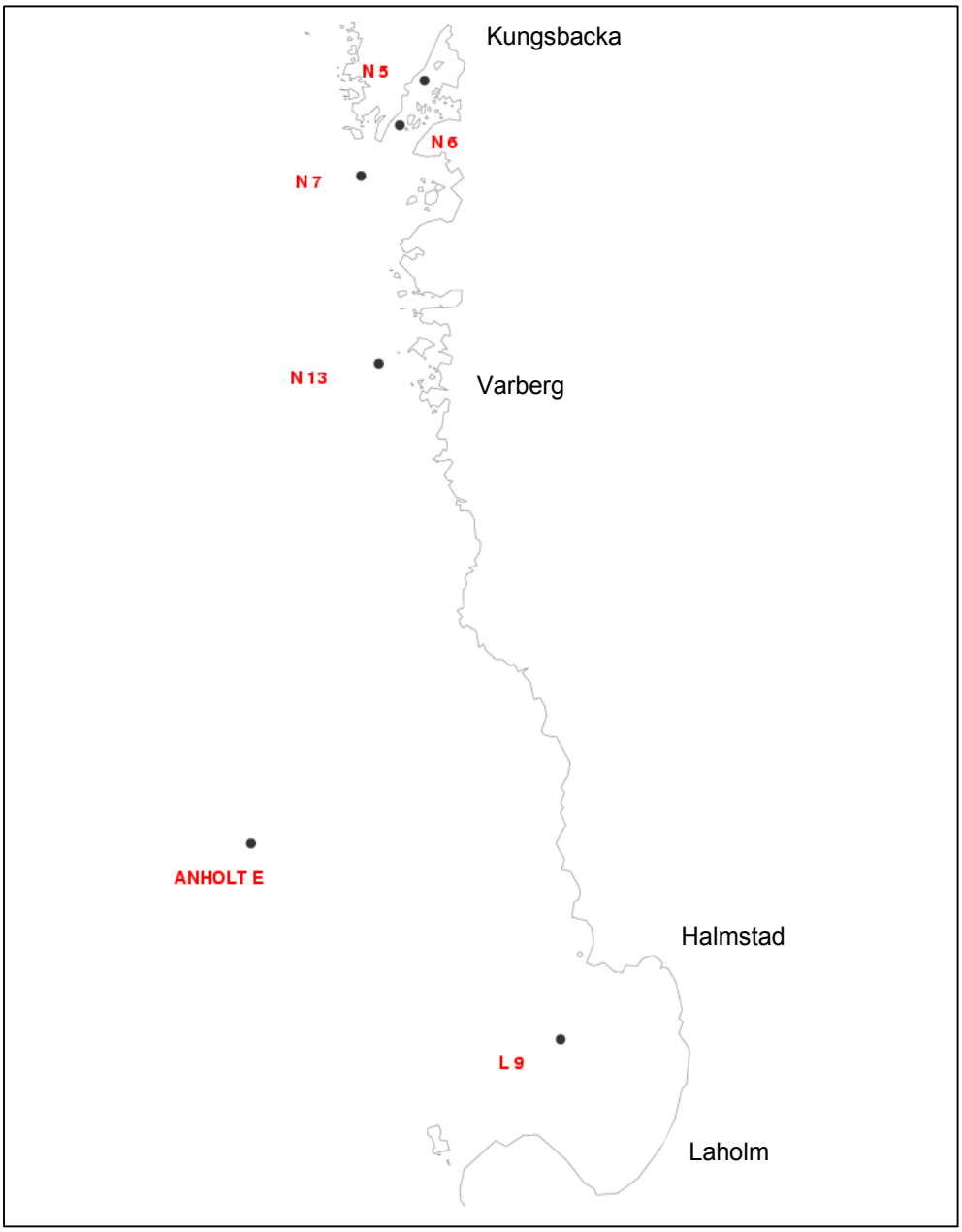
Nr. 2005-10

Rapport



Årsrapport 2004

Hydrografi & Växtplankton

Med utvärdering av perioden 1993-2004

Hallands Kustkontrollprogram

Anna Ingemansson, Ann-Turi Skjevik

Pärmbild.
Karta över Hallandskusten med provtagningsstationer.

Rapport

Författare:	Uppdragsgivare:		Rapportnr:
Anna Ingemansson Ann-Turi Skjevik	Länsstyrelsen i Halland		2005-10
Granskare:	Granskningsdatum:	Dnr:	Version:
O Liungman, L Edler		2001/1574/204	1.0

Årsrapport 2004
Hydrografi & Växtplankton
Med utvärdering av perioden 1993-2004
Hallands Kustvattenkontroll

Text och layout:

Anna Ingemansson, SMHI: Hydrografi och layout

Ann-Turi Skjevik, SMHI: Växtplankton

Meddelande 2005:11
ISSN 1101-1084
ISRN LSTY-N-M-05/11-SE

Uppdragstagare	Projektansvarig
SMHI 601 76 Norrköping	Anna Ingemansson 031 - 751 8904 anna.ingemansson@smhi.se
Uppdragsgivare	Kontaktperson
Länsstyrelsen i Hallands län Naturvård och miljöövervakning 310 86 Halmstad	Bo Gustafsson 035-132072 Bo.Gustafsson@n.lst.se
Distribution	
Länsstyrelsen i Hallands län	
Klassificering	
(x) Allmän ( ) Affärssekretess	
Nyckelord	
Kustvattenkontroll, Halland, årsrapport, 2004, hydrografi, växtplankton, utvärdering, 1993-2004	

Innehållsförteckning

1 SAMMANFATTNING 1

1.1 Hydrografi 2004 1

1.2 Växtplankton 2004 2

2 INLEDNING 3

3 VÄDERÅRET 4

4 HYDROGRAFI 5

4.1 Temperatur & Salthalt 5

4.2 Strömmar 8

4.3 Närsalter 8

4.3.1 Kväve 8

4.3.2 Fosfor 10

4.3.3 Kisel 11

4.4 Klorofyll och siktdjup 12

4.5 Syrgashalter i bottenvattnet 13

4.6 Utvärdering av hydrografidata från perioden 1993-2004 15

4.6.1 Allmänt 15

4.6.2 Fosfat vintertid 15

4.6.3 Totalfosfor vintertid 15

4.6.4 Oorganiskt kväve vintertid 16

4.6.5 Totalkväve vintertid 16

4.6.6 Totalfosfor sommartid 16

4.6.7 Totalkväve sommartid 16

4.6.8 Klorofyll a och siktdjup i augusti 16

4.6.9 Syrgashalt i bottenvattnet, årsminimum 17

4.6.10 Samband och slutsatser 17

5 VÄXTPLANKTON 18

5.1 Resultat 18

5.2 Kort om de olika toxinerna och deras producenter 23

5.3 Klorofyll 23

5.4 Växtplanktonsituationen över en tidsperiod; 1993-2004 24

6 REFERENSER 27

7 BILAGOR 28

7.1 Figurer 2004 28

7.2 Hydrografiska data från perioden 1993-2004 36

7.3 Växtplanktondata under perioden 1993-2004 49

1 Sammanfattning

1.1 Hydrografi 2004

År 2004 var som helhet ett varmare år än normalt längs Hallandskusten. Sommarmånaderna juni och juli var dock både kallare och blötare än normalt. Under juli kom stora nederbördsmängder med påföljande översvämningar i framförallt Småland men även sydöstra Halland påverkades av detta oväder.

Både temperatur och salthalt i ytvattnet uppmättes under året till i stort sett normala nivåer. Lägre ytvattentemperatur uppmättes i februari och mars till följd av kyligare väder i januari och februari. Eventuella avvikelser i salthalt visade sig ofta hänga samman med flödet genom Öresund. Vid inflöde till Östersjön kan salthalten stiga och vid utflöde sjunker halten i Kattegatts ytvatten.

Låga halter av kväve, fosfor och kisel och höga klorofyllhalter uppmättes i början på mars i samband med vårblomning av plankton. Närsalthalterna, speciellt då det gäller kväve, låg huvudsakligen på låga och bra nivåer under hela året förutom i december då förhöjda halter av de oorganiska fraktionerna uppmättes vid en del stationer. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder var närsaltsituationen bra och visade endast liten eller obetydlig avvikelse från jämförvärdena.

Siktdjupet i augusti var sämre än på länge vid de flesta mätstationer och klassas enligt bedömningsgrunderna som tydlig till mycket stor avvikelse från jämförvärdena. De låga siktdjupen sammanfaller med något förhöjda klorofyllhalter och det pågick alltså vid mättillfället viss planktonblomning som grumlade vattnet.

Syretillgången i bottenvattnet var lägre än normalt vid flera tillfällen 2004.

1.2 Växtplankton 2004

I januari och februari var det vinterförhållanden vid Hallandskusten. I februari började det dra ihop sig mot vårblomning, vilket indikerades av typiskt vårblommande arter i låg mängd. I mars prickades vårblomningen nära sitt maximum, eftersom klorofyll a-halterna var mycket höga och låg nära ytan, närsalterna var på väg att ta slut och mängden planktonalger var stor vid L9 Laholmsbukten och N7 Nidingen. Utöver de sedvanliga kiselalgerna blommade det för fisk potentiellt dödliga släktet [1]Chattonella* vid N7. En lägre celltäthet observerades också vid L9. En mycket hög kiselhalt uppmättes igen nära ytan vid L9 i april. Det fanns många arter av kiselalger samt ett stort inslag av heterotrofa dinoflagellater. Av Chattonella*-blomningen fanns bara enstaka celler kvar i april. I maj månad visade analyserna låga närsalts- och klorofyllhalter och låga cellantal. Årets Emiliania huxleyi-blomning kunde observeras i proverna från N7 i början av juni. Till L9 kom den inte, troligtvis på grund av den låga salthalten. Annars präglades proven av små oidentifierade celler med och utan flageller. Det fanns fortfarande gott om E. huxleyi vid N7 i juliproven, och dessutom ökade diversiteten generellt vid båda stationerna. Även i augusti var det hög diversitet i samtliga prover. Ett flertal potentiellt skadliga arter observerades, Prorocentrum minimum*, Dinophysis norvegica*, D. acuminata* och Chrysochromulina spp*. Den sistnämnda ökade i antal vid L9 i septemberproven, i övrigt avtog arterna i celltäthet vid båda stationer denna månad. Chrysochromulina spp* fanns fortfarande i vattnet i lägre antal i oktober, nu i sällskap med Pseudo-nitzschia spp*, som även fanns vid N7. Höstblomningen var tydlig denna månad och höll i sig till novemberprovtagningen. Relativt höga cellantal av Pseudo-nitzschia* observerades hela hösten och även i december. Det var annars glesa planktonprov i december, så planktonsamhället verkade till slut inta vintervila.

---

[1] *Chattonella* spp kommer att placeras i nytt släkte och i ny taxonomisk grupp.

……

2 Inledning

Länsstyrelsen i Hallands län genomför sedan 1993 mätningar enligt ett program för samordnad kustvattenkontroll längs Hallandskusten. Mätningar av hydrografi och växtplankton utförs sedan februari 2002 av SMHI.

Syftet med kontrollprogrammet är att ge en uppfattning om den nuvarande eutrofieringssituationen i kustvattnet samt spegla förändringar i kustområdet sett i ett längre tidsperspektiv. Programmet skall utgöra en uppföljning av effekten i kustvattnet av de åtgärder som hittills genomförts på land och kunna ge underlag för ytterligare åtgärder.

Hydrografimätningar utförs vid fem stationer längs kusten och provtagning sker första veckan i varje månad. De parametrar som mäts är temperatur, salthalt, syre, fosfat, totalfosfor, nitrat, nitrit, totalkväve, silikat, siktdjup, ström, partikulärt organiskt kol (POC), partikulärt organiskt kväve (PON), och klorofyll. Provtagningsdjupen är 0.5, 5, 10, 15 m o.s.v. samt 1 m över botten, utom för POC och PON som provtas vid 0.5 och 15 meter. I kustkontrollprogrammet ingår jämförelser mot mätdata från station Anholt inom det nationella övervakningsprogrammet. För mer information om kontrollprogrammet och mätmetoder, besök Hallands Kustkontrollprograms hemsida:.
www.n.lst.se/kustvatten

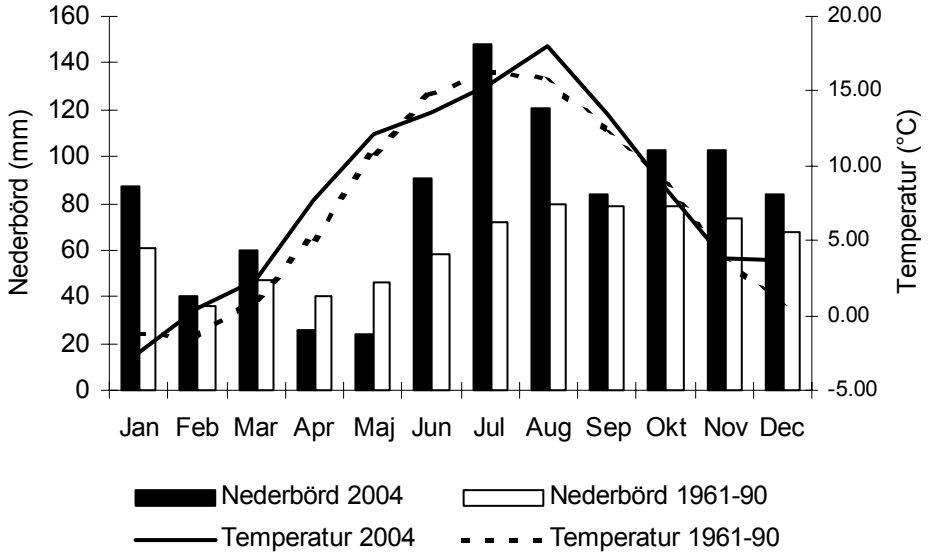
Växtplankton har insamlats månatligt under perioden januari-december 2004 vid stationerna L9-Laholmsbukten, och N7-Nidingen. Proverna har tagits med slang i två intervall; 0-10 och 10-20 meter. Vid varje tillfälle har också levande planktonprov tagits med håv från 0-20 meter. Dessa prover har analyserats omedelbart och rapporterats. År 2004 har SMHI utvecklat en ny planktondatabas som kommer underlätta behandlingen av data. Eftersom arbetet med databasen mött en del hinder på vägen har data inte skickats iväg direkt efter analys, utan skickats så snabbt som möjligt.

Den kvantitativa analysen av växtplankton utförs med Utermöhl-metoden enligt *Manual For Marine Monitoring in the COMBINE PROGRAMME of HELCOM* (www.helcom.fi). Integrerade vattenprover (0-10 m och 10-20 m) tas med slang och konserveras med surgjord Lugol's lösning. Från juni till augusti tas replikat med basisk Lugol's lösning. Detta på grund av eventuella blomningar av coccolithophorider, vilkas kalkskelett bryts ned i sur lösning. Prover om 10 eller 20 ml analyseras i omvänt mikroskop enligt SMHIs ackrediterade metoder (Utermöhlteknik).

Den kvalitativa analysen av levande prover görs inom ca 12 timmar. Proverna tas med vertikalt håvdrag från 20 meters djup upp till ytan, med 10 µm planktonhåv. Dominerande och potentiellt toxiska arter registreras. Potentiellt toxiska, eller på annat sätt skadliga, växtplanktonarter är markerade med * i texten.

3 Väderåret

Större delen av år 2004 var varmare än normalt längs Hallandskusten. Året inleddes med kyligare väder än normalt i januari för att sedan följas av en period med högre temperaturer än normalt under februari- maj. Sommarmånaderna juni-juli var kallare än normalt, och den riktiga högsommarvärmen lät vänta på sig till augusti. Månadsmedelvärdet för temperaturen i augusti hamnade kring 2 till 2,5 °C över det normala. Det varma vädret fortsatte in i första veckan i september och följdes av en höst med omväxlande milda och kalla perioder. I genomsnitt hamnade temperaturen för perioden september-november kring eller något över det normala. Avslutningen på år 2004 var mycket mild med över 3 °C varmare än normalt i december.



Figur 1. Månadsmedelvärden av nederbörd och temperatur för Varberg.

Nederbördsmängderna i Halland varierade under året. Variationen var även stor från plats till plats beroende på att regn och åskskurar tillfört stora nederbördsmängder lokalt. Övergripande var dock april och maj torra månader, medan sommarmånaderna, särskilt juli, blev relativt blöta. Månadsmedelvärden på 150-200% av normal nederbörd uppmättes under juli-augusti längs Hallandskusten, lokalt mer. Ett intensivt oväder i juli medförde ihållande regn och påföljande översvämningar i främst Småland, men även de sydöstra delarna av Halland påverkades av detta. Trots att stora delar av augusti dominerades av högtrycksbetonat väder kom mer nederbörd än normalt, främst i slutet av månaden och lokalt i samband med regn- och åskskurar. Tillfällen med sammanhängande snötäcke i Halland förekom huvudsakligen under perioder i januari-februari och enstaka dagar under november-december.

4 Hydrografi

I bedömningen av de hydrografiska parametrarna används i denna rapport långtidsmedelvärden och standardavvikelse för 10-års perioden 1993-2002, se tabell 1. Dessa värden gäller för ytskiktet som i detta fall är 0-10 m.

Tabell 1. I värderingen av de hydrografiska parametrarna i Hallands kustkontrollprogram används hela mätserien från 1993-2002.

Standardavvikelse	Värdering
< 2 standardavvikelser under normalt	Mycket under det normala
< 1 standardavvikelse under normalt	Under det normala
Inom gränsen för standardavvikelse	Normalt
> 1 standardavvikelse över normalt	Över det normala
> 2 standardavvikelse över normalt	Mycket över det normala

Årsdiagram för utvalda variabler vid varje station med statistiken för 1993-2002 redovisas i bilaga 1.

Även Naturvårdverkets bedömningsgrunder för kust och hav (NV 4914) ligger till grund för bedömning av närsalthalter, totalhalter, siktdjup och klorofyll. Viktade medelvärden för djupen 0-10 m har då räknats fram för kväve- och fosforhalterna. För klorofyll a är djupintervallet 0-20 m. Halten av lösta oorganiska närsalter under vintern, då obetydlig primärproduktion förekommer, ger ett mått på den eutrofieringspotential som finns. När det gäller totalhalter av kväve och fosfor fungerar sommarhalterna som ett mått på hur mycket av dessa ämnen som finns i systemet totalt, både löst och uppbundet, och är därmed ett mått på eutrofieringspåverkan.

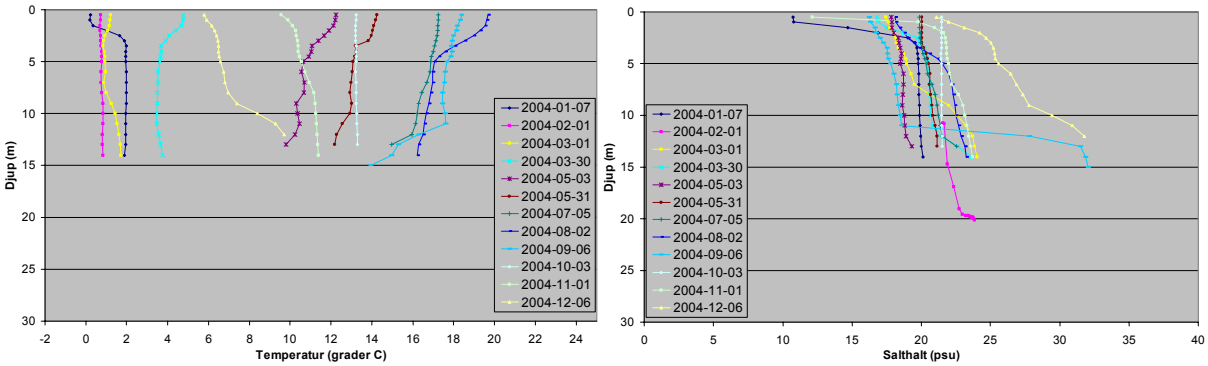
Kvoten mellan uppmätt halt och jämförvärde för en parameter används här som mått på hur vattnets näringsinnehåll, klorofyllhalt och siktdjup avviker från den naturliga (opåverkade) miljön. Jämförvärden är skattningar av de halter som kan förväntas i, av människan, opåverkat vatten. När det gäller Västerhavet har utgångspunkten varit medelvärden för perioden 1979-1993 som justerats nedåt med ledning av tillgänglig kunskap. Enligt SMHIs vattenomsättningsklassificering faller hela Hallands kustvatten inom vattenomsättningsklass 1, d.v.s. område med en medelvattenutbytestid på 0-9 dygn.

4.1 Temperatur & Salthalt

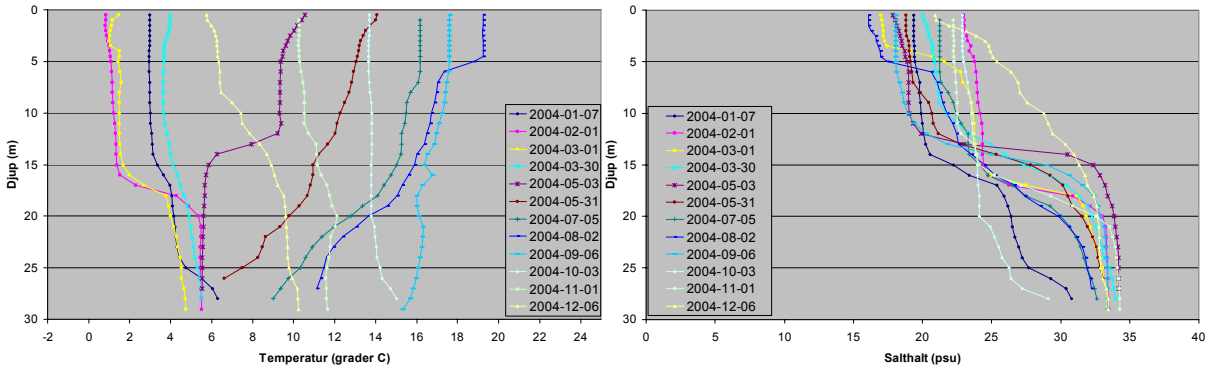
Ytvattentemperaturen vid de i kontrollprogrammet ingående stationerna var i stort sett normal under 2004. Vid februari- och marsmätningarna uppmättes dock vid flertalet stationer temperaturer under det normala, troligtvis till följd av att mättillfällena föregåtts av kyligt väder. Slutet av april och första dagarna i maj bjöd

på soligt och varmt väder och förhöjda ytvattentemperaturer uppmättes vid N13 och Anholt vid mätningarna i början på maj. Årets milda avslut avspeglades i över lag förhöjda ytvattentemperaturer i november och december.

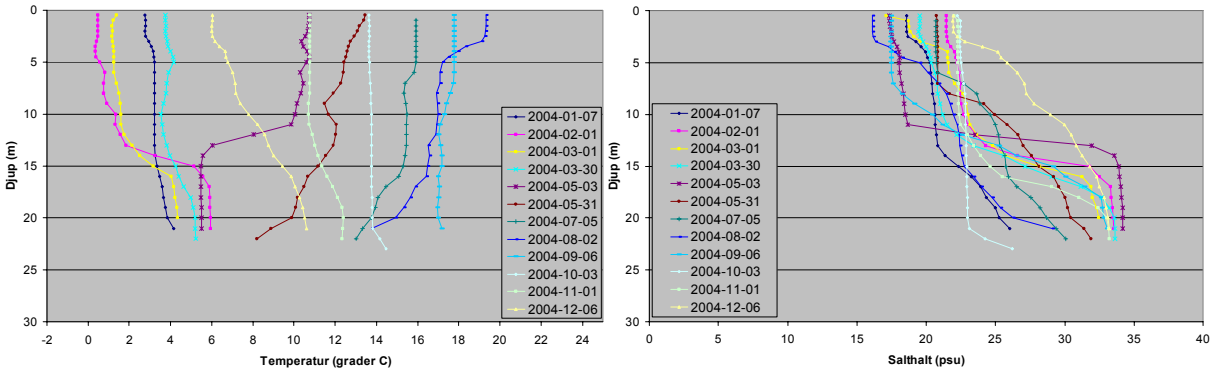
Figurerna 2-4 visar temperatur- och salthaltsprofilerna under året för tre av stationerna i kontrollprogrammet.



Figur 2. Temperatur- och salthaltsprofiler från station N5, Kungsbackafjorden.



Figur 3. Temperatur- och salthaltsprofiler från station N7, Nidingen.

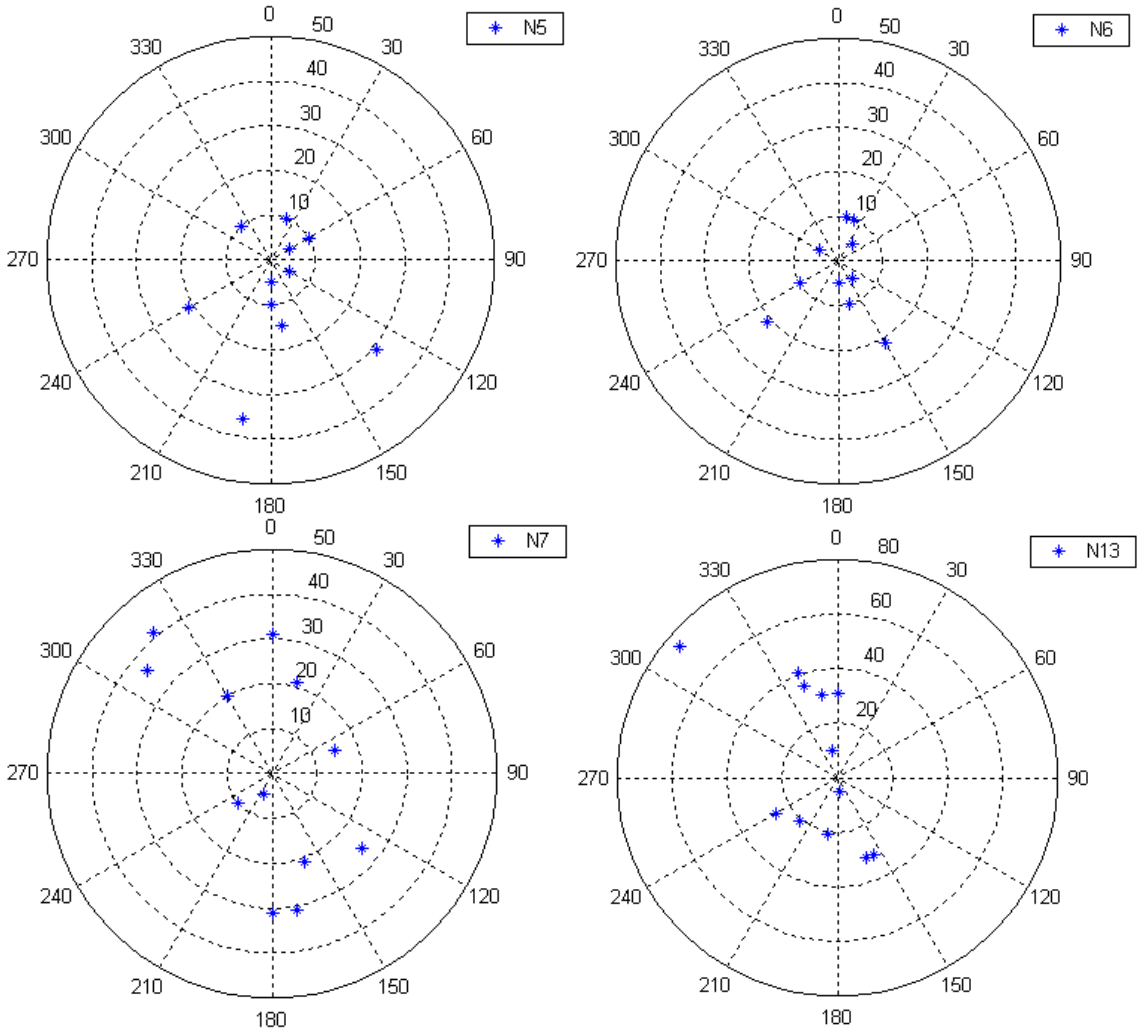


Figur 4. Temperatur- och salthaltsprofiler från station N13.

