i prover från Bohuskusten, vilket är ett problem för musselindustrin (11). I figurerna 108-111 visas långtidsserier och säsongsvariation. Arten är vanligast i maj-juni men förekommer även andra tider under året. Arten har vilstadiet som hittas på sedimentationsbotten längs Västkusten (14).



Figur 105. *Protoceratium reticulatum*. Foto Ann-Turi Skjevik.

4.6.4.6 *Lingulodinium polyedrum*

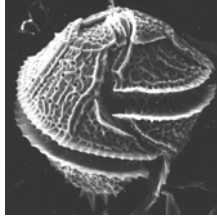
Även denna dinoflagellat producerar yessotoxiner. I figurerna 108-111 visas långtidsserier och säsongsvariation. Arten har vilstadiet som hittas på sedimentationsbotten längs Västkusten (14).



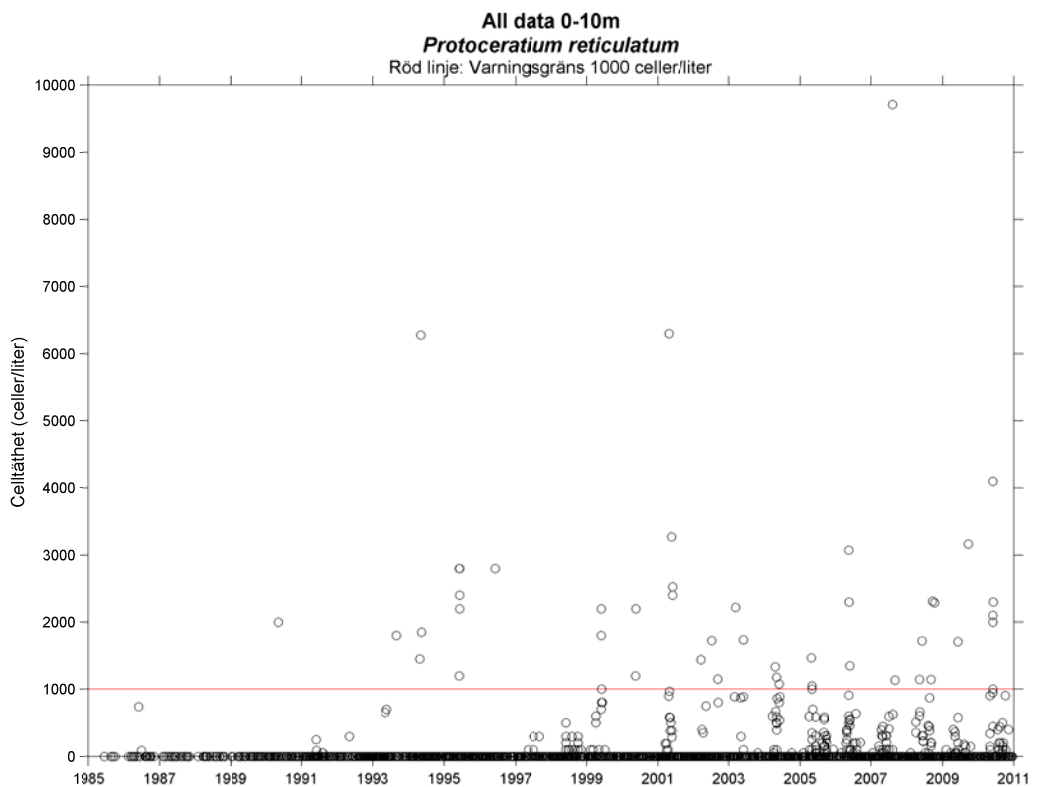
Figur 106. *Lingulodinium polyedrum*. Foto Ann-Turi Skjevik.

4.6.4.7 *Gonyaulax spinifera*

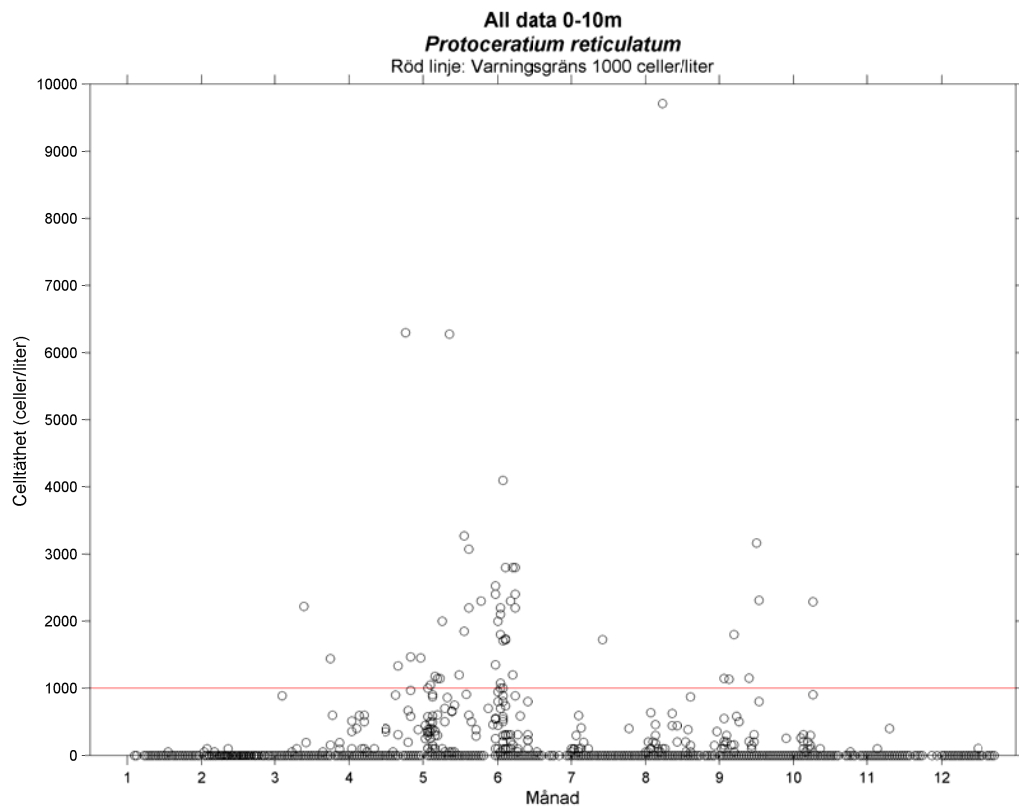
Även denna dinoflagellat producerar yessotoxiner men det har enbart rapporterats från Nya Zeeland. I figurerna 108-111 visas långtidsserier och säsongvariation. Arten har vilstadier som hittas på sedimentationsbottnar längs Västkusten (14).



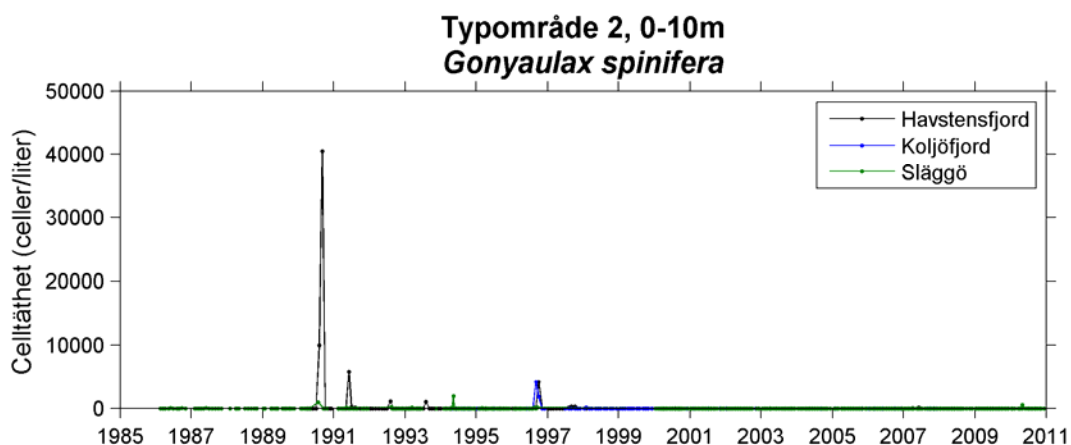
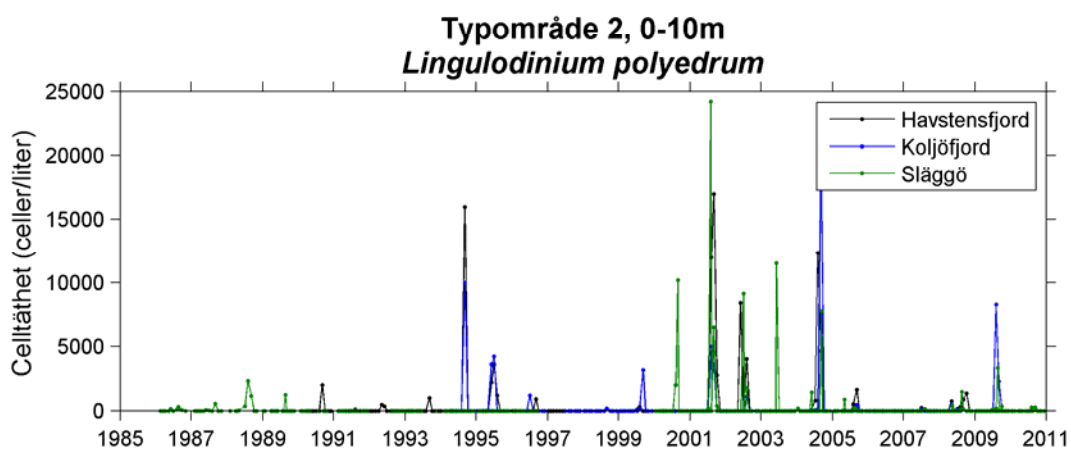
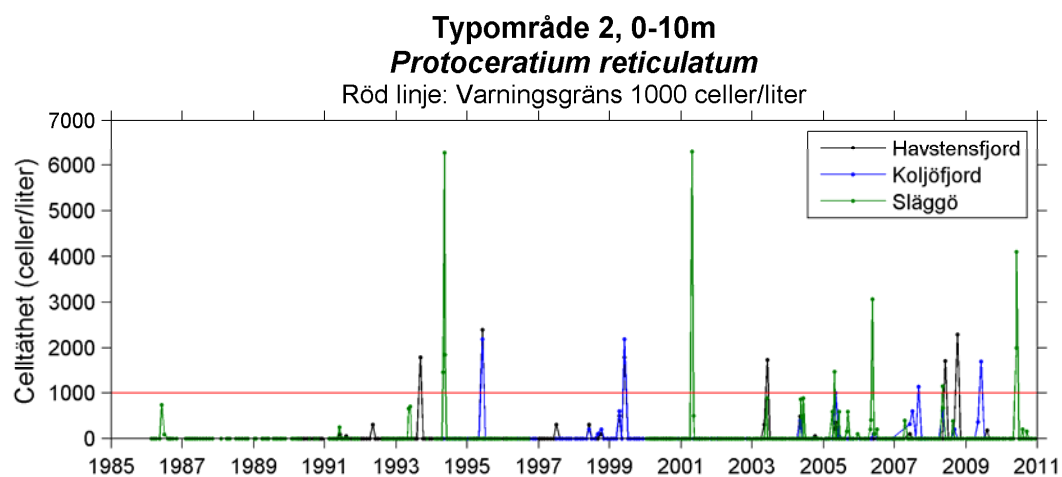
Figur 107. *Gonyaulax spinifera*. Foto Mats Kuylenstierna.



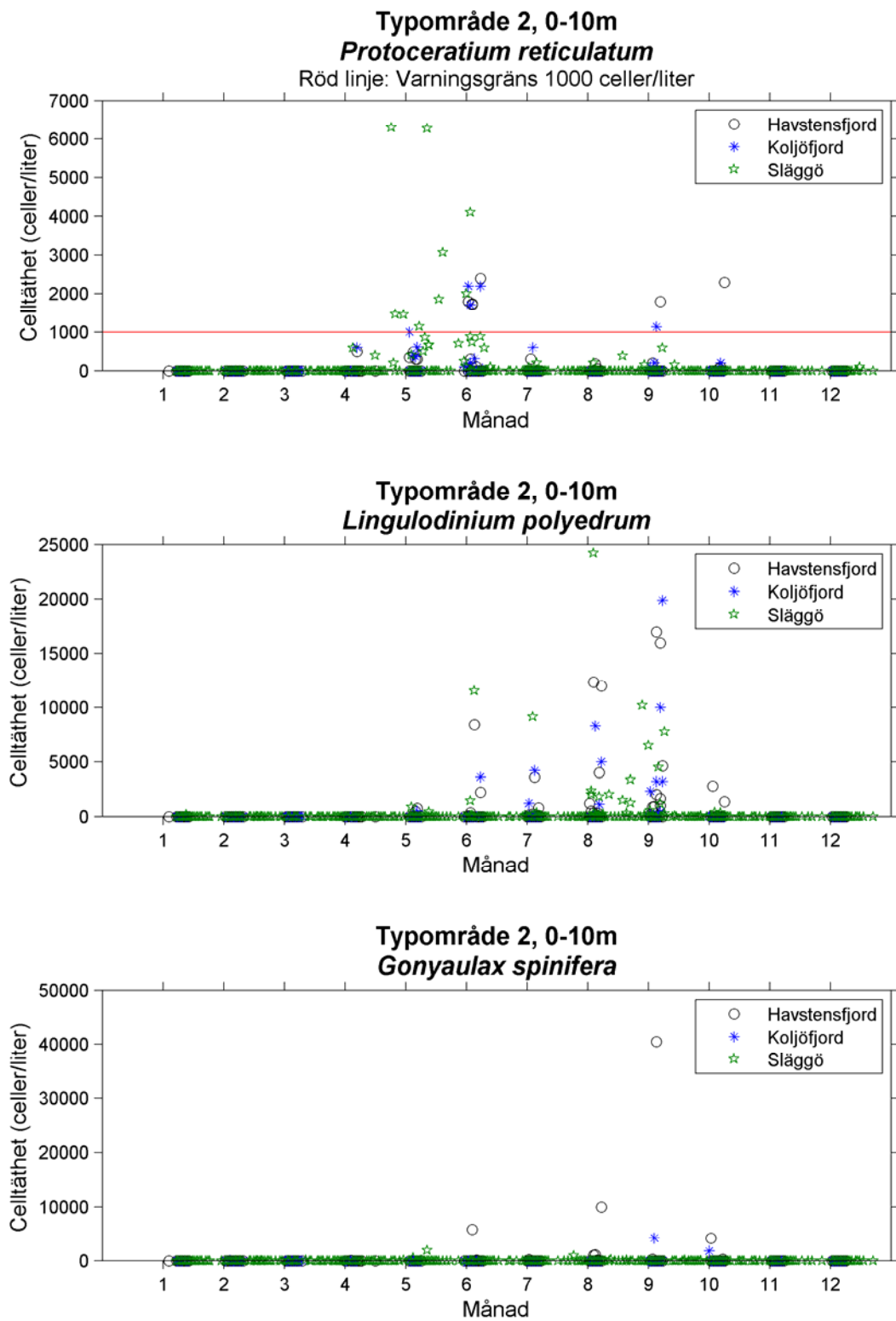
Figur 108. Förekomst av *Protoceratium reticulatum* i hela datamaterialet.