Den uppmätta salthalten i ytvattnet låg större delen av året inom gränsen för vad som anses vara normala värden. I januari uppmättes en salthalt under det normala vid Nidingen (N7) och mycket under det normala i Laholmsbukten (L9) till följd av utflöde av mindre salt vatten ur Östersjön. I figur 4 ses att även N13 i ett ytskikt ner till 2-3 meters djup var påverkad av sötare vatten i januari. Vid Anholt uppmättes

normal salthalt vid januarimätningen eftersom den inträffade en vecka senare än vid övriga stationer då utflödet ur Östersjön avmattats.

Det skikt av sötare vatten som ses i figur 2 för station N5 i januari kommer av att stationen normalt är starkt påverkad av landavrinningen. Vid Anholt uppmättes en salthalt under det normala i början på mars, vilket kan ha samband med utflöde ur Östersjön. Högre salthalt än normalt uppmättes under juni-juli vid stationerna N13 och Anholt vilket inte kan kopplas till något större inflöde till Östersjön. Vid årets sista mättillfälle, i december, uppmättes vid alla stationer utom L9 högre salthalt än föregående månad, trots att det normala innebär en lägre salthalt i december än i november. De i december uppmätta salthalterna befinner sig dock inom gränsen för det normala och kan hänga samman med ett mindre inflöde till Östersjön.



Figur 5. Strömrosor från fyra stationer längs kusten på 0.5 m djup. Varje punkt är från ett mättillfälle under året. Strömriktning anges i grader mot det håll strömmen går. Strömstyrkan i figuren anges i cm/s. 1 knop ~ 50 cm/s. Observera att radien/maximala strömstyrkan är större i figuren för N13 än övriga figurer.

4.2 Strömmar

Vid varje mättillfälle mäts strömmen i ytvattnet. Detta ger en momentan bild över ytcirkulationen i området som är starkt kopplad till den rådande vinden men även den storskaliga ytströmningen i Kattegatt. Strömstyrkan vid stationerna i Kungsbackafjorden är normalt lägre än vid de mer öppet belägna stationerna. Vid N5 översteg strömstyrkan ändå 30 cm/s vid två mättillfällen under året (maj och juni). Vid N6 uppgick strömmen som mest till 21 cm/s och vid Nidingen (N7) till 41 cm/s. Högst strömstyrka under året uppmättes i N13 där den uppgick till hela 75 cm/s vid junimätningen. Vid detta mättillfälle var vinden (uppmätt vid Nidingen) endast svag till måttlig och den höga strömstyrkan vid N13 tros därför bero på något annat. Det naturliga vore att misstänka inflöde till Östersjön eftersom högre salthalt än normalt också uppmättes vid N13 vid junimätningen. Så är dock inte fallet, utan i slutet av maj och en bit in i juni rådde en lång period av utflöde ur Östersjön och det är därför oklart vad den höga salthalten och strömhastigheten vid N13 beror på.

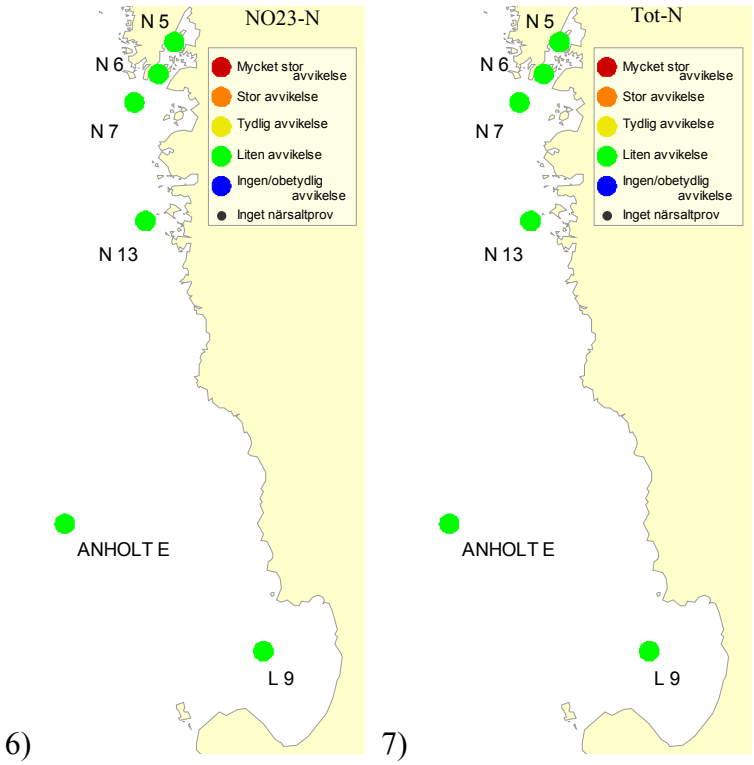
4.3 Närsalter

Närsalter omfattar kväve, fosfor och kisel i oorganisk, lättillgänglig form. I havsvatten analyseras även totalhalter av kväve och fosfor. Totalhalter visar på den totala mängd av ett ämne som finns i systemet, både i organisk och oorganisk form. Årsvariationen av dessa halter är därför liten. Dock ses vanligen en minskning i ytvattnet under sommaren, vilket kan förklaras av sedimentering av sjunkande planktonmaterial. Närsalterna (kväve, fosfor och kisel i oorganisk form) är lösta i vattenmassan och lättillgängliga för primärproduktion. Benämningen oorganiskt kväve är summan av nitrit, nitrat och ammonium. Oorganiska närsalthalter varierar under året och är som högst under vintern då begränsat upptag sker i biomassa, samtidigt som närsalter tillförs från land, via nedbrytning av organiskt material och genom deponering från luften. De halter som uppmäts i januari och februari innan vårblomningen har kommit igång ger därför en uppfattning om eutrofieringspotentialen i ett område.

4.3.1 Kväve

Halterna av oorganiskt kväve i ytvattnet höll sig under 2004 i stort sett kring det normala i Hallands kustvatten. Under årets inledning uppmättes lägre halter än normalt vid flertalet stationer. I januari uppmättes låga värden av oorganiskt kväve vid N6, N7, N13 och L9 i samband med något låga ytsalthalter. I början av februari uppmättes kvävehalter som var högre men fortfarande under det normala i N7 och N13. Därefter minskade halten oorganiskt kväve successivt till följd av upptag i biomassa i samband med vårblomning och i början av mars var så gott som allt kväve förbrukat. Halter av oorganiskt kväve nära noll uppmättes vid samtliga stationer, och även halterna av oorganiskt fosfor och kisel var låga vid provtagningen i början på mars. De låga halterna av oorganiskt kväve höll sedan i sig under hela växtsäsongen och ökade först under årets sista två månader, vilket är normalt. I december uppmättes normala eller något högre halter oorganiskt kväve än normalt vid samtliga stationer.

Totalhalten av kväve låg under hela 2004 över lag på en relativt jämn och låg nivå i kustvattnet. Lägre totalkvävehalter än normalt uppmättes i februari i Laholmsbukten (L9), i juni i Kungsbackafjorden (N5 och N6) och i oktober i N6, N7 och N13.



Figur 6-7. Avvikelsen från jämförvärdet för de uppmätta nitrit+nitrathalterna i ytvattnet vintertid (februari), fig. 6 och den uppmätta totalkvävehalten i ytvattnet sommartid (augusti), fig. 7. Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav ligger till grund för avvikelseklassificeringen.

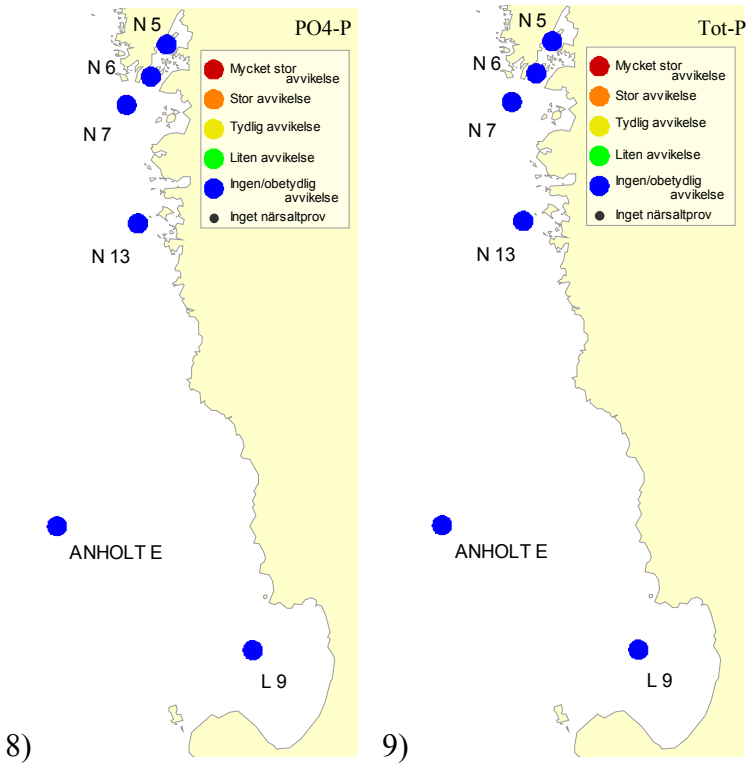
Bedömning av uppmätta kvävehalter enligt Naturvårdsverkets avvikelseklassning visas i figur 6-7. Vid samtliga stationer visar de uppmätta kvävehalterna endast liten avvikelse både för nitrit + nitrat under vintern och totalkväve under sommaren.

4.3.2 Fosfor

Under 2004 uppmättes i huvudsak normala fosfathalter i ytvattnet längs Hallandskusten. I samband med vårblomningen uppmättes lägre halter än normalt i början på mars vid alla stationer och vid Anholt även vid mätningarna från mitten och slutet av februari. Relativt höga eller högre fosfathalter än normalt uppmättes i början på december vid alla stationer utom Anholt där den uppmätta halten var normal. I augusti uppmättes högre halt fosfat än normalt vid Anholt och L9 i Laholmsbukten.

Totalhalten av fosfor i kustvattnet uppmättes under året till normala nivåer med undantag av något förhöjda halter vid N7 och N13 i augusti och högre halt än normalt vid L9 i oktober.

Under året förekom ingen avvikelse av fosforhalterna enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (fig. 8-9).



Figur 8-9. Avvikelsen från jämförvärdet för den uppmätta fosfathalten i ytvattnet vintertid (februari), fig. 8, och den uppmätta totalfosforhalten i ytvattnet sommartid (augusti), fig. 9. Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav ligger till grund för avvikelseklassificeringen.

4.3.3 Kisel

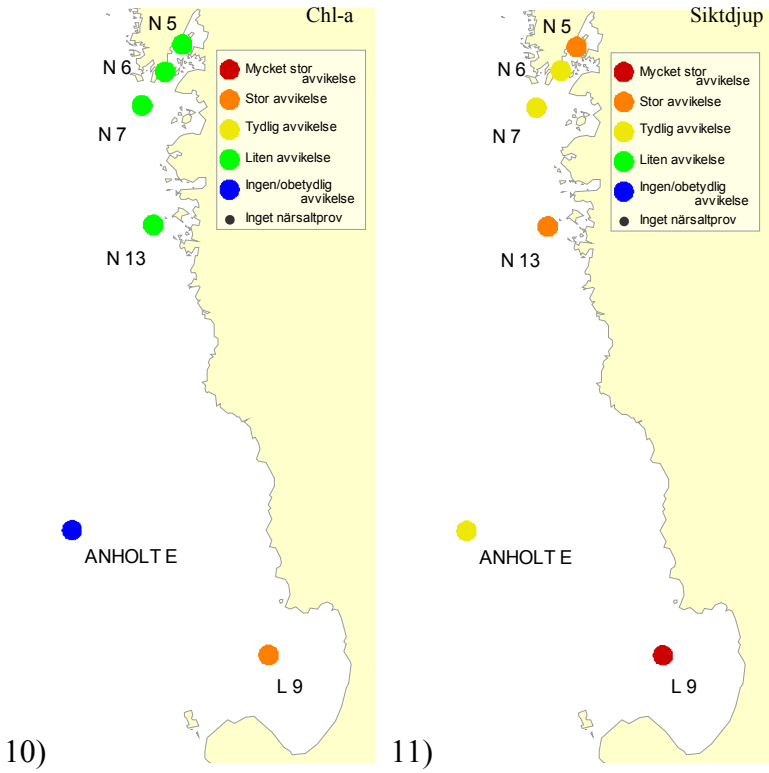
Silikathalterna följer en tydlig årscykel med högre halter under vintern och sommarhalter som ligger nära eller under detektionsgränsen. Så var också fallet under 2004 då i stort sett normala halter silikat uppmättes. I december uppmättes dock högre halt än normalt vid N7 och N13. I Laholmsbukten varierade silikathalten mer än vid andra stationer under året. Högre halt än normalt uppmättes vid L9 i april och oktober, vilket kan hänga samman med att Laholmsbukten är starkare påverkad av avrinning från land än någon annan station. Lägre silikathalt än normalt uppmättes vid L9 i mars till följd av vårblomningen.

4.4 Klorofyll och siktdjup

Klorofyllhalterna varierar under året och variationerna kan vara stora från dag till dag i samband med planktonblomningar. Det kan därför vara svårt att med månatliga mätningar få en klar uppfattning om hur höga klorofyllhalterna egentligen blir under ett år. Variationen kan också vara stor vertikalt i vattenmassan vilket gör att djupintegrerade halter används vid utvärdering av klorofylldata. Vid 2004 års mättillfällen uppmättes högst klorofyllhalter i samband med vårblomningen i början på mars vid samtliga mätstationer.

Stor avvikelse enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder av klorofyll a förekom i Laholmsbukten vid augustimätningen 2004. Vid övriga stationer var avvikelsen liten eller obetydlig enligt bedömningsgrunderna (fig. 10).

Mer om klorofyll går att läsa i kapitlet ’Växtplankton’.



Figur 10-11. Avvikelsen från jämförvärdet för den uppmätta klorofyll-a halten i augusti, fig. 10, och det uppmätta siktdjupet i augusti, fig. 11. Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kust och hav ligger till grund för avvikelseklassificeringen.

Siktdjupet representeras av augustimätningen och varierade mellan stationerna från 2,5 m i Laholmsbukten (L9) till 7 m vid Anholt. Siktdjupsförhållandena i augusti var därmed sämre än på länge vid de flesta stationer. Samtliga stationer uppvisade 2004 tydlig till mycket stor avvikelse enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (se figur 11). De uppmätta låga siktdjupen sammanfaller med något förhöjda

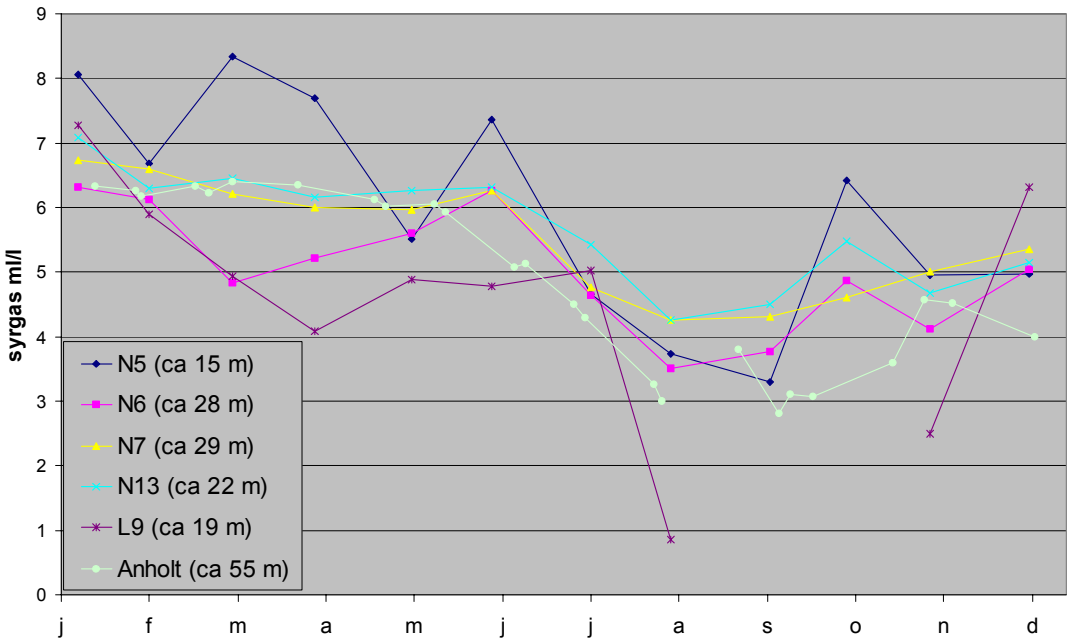
klorofyllhalter och de försämrade siktdjupsförhållandena kan alltså bero på att det vid mättillfället pågick planktonblomning som grumlade vattnet, vilket också växtplanktonresultaten antyder. Tydligast ses detta samband vid station L9 som hade särskilt höga klorofyllhalter i ytvattnet. Vid övriga stationer där siktdjupet visat stor avvikelse från jämförvärdet har inte klorofyllhalterna varit tillräckligt höga för att hamna inom klassen tydlig avvikelse, men halterna har troligtvis ändå varit höga nog att ge försämrade siktdjupsförhållanden.

4.5 Syrgashalter i bottenvattnet

Syrgashalten i bottenvattnet påverkar växt- och djurliv negativt när halten sjunker under 4 ml/l. Redan vid 3-4 ml/l försöker fiskar och bottenlevande djur fly och unga individer skadas. Om syrgashalten är lägre än 2 ml/l under en längre tid innebär det döden för de flesta djur som inte kan fly (Naturvårdsverket, 1999). Syrebrist i bottenvattnet uppträder då syret förbrukas snabbare än det tillförs. Tillförsel av syre kan ske dels genom att syre diffunderar ner från syrerikare ytvatten, dels genom turbulent diffusion t.ex. genom att kraftiga vindar skapar turbulens som får ytvatten och bottenvatten att blandas, dels genom advektion, d.v.s. strömförhållandena är sådana att det gamla syrefattiga bottenvattnet förs undan och ersätts helt av nytt vatten. Värme och lugna vindförhållanden får vattnet att skikta sig och kan medföra att ett tunt skikt av bottenvatten blir stillastående under en längre tid. Stark skiktning mellan yt- och bottenvattnet förhindrar de processer som styr tillförsel av syrgas till bottenvattnet och syret riskerar då att förbrukas snabbt.

Syrgasförhållandena under 2004 visas i figur 13. Under 2004 uppmättes lägre syrgashalter än normalt vid flera tillfällen. Normalt följer syrgashalten i bottenvattnet en tydlig årscykel med högre värden under vintern-våren och lägre under sensommaren-hösten. Vid januarimätningen 2004 låg syrgashalterna på normala nivåer med över 6 ml/l uppmätt vid alla stationer. Fram i mars-april 2004 hade halterna sjunkit och lägre halter syrgas i bottenvattnet än normalt uppmättes vid alla stationer utom N5 och Anholt. Först i augusti uppmättes syrgashalter ner mot eller under 4 ml/l i bottenvattnet. Lägsta uppmätta syrgashalten under året, 0,85 ml/l, påträffades i L9 i augusti, vilket innebär mycket lägre halt än normalt. Övriga stationer nådde också sina lägsta värden under augusti-september. Mot slutet av året ökade halterna igen men inte tillräcklig för at nå upp i normal nivå utan lägre halt än normalt uppmättes i november-december vid flertalet stationer. Högre syrgashalt än normalt uppmättes vid N5 vid junimätningen. Vid N5 uppmättes också den högsta syrgashalten under året, 8,34 ml/l i början på mars.

Variationen i årsminimum i syrgashalt i bottenvattnet kan vara stor från år till år. De allra lägsta syrgashalterna förekommer normalt i L9 och Anholt, där syrgashalten ofta understiger 2 ml/l. Anholt är en djup station (ca 55m) och har pga. det begränsat utbyte med syrerikare vatten. När det gäller L9 är de lokala förhållandena sådana att stark skiktning kan uppstå vilket i kombination med relativt stor belastning förbrukar syret i bottenvattnet.



Figur 13. Syrgashalten i bottenvattnet under 2004. Bottendjup inom parantes.

4.6 Utvärdering av hydrografidata från perioden 1993-2004

4.6.1 Allmänt

I bilaga 7.2 visas hydrografiska data från perioden 1993-2004. För att kunna studera utvecklingen över tiden visas dels mätvärden, dels tillhörande trendlinje, framtagen med linjär regression, i figurerna. De data som presenteras i bilagan har valts ut i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder så långt det varit möjligt. När det gäller oorganiskt kväve kan endast nitrat (NO_3^-) visas till följd av periodvis avsaknad av mätvärden för nitrit (NO_2^-) och ammonium (NH_4^+). I övrigt presenteras tidsserier över parametrarna fosfat (PO_4^{3-}), totalfosfor (tot-P), totalkväve (tot-N), klorofyll a (Chla), siktdjup och syrgashalt (O_2). De halter som visas gäller ytskiktet 0-10 m, med undantag av klorofyll som gäller 0-20 m och syrgas som mäts i bottenvattnet. Halter av oorganiskt fosfor och kväve visas vintertid då halterna är som högst. Totalfosfor och totalkväve visas både vinter- och sommartid. Klorofyll a och siktdjup visas i augusti och syrgashalten visas som lägsta uppmätta halt under ett år, vilket brukar inträffa under sensommaren-hösten. Vid station Anholt som ingår i det nationella övervakningsprogrammet finns fler mätvärden att tillgå och i bilagan presenteras därför även tidsserier över ammoniumhalt och summan av nitrit- och nitrathalten vid denna station.

Nedan kommenteras utvecklingen under perioden 1993-2004 för varje parameter för sig.

4.6.2 Fosfat vintertid

Maximala fosfathalten har varierat under perioden 94-04 på ett likartat sätt vid samtliga stationer. Kring 1994-1995 uppmättes högre halter som tydligt minskade till 1996 för att sedan i allmänhet åter öka fram till 2001. Under 2002 hade fosfathalten åter minskat något och har sedan legat på ungefär samma nivå fram till idag. Variationen är alltså stor från år till år och det är mycket svårt att uttala sig om några eventuella trender, utöver att kuststationerna överlag följer samma mönster som utsjöstationen Anholt. Under enskilda år uppvisar station N5 avvikelse från den ovan beskrivna utvecklingen, vilket kan tolkas som att förhållandena här till större del styrs av lokal påverkan, t.ex. landavrinning, än vid övriga stationer.

4.6.3 Totalfosfor vintertid

I bilaga 7.2 visas vid Anholt en förhållandevis tydlig trend mot minskande halt av totalfosfor. Vid kuststationerna tyder däremot trendlinjen på en ökande trend, speciellt vid L9, men i och med att variationen här är större blir också den eventuella trenden mindre tillförlitlig. Resultaten visar dock att totalfosforhalten kan skilja stort mellan olika stationer och år, vilket tolkas som att de lokala förhållandena spelar stor roll för totalfosforhalten.

4.6.4 Oorganiskt kväve vintertid

Nitrathalten har under perioden 1993-2004 följt en utveckling liknande den för fosfathalten, d.v.s. något högre halter kring 1995 och 2000 och lägre halter kring 96-97. Kväve tillförs havet till stor del genom avrinning från land, vilket ses tydligt i och med att de högsta nitrathalterna uppmätts vid N5 och N6 och betydligt lägre halter uppmätts vid Anholt. Precis som för fosfathalten är variationen från år till år stor då det gäller oorganiskt kväve och det är därför svårt att dra några slutsatser om trender i materialet.

4.6.5 Totalkväve vintertid

Totalkväve är summan av oorganiskt och organiskt kväve, vilket innebär att totalkvävehalten vintertid varierat på huvudsakligen samma sätt som nitrathalten. Särskilt tydligt är detta vid N5 och N6. Sambandet mellan kvävehalt och kvävetillförsel från land ses tydligt genom att totalkvävehalten är lägre vid Anholt än vid kuststationerna. En antydan till ökning av totalkvävehalterna i N5 och N6 kan tolkas ur figurerna, men i övrigt är det svårt att säga något om eventuella trender.

4.6.6 Totalfosfor sommartid

Vid Anholt visar trendlinjen på att totalfosforhalten minskat sommartid, precis som den gjort vintertid. Men på samma sätt som under vintern visar också kuststationerna en tendens till ökade totalfosforhalter sommartid. Resultatet leder till slutsatsen att de lokala förhållandena har stor inverkan på totalfosforhalten.

4.6.7 Totalkväve sommartid

Variationen i totalkvävehalt under sommaren är större vid kuststationerna än vid Anholt. Under enstaka år, t.ex. 1999, uppmättes mycket höga halter totalkväve vid flera kuststationer. Under första halvan av 1999 föll stora nederbördsmängder och landavrinningen var följaktligen stor, vilket resulterade i höga totalkvävehalter. Trendlinjen för totalkvävehalt vid Anholt indikerar minskande halt under den studerade perioden. Liknande trend kan inte ses vid kuststationerna och eftersom variationen där är större är det svårt att säga något om eventuella trender.

4.6.8 Klorofyll a och siktdjup i augusti

Klorofyllhalten kan variera stort från dag till dag och augusti har enligt bedömningsgrunderna valts för utvärdering eftersom klorofyllhalterna då anses vara relativt stabila. I bilaga 7.2 ses tydligt att variationen också kan vara stor från år till år. Klorofyllhaltens förändring under 1993-2004 vid de kustnära stationerna verkar följa ungefär samma mönster, t.ex. uppvisas relativt högre halter 1998 och lägre 1996-1997. På grund av den stora variationen mellan åren är det svårt att säga något om eventuella trender.