Figur 109. Säsongsvariation gällande förekomst av *Protoцерatium reticulatum* i hela datamaterialet.



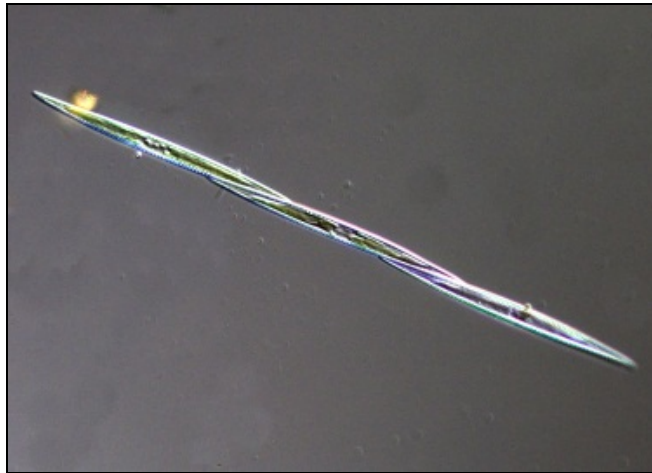
Figur 110. Tidsserie gällande förekomst av arter som producerar yessotoxiner i typområde 2.



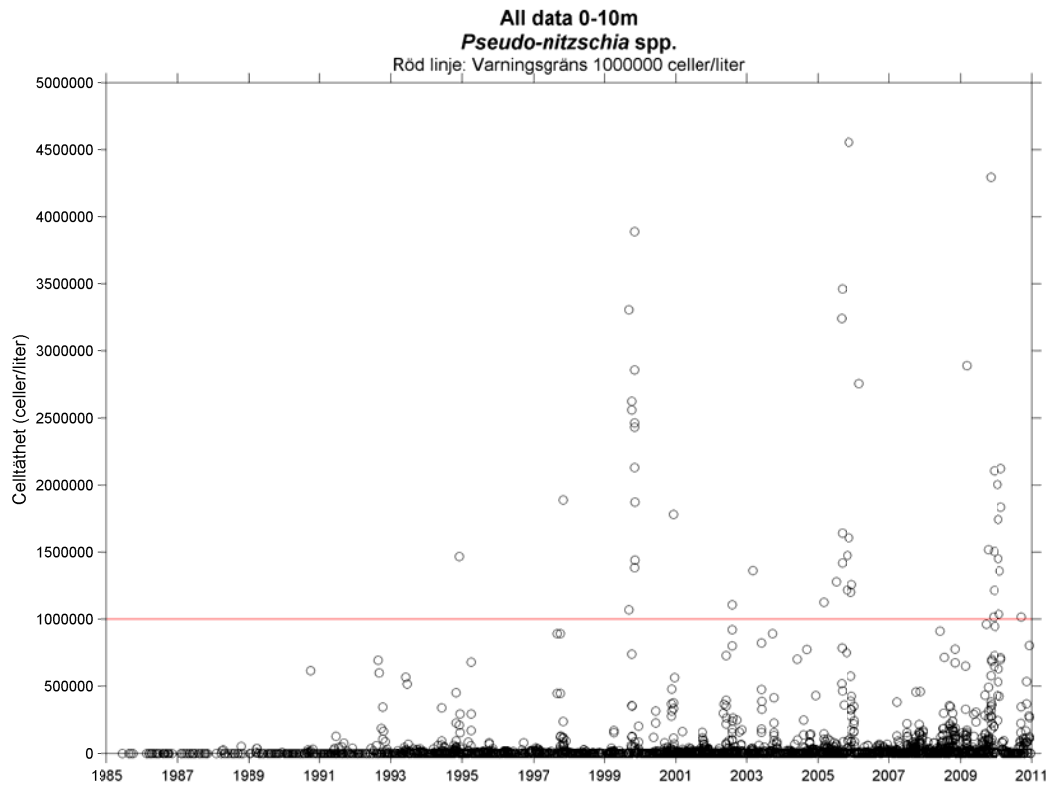
Figur 111. Säsongsvariation gällande förekomst av arter som producerar yessotoxiner i typområde 2.

4.6.4.8 *Pseudo-nitzschia*

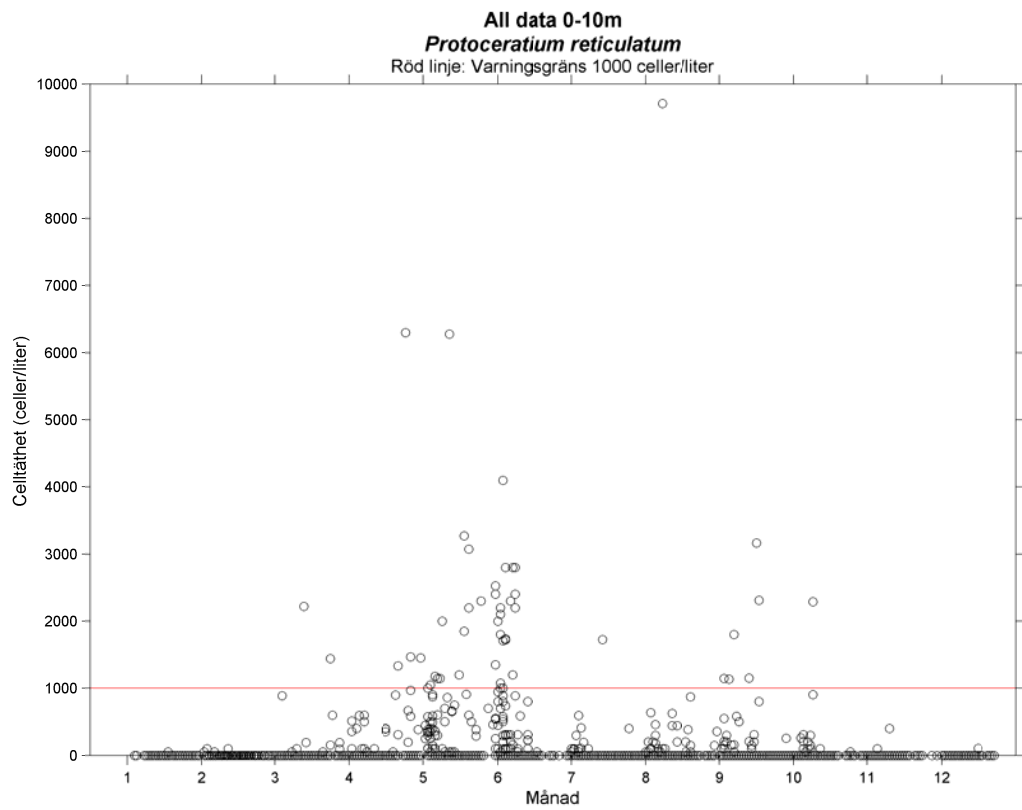
Kiselalgssläktet *Pseudo-nitzschia* är vanligt förekommande i Skagerrak-Kattegatt. En studie i yttre Oslofjorden har påvisat ca 10 arter (21). Arter inom släktet kan producera domorinsyra, som bl.a. kan orsaka minnesförlust. Beteckningen AST (Amnesic Shellfish Toxin) används vanligen. AST har påvisats i halter under gränsvärdet i Norge och Danmark. I Sverige har endast ett fåtal prover analyserats vad gäller AST-innehåll. Halterna har varit under gränsvärdet. I Sverige tillämpas en varningsgräns på 1 000 000 celler per liter medan man i Danmark har en varningsgräns på 50 000 celler per liter. En ökning av celltätheter har noterats på senare år (Figureerna 113 och 115). Det verkar också som om *Pseudo-nitzschia* nu förekommer under en större del av året (Figur 114-115).



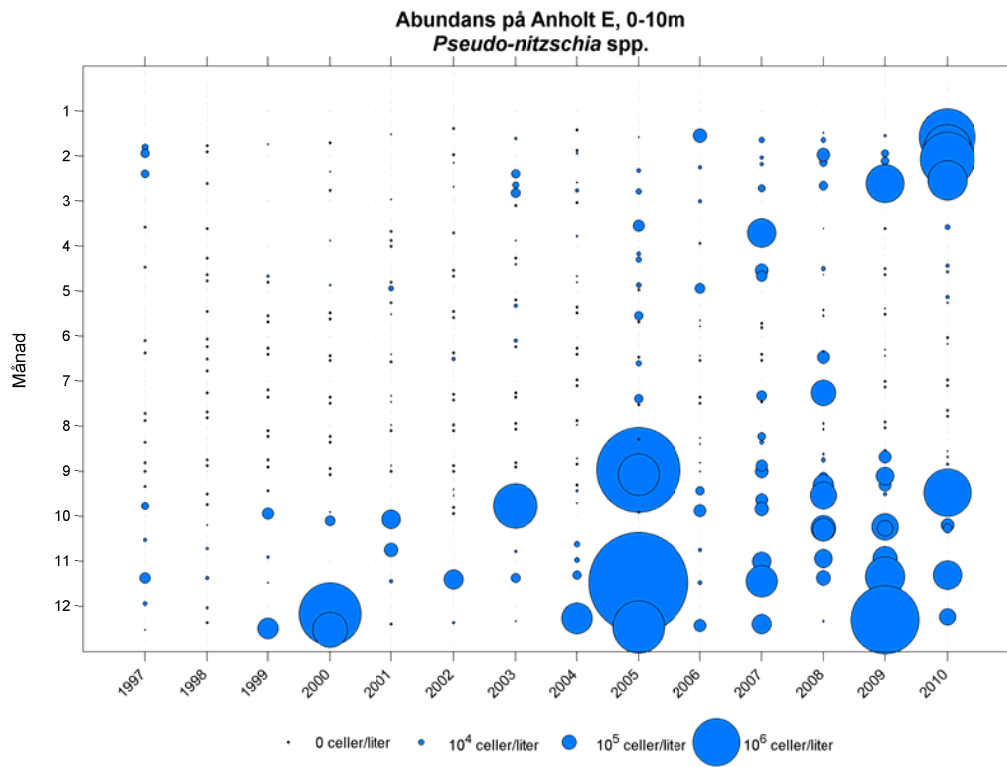
Figur 112. *Pseudo-nitzschia* sp. Foto Ann-Turi Skjevik.



Figur 113. Tidsserie gällande förekomst av *Pseudo-nitzschia* spp i hela datamaterialet.



Figur 114. Säsongsvariation gällande förekomst av *Pseudo-nitzschia* spp i hela datamaterialet.



Figur 115. Förekomst av *Pseudo-nitzschia* spp vid Anholt E, utsjö Kattegatt, typområde 0.

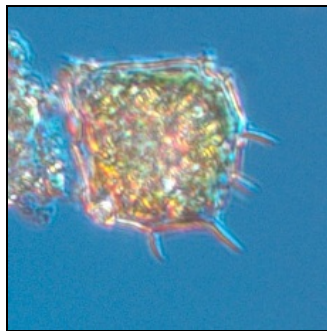
4.6.4.9 Förekomst av andra potentiellt skadliga alger

En kvinna som badade vid Askimsbadet i södra Göteborg fick en känsla av bedövning och även en brännande känsla i huden och besökte sjukhus 6 juni 2007 (17). En läkare misstänkte en allergisk reaktion. Även andra som badade hade symptom, men lindrigare. SMHI tog prover två dagar senare och noterade förekomst av en euglenofyt och en dinoflagellat. Dinoflagellaten är känd som skadlig från andra områden.

Dominerande arter vid Askimsbadet 8 juni 2007:

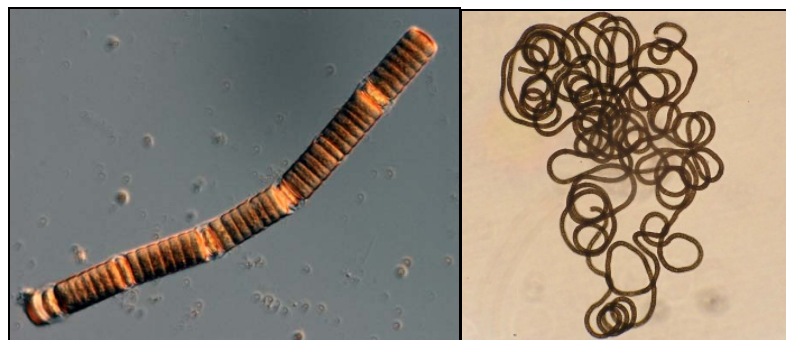
Oidentifierbar art som tillhör Euglenophyceae 2 400 000 celler per liter

Peridinium quinquecorne 1 500 000 celler per liter



Figur 116. *Peridinium quinquecorne*. Foto Ann-Turi Skjevik.

Nodularia spumigena är en cyanobakterie (blågrönalg) som producerar giftet nodularin som bl.a. orsakat att hundar dött i Östersjöområdet (18). Denna art kan tillsammans med andra cyanobakterier bilda täta ytansamlingar i Östersjön. Detta sker framförallt under juli månad vid svaga vindar. Dessa ytansamlingar transporteras ibland ut i Kattegatt. Senast detta observerades var år 2006.



Figur 117. *Nodularia spumigena*. Foto Lars Edler och Ann-Turi Skjevik.

Under kapitel 4.5.3 beskrivs flera potentiellt skadliga växtplankton, bl.a. dinoflagellaten *Prorocentrum minimum*.