Siktdjupet kan i vissa fall ses som ett indirekt mått på biomassan av växtplankton i vattnet. Andra faktorer kan dock också påverka siktdjupet, såsom humus och lerpartiklar. Sambandet mellan klorofyll och siktdjup kan ses vid kuststationerna

under enskilda år. Exempelvis uppmättes låga klorofyllhalter och stort siktdjup 1996-1997. I övrigt är det svårt att uttala sig om några trender eftersom variationen och osäkerheten är stor. Möjligen kan siktdjupet ha försämrats vid N6 och L9 och klorofyllhalten ökat vid N7 och N13. Detta är dock som sagt osäkra trender.

4.6.9 Syrgashalt i bottenvattnet, årsminimum

Vid samtliga stationer har syrgashalter under 4 ml/l uppmätts vid flera tillfällen under 1993-2004. Halter mellan 2-4 ml/l klassas enligt bedömningsgrunderna som låg halt och innebär att många fiskar och bottenlevande djur påverkas märkbart. Syrgashalter under den kritiska nivån 2 ml/l har uppmätts under något enstaka år vid N5 och så gott som varje år vid L9. Även vid Anholt har kritiska syrgasnivåer påträffats under 2000-talet. Trendlinjerna i figurerna i bilaga 7.2 visar, med undantag för L9, på att syrgashalterna minskat, men precis som för övriga parametrar kan variationen vara mycket stor från år till år och trenden är därför osäker.

4.6.10 Samband och slutsatser

Utifrån figurerna i bilaga 7.2 är det inte lätt att se tydliga enhetliga mönster och samband mellan stationer och parametrar. Variationen från år till år är stor för de flesta parametrar och stationer, vilket gör det svårt att med säkerhet uttala sig om de trender som indikeras av linjerna i figurerna. I de fall där variationen från ett år till ett annat är stor, och variationen ser likartad ut på flera stationer, kan man anta att halterna till stor del hänger samman med storskaliga samband, t.ex. nederbörd, havsströmmar, väder- och vindförhållanden, som varierar från år till år och är lika över större delen av området. Under enstaka år kan dock skillnaden i uppmätt halt vara stor stationerna emellan och antas då bero på lokala förhållanden.

Vid N5 kan man se ett relativt tydligt samband mellan närsaltpoolens storlek innan växtsäsongen börjar och klorofyllhalten i augusti. Något ytterligare samband mellan klorofyllhalten och syrgashalten i bottenvattnet kan dock inte ses. Varken samband mellan närsalttillförsel och klorofyll eller klorofyll och syrgas syns vid N6 och N7. Vid N13 ses att de högsta klorofyllhalterna sammanfaller med de lägsta syrgashalterna. Så är dock inte fallet genomgående, utan avvikelser från detta samband finns. Andra faktorer än klorofyllhalten och därmed mängden organiskt material påverkar alltså syrgasförhållandena i bottenvattnet, t.ex. väder, vind och strömmar enligt avsnitt 4.5. Inte heller vid L9 ses något samband mellan närsalter och klorofyll. Däremot sammanfaller högsta klorofyllhalterna med lägsta syrgashalterna även här. Vid Anholt ses inga direkta samband.

5 Växtplankton

5.1 Resultat

Årets första provtagningar gjordes 7 **januari** både vid N7 Nidingen och L9 Laholmsbukten. Analyserna visade att närsaltshalterna var höga och klorofyll *a*-halten (chl *a*) var låg, 1-1,5 µg chl *a*/l ned till 20 meter på bägge stationer. Det var alltså en typisk vintersituation, med väl omblandat vatten och låg förekomst av mikroalger. Några enstaka celler ur dinoflagellatsläktet *Ceratium* återfanns vid båda stationer, dessutom några kedjor av *Skeletonema costatum*, en vårblommande kiselalg som förekommer mer eller mindre året om. En del flagellater observerades, till största delen små arter under 10 µm. En skillnad mellan stationerna, var förhållandet mellan stora dinoflagellater och kiselalger kontra små flagellater; vid N7 var det mest stora arter, vid L9 mest små.

Vinterförhållanden höll fortfarande i sig i början av **februari**. Klorofyll *a*-halten vid N7 var något hög på 0,5 meter, 3,6 µg per liter, men sjönk fort med djupet till för årstiden mer normala 1 µg per liter på 5 meters djup. Det var ingen speciell arts celltäthet som kunde förklara det förhöjda värdet, men det var förhållandevis många arter i både yt- och djupprovet för att vara början av februari. Trots lägre klorofyll-*a*-halt var det många arter även vid L9 i början av månaden. Utöver vinterarter som *Ceratium* spp och en del andra dinoflagellater, fanns det nu många kedjebildande kiselalger. Ett antal arter ur släktena *Chaetoceros* och *Thalassiosira* observerades och dessutom många solitära kiselalger. Celltätheten var låg, men mängden arter avslöjade att vårblomningen var nära vid båda stationerna.

Mars månads planktonanalyser visade att vårblomningen var i gång vid L9 Laholmsbukten och vid N7 Nidingen. Vid N7 blommade, förutom kiselalger, även det för fisk potentiellt dödliga släktet *Chattonella* spp* med en täthet på 730 000 celler/l i ytprovet (0-10 meter). Släktet återfanns också i ytprovet från L9 i lägre antal, 10 000 celler per liter. Dominerande arter vid N7 var kiselalgerna *Thalassiosira nordenskioeldii* med nära 0,5 miljoner celler/l, S*keletonema costatum, Detonula confervacea.* Den lilla dinoflagellaten *Heterocapsa rotundata* fanns med 280 000 celler/l vid N7 och knappt 60 000 vid L9. *Pseudo-nitzschia* spp* fanns med 11 000 celler/l i provet från 10-20 meter. Vid L9 dominerade *S. costatum* med 700 000 celler/l, tillsammans med *T. nordenskioeldii* och *Chaetoceros socialis.* Bägge stationer hade höga klorofyll *a*-halter från ytan ned till 10 meter. Max-värdet vid N7 var 21 µg/l på 0,5 meter och vid L9, 17 µg/l på 5 meters djup. Halten av kisel och andra närsalter var låga, vilket indikerade att blomningen gick mot sitt slut.

Analyser av prover tagna i månadsskiftet mars/**april** visade att *Chattonella*-blomningen upphört, och bara enstaka celler påträffades. Däremot observerades en mycket hög halt av kisel, 22 µmol per liter på 0,5 meter i Laholmsbukten. Detta torde ge goda förutsättningar för en hög tillväxt av kiselalger, och det fanns också många arter av kiselalger som skulle kunna utnyttja den höga koncentrationen, som till exempel *Chaetoceros socialis*, ett antal andra arter ur samma släkte, samt *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp, *Thalassionema nitzschioides* med flera, alla typiskt vårblommande arter. Det fanns även flera arter av heterotrofa ciliater och

dinoflagellater, som gärna tillväxer och betar av växtplanktonet efter en blomning när närsalterna är slut.

I början av **maj** var kislet slut ned till 15 meter både vid N7 och L9 och övriga närsalter fanns i låga koncentrationer. Detta präglade planktonsamhället genom att diversiteten var låg och följaktligen var klorofyll *a*-halterna också låga. Det mesta av kedjebildande kiselalger återfanns nu i djupprovet, på väg att sjunka. Trots detta var det fortfarande kiselalger som dominerade i antal arter. I övrigt var det mest små arter som observerades, som dinoflagellaten *Heterocapsa rotundata*, och små flagellater ur olika släkten från gruppen Cryptophyceae, som kallas rekylalger på svenska på grund av sitt ryckiga rörelsemönster.

Årets blomning av coccolithoforiden *Emiliania huxleyi,* vilken tidigare observerats längs Bohuskusten, nådde ned till Kungsbackafjorden och N7 och kunde kvantifieras i **juni** månads prover. Det största antalet, 760 000 celler/l, uppmättes i djupprovet. Arten sågs inte i proven från Laholmsbukten denna månad och satellitbilder indikerade också att blomningen inte sträckte sig så långt söderut. Den lilla, ca 10µm, coccolithoforiden är ofarlig, men färgar vattnet i en mycket speciell turkos nyans. Det är artens kalkplattor som reflekterar ljuset och ger färgen, och av samma anledning kan blomningen observeras med hjälp av satellitbilder. Vid N7 fanns det 1,5 miljoner små (3-6 µm) encelliga oidentifierade alger/l i djupprovet. Samma grupp uppmättes till drygt 300 000/l i ytprovet. Eftersom algerna som fanns i någon större mängd var mycket små, var också klorofyll *a*-halten ganska låg. N7 och L9 hade båda en liten topp på 15 meter om 5,1 och 3,7 µg/l respektive. I övrigt låg halterna mellan 1 och 2 µg/l.

I **juli** höll *Emiliania*-blomningen fortfarande i sig vid N7. Då uppmättes 380 000 respektive 280 000 celler/l i yt- och djupprovet. Diversiteten ökade jämfört med månaden innan, och både kiselalger och dinoflagellater ökade i arter och antal. Av kiselalgerna fanns det flest av *Skeletonema costatum* vid N7, med knappt 50 000 celler/l. Tätheten bland dinoflagellaterna toppades av *Dinophysis norvegica**, som uppmättes till 4300 celler/l på 10-20 meters djup. Cellantalet översteg då riskgränsen för denna art. Vid L9 var det kiselalgen *Cerataulina pelagica* som fanns i störst antal, 109 000 celler/l i ytprovet. Relativt stora populationer av kiselalgerna *Dactyliosolen fragilissimus* och *Skeletonema costatum* var också närvarande. Dinoflagellaterna var, jämfört med N7, färre, *Dinophysis norvegica** observerades med 900 celler/l i djupprovet, vilket ligger strax under riskgränsen. Relativt många kedjebildande kiselalger och stora dinoflagellater indikerade en hög klorofyll *a*-halt, framför allt i Laholmsbukten.

I början av **augusti** var det hög diversitet av plankton vid båda stationerna, dock högst i Laholmsbukten. Kiselhalten var hög och över medelvärdet för augusti vid L9, vilket gav förutsättningar för en god tillväxt av kiselalger. I N7s ytprov fanns den kedjebildande kiselalgen *Cerataulina pelagica* med 1,6 miljoner celler/l. Motsvarande siffra på samma djup vid L9 var 2,4 miljoner. Ett antal arter av kiselalgsläktet *Chaetoceros* fanns i L9s ytprov, med tillsammans 150 000 celler/l, lika många som av *Skeletonema costatum*. Den solitära kiselalgen *Cylindrotheca closterium* fanns med 28 000 celler/l. Dinoflagellater var också välrepresenterade vid L9, men dominansen låg bland relativt små arter som *Gymnodinium simplex* och

*Prorocentrum minimum**. Ett fåtal *Dinophysis norvegica** fanns i ytprovet, några fler i djupprovet, 588 celler/l, vilket ligger långt under riskgränsen för denna art (2000 celler/l), som räknas som den minst giftiga i släktet *Dinophysis. D.acuminata* verkar vara giftigare, och fanns strax under riskgränsen (900 celler/l) vid N7 med 880 celler/l. En population av det för fisk skadliga släktet *Chrysochromulina* spp* observerades vid L9 med 35 000 och 15 000 celler/l i yt- och djupprovet respektive.

September månads provtagning visade att *Chrysochromulina* spp* hade ökat till 65 000 celler/l i L9s ytvatten. Det fanns fortfarande många arter av både dinoflagellater och kiselalger, men i mycket lägre täthet jämfört med månaden innan. Vid N7 dominerade den kedjebildande kiselalgen *Dactyliosolen fragilissimus* med 40 000 celler/l. I övrigt var förhållandena desamma som vid L9.

Med kiselhalter under det normala för månaden, var det förvånansvärt många arter av kiselalger vid N7 i början av **oktober**. Celltätheterna var inte så höga, vilket ändå indikerade att den för planktontillväxten lugnare vintersäsongen var nära. Förhållandet mellan kiselalger och dinoflagellater var ungefär 50/50. Av kiselalgerna var det flest *Pseudo-nitzschia* spp*, knappt 30 000 celler/l i ytprovet. Ingen av dinoflagellatarterna översteg 3000 celler/l. Vid L9 hade *Chrysochromulina* spp* sjunkit till 14 000 celler/l. Här var kiselhalten gott över det normala för månaden, vilket speglade sig i sammansättningen av arter. Celltätheterna av de enskilda kiselalgerna var inte särskilt höga, men över lag högre än vid N7. En liten population av *Pseudo-nitzschia* spp* kvantifierades till 5800 celler/l i L9s ytprov. Det var i övrigt små flagellater som cryptomonader och kragflagellater som dominerade i antal denna månad.

Eftersom dagarna är så pass korta och ljusintensiteten så pass låg i **november** förväntades låga tätheter av plankton i proverna denna månad, men så var inte fallet. En förklaring till detta tycks ha varit att dagsljuset spätts på med klart väder och fullmåne. Vid L9 hade *Pseudo-nitszchia* spp* ökat i antal till 17 000 celler/l på 0-10 meters djup och till 35 000 i N7s ytprov. Utöver *Chaetoceros socialis,* som uppmättes till 13 000 respektive 50 000 celler/l vid L9 och N7, fanns ett antal arter ur samma släkte i små mängder. *Thalassionema nitzschioides* fanns med 50 000 och 67 000 celler/l i L9s och N7s vardera ytprover. Andra kiselalger som observerades var *Asterionellopsis glacialis, Leptocylindrus danicus* och *Nitzschia* aff. *americana*, alla med störst täthet vid N7. Det fanns rikligt med arter ur andra grupper också, både dinoflagellater, ciliater och andra flagellater i olika storlekar. Vid N7 fanns *Dinophysis norvegica*, D. acuminata** och *D. acuta*,* den senare med celltal något över artens riskvärde.

I **december** såg det ut att gå mot vinterlugn i planktonsamhället. *Pseudo-nitzschia* spp* var det enda släktet, förutom små flagellater, som fortfarande hade en population att tala om, 25 000 celler/l vid L9 och 28 000 celler/l vid N7. I övrigt var det bara enstaka celler kvar av de olika arterna.

Potentiellt skadliga arter observerade 2004.

- mycket under gränsvärde
- under gränsvärde
- över gränsvärde
- mycket över gränsvärde

- låg celltäthet
- hög celltäthet
- mycket hög celltäthet

L9 Laholmsbukten	Klass	Gränsvärde	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Dictyocha speculum	Chrysophyceae	1 milj. celler/l												
Pseudo-nitzschia delicatissima -gruppen	Diatomophyceae	1 milj. celler/l												
Pseudo-nitzschia cf. *pungens*	Diatomophyceae	1 milj. celler/l												
Pseudo-nitzschia seriata -gruppen	Diatomophyceae	1 milj. celler/l												
Alexandrium minutum	Dinophyceae	200 celler/l												
Alexandrium ostenfeldii	Dinophyceae	200 celler/l												
Alexandrium sp.	Dinophyceae	200 celler/l												
Alexandrium tamarense	Dinophyceae	200 celler/l												
Dinophysis acuminata	Dinophyceae	900 celler/l												
Dinophysis acuta	Dinophyceae	200 celler/l												
Dinophysis dens	Dinophyceae	900 celler/l												
Dinophysis norvegica	Dinophyceae	2000 celler/l												
Phalacroma rotundatum	Dinophyceae	900 celler/l												
Lingulodinium polyedrum	Dinophyceae													
Prorocentrum minimum	Dinophyceae													
Protoceratium reticulatum	Dinophyceae													
Protoperidinium curtipes/crassipes	Dinophyceae													
Chrysochromulina spp	Prymnesiophyceae													
Phaeocystis spp	Prymnesiophyceae													
Anabaena spp	Cyanophyceae													
Nodularia spumigena	Cyanophyceae													
Cyanobakterie filament	Cyanophyceae													
Chattonella sp.	Raphidophyceae													
Heterosigma spp	Raphidophyceae													

Potentiellt skadliga arter observerade 2004.

- mycket under gränsvärde
- under gränsvärde
- över gränsvärde
- mycket över gränsvärde

- låg celltäthet
- hög celltäthet
- mycket hög celltäthet

N7 Nidingen	Klass	Gränsvärde	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Dictyocha speculum	Chrysophyceae	1 milj. celler/l	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde				mycket under gränsvärde		mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde
Pseudo-nitzschia delicatissima -gruppen	Diatomophyceae	1 milj. celler/l			mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde						mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde
Pseudo-nitzschia pungens	Diatomophyceae	1 milj. celler/l										mycket under gränsvärde		mycket under gränsvärde
Pseudo-nitzschia seriata -gruppen	Diatomophyceae	1 milj. celler/l		mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde		mycket under gränsvärde		mycket under gränsvärde				
Alexandrium minutum	Dinophyceae	200 celler/l												
Alexandrium ostenfeldii	Dinophyceae	200 celler/l				mycket under gränsvärde								
Alexandrium sp.	Dinophyceae	200 celler/l	över gränsvärde											
Alexandrium tamarense	Dinophyceae	200 celler/l												
Dinophysis acuminata	Dinophyceae	900 celler/l		mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde		under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	
Dinophysis acuta	Dinophyceae	200 celler/l		mycket under gränsvärde				över gränsvärde			mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	över gränsvärde	
Dinophysis norvegica	Dinophyceae	2000 celler/l	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	under gränsvärde	mycket över gränsvärde	över gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	
Phalacroma rotundatum	Dinophyceae	900 celler/l						mycket under gränsvärde			mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	mycket under gränsvärde	
Lingulodinium polyedrum	Dinophyceae													
Prorocentrum minimum	Dinophyceae													
Protoceratium reticulatum	Dinophyceae						låg celltäthet	låg celltäthet				låg celltäthet		
Protoperidinium curtipes/crassipes	Dinophyceae										låg celltäthet			
Chrysochromulina spp	Prymnesiophyceae			låg celltäthet		låg celltäthet					låg celltäthet		låg celltäthet	
Phaeocystis spp	Prymnesiophyceae													
Anabaena spp	Cyanophyceae													
Nodularia spumigena	Cyanophyceae										låg celltäthet	låg celltäthet		
Cyanobakterie filament	Cyanophyceae												låg celltäthet	låg celltäthet
Chattonella sp.	Raphidophyceae				hög celltäthet	låg celltäthet								
Heterosigma spp	Raphidophyceae													

5.2 Kort om de olika toxinerna och deras producenter

Olika potentiellt giftiga släkten eller grupper har förmågan att producera olika gifter i olika styrkor.

Pseudo-nitzschia spp är potentiella producenter av domoinsyra som, när det är kopplat till konsumtion av musslor, kallas ASP, amnesic shellfish poison. Giftet har tidigare inte observerats i våra vatten, men nyligen (april, 2005) varnade danskarna för att det uppmätts i Kattegatt.

PSP, paralytic shellfish poison. Saxitoxiner produceras av *Alexandrium* spp. Giftet kan leda till döden.

DSP, diarrhetic shellfish poison produceras av *Dinophysis* spp och *Phalacroma rotundatum* (hette tidigare *Dinophysis*), och leder som förkortningen antyder till diarréer. De olika arterna varierar i giftighetsgrad, varför det är olika riskgränser för respektive art. En intressant upptäckt är att i små celltätheter av *Dinophysis* spp blir de enskilda algcellerna giftigare jämfört med i stora celltätheter.

Yessotoxin är ett samlingsnamn för gifter i *Protoceratium reticulatum* och *Lingulodinium polyedrum*. Dessa gifter verkar inte vara så giftiga för människor. När nivån av gifthalten i musslor är tillräckligt hög för att döda möss, varnas allmänheten, och musselodlare förbjuds att skörda.

AZP, azaspiracid poisoning, är ett relativt nyupptäckt gift som kan produceras av *Protoperidinium curtipes* och *P. crassipes*.

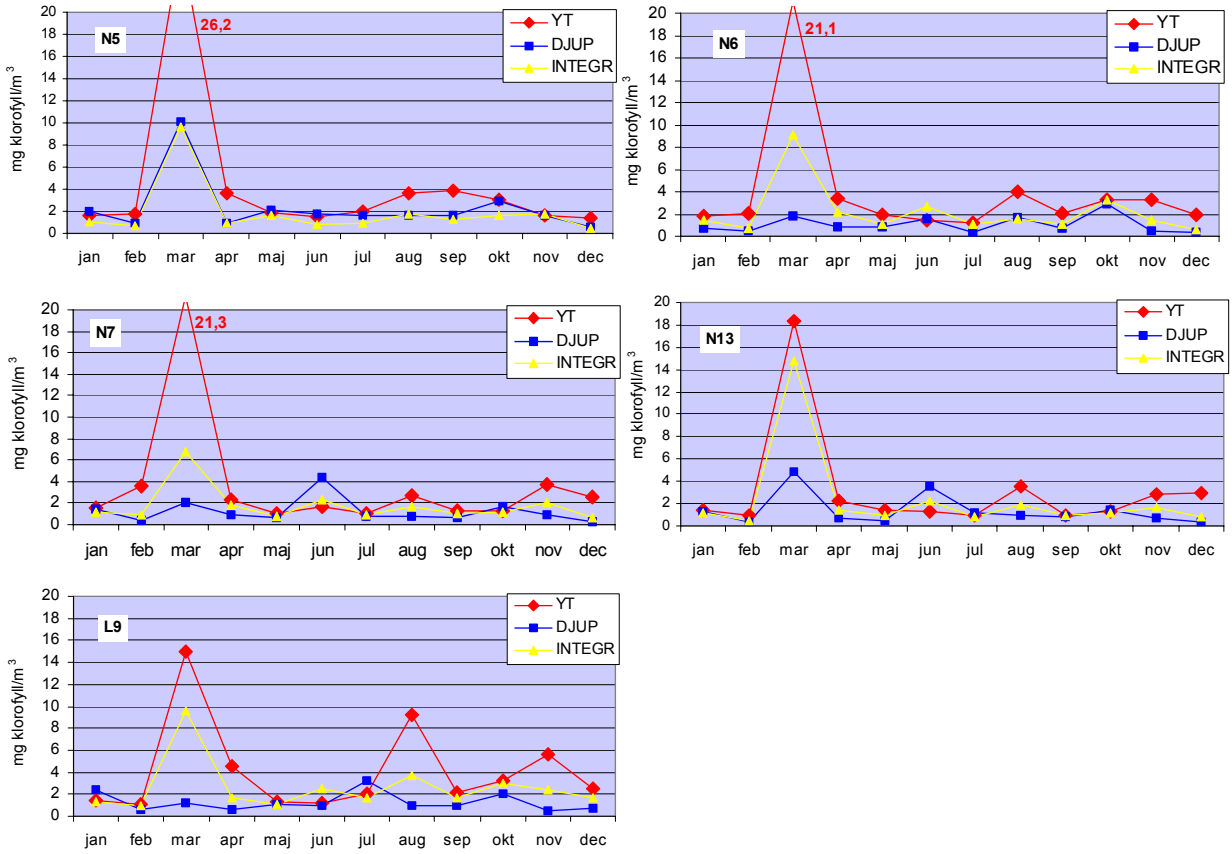
Ichtyo-toxiner, eller fisk-toxiner, innefattar de gifter som är skadliga eller dödliga för fisk. Potentiella producenter är bland andra *Karenia mikimotoi*, *Chrysochromulina* spp och *Chattonella* spp. Vad toxinerna ofta förorsakar, är att de skadar fiskens gälar så att den drunknar.

5.3 Klorofyll

Koncentrationen av klorofyll är ett grovt mått på mängden av växtplankton i vattnet. Klorofyll *a* mäts vid fem stationer längs Hallandskusten, och prov tas från varje fasta djup från ytan till botten. Figur 14 visar Chl *a*-koncentrationen i ytan och nära botten, samt det integrerade värdet över djupet, vid respektive station.

Samtliga stationer hade relativt låga halter av klorofyll i januari och februari, det vill säga halterna låg mellan 1 och 2 mg/m^3. N7 hade ett något förhöjt ytvärde redan i februari, med knappt 4 mg/m^3. I mars var alla stationer nära sina maximum vad gäller klorofyll. Högsta värdet, 26,2 mg/m^3, uppmättes vid N5, den av stationerna som är belägen längst norrut, och längst in i Kungsbackafjorden. Här var det höga Chl *a*-värden hela vägen ned genom vattenpelaren, ett typiskt tecken på att vårblomningen höll på att sjunka undan. Jämfört med övriga stationer var det fortfarande ett ganska högt ytvärde vid L9 i april, 4,6 mg/m^3. En förklaring kan vara att det var väldigt mycket kisel i vattnet, trots att det var efter vårblomningen. Detta gav potential för tillväxt av kiselalger igen, förutsatt att det fanns tillgång till övriga närsalter.

I maj och juni uppmättes låga klorofyllhalter, vilket är en typisk situation sedan alla närsalter över termoklinen tagit slut. En liten topp i bottenvärdena vid N7 och N13 kunde påvisas, troligtvis orsakad av den blommande kalkflagellaten *Emiliania huxleyi*. I juli var det fortfarande relativt låga klorofyllhalter, innan höstblomningen kom igång. Den högsta koncentrationen uppmättes vid L9, med ett ytvärde på knappt 10 mg/m^3. En nedgång i september följdes av en ny, fast mindre topp av ytvärden i oktober, som höll i sig in i november. I december var halterna av klorofyll nere på typiska vintervärden om 1-2 mg/m^3.



Figur 14. Klorofyllhalter (mg/m^3) från fem Hallandstationer med plottade värden från januari till december. Värdena är tagna från ytan, nära botten och integrerade över djupet.

5.4 Växtplanktonsituationen över en tidsperiod; 1993-2004

Samtliga figurer visas i bilaga 7.3.

Om man börjar med en överblick på planktonsituationen under tidsperioden 1993-2004 och tittar på den totala utvecklingen av celltätheten (Figur 7.3-1), kan man se att den varierar en del. Man kan se en generell årlig variation, med lägre täthet på vintern, en vårtopp och ganska höga tätheter på sommaren. Man ser också en antydan till lägre täthet efter 2002, men även något högre vårmaximum jämfört med tidigare år. Planktonalgernas korta generationstid gör att stora förändringar sker på kort tid, varför man kan missa de absoluta blomningstopparna. Det vore önskvärt att ha ekvivalenta tidsserier på biomassa, eftersom det skulle ge en tydligare bild av planktonproduktionen. Då skulle framförallt kurvorna på sommartid bli lägre,

eftersom det då ofta är stora antal av små flagellater, efter vårblomningens dränering av närsalter. Inom Hallands kustkontroll finns bara kortare intervall med värden på biomassa.

Utöver ett antal viktiga klasser presenteras några viktiga släkten och arter i bilaga 7.3. Giftiga släkten eller arter för människor eller fiskar som förekommer vid L9 och N7 är med, markerade i aktuella diagramtitlar med *. Förutom dessa presenteras också släkten eller arter som är viktiga antals- eller biomassamässigt i vår-, sommar-, eller vintersituationer. Under perioden 1993-1998 togs djupserien från 10-15 meter, i övrigt 10-20 meter (10-19 meter vid L9). Data saknas från djupserien från 1996-1997.