4.6.5 Referenser

- 1 Richardson, 1997 Harmful or exceptional phytoplankton blooms in the marine ecosystem. *Adv. Mar. Biol.* 31: 301–385.
- 2 Parker, M. 1987. Exceptional plankton blooms conclusion of discussions: Convener's report. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer* 187: 108–114.
- 3 Smayda, T. J. 1997. What is a bloom? A commentary. *Limnol. Oceanogr.* 42: 1132–1136.
- 4 Rosenberg, R. och L. Edler. 1980. Laholmsbukten – oviss framtid för störd miljö. *Forskning och Framsteg*, 3, 1981. 36-39
- 5 Edler, L. 1984. A mass development of *Ceratium* species on the Swedish west coast. *Limnologica*. 15 (2), 353-357.
- 6 Lindahl, O., L. Edler och Bo Sundström. 1989. *Chrysochromulina polylepis*: Förekomst, hydrografi och autekologi under april-juni 1988. I Algblomningen av *Chrysochromulina polylepis* vid svenska västkusten 1988. Red. Lindahl, O. och R. Rosenberg. Naturvårdsverket Rapport 3602. 33-46
- 7 Lindahl, O. and Dahl, E., 1990 On the development of the *Chrysochromulina polylepis* bloom in the Skagerrak in May–June 1988, E. Granéli, B. Sundström, L. Edler, D.M. Anderson, Editors , *Toxic Marine Phytoplankton*, Elsevier, New York (1990), pp. 189–194.
8. Kuylenstierna, M., Karlson, B. Seasonality and composition of pico- and nanoplanktonic cyanobacteria and protists in the Skagerrak. (*Botanica Marina*, 1994, Vol. 37: 17-33).
9. Ypma, J.E. and Throndsen, J. (1996). Seasonal dynamics of bacteria, autotrophic picoplankton and small nanoplankton in the Inner Oslofjord and the Skagerrak in 1993. *Sarsia*, 81: 57-66.
10. Lindahl, O. 1983. On the development of a *Gyrodinium aureolum* occurrences on the Swedish West Coast in 1982. *Mar. Biol.* 77: 143-150.
11. Nordlander, I., Persson, M., Hallström, H., Simonsson, M. and Karlson, B. (2011). Årsrapport 2009-2010 Kontrollprogrammet för tvåskaliga blötdjur, Rapport 14 – 2011, 25 sidor.
12. Karlson, B., Rehnstam-Holm, A-S. & Loo, L-O. (2007). Temporal and spatial distribution of diarrhetic shellfish toxins in blue mussels, *Mytilus edulis* (L.), on the Swedish west coast, NE Atlantic, 1988-2005. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Reports Oceanography, no 35, 40 pp.
13. Lindahl, O., Lundve, B., Johansen, M. 2007). Toxicity of *Dinophysis* spp. in relation to population density and environmental conditions on the Swedish west coast. *Harmful Algae* 6: 218-231
14. Persson A., A. Godhe, B. Karlson (2000) Dinoflagellate cysts in recent sediments along the Swedish west coast. *Botanica Marina*. 45:69-79.
15. Persson, M. och Karlson, B. (2009) Årsrapport 2008 – Kontrollprogrammet för tvåskaliga blötdjur, Livsmedelsverket rapport 6, 31 sidor.
16. ICES. 2010. Report of the ICES-IOC Working Group on Harmful Algal Bloom Dynamics (WGHABD), 6-10 April 2010, Bermuda, UK. ICES CM2010/SSGHIE:09. 55 pp. www.ices.dk.
17. ICES. 2007. Report of the ICES-IOC Working Group on Harmful Algal Bloom Dynamics (WGHABD), 10-13 April 2007, Riga, Latvia. ICES CM 2007/OCC:06. 45 pp. www.ices.dk.
18. Edler L, Fernö S, Lind MG, Lundberg R, Nilsson PO (1985) Mortality of dogs associated with a bloom of the cyanobacterium *Nodularia spumigena* in the Baltic Sea. *Ophelia*, 24:103–107.
19. Paz, B., Daranas, A.H., Norte, M., Riobó, P., Franco, J.M. and Fernández, J.J. (2008). Yessotoxins, a Group of Marine Polyether Toxins: an Overview, *Mar. Drugs* 2008, 6, 73-102.
20. Rhodes L, McNabb P, de Salas M, Briggs L, Beuzenberg V, Gladstone M 2006. Yessotoxin production by *Gonyaulax spinifera*. *Harmful Algae* 5: 148-155.
21. Hostyeva V, Eikrem, W. and Edvardsen, B. (2010) Annual cycle of *Pseudo-nitzschia* species in the outer Oslofjord, Norway. Poster presented at the 14th International Conference on Harmful Algae, Crete 2010.

5 Diskussion

5.1 Syften med kontrollprogrammen

De växtplanktondata som ligger till grund för denna rapport kommer från flera olika miljöövervakningsprogram som delvis har olika syften. Den nationella miljöövervakningen finansieras huvudsakligen av Naturvårdsverket. De av riksdagen beslutade miljömålen styr bl.a. miljöövervakningen. När det gäller växtplankton i Västerhavet är målen nedan relevanta.

- *Begränsad klimatpåverkan*
- *Ingen övergödning*
- *Hav i balans samt levande kust och skärgård*
- *Ett rikt växt- och djurliv*

Dessutom finns det så kallade generationsmålet i vilket ingår:

- *Att ekosystemen har återhämtat sig, eller är på väg att återhämta sig, och att deras förmåga att långsiktigt generera ekosystemtjänster är säkrad,*
- *Att den biologiska mångfalden och natur- och kulturmiljön bevaras, främjas och nyttjas hållbart,*

På Naturvårdsverkets webbplats kan man läsa att *Miljöövervakningen ger kunskaper om förändringar i luft, vatten och mark och varnar för störningar i miljön*. Dessutom styr EU-direktiven Marina direktivet och Kustvattendirektivet miljöövervakningen (4, 5). I båda dessa direktiv är växtplankton en viktig parameter se bland annat referens (6). Det övergripande syftet med Bohuskustens Vattenvårdsförbunds program är enligt dess webbplats att svara på frågan ”Hur mår havet?”.

Förutom den långsiktiga miljöövervakningen finns ett behov av att veta tillståndet i havet nu. När det gäller växtplankton handlar det mycket om att kunna varna för skadliga algbloomningar som kan påverka bl.a. musselodling, fiske och turism.

5.1.1 Biodiversitet

Vårblomningen är tydlig i alla typområden. Det är också tydligt att man med nuvarande provtagningsfrekvens, med generellt en provtagning per månad, ofta missar de maximala celltäthetstopparna och ibland kanske även missar vårblomningen. Detta leder till en underskattning av vårblomningens potential att ta hand om närsaltsöverskottet efter vintern och ge föda åt djurplankton och botten djur.

Att vårblomningar (och andra blomningar) missas på grund av provtagningsfrekvensen gör det svårt att avgöra om blomningar förflyttas i tid, rum eller i omfattning. Förändringar som skulle kunna sättas i samband med förhöjda temperaturer eller andra omvärldsfaktorer.

Biovolymsmätningar som tar hänsyn till cellers olika storlekar ger jämfört med celltäthet en bättre bild av den biomassa som är uppbunden av alger. Till exempel kan sommarblomningen som ofta består av stora celler få nästan samma storlek som vårblomningen och i enstaka fall vara större, vilket inte blir resultatet när man endast tittar på antal celler per liter. Det är även viktigt att poängtera att man genom att mäta cellers storlek får en bättre bild av den tillgängliga födan för olika betare så som musslor, hoppkräftor, hinnkräftor samt larver av ryggradslösa djur då många av dessa har en storlekspreferens på sin föda.

En tydlig och klar bild att artdiversiteten och klassdiversiteten har ökat genom åren har påvisats. Det kan finnas flera anledningar till denna ökning av både arter och klasser. Ett skäl till ökningen är troligtvis att de flesta taxonomer har ökat sin artkunskap via interkalibreringar, kurser och kontaktnät som på senare år blivit vanligare, inte minst tack vare bildandet av expertgruppen för växtplankton i Östersjön (PEG gruppen) år 1991.

Vid de flesta stationer ökar både antal funna klasser och taxa markant runt 2002. Den troligaste förklaringen till denna ökning är att man då förändrade analysmetoderna. Man har sedan 2002 gått från användandet av 10 till 20 ml provvolym, vilket ökar möjligheten att identifiera arter och därmed klasser som förekommer i låg täthet. En annan anledning kan vara förbättrade mikroskop med bättre optik. Det är helt enkelt möjligt att identifiera fler arter när högkvalitativa objektiva med interferenskontast används, jämfört med enklare utrustning.

Det bör även noteras att man vid tidigare analyser rapporterade förekomst av enstaka celler av en art genom semikvantitativa uppskattningar och att dessa inte tagits med i analysen då arbetet att få in data var för tidskrävande för denna studie. Detta förfarande appliceras fortfarande vid ett fåtal stationer såsom S-5 i typområde 5. Det gjordes dock en direkt uppskattning av denna effekt i denna studie genom att ett års data (1993) manuellt lades in. Resultatet visade att denna datamängds betydelse för totalt antal funna arter inte bidrog nämnvärt.

Man kan hoppas att det vi ser utöver bättre metoder och ökad artkunskap är överlag mer artrika samhällen vilket skulle vara positivt. Artrika samhällen tyder oftast på bättre vattenkvalitet med lägre halter av närsalter.

Några typområden innehåller flera växtplanktonstationer. Antal arter man återfinner vid stationer tillhörande samma typområden verkar överlag vara relativt samstämmiga. Det finns dock typområden med flera stationer som visar skillnader mellan inbördes stationer, både vad gäller totalt antal funna arter över året, men också vilka grupper som dominerar. Det kan vara intressant att jämföra skillnader även vad gäller abiotiska faktorer i dessa typområden för att se om man behöver ändra indelningen av typområden på något sätt.

5.1.2 Försvunna och nytillkomna arter

Utvärderingen av data från slutet av 1800-talet och fram till våra dagar vad gäller artförekomst av växtplankton visar att några arter inte längre registreras i Västerhavet. Det kan finnas flera orsaker till detta, som till exempel närsaltsbalans och klimatförändringar. Den globala uppvärmningen har på senare år rent allmänt visat en förskjutning norrut av många marina organismer. När det gäller de kiselalger som försvunnit från Västerhavet är det mönstret inte tydligt. Några kallvattenarter har faktiskt försvunnit, men det har också några varmvattenarter gjort.

Ett antal växtplanktonarter är nya för Västerhavet. Man ska dock vara medveten om osäkerheten, eftersom resultaten kan spegla ofullständigt äldre datamaterial och förbättrade analysredskap. Men även här kan förändrad närsaltsbalans och klimatförändringar vara orsaker till artsammansättningens förändring. Det är sannolikt att åtminstone vissa av de nytillkomna arterna förts in med barlastvatten. Ett troligt exempel är den obeskrivna kiselalgen *Chaetoceros* sp. X. Det kanske tydligaste exemplet på att en ny växtplanktonart haft påverkan i Västerhavet är släktet *Pseudochattonella*, som bland annat orsakat fiskdöd i danska odlingar.

5.1.3 Skadliga algbloomingar

Skadliga algbloomingar förekommer relativt frekvent i Västerhavet. Stora blomingar förekommer inte varje år men ofta med något års mellanrum. Ett återkommande problem är dinoflagellater från släktet *Dinophysis* som producerar diarrégifter vilka ansamlas i bl.a. musslor. Resultaten visar bl.a. på att *D. acuta* blir ovanligare närmare Östersjön. Det tycks finnas ett salthaltsberoende för denna art. *Alexandrium* spp., som producerar paralyserande skaldjursgifter, förekommer också men inte så frekvent. Ett metodikproblem är att det är svårt att identifiera

Alexandrium till art med ljusmikroskop. Man bör överväga att använda molekylärbiologisk metodik för att råda bot på detta problem. Det gäller även kiselalgssläktet *Pseudo-nitzschia*, som producerar domorsionsyra (AST). Det finns ett tiotal arter i området men endast två grupper identifieras med ljusmikroskop. Ett annat alternativ är att regelbundet använda elektronmikroskopi för att identifiera dessa arter. Nya problemarter i Västerhavet är bl.a. *Azadinium spinosum* som producerar AZT och *Pseudochattonella* spp. som orsakar fiskdöd.

5.1.4 Hur stor del av arterna identifieras inte?

Vissa grupper av växtplankton är svåra att identifiera till art med den metodik som används inom miljöövervakningen. Ett par exempel är kiselalger från släktet *Pseudo-nitzschia* och dinoflagellater från släktet *Alexandrium*. Båda dessa släkten innehåller giftiga arter. Inom släktet *Pseudo-nitzschia* har ett tiotal arter identifierats i Skagerrak (se avsnittet om skadliga alger) men inom miljöövervakningen särskiljer man normalt bara två grupper.

Arter större än 10 µm kan ofta identifieras till art men det största cellantalet finns i gruppen <10 µm. De som identifierats till *unicells* eller *flagellates* har inte tagits med i presentationen av resultat i denna rapport. Bland dessa små växtplankton finns ett stort antal arter som till exempel släktet *Chrysochromulina* med ett femtiotal kända arter och eukaryota pikoplankton, där flera nya arter beskrivits på senare år. Man bör alltså vara medveten om att den metodik som idag används inom miljöövervakningen av växtplanktonsamhället inte ger den fullständiga bild man skulle önskat.

I Skottland och Nya Zeeland används molekylärbiologiska metoder för identifiering av vissa svåridentifierade giftiga arter rutinemässigt. Det sker som ett komplement till traditionell mikroskopi. I bl.a. Norge pågår forskning för att ta fram kostnadseffektiva molekylärbiologiska metoder för användning inom miljöövervakning.

5.1.5 Förändringar i cellantal och biomassa

Långtidstrenderna visar varierande resultat, men de totala artantalen ökar signifikant med tiden liksom de totala cellantalen gör vid flera stationer under vissa månader. Släggö i typområde 2 vid Skagerraks kust utmärker sig både vad gäller flest ökande trender i totala cellantal och totala artantal. Även när man går in på specifika släkten av växtplankton sticker Släggö ut, i och med att långtidsserier av kiselalgerna *Pseudo-nitzschia* och dinoflagellaterna *Ceratium* ökar signifikant under flera månader om året. Varför just Släggö sticker ut är osäkert.

Syftet att ta växtplanktonprov i intervallet 10-20 meter var initialt att övervaka blomningar och arter som uppträder i tunna skikt med liten vertikal utbredning. Visserligen hittas unika arter, men på grund av utspädningseffekten med slang så går det inte att säga om arten lokalt funnits i förhöjda cellantal i ett tunt skikt.

Utvärderingen av tidsserier av de olika djupintervallen visar att det inte skiljer mycket i mönster över året i de olika analyserna. Skillnaden ligger i att celltäthet och antal arter ligger något lägre i resultaten från 10–20 meter, förutom i juli då medelartantalet är exakt detsamma i de två djupintervallen. Vad man kan missa där 10-20 meter inte provtas är en sjunkande blomning.

5.1.6 Korrelationer med abiotiska parametrar

Man kan tänka sig flera förklaringar till varför inga starka korrelationer hittades när omvärldsparimetrar testades med växtplanktonadata i analysverktyget PRIMER.

- Miljöövervakningen studerar normalt tillståndet i miljön och mäter inte de processer som skapar tillståndet. Därför är ingående data inte optimerade för att analysera t.ex. hur en algblomning uppkommer eller försvinner.

- Vi har endast kännedom om ett fåtal av de parametrar som styr mängden växtplankton och det är kanske fel miljöparametrar som analyserats. En parameter som diskuterats är t.ex. språngskiktets styrka och djup. Om språngskiktet inte är starkt nog eller om det ligger för djupt kan växtplankton sjunka så djupt att ljustillgången blir begränsande.
- Analysen har fokuserat på faktorer som kan begränsa alg tillväxten. Däremot saknar vi information om många av de processer som leder till att växtplankton försvinner ur det pelagiska systemet såsom betningstryck från djurplankton och mikroheterotrofa organismer samt koagulering och sedimentation av växtplankton. Det senare är en process som stimuleras av turbulens i vattnet och vissa växtplanktonarters utsöndring av ämnen.
- Växtplankton är inte en homogen grupp utan innehåller många olika funktionella grupper som svarar olika mot den yttre miljön (t.ex. överlevnadschans) och som också påverkar varandra på olika sätt (t.ex. genom konkurrens eller predation). Detta ser vi inte i en analys av totala celltätheten, men vi upptäckte heller inga enkla samband för kiselalger eller dinoflagellater när dessa analyserades separat.
- Olika parametrar ändras olika snabbt och inte alltid i samma takt som celltätheten av växtplankton. Detta kan leda till att den ögonblicksbild (ofta endast en per månad) som en provtagning utgör inte nödvändigtvis speglar hur ett algsamhälle i jämvikt med sin omgivning skulle reagera på de koncentrationer, ljusmängd, etc. som råder vid provtagningstillfället. Ett exempel är global strålning där vi använt ett integrerat värde för hela dygnet (data finns för varje timme på dygnet, dessa 24 värden har summerats). Om vi under en veckas tid har molnfria förhållanden med mycket ljusinstrålning kan det vara en hög produktion av växtplankton. Men själva mätningen kanske sker den åttonde dagen med mycket moln och lite instrålning, vi har då höga koncentrationer växtplankton samtidigt som vi har lite instrålning. Ett sätt att komma ifrån detta kan vara att integrera den globala instrålningen under en längre tid, till exempel för en hel vecka bakåt i tiden från att mätningen av växtplankton utfördes. Liknande procedur kan testas för närsalter som kan vara höga, vilket leder till en blomning. När sedan en provtagning sker kan man hitta höga koncentrationer växtplankton medan närsalterna konsumerats. Tätare mätningar som integreras över lite längre tid skulle kanske ge bättre korrelationer.