Klassen Diatomophyceae (Figur 7.3-2), kiselalger, liknar antalsmässigt det totala antalet celler vad det gäller högre vårmaxima efter 2002. Det är framför allt N7 som har höga toppar våren 2002 och 2003, L9 visar nästan lika högt värde våren 2003, men ligger i övrigt lägre. För *Skeletonema costatum* (Figur 7.3-3), som oftast dominerar vårplanktonet, stämmer diagrammen väl överens med respektive stations klassöversikt. Framför allt i månadsskiftet februari-mars är detta tydligt, då vårblomningen brukar inträffa. Även släktet *Rhizosolenia* är framträdande i planktonprover, men kommer gärna något senare än *S. costatum*, vilket framkommer i Figur 7.3-4. *Pseudo-nitzschia**(Figur 7.3-5), är ett kiselalgsläkte med många svårbestämda arter. De flesta måste studeras i elektronmikroskop under mycket hög förstoring för att kunna skiljas åt. Vissa arter inom släktet producerar toxin, varav *Pseudo-nitzschia delicatissima*-gruppen* (Figur 7.3-6) är ett exempel. Denna grupp återkommer höst och vår i relativt höga antal, men återfinns mer eller mindre året om. *P. seriata*-gruppen (Figur 7.3-7) är mera sällsynt, men finns ofta i större antal än förstnämnda under tidig vår.

Dinoflagellater, Dinophyceae (Figur 7.3-8), dominerar ofta i cellantal under sommaren och vintern. Annars är detta den klass, som utöver kiselalger är mest framträdande i planktonsamhället året om. Ett dinoflagellatsläkte som förekommer året om är *Dinophysis** (Figur 7.3-9), ur vilket *D. norvegica** (Figur 7.3-10), den minst giftiga av arterna, är vanligast. Detta är väldokumenterade arter eftersom de är lätta att identifiera. *D. acuminata** (Figur 7.3-11) och *D. acuta** (Figur 7.3-12) blommar med jämna mellanrum. Allmänheten rekommenderas då att undvika att förtära musslor. Vid enstaka tillfällen observeras *D. dens** (Figur 7.3-13) som misstänks vara ett utvecklingsstadium av *D. acuta**. *Phalacroma rotundatum** (Figur 7.3-14) tillhörde tidigare släktet *Dinophysis**, men arten flyttades över till ett eget släkte eftersom den är heterotrof. Tillsammans med många andra heterotrofa dinoflagellater, som till exempel *Protoperidinium* spp, räknas den ändå traditionellt till växtplankton.

Ett autotroft dinoflagellatsläkte som inte är lätt att identifiera är *Alexandrium* spp* (Figur 7.3-15). Släktet observeras inte så många gånger under året, men kan blomma upp, gärna på försommar-sommar. En population av *A. pseudogonyaulax** (Figur 7.3-16) påträffades i augusti 2003, både vid L9 och N7, samt en i oktober vid en N7 samma år.

Som nämnts tidigare består släktet *Protoperidinium* (Figur 7.3-17) uteslutande av heterotrofa arter. Det är ett mycket artrikt släkte med bland annat två kända

potentiellt toxiska arter, *P. crassipes** och *P. curtipes** (Figur 7.3-18) Dessa är svåra att skilja från varandra, varför de har slagits ihop i denna presentation. Arterna har observerats enstaka gånger vid Hallandskusten.

*Prorocentrum minimum** (Figur 7.3-20), är en relativt liten dinoflagellat som kan blomma på hösten. Det har varit rikligast av arten vid L9, men verkar inte lika frekvent som tidigare vid någon av stationerna. Om man tittar på hela släktet, fig…kan man se att det snarare har ökat i frekvens. Andelen andra, ofarliga arter, som *P. micans* och *P. aporum* med flera har troligtvis ökat istället.

En art som verkar återkomma årligen i maj-juni är coccolithoforiden *Emiliania huxleyi* (Figur 7.3-21), som kan bilda ett sammanhängande bälte av celler som sträcker sig över hela Skagerrak och förflyttar sig söderut. Det verkar finnas en fysikalisk eller kemisk gräns någonstans mellan N7 och L9 som stoppar utbredningen, eftersom blomningen observerats bara vid ett tillfälle (1996) vid L9. *E. huxleyi* tillhör samma klass som *Chrysochromulina* spp*(Figur 7.3-22), nämligen Haptophyceae (Figur 7.3-23). *Chrysochromulina* spp* verkar ha ökat både i frekvens och antal och är släktet som representerar klassen mest. Precis som *Chrysochromulina* spp*, är *Chattonella* spp* (Figur 7.3-24) känd för att vara skadlig för fisk. *Chattonella* verkar dessutom också observeras oftare nu, gärna på våren. *Chattonella* spp* håller på att omplaceras taxonomiskt och kommer att placeras i samma klass som *Dictyocha speculum** (Figur 7.3-25), även den skadlig för fisk. *D. speculum** ser ut att finnas i längre sammanhängande perioder från ca 2003.

En viktig klass antalsmässigt är de relativt små flagellaterna som ingår i Cryptophyceae (Figur 7.3-26). Dessa brukar observeras året om, varför det är förbryllande med så stora gap mellan förekomsterna. En förklaring kan vara den mycket stora gruppen antalsmässigt, Miscellaneous (Figur 7.3-27). Detta är en ”restgrupp”, där man placerar oidentifierade celler, med eller utan flageller, oftast små arter, under 10 µm.

6 Referenser

Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet – Kust och Hav. Rapport 4914.

www.n.lst/kustvatten.

Aertebjerg G. & Bresta AM. 1984. Guidelines for the Measurement of Phytoplankton Primary Production BMB publ. No. 1. 2nd Edition.

HELCOM. 1999. Manual For Marine Monitoring in the COMBINE PROGRAMME of HELCOM. www.helcom.fi.

Edler, L. 1977. Phytoplankton and Primary Production in the Sound. Diss. Univ. of Gothenburg. 82pp.

Edler, L. AlgAware. Rapporter av algsituationen runt Sveriges kuster. Tillgängliga på SMHIs webbsida, www.smhi.se

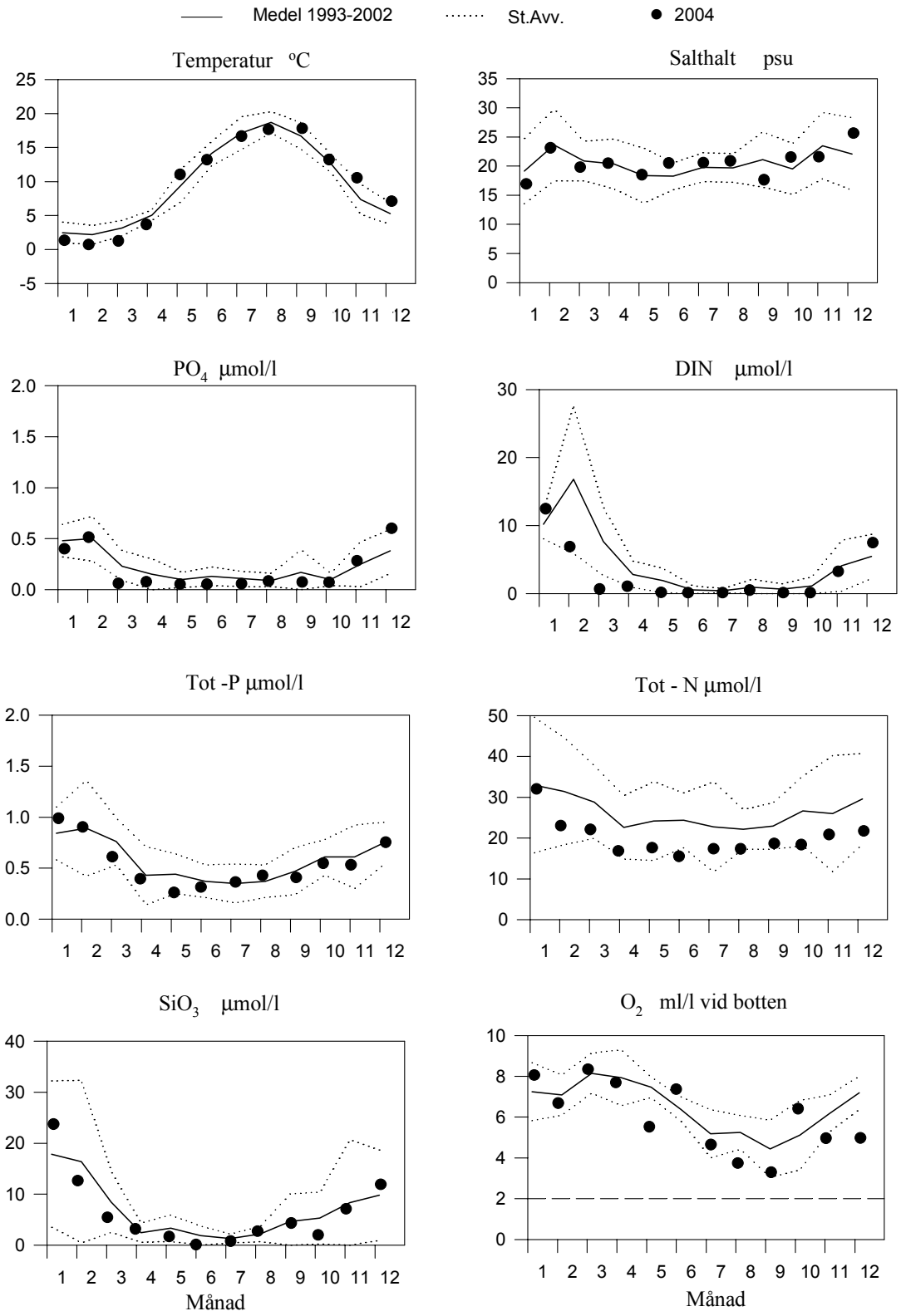
Edler, L. Halland 2003. Rapport över algsituationen vid Hallandskusten 2003. Tillgänglig hos SMHI.

SMHIs växtplanktondatabas. Ännu ej tillgänglig på internet.

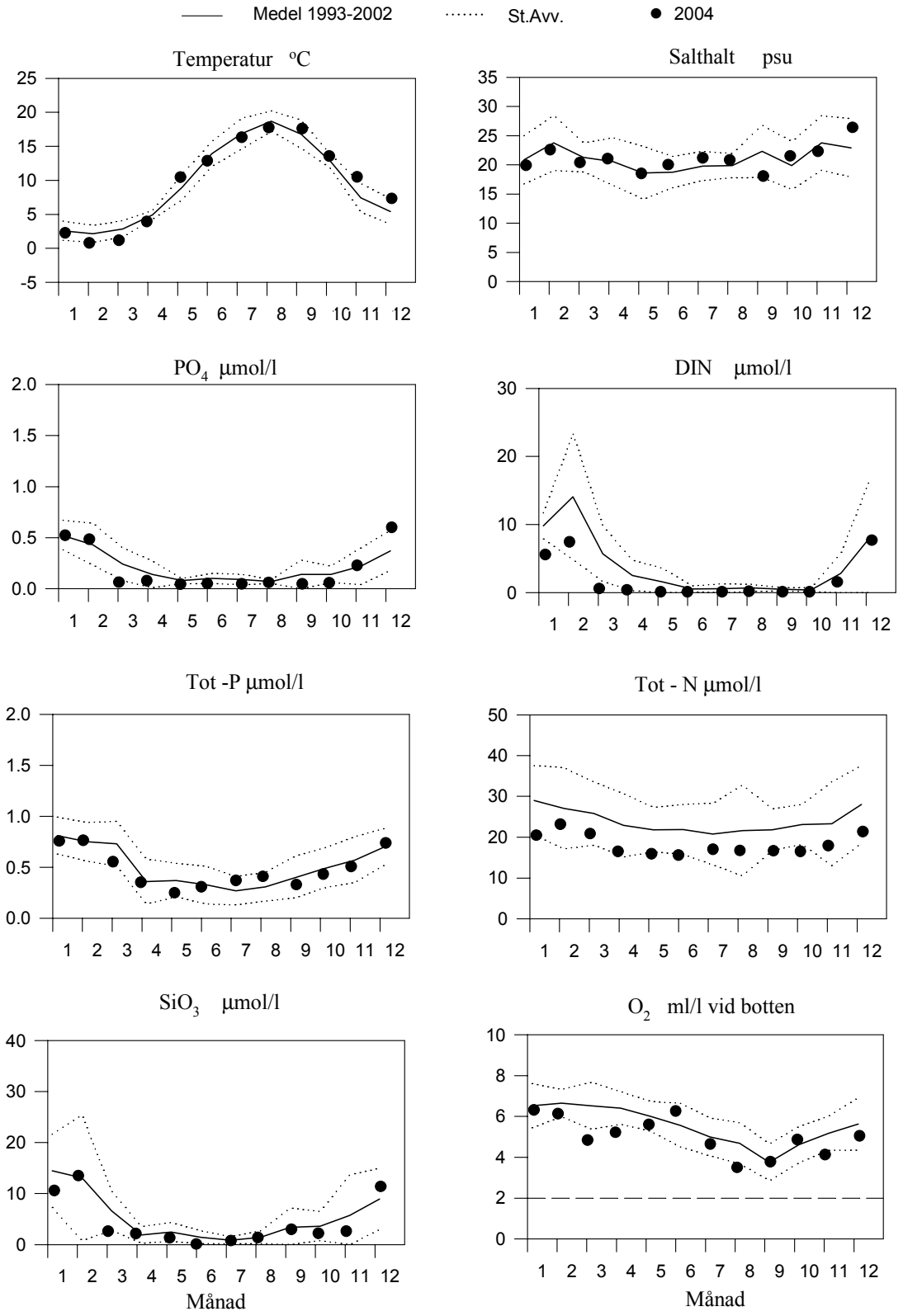
7 Bilagor

7.1 Figurer 2004

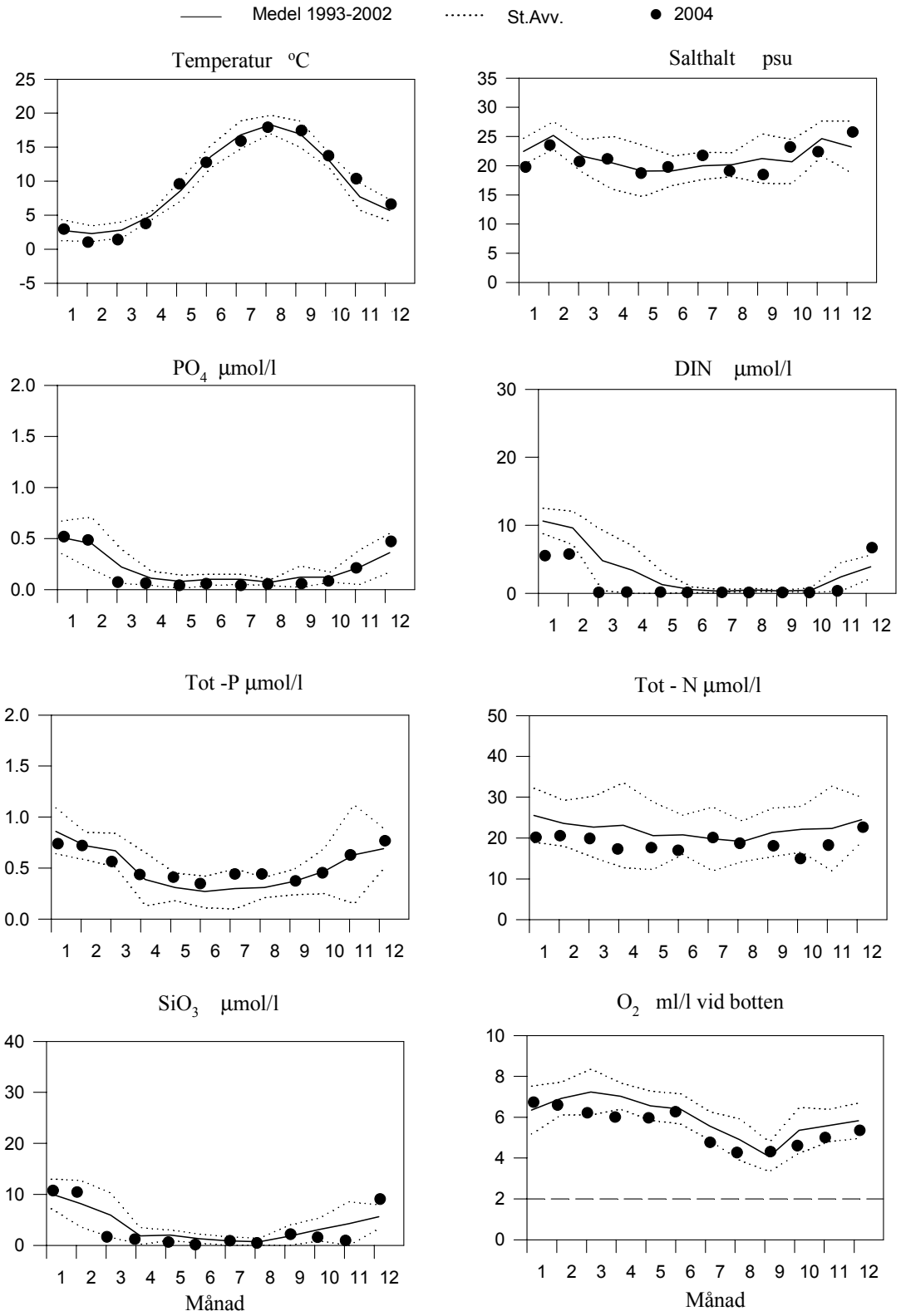
STATION N5
Ytvatten (0-10 m)



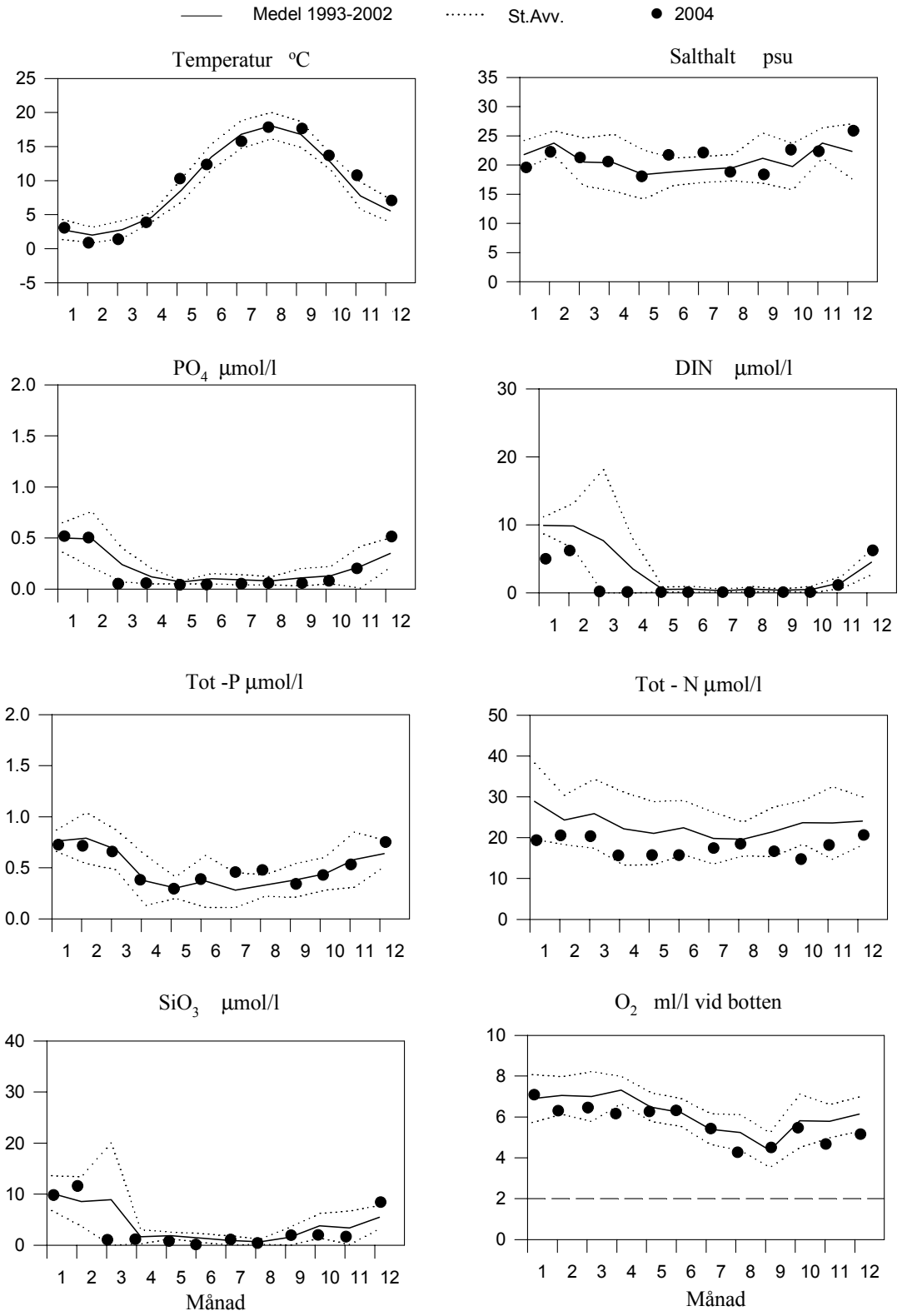
STATION N6
Ytvatten (0-10 m)



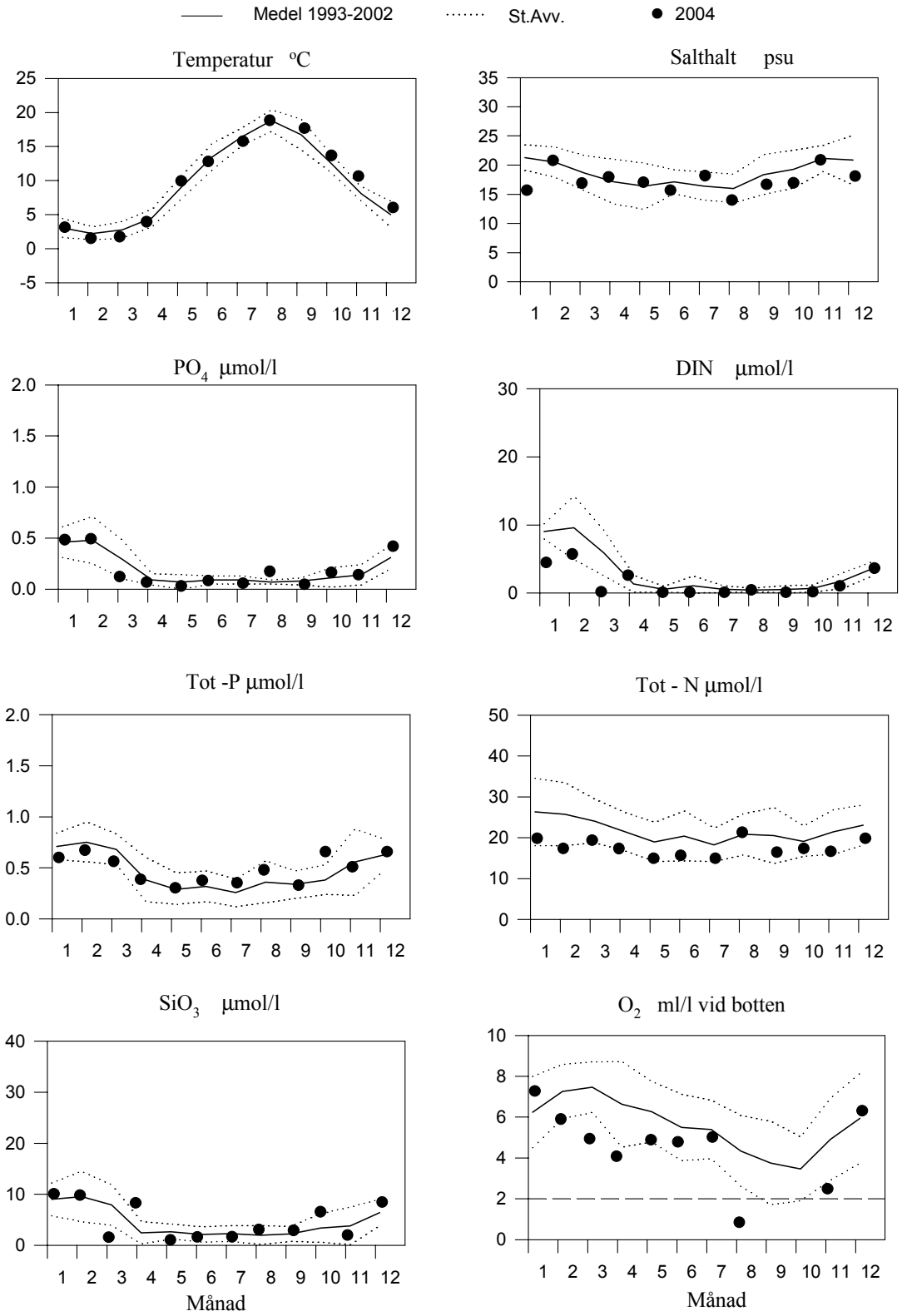
STATION N7
Ytvatten (0-10 m)



STATION N13
Ytvatten (0-10 m)

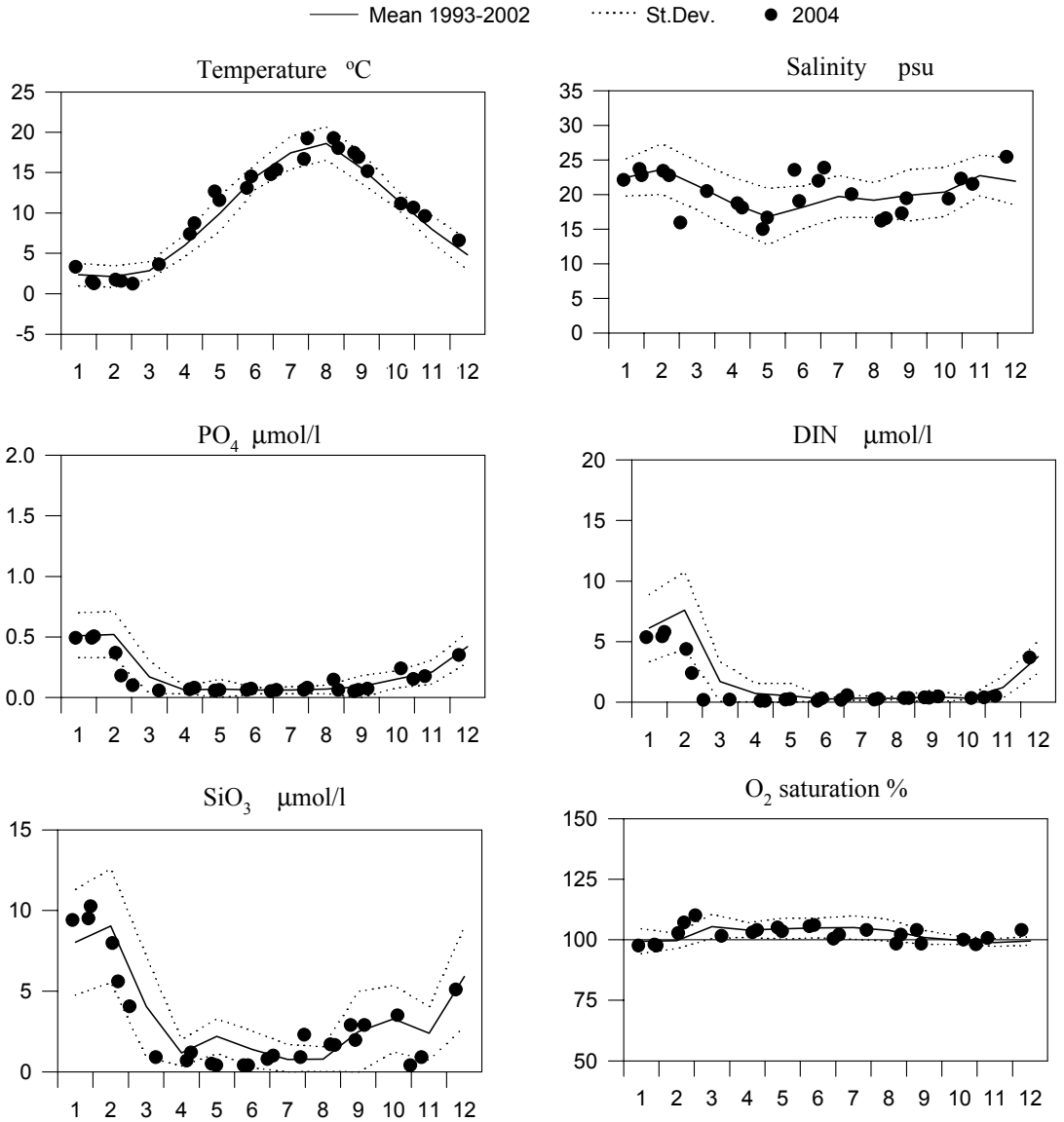


STATION L9
Ytvatten (0-10 m)

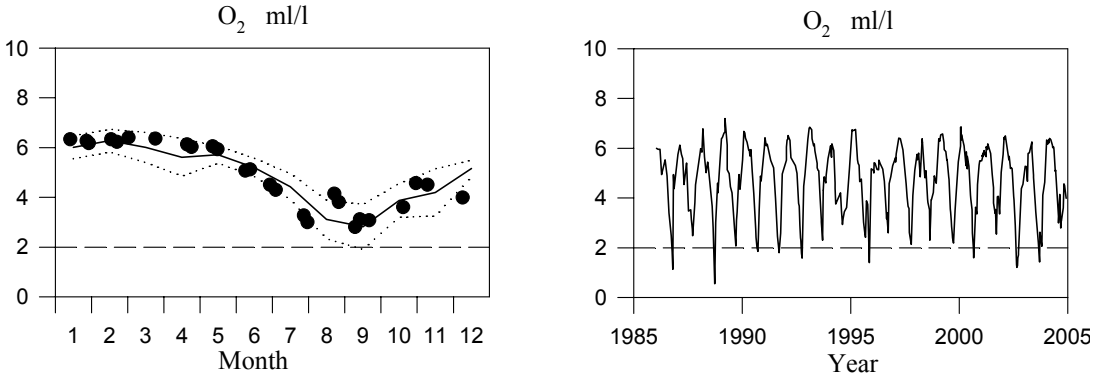


STATION ANHOLT E SURFACE WATER

Annual Cycles

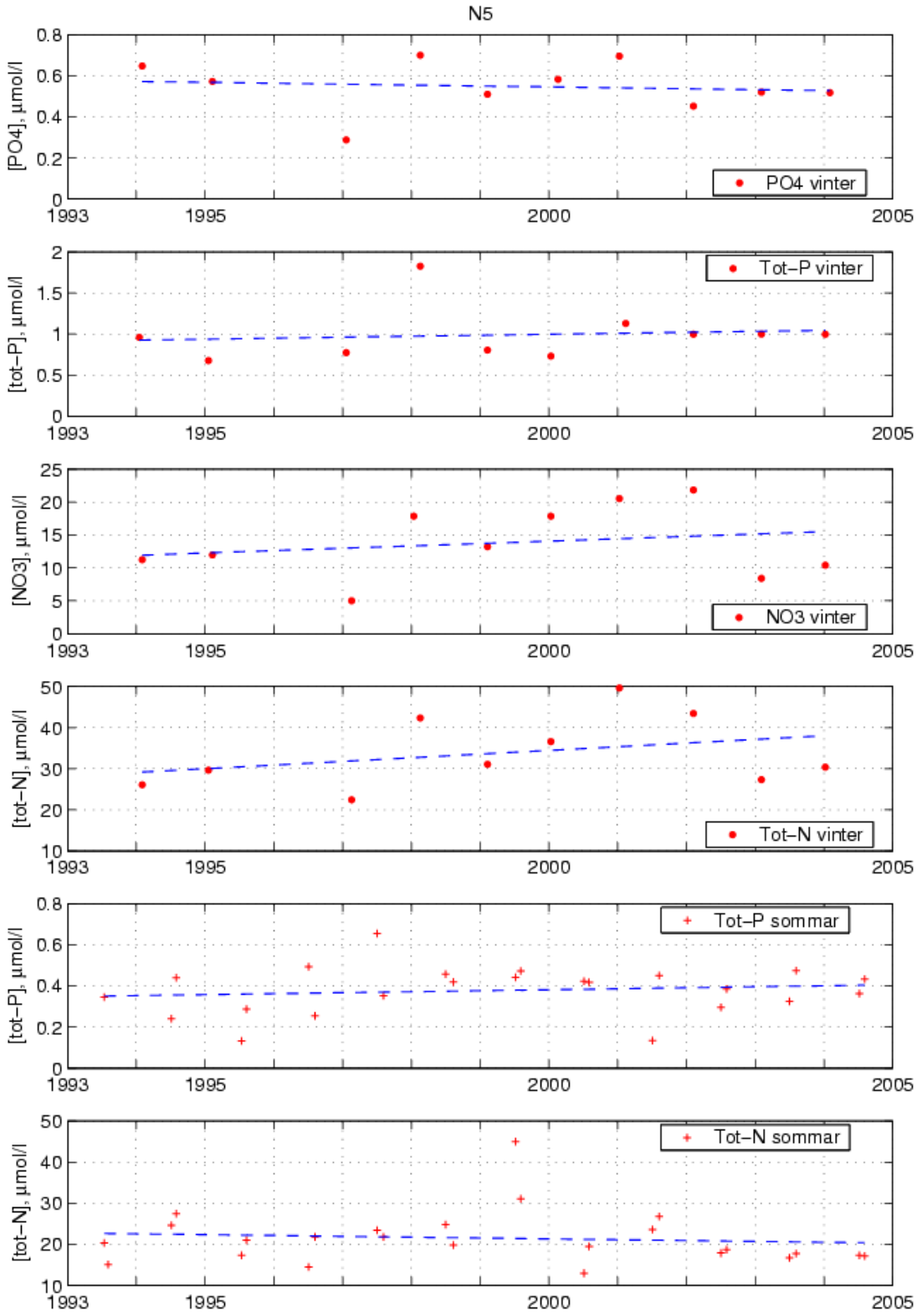


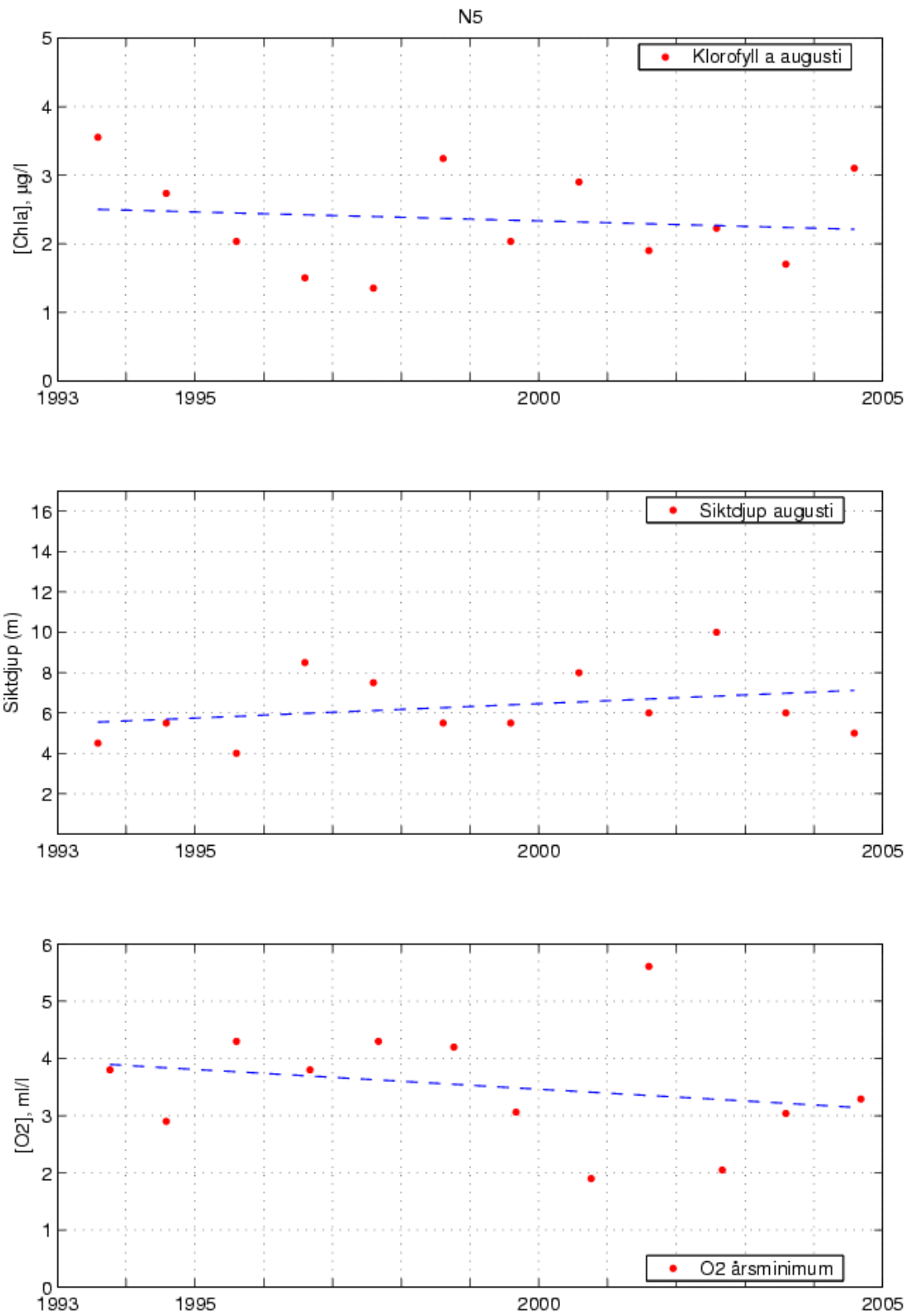
OXYGEN IN BOTTOM WATER

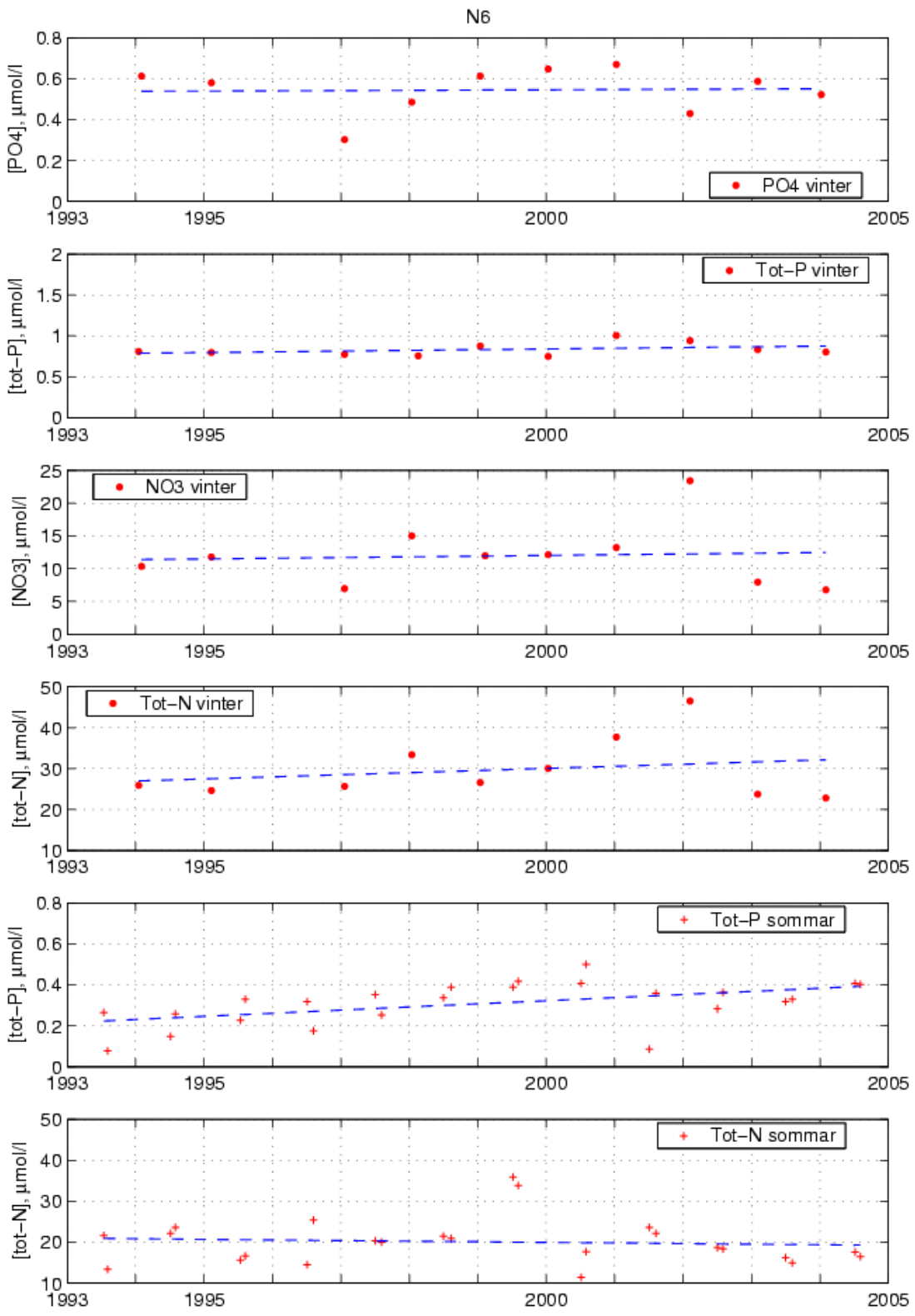


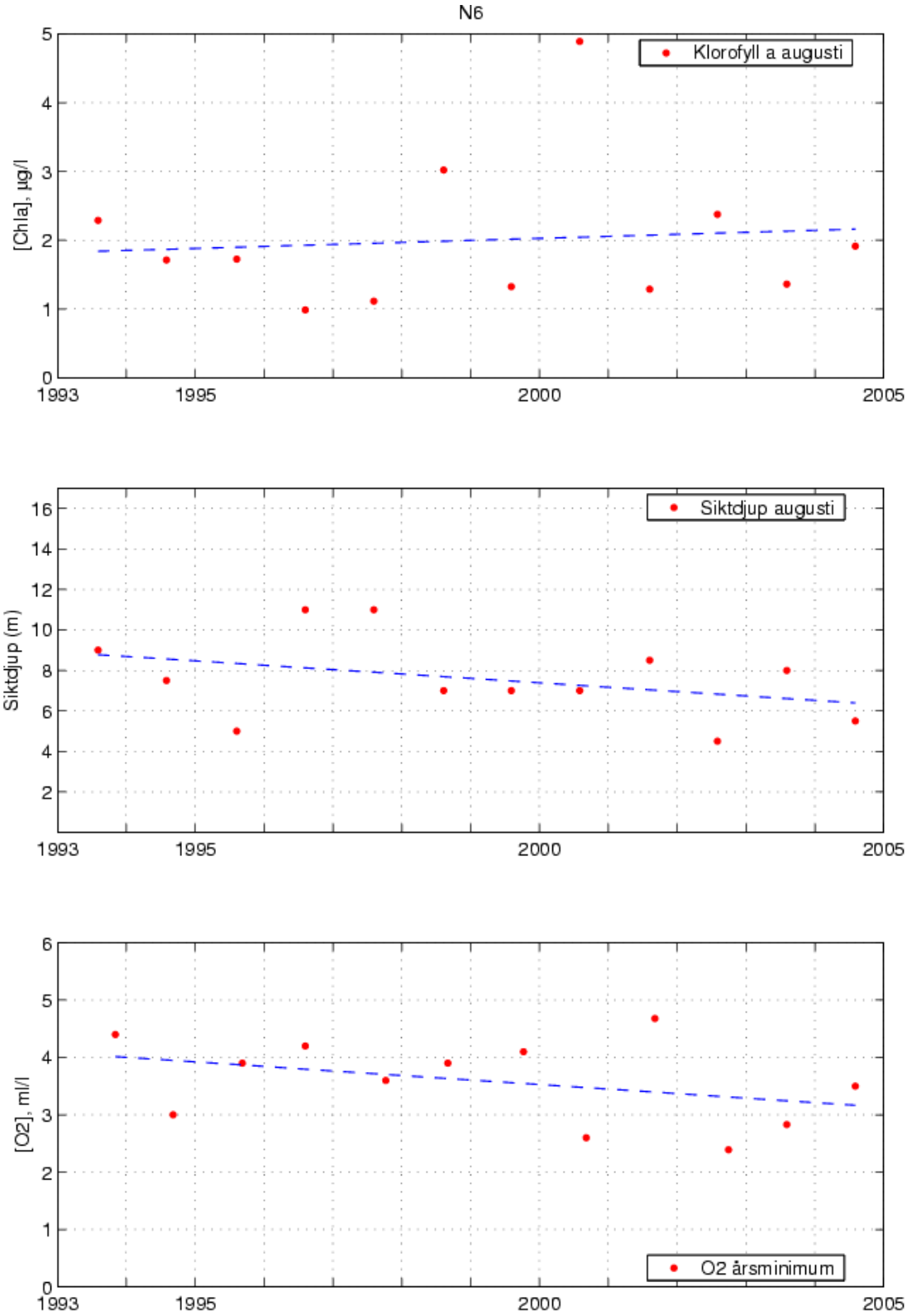
7.2 Hydrografiska data från perioden 1993-2004

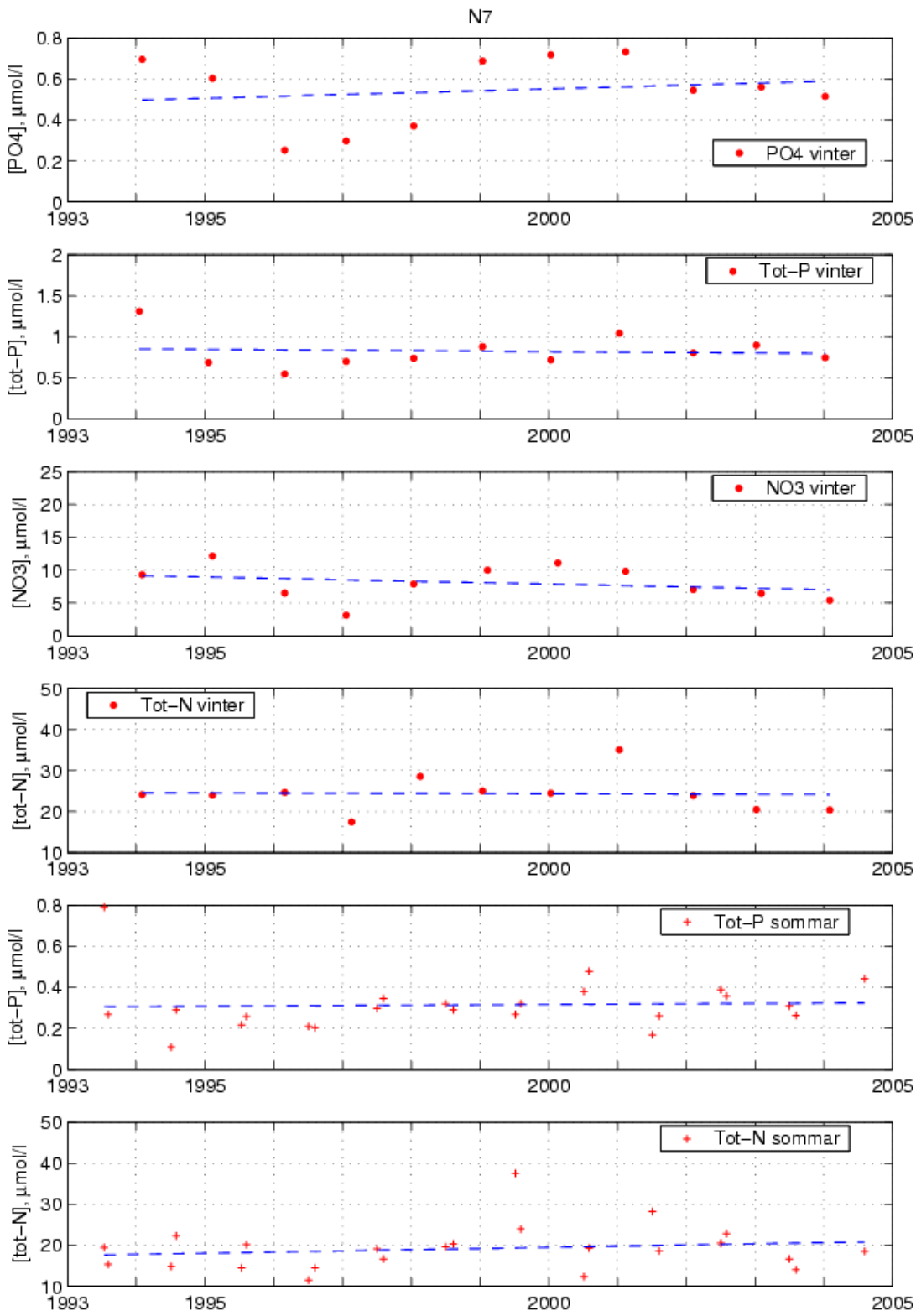
I de följande figurerna presenteras tidsserier över uppmätta värden och tillhörande trendlinjer över parametrarna fosfat (PO_4), totalfosfor (tot-P), nitrat (NO_3), totalkväve (tot-N), klorofyll a (Chla), siktdjup och syrgashalt (O_2). Fosfat, nitrat, totalfosfor och totalkväve visas vintertid, d.v.s. högsta halten uppmätt under januari-februari. Totalfosfor och totalkväve visas också sommartid, d.v.s. halter uppmätta under juli-augusti. Klorofyll a och siktdjup visas i augusti och syrgashalten visas som lägsta uppmätta halten i bottenvattnet varje år. Kväve- och fosforhalter gäller ytvattnet och har beräknats som ett viktat medelvärde för 0-10 meter. Klorofyllhalten har beräknats som ett viktat medelvärde gällande 0-20 meter.

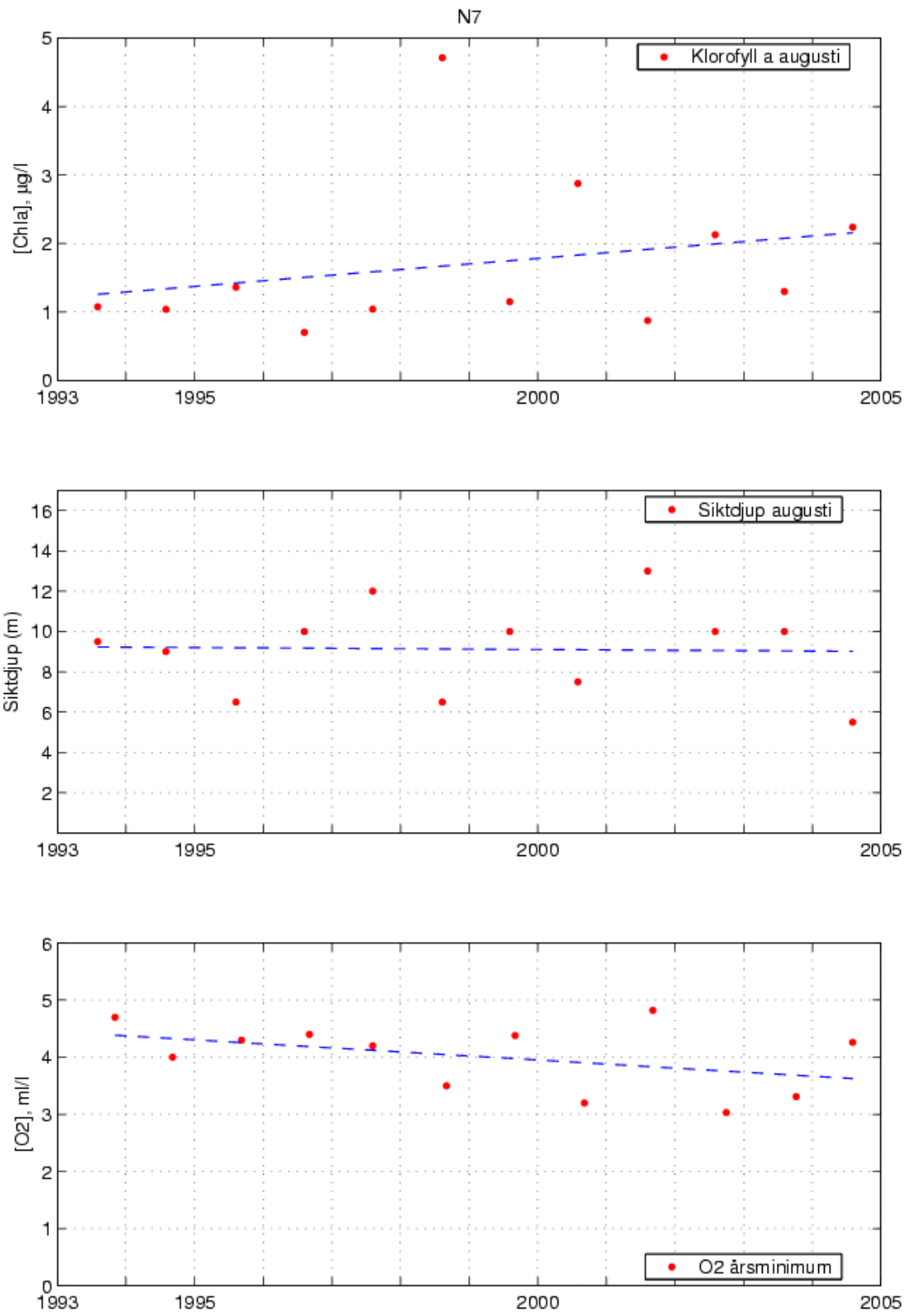

N5
[PO4], µmol/l
PO4 vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P vinter
[NO3], µmol/l
NO3 vinter
[tot−N], µmol/l
Tot−N vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P sommar
[tot−N], µmol/l
Tot−N sommar
1993
1995
2000
2005

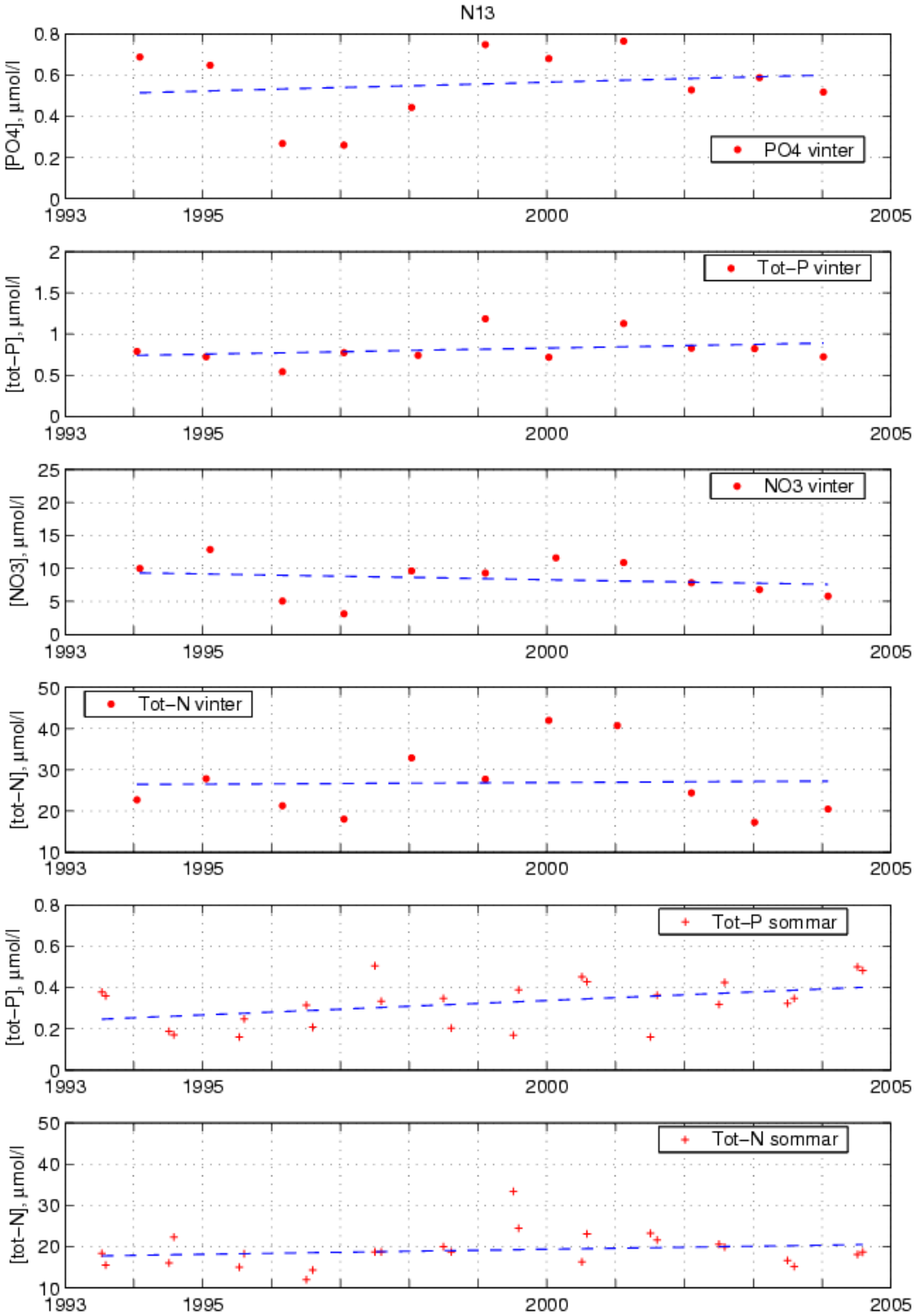

N5
Klorofyll a augusti
[Chla], µg/l
Siktdjup augusti
Siktdjup (m)
O2 årsminimum
[O2], ml/l
1993
1995
2000
2005

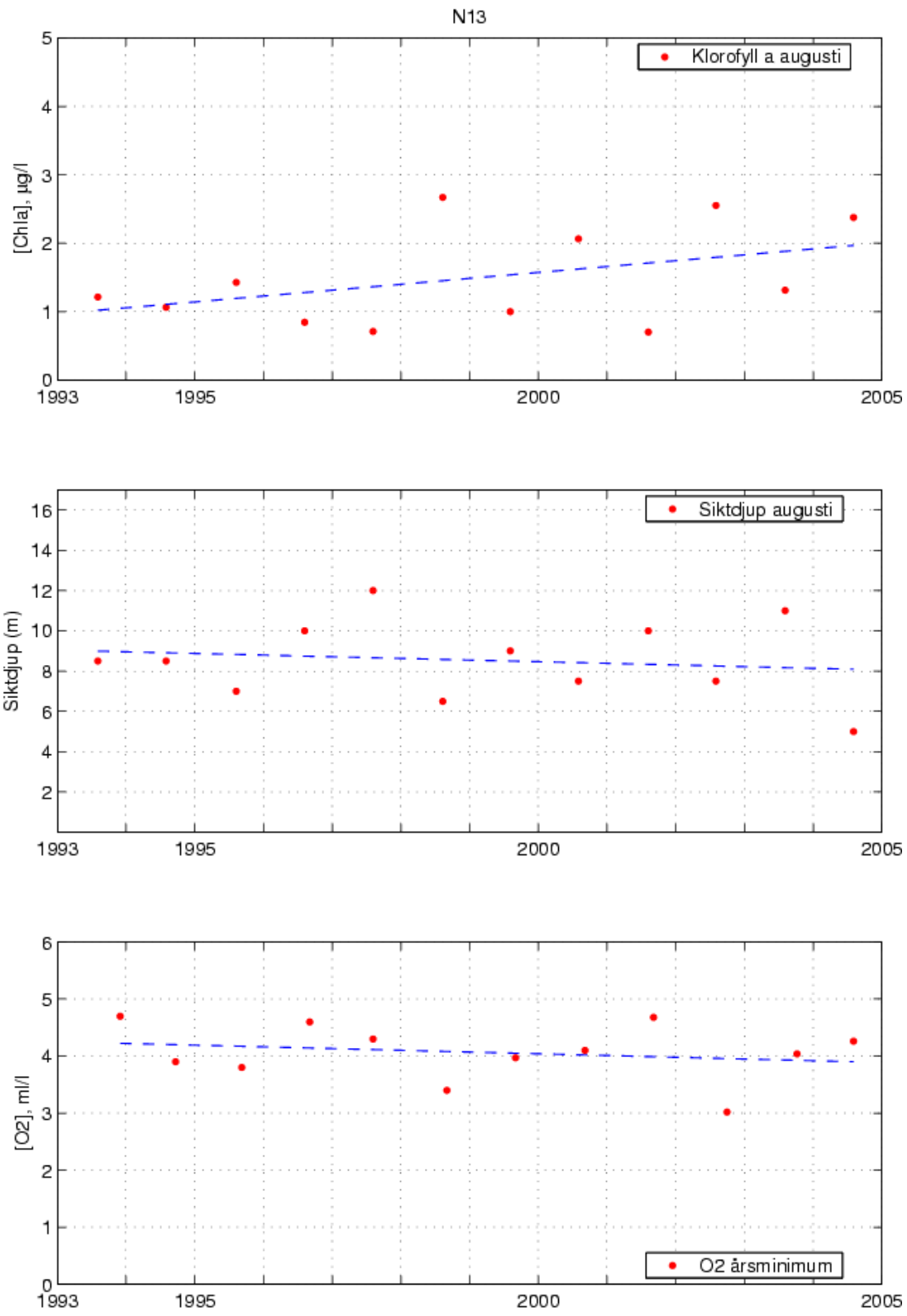

N6
[PO4], µmol/l
PO4 vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P vinter
[NO3], µmol/l
NO3 vinter
[tot−N], µmol/l
Tot−N vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P sommar
[tot−N], µmol/l
Tot−N sommar
1993
1995
2000
2005

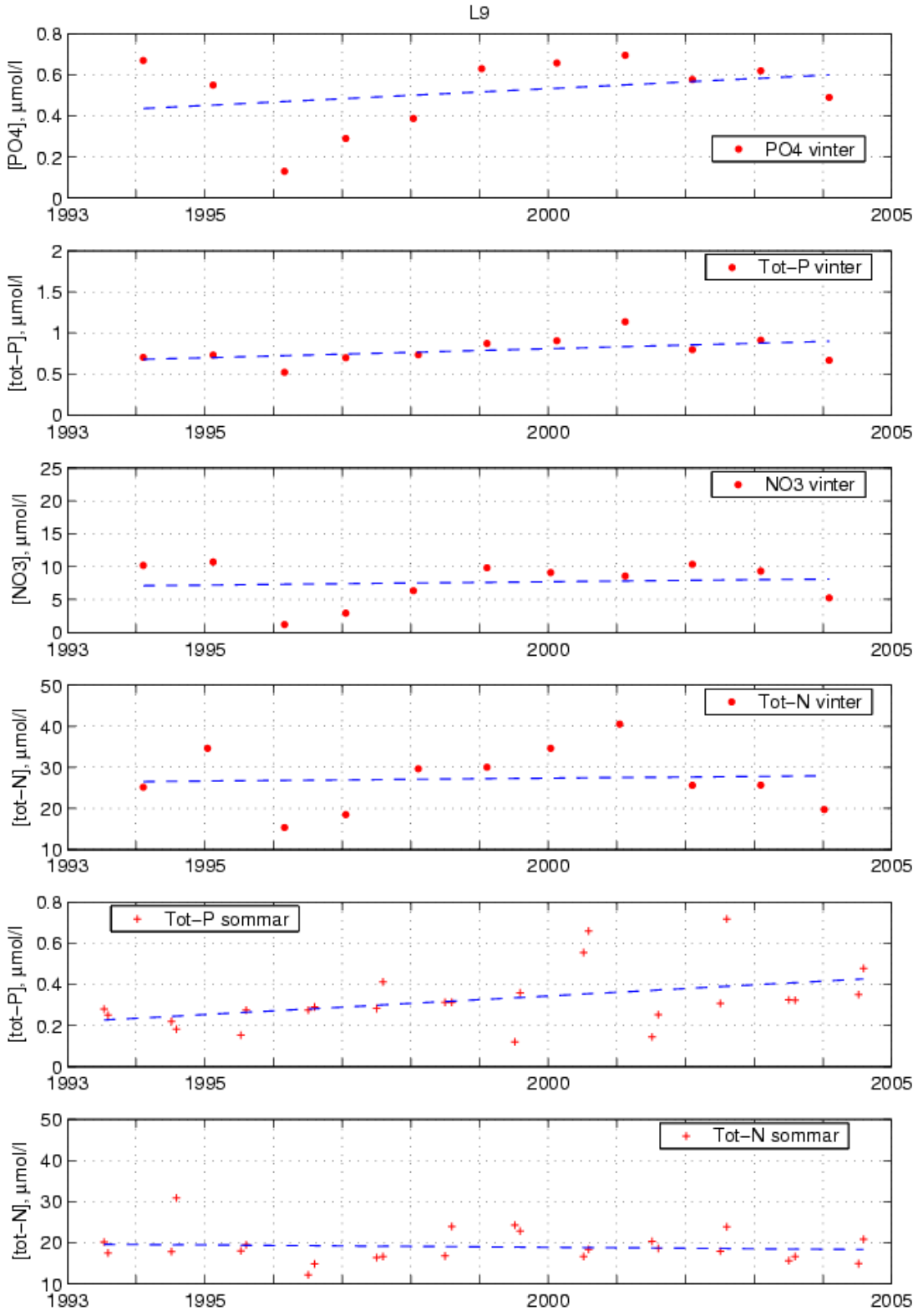

N6
Klorofyll a augusti
[Chla], µg/l
Siktdjup augusti
Siktdjup (m)
O2 årsminimum
[O2], ml/l
1993
1995
2000
2005

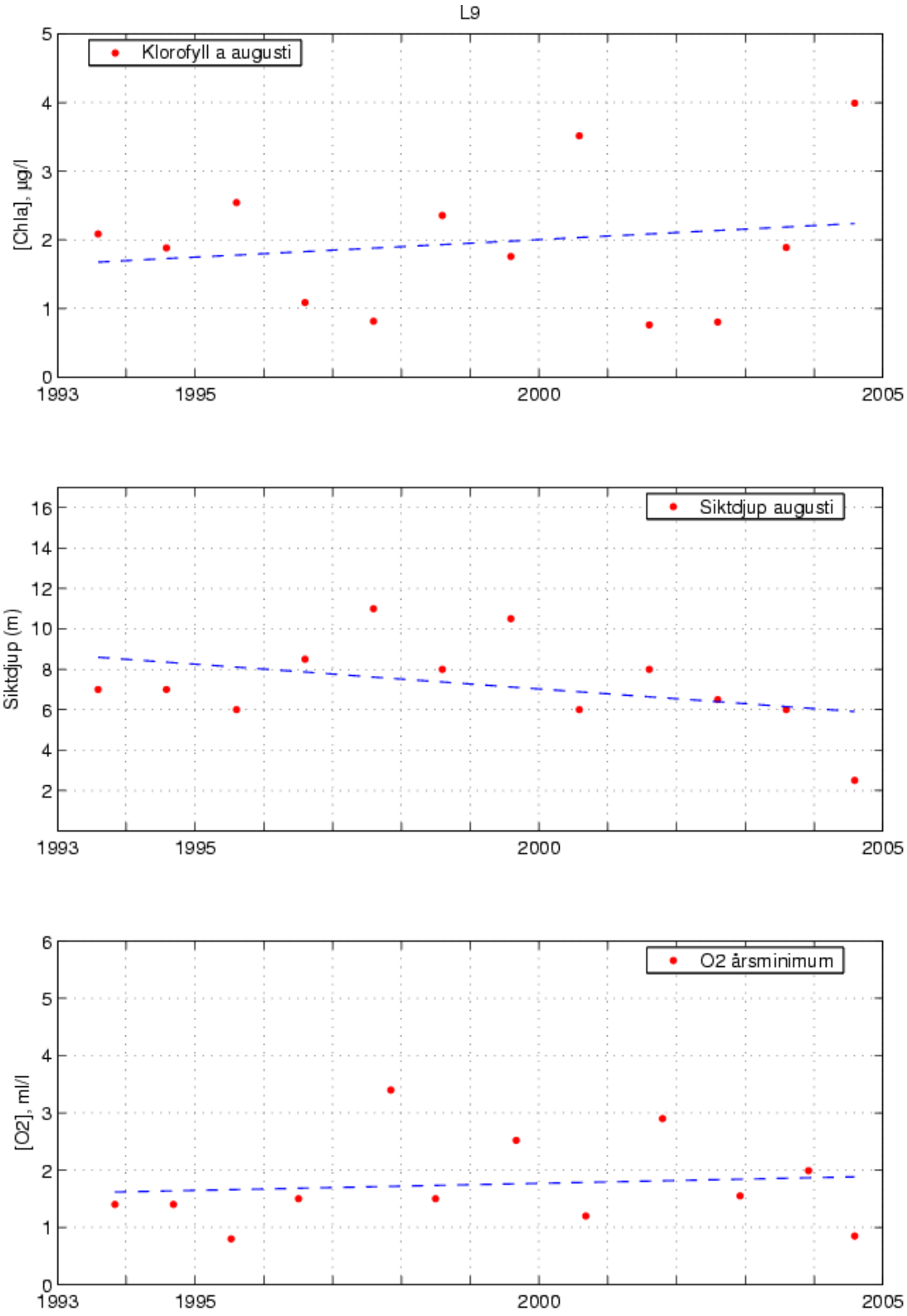

N7
[PO4], µmol/l
PO4 vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P vinter
[NO3], µmol/l
NO3 vinter
[tot−N], µmol/l
Tot−N vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P sommar
[tot−N], µmol/l
Tot−N sommar
1993
1995
2000
2005

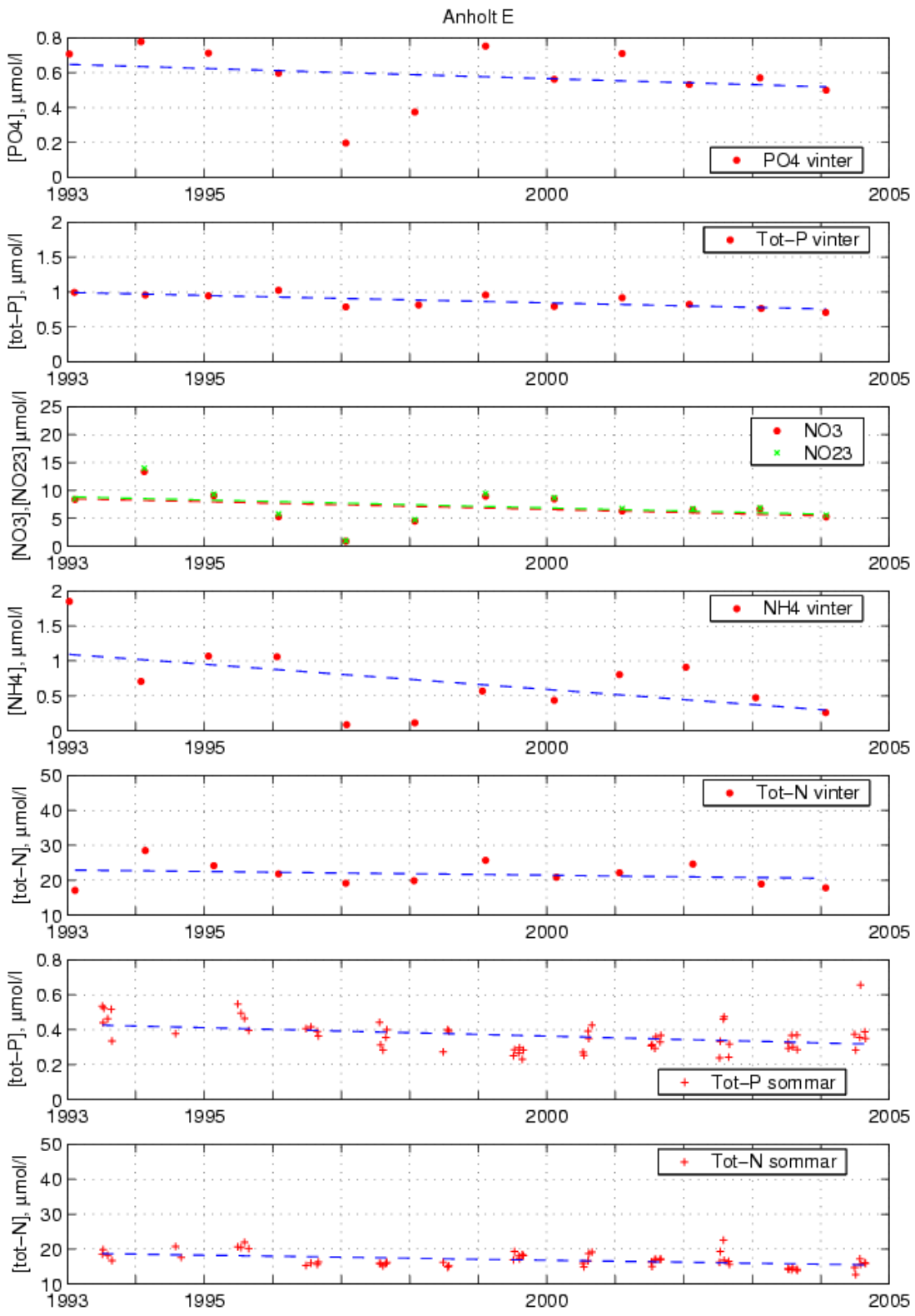

N7
Klorofyll a augusti
[Chla], µg/l
Siktdjup augusti
Siktdjup (m)
O2 årsminimum
[O2], ml/l
1993
1995
2000
2005

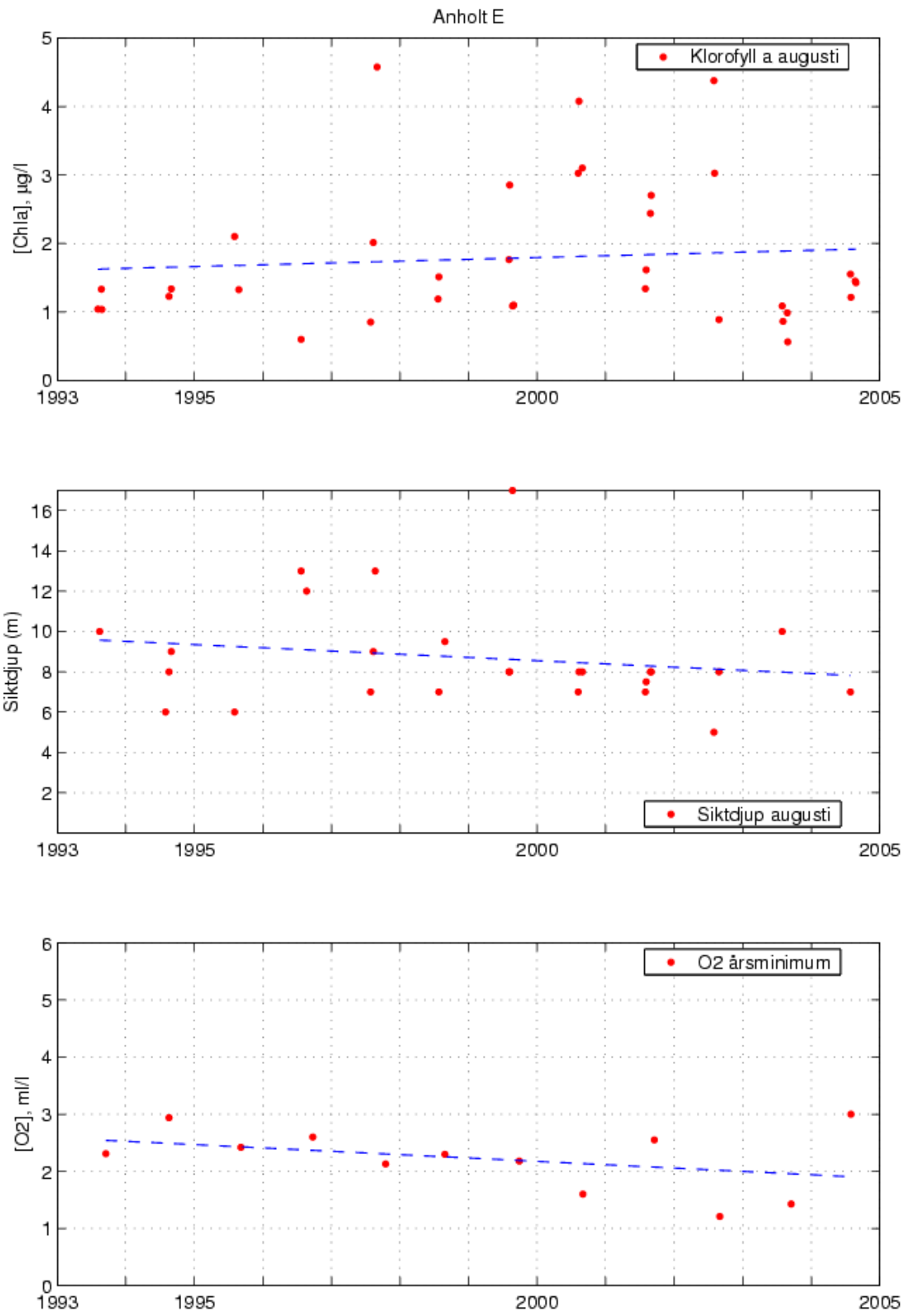

N13
[PO4], µmol/l
PO4 vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P vinter
[NO3], µmol/l
NO3 vinter
[tot−N], µmol/l
Tot−N vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P sommar
[tot−N], µmol/l
Tot−N sommar
1993
1995
2000
2005


N13
Klorofyll a augusti
[Chla], µg/l
Siktdjup augusti
Siktdjup (m)
O2 årsminimum
[O2], ml/l
1993
1995
2000
2005


L9
[PO4], µmol/l
PO4 vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P vinter
[NO3], µmol/l
NO3 vinter
[tot−N], µmol/l
Tot−N vinter
[tot−P], µmol/l
Tot−P sommar
[tot−N], µmol/l
Tot−N sommar
1993
1995
2000
2005

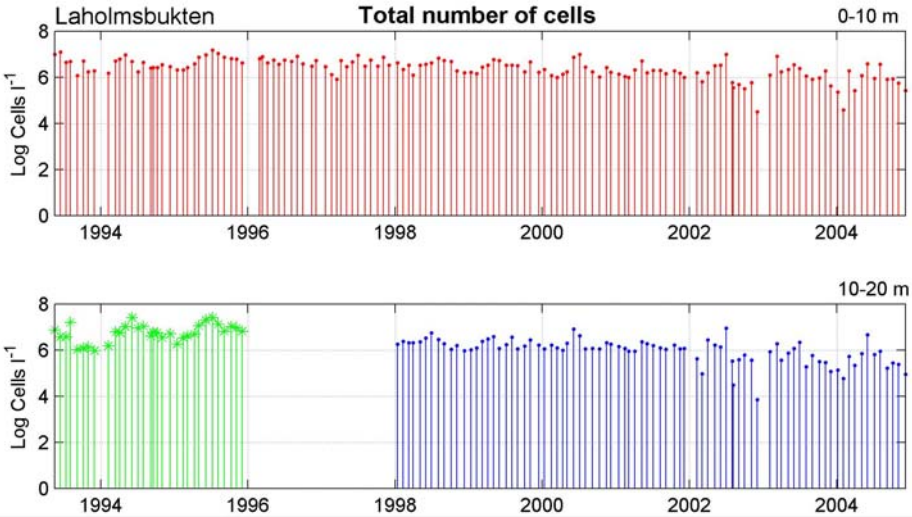

L9
Klorofyll a augusti
[Chla], µg/l
Siktdjup augusti
Siktdjup (m)
O2 årsminimum
[O2], ml/l
1993
1995
2000
2005


Anholt E
[PO4], µmol/l
PO4 vinter
[tot–P], µmol/l
Tot–P vinter
[NO3],[NO23] µmol/l
NO3
NO23
[NH4], µmol/l
NH4 vinter
[tot–N], µmol/l
Tot–N vinter
[tot–P], µmol/l
Tot–P sommar
[tot–N], µmol/l
Tot–N sommar
1993
1995
2000
2005

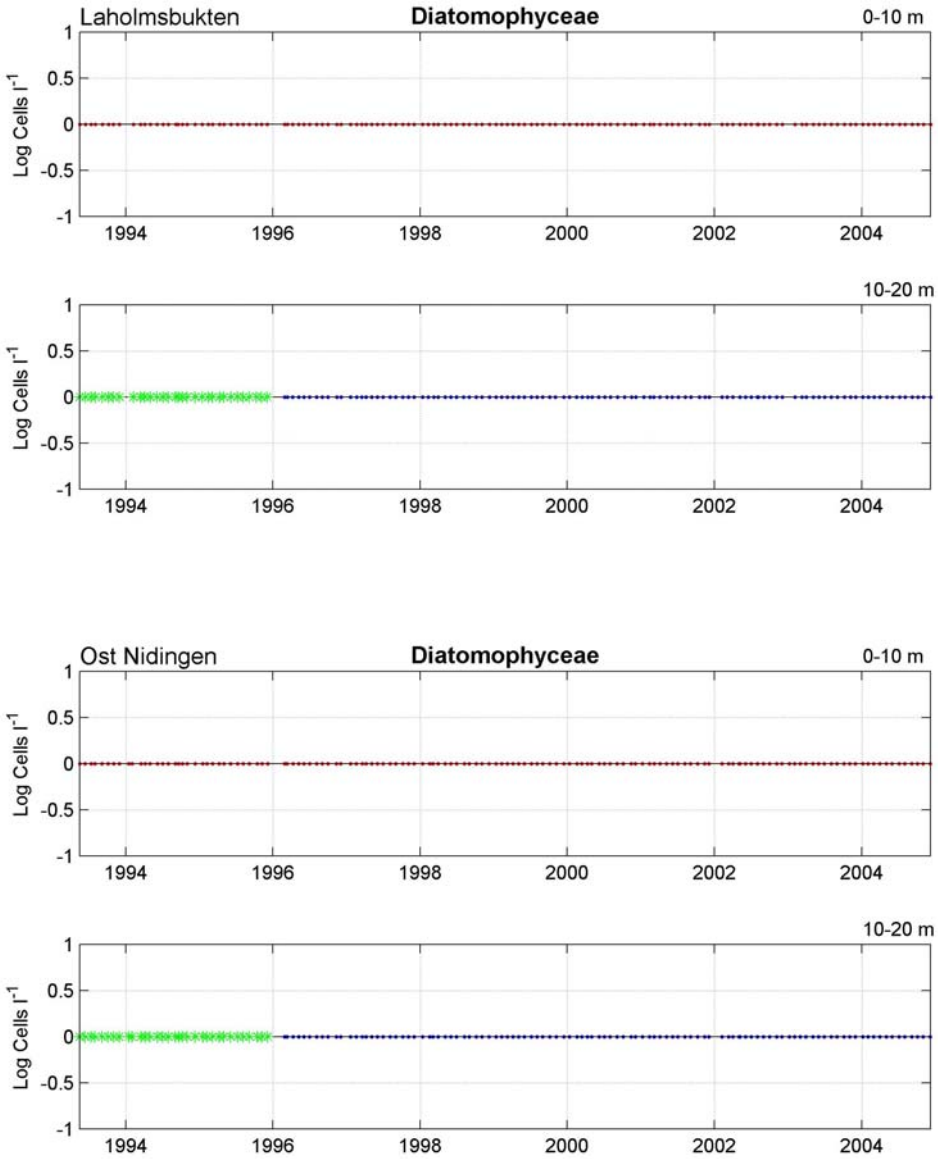

Anholt E
Klorofyll a augusti
[Chla], µg/l
0
1
2
3
4
5
1993
1995
2000
2005
Siktdjup augusti
Siktdjup (m)
2
4
6
8
10
12
14
16
1993
1995
2000
2005
O2 årsminimum
[O2], ml/l
0
1
2
3
4
5
6
1993
1995
2000
2005

7.3 Växtplanktondata under perioden 1993-2004

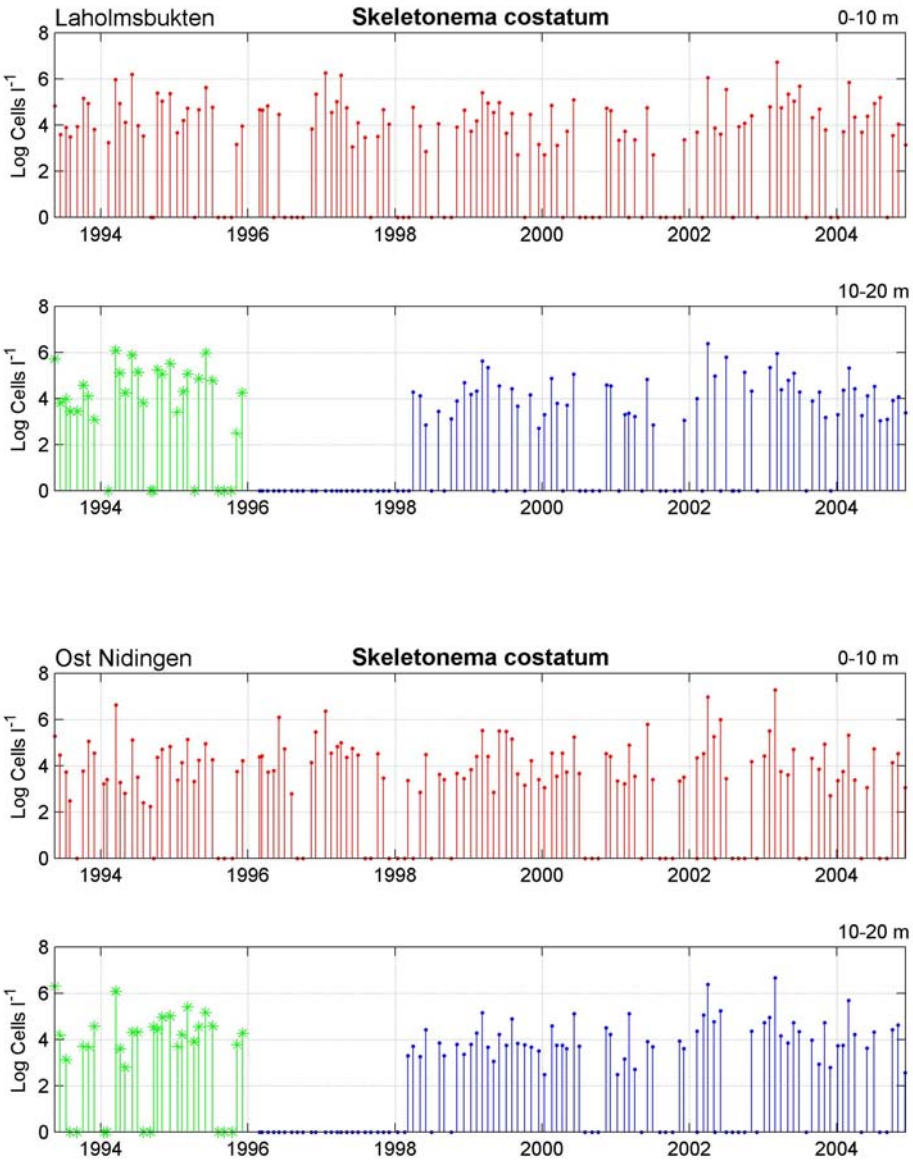
I figurerna visas växtplankton från ytprov (0-10 m) och djupprov (10-19 m respektive 10-20 m) plottade som klass, släkte eller art. Data är tagna ur en tidsserie från 1993 till 2004. Gröna plottar betyder att djupserien under aktuell period, togs mellan 10-15 m. För samtliga diagram gäller att data saknas från djupserien under tidsperioden 1996-1997. Stjärna (*) i titeln betyder att arten eller släktet i fråga är giftig för människor eller för fisk. Obs! Y-axlarna har inte samma skala.



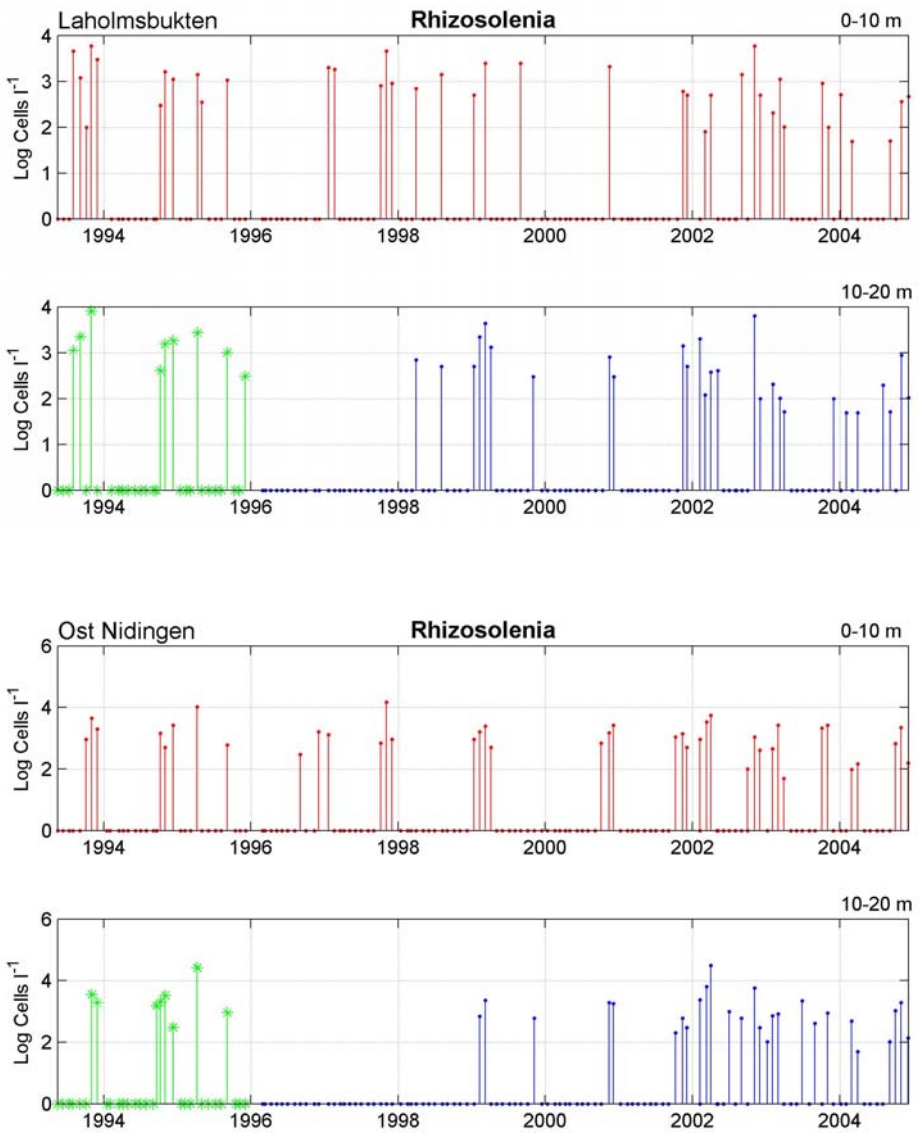
Figur 7.3-1 All cells



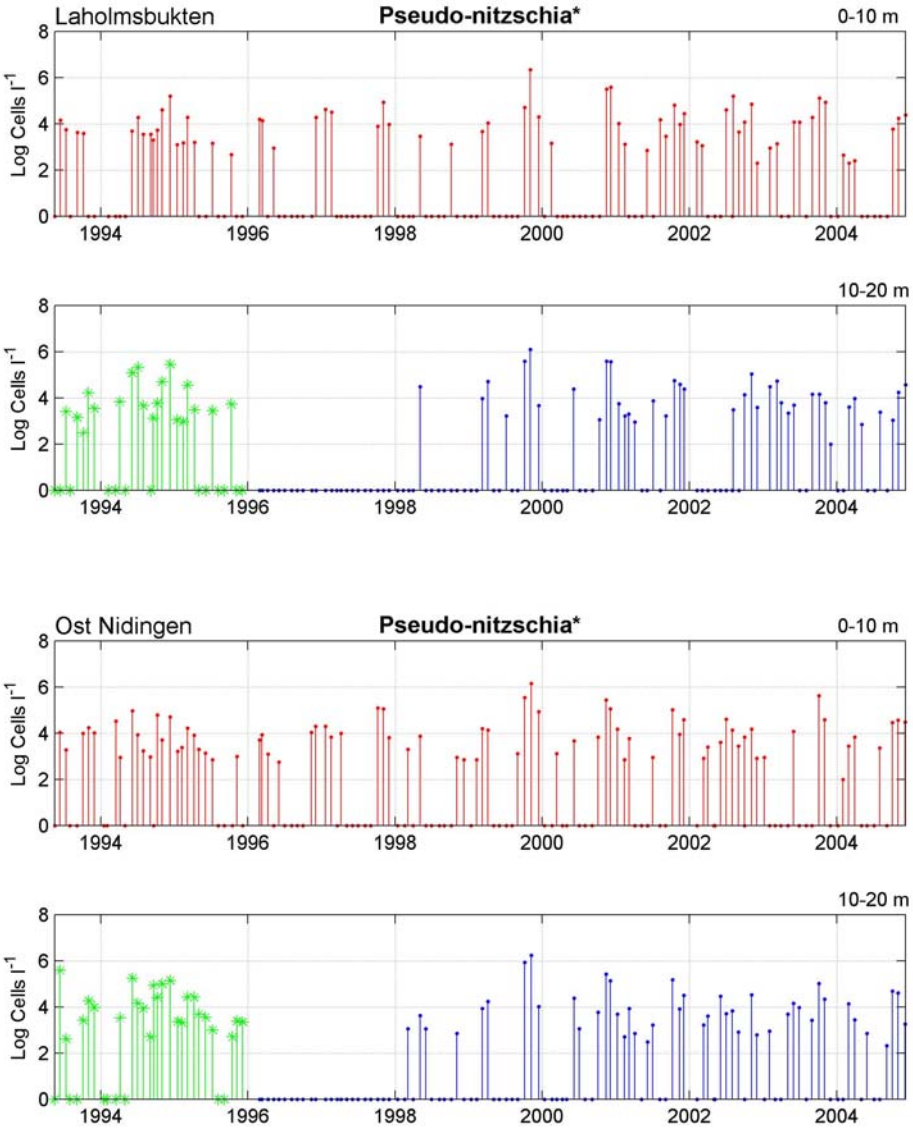
Figur 7.3-2 Diatomophyceae



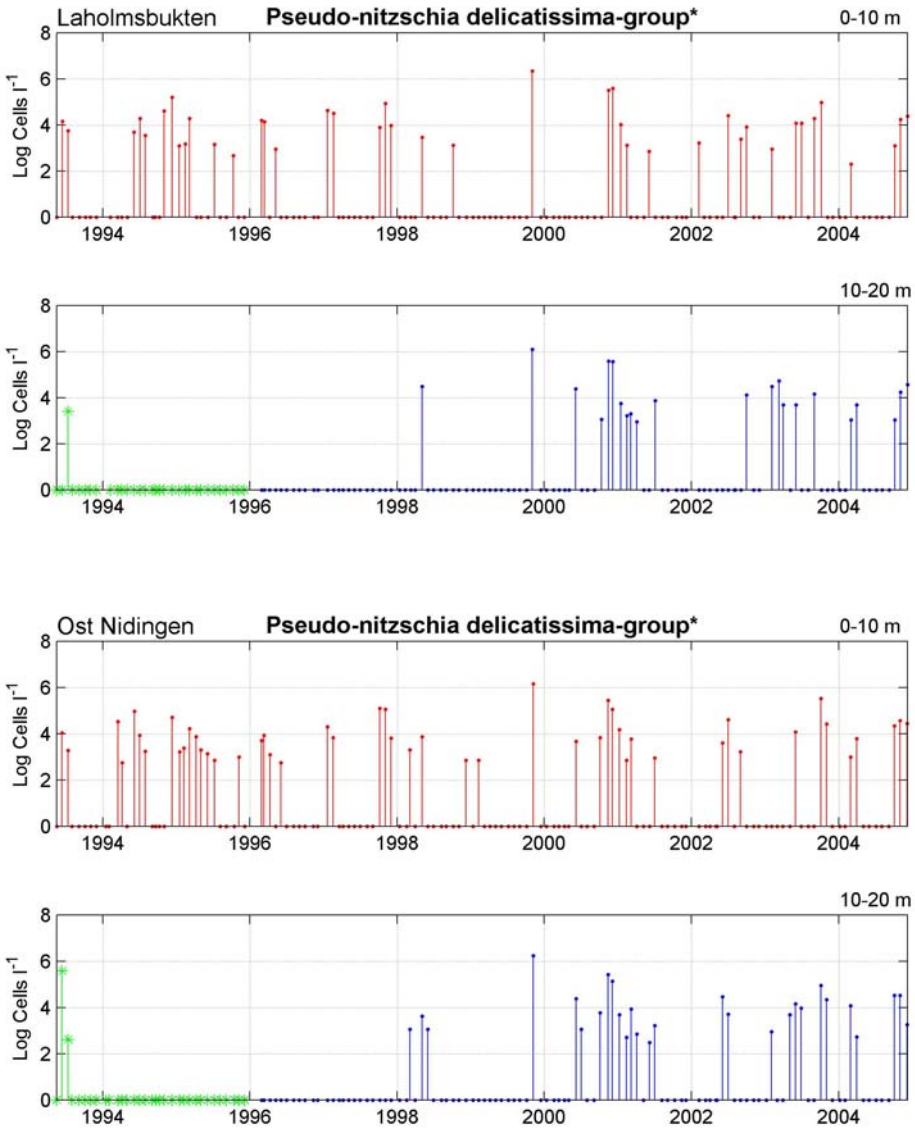
Figur 7.3-3 Skeletonema costatum



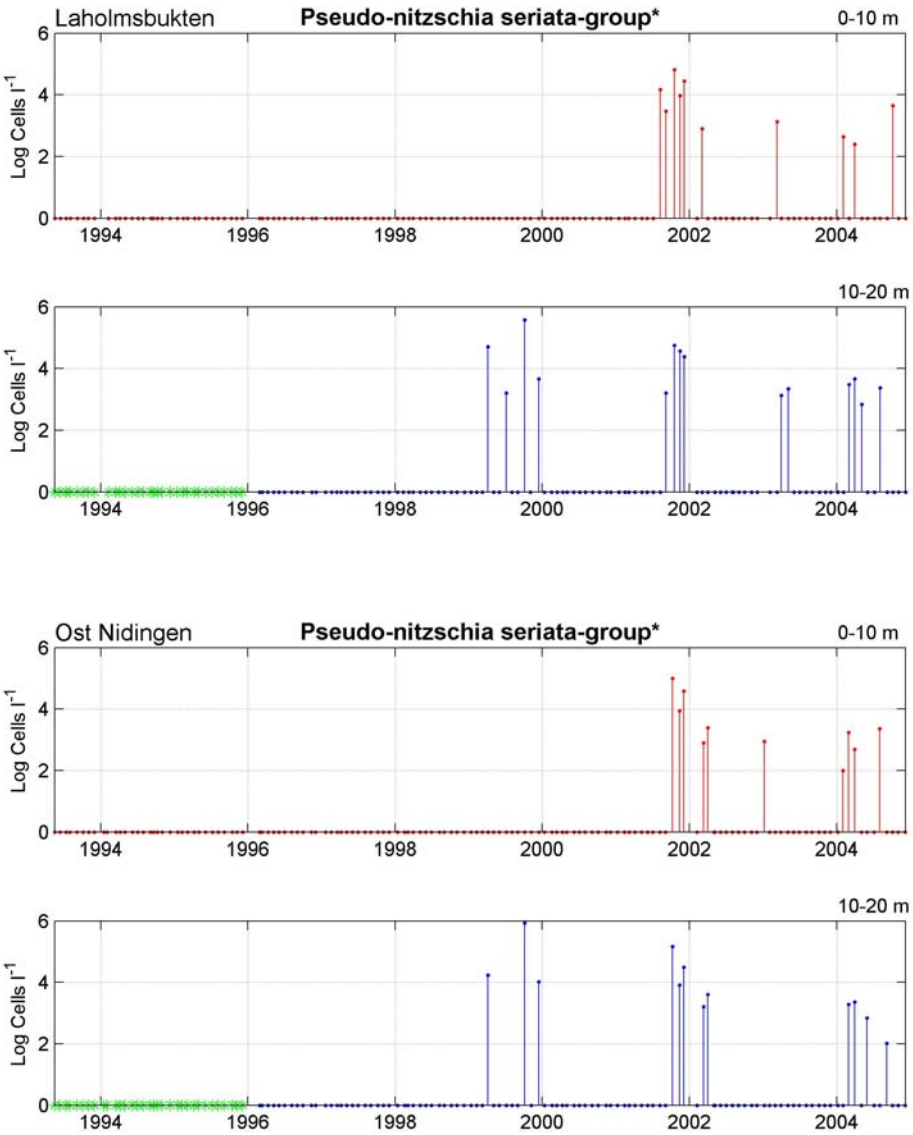
Figur 7.3-4 Rhizosolenia



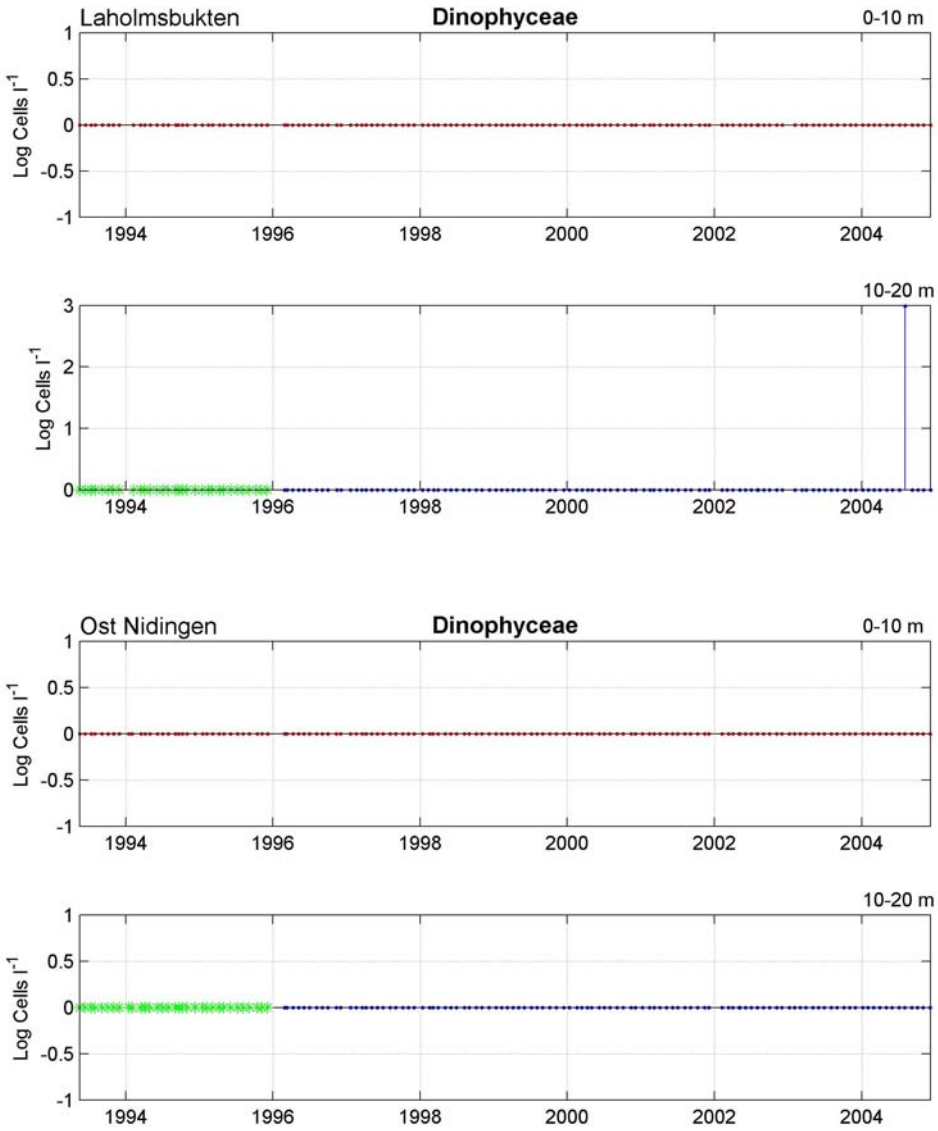
*Figur 7.3-5 Pseudo-nitzschia**



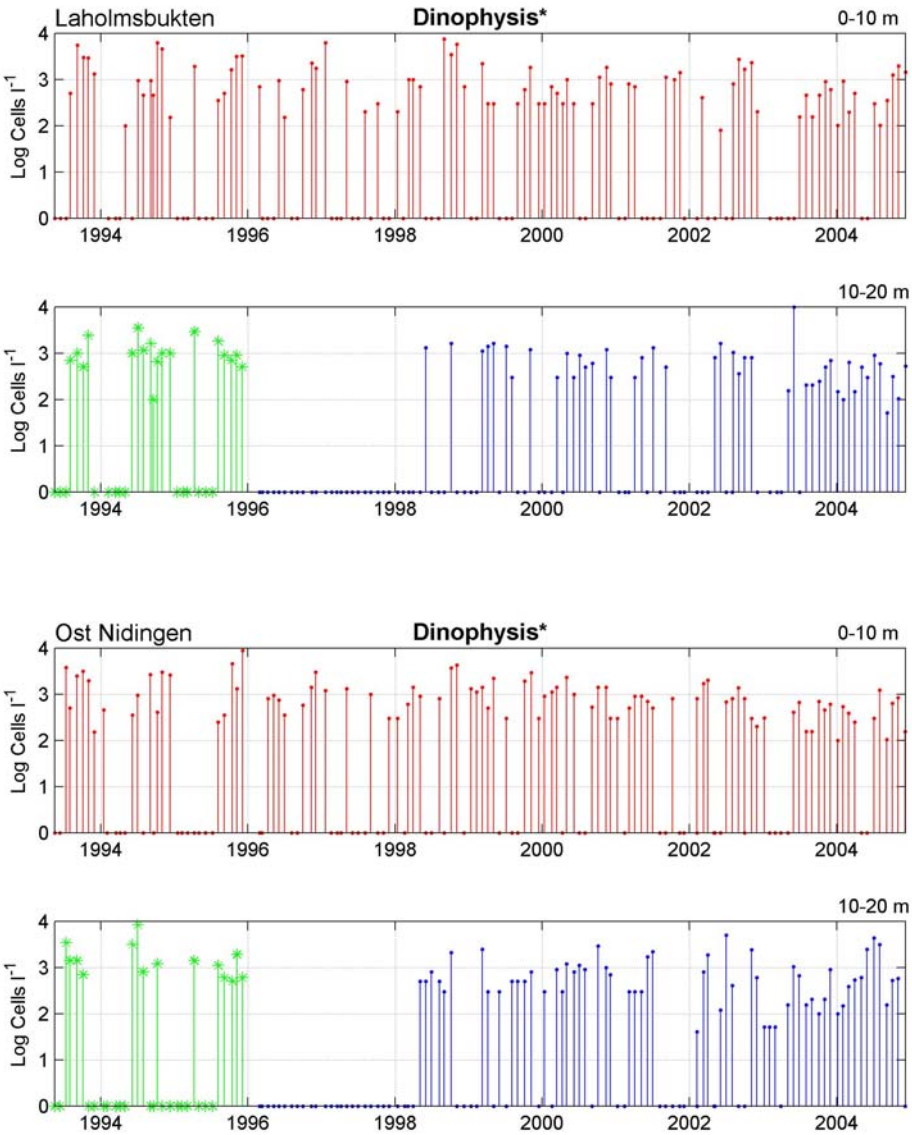
*Figur 7.3-6 Pseudo-nitzschia delicatissima-group**



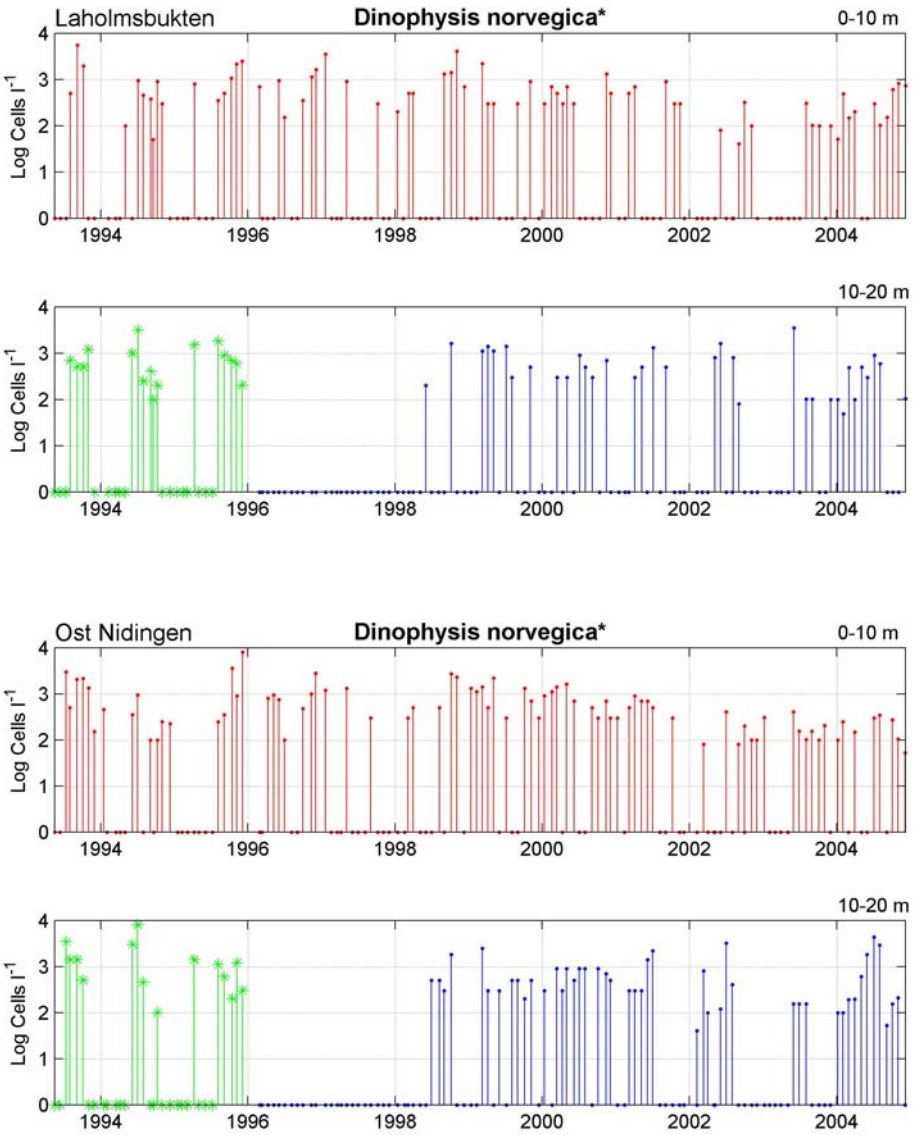
*Figur 7.3-7 Pseudo-nitzschia seriata-group**



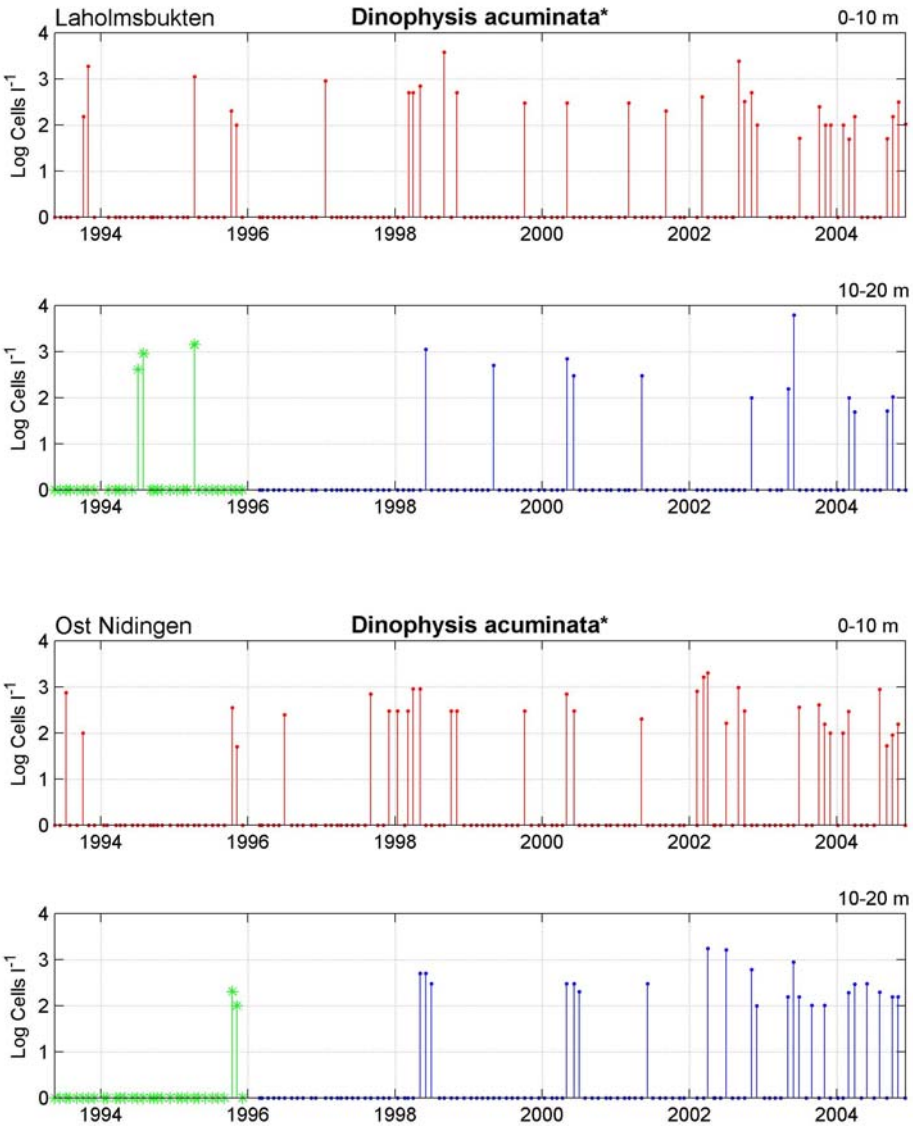
Figur 7.3-8 Dinophyceae



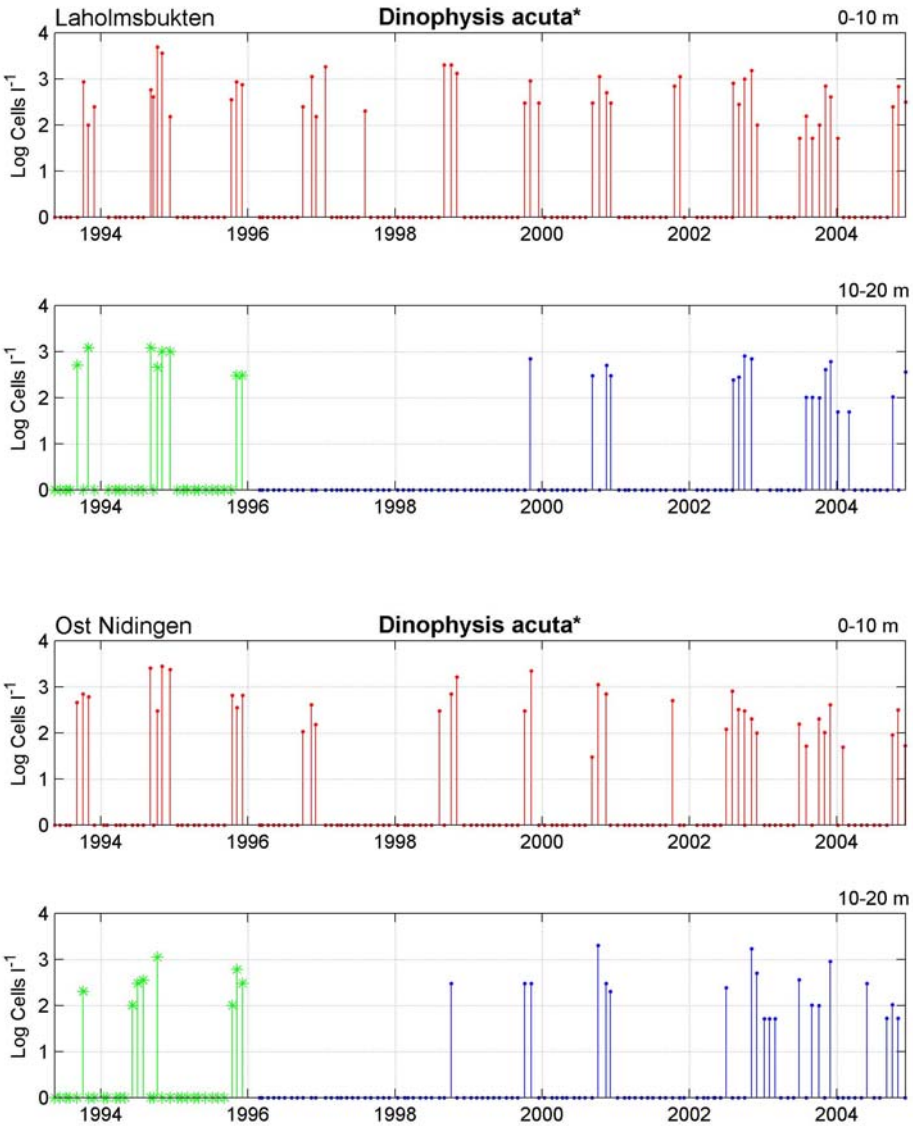
*Figur 7.3-9 Dinophysis**



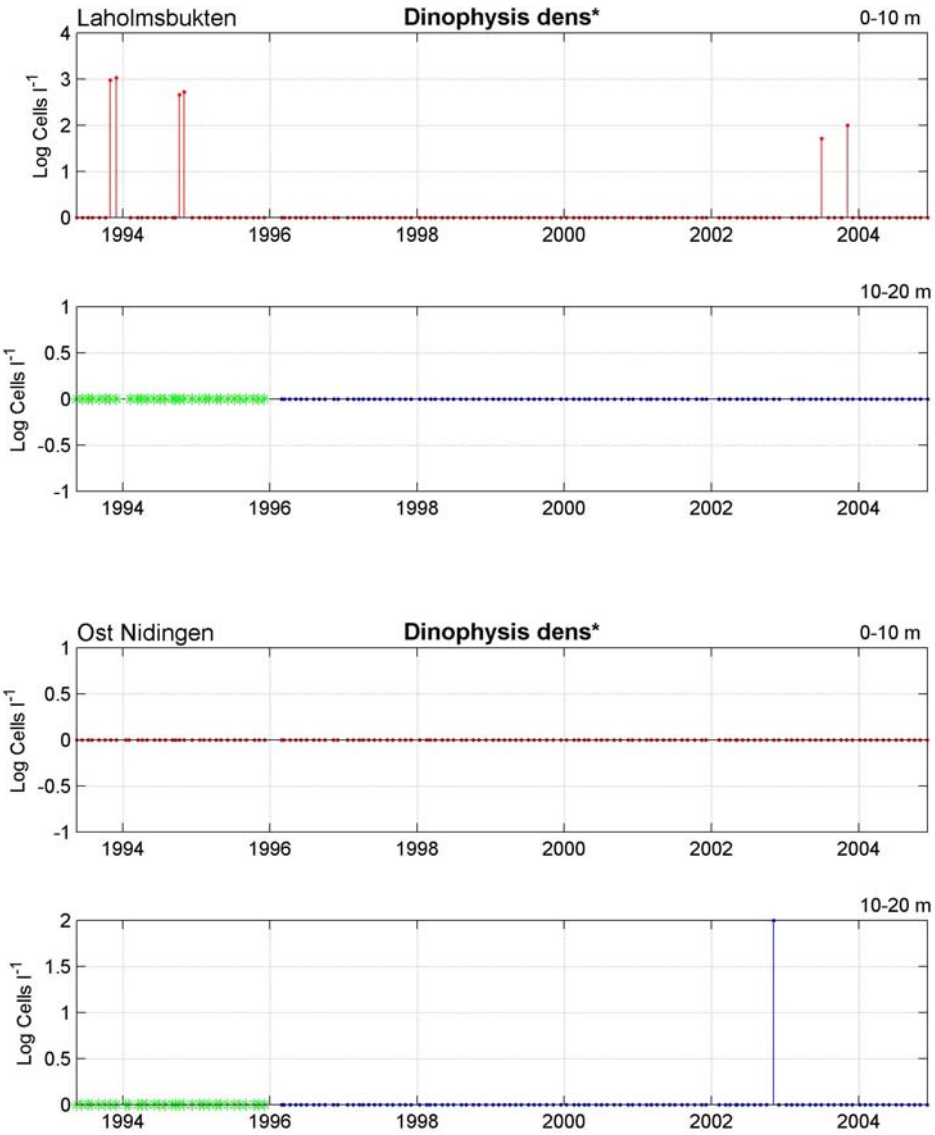
*Figur 7.3-10 Dinophysis norvegica**



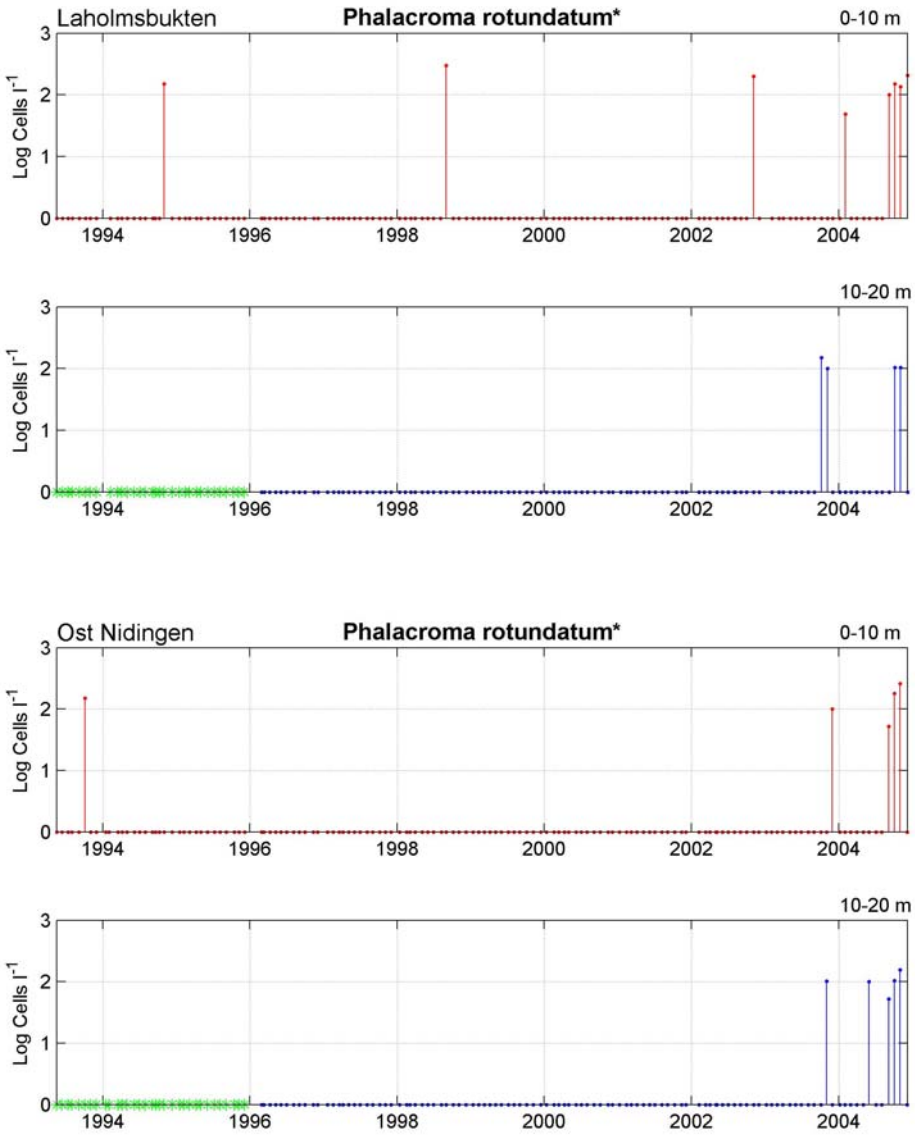
*Figur 7.3-11 Dinophysis acuminata**



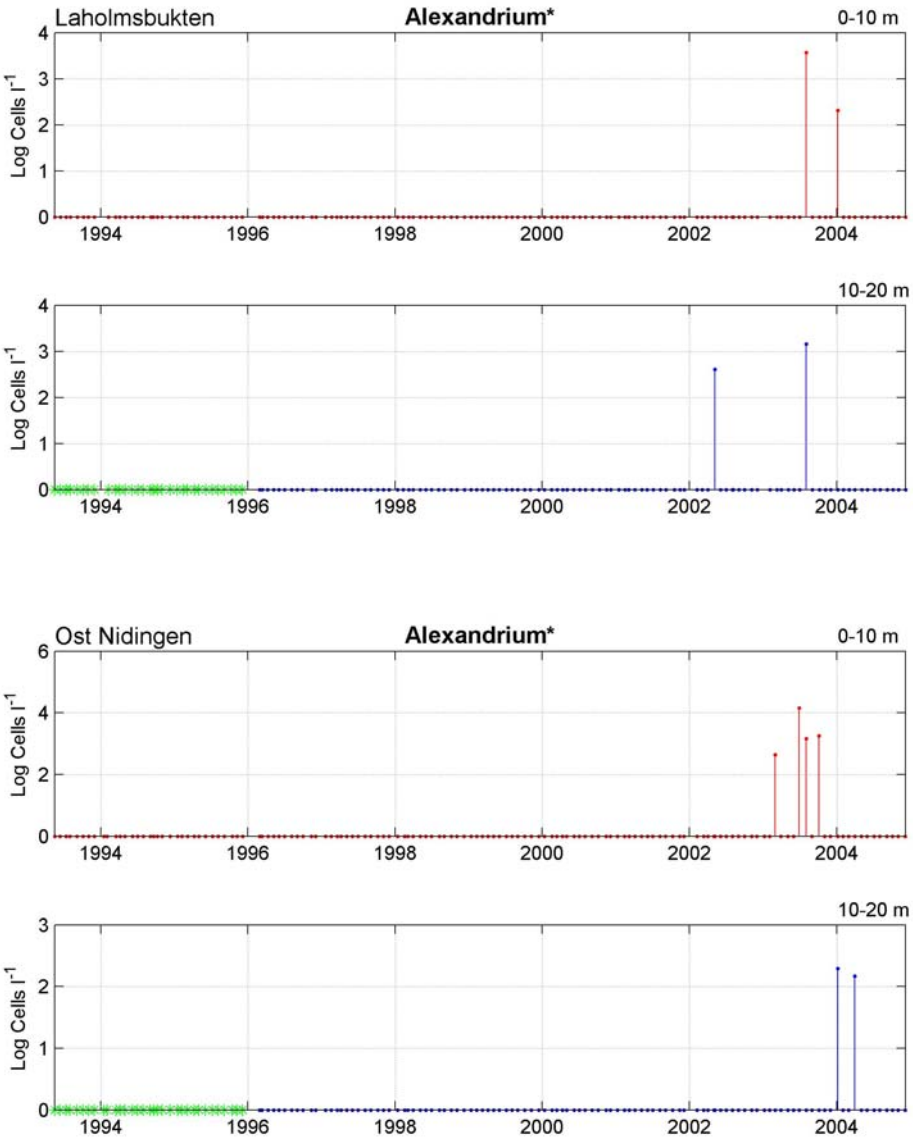
*Figur 7.3-12 Dinophysis acuta**



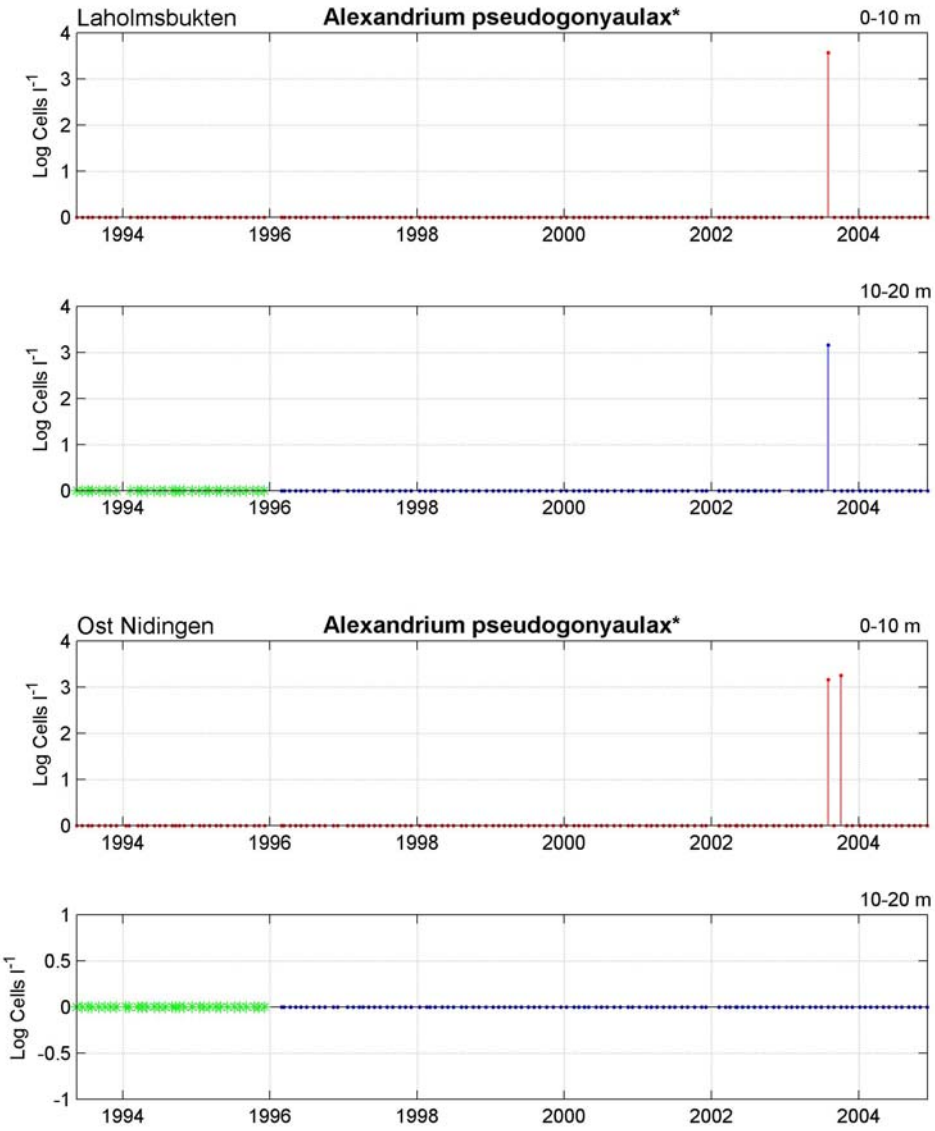
*Figur 7.3-13 Dinophysis dens**



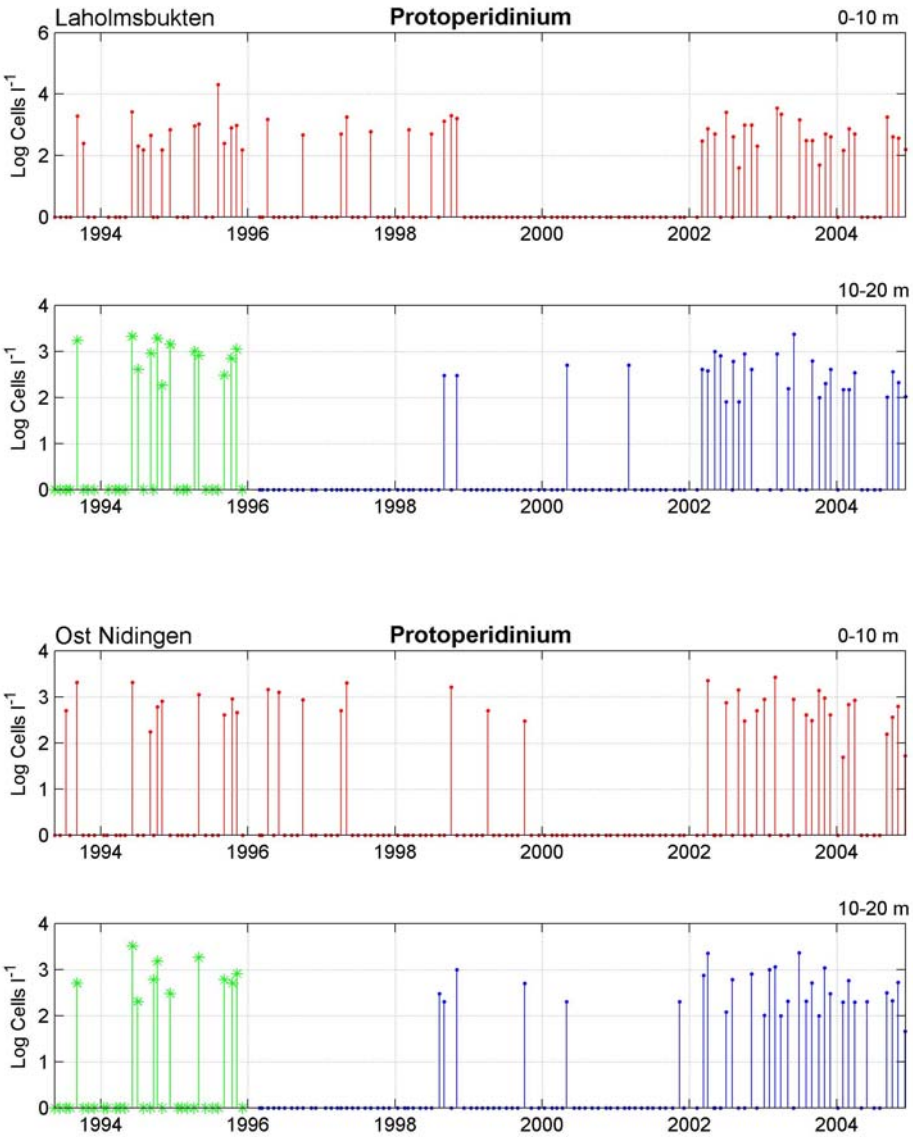
*Figur 7.3-14 Phalacroma rotundatum**