Sammantaget är det kanske inte så förvånande att inte en eller ett fåtal parametrar kan beskriva den celltäthet som uppmäts i miljöövervakningen

5.1.7 Fångar provtagningsprogrammen den naturliga variationen?

Algblomningar är relativt snabba fenomen som ofta styrs av vädret. En period med svaga vindar kan resultera i en blomning som sedan försvinner när vinden ökar igen. Strömmar och skiktning och biologiska processer ger också upphov till relativt småskalig variation både i horisontal och vertikalt. Provtagningsprogram behöver vara anpassade till den naturliga variationen i tid och rum.

Provtagningsfrekvensen inom den svenska miljöövervakningen är för de flesta stationer en gång per månad. Undantag är station Släggö vid Gullmarsfjordens mynning och något förhöjd frekvens under vårbloomingen i Öresund. Station Anholt E har provtagits ca 24 gånger om året, men provtagningarna ligger parvis med ett par dagars mellanrum en gång i månaden. Resultaten som presenteras i den här rapporten stödjer enligt vår mening tesen att frekvensen är för låg för att fånga den naturliga variationen. Det är sannolikt en anledning till att starka samband med omvärldparametrar inte har gått att finna.

5.1.8 Slutsatser

- Biodiversiteten bland växtplankton ökar i de flesta områdena i Västerhavet och Öresund.
- Nya arter har tillkommit och några har försvunnit.
- En signifikant ökning i växtplanktons celltäthet har observerats på många platser.
- Skadliga algbloomningar är relativt vanligt förekommande.
- Provtagningsfrekvensen inom den marina miljöövervakningen bör höjas framför allt under perioden för vårblomning, men är önskvärt generellt för att kunna följa den naturliga variationen under året.
- Det kan diskuteras om djupintervallen 10-20 m tjänar sitt syfte, som initialt var att fånga arter som tillväxer i tunna skikt, eller om resultaten är värdefulla på annat vis, till exempel att sjunkande blomningar observeras emellanåt.
- Provtagningsprogram mellan olika aktörer skulle kunna samordnas, bl.a. provtagning för Livsmedelsverket och Bohuskustens Vattenvårdsförbund, eftersom de musselodlingar Livsmedelsverket provtar vid ligger inom Vattenvårdsförbundets område. Närliggande stationer skulle kunna leda till ökad provtagningsfrekvens.
- Provtagningsmetodik bör förändras så att alger som förekommer i tunna skikt provtas.
- Analysmetodik bör utökas så att små växtplankton kan analyseras kvantitativt. Detta kan ske med flödescytometer och/eller fluorescensmikroskopi.
- Molekylärbiologisk metodik bör införas för identifikation av utvalda skadliga arter och för studier av genetisk diversitet.
- Regelbundna interkalibreringar och workshops bör anordnas för att säkerställa att växtplankton identifieras och räknas på samma sätt oberoende av utförare. Detta bör ske på skandinavisk nivå, d.v.s. mellan Sverige, Norge och Danmark.

5.2 Referenser

1. Bohuskustens Vattenvårdsförbunds webbplats. <http://www.bvuf.se/>
2. Naturvårdsverket (2011) Miljömålen på ny grund, Naturvårdsverket rapport 6433.
3. Naturvårdsverket webbplats <http://www.naturvardsverket.se>
4. DIRECTIVE 2000/60/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy
5. DIRECTIVE 2008/56/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive)
6. COMMISSION DECISION of 1 September 2010 on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters (2010/477/EU)

6 Tillkännagivanden

SMHI är verkligen tacksam över att ha fått denna möjlighet att utvärdera växtplanktondata och vill rätta ett stort tack till Länsstyrelsen för Västra Götaland i allmänhet och Karin Pettersson i synnerhet för att vi fick uppdraget.

Vi vill också tacka Anders Grimvall och Mats Lindegarth, båda Havsmiljöinstitutet, för att de fungerat som bollplank gällande framför allt statistiska frågor. Anders hjälpte oss också med verktyg för och förklaringar av Mann Kendall analyserna.

Materialet som ligger till grund för rapporten är en produkt av många års arbete från många personer. Det handlar om provtagare, mikroskopister, databasspecialister och andra. De är alla värda ett stort tack för sitt arbete.

Naturvårdsverket, Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Gullmarens kontrollprogram, Hallands kustkontrollprogram, Nordvästra Skånes Vattenvårdsförbund och Öresunds Vattenvårdsförbund har finansierat en stor del av provtagning och växtplanktonanalyser genom åren.

7 Appendix 1-5

Dessa är försättsblad med förklaring till övriga grafer (ej med i rapporten) som återfinns på adressen:

<http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/Sv/publikationer/Pages>

Appendix 1: Säsongsvariation

Appendix 2: Tidsserier

Appendix 3: Biologisk mångfald

Appendix 4: Djupkorrelationer

Appendix 5: Algbloomingar

Appendix 1a

Säsongsvariation celltätet

Figureerna visar månadsmedel av celltätet (celler / liter), färgerna representerar olika grupper av alger.

Figureerna ligger i två mappar:

Mapp 1) med_unicells_and_flagellates. Figureerna är uppdelade stationsvis, 2005-2010 (17 figurer).

Mapp 2) utan_unicells_and_flagellates. Figureerna är uppdelade stationsvis; alla mättillfällen, 2000-2010 och 2005-2010 (57 figurer).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Hallands Väderö	56°29,50'	12°32,00'	25	1989-1991, 1993-1994
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Riksgränsen (Nr22)	58°58,20'	11°03,20'	230	1994-1997
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Alsbäck	58°19,40'	11°32,80'	119	1986-1989
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	BROA	58°15,50'	11°13,50'	52	1989-1996
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Byfjorden	58°20,00'	11°53,00'	45	1994-1999
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	1°1'35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:2 Lomma	55°40,00'	12°58,35'	12	1985-1988
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 1b

Säsongsvariation biovolym

Figurerna visar månadsmedel av biovolym, färgerna representerar olika grupper av alger.

Figurerna ligger i två mappar:

Mapp 1) med_unicells_and_flagellates. Figurerna är uppdelade stationsvis (6 figurer).

Mapp 2) utan_unicells_and_flagellates. Figurerna är uppdelade stationsvis (6 figurer).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2005-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	2005-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	2005-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2005-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	2005-2010
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	2005-2010

Appendix 1c

Säsongsvariation månadsmedel med standardavvikelser

Figurerna visar månadsmedel av celltäthet av totala antalet alger per station med standardavvikelser.

Figurerna är uppdelade typområdesvis, från utsjö (0 i figurerna) till typområde 7 (8 figurer).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 2a

Tidsserier, 35 figurer

Figureerna visar tidsserier av loggade värden av celltäthet av totala antal celler/liter.

Figureernas uppdelning:

- 1) Tidsserier av totala cellantalen från hela datamaterialet kommer först (1 figur).
- 2) Tidsserier uppdelade i typområden, alla typområden i samma figur (1 figur).
- 3) Månadsvis och typområdesvis från utsjö (0 i figurena) till 7 (8 figurer).
- 4) Tidsserier uppdelade stationsvis i alfabetisk ordning (17 figurer).
- 5) Tidsserier uppdelade typområdesvis från utsjö (0 i figurena) till 7 (8 figurer).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	1°1'35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 2b

Mann Kendall test

Exceldokument med

- 1) Rådata från alla stationer utan unicells and flagellates.
- 2) Rådata från alla stationer med unicells and flagellates.
- 3) Rådata från alla stationer med utvalda släkten och arter.
- 4) Sammanställda tabeller.

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 2c

Tidsserier med taxonom

Figurerna visar tidsserier av loggade värden av celltäthet av totala antal celler/liter. De olika taxonomerna har ersatts med A-I.

Figurernas uppdelning:

- 1) Stationsvis i bokstavsordning (17 figurer).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 3a

Biologisk mångfald; förändring av klass- och artantal

Figureorna visar antal arter och klasser i tidsserier.

Figureernas uppdelning:

- 1) Alla mätilfällen, antal arter (vänstra axel) och klasser (högra axel) (1 figur).
- 2) Stationsvis i bokstavsordning, antal arter (vänstra axel) och klasser (högra axel) (17 figurer).
- 3) Typområdesvis från utsjö (0 i figurerna) till 7, antal arter (vänstra axel) och klasser (högra axel) (8 figurer).
- 4) Alla mätilfällen, antal arter, alla stationer (1 figur).
- 5) All data av artantal indelat per taxonom (1 figur).
- 6) Stationsvis i bokstavsordning, antal arter och taxonom (17 figurer).
- 7) All data av artantal indelat per typområde (1 figur).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 3b

Biologisk mångfald; artantal under året

Figurerna visar antal arter från hela mätserien från hela området (6 figurer).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 4a

Skillnad mellan olika djup, celltäthet (celler/l)

Figurernas uppdelning:

- 1) Kvoten av loggade celltäthetsvärden (celler/l) mellan 0-10 och 10-20 meter; klasser och totala cellantal per station i varje typområde från utsjö (0 i figurerna) till typområde 7 (70 figurer).
- 2) Alla mättillfällen (log celler/l), 0-10 och 10-20 meter med tre års glidande medelvärden (1 figur).
- 3) Celltäthet, medelvärden per månad, alla mättillfällen; 0-10 och 10-20 meter (1 figur).
- 4) Celltäthet, medelvärden per månad, alla mättillfällen; 0-10 och 10-20 meter med standardavvikelser. (1 figur).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 4b

Skillnad mellan olika djup, antal arter och klasser

Figureernas uppdelning:

- 1) Antal arter per mättillfälle i tidsserier. 0-10 meter på vänster axel, 10-20 meter på höger axel, per typområde från utsjö (0 i figurerna) till typområde 5 (6 figurer).
- 2) Antal arter och klasser per mättillfälle i tidsserier. 0-10 meter på vänster axel, 10-20 meter på höger axel, per station. (13 figurer).
- 3) Medelantal arter per månad; 0-10 och 10-20 meter (1 figur).
- 4) Medelantal arter per månad; 0-10 och 10-20 meter med standardavvikelser (1 figur).
- 5) Antal arter och klasser per mättillfälle i tidsserier. 0-10 meter på vänster axel, 10-20 meter på höger axel, alla mättillfällen, hela området (1 figur).
- 6) Antal arter och klasser per mättillfälle i tidsserier. 0-10 meter på vänster axel, 10-20 meter på höger axel, alla mättillfällen, hela området, med standardavvikelser (1 figur).
- 7) Antal arter, alla mättillfällen med taxonom (2 figurer).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 4c**Skillnad mellan olika djup, unika arter på 10-20 meter jämfört med 0-10 meter**

En fil med tabell som innehåller antal gånger arter hittats på 10-20 meter och samtidigt inte hittats på 0-10 meter. Tabellen är indelad i stationer, två kolumner per station. Den första innehåller antal gånger arten hittats bara på det djupare intervallet, den andra kolumnen vad det innebär procentuellt.

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 5a**Algblomningar - storskaliga blomningar utan känd skadlig påverkan**

Figurerna visar ett urval av arter och klasser från hela det undersökta området; celltäthet (celler/l) uppdelade per månad och som tidsserier.

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 5b

Algblomningar – storskaliga skadliga blomningar

Figureernas uppdelning:

- 1) Arter och släkten. Alla mättillfällen (celler/l) per station i varje typområde från utsjö (0 i figurerna) till typområde 7 (70 figurer).
- 2) Alla mättillfällen av släktena *Chrysochromulina* och *Pseudochattonella*. Celler/l månadsvis och som tidsserier. Blomningsgränser finns med (4 figurer).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010

Appendix 5c

Algblomningar – potentiellt skadliga alger

Figureernas uppdelning

- 1) Celltäthet (celler/l) månadsvis av potentiellt skadliga arter och klasser uppdelade stationsvis inom varje typområde från utsjö (0 i figurerna) till typområde 7 (138 figurer).
- 2) Bubbelplostrar (celler/l) per station och art eller släkte (329 figurer).
- 3) Celltäthet (celler/l) i tidsserier av potentiellt skadliga arter och klasser uppdelade stationsvis inom varje typområde från utsjö (0 i figurerna) till typområde 7 (184 figurer).

Typområde	Organisation	Station	Latitud	Longitud	Djup, m	Tidsperiod
Utsjö	Naturvårdsverket	Å17	58°16,50'	10°30,80'	354	2001-2010
2	Naturvårdsverket	Släggö	58°15,50'	11°26,00'	64	1986-1997, 2000-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	Anholt E	56°39,10'	12°07,00'	63	1997-2010
Utsjö	Naturvårdsverket	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	2007-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Kosterfjorden (Nr16)	58°52,10'	11°06,20'	240	1990-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Stretudden	58°20,60'	11°24,20'	49	2000-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Havstensfjord	58°18,75'	11°46,40'	42	1990-2010
2	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Koljöfjord	58°13,83'	11°34,80'	42	1994-2010
3	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Åstol	57°55,18'	11°35,60'	56	1994-2010
1s	Bohuskustens Vattenvårdsförbund	Danafjord	57°40,69'	11°41,52'	39	1990-2010
4	Hallands Vattenvårdsförbund	N7 Ost Nidingen	57°18,20'	11°59,30'	26	1993-2010
Utsjö	Hallands Vattenvårdsförbund	N14 Falkenberg	56°56,40'	12°12,70'	33	1993-2002
5	Hallands Vattenvårdsförbund	L9 Laholmsbukten	56°33,90'	12°43,20'	20	1993-2010
5	Nordvästskånes Kustvattenkommitte	S-5	56°18,93'	12°39,13'	20	1997-2009
5	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 1:1 Höganäs	56°13,00'	12°31,00'	10	1997-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 3 Lundåkra	55°47,10'	12°54,40'	7.5	1985-2010
6	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 4:8 Lomma	55°41,20'	13°02,20'	8	1997-2010
7	Öresunds Vattenvårdsförbund	ÖVF 5:2 Höllviken	55°30,80'	12°52,85'	6	1997-2010



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN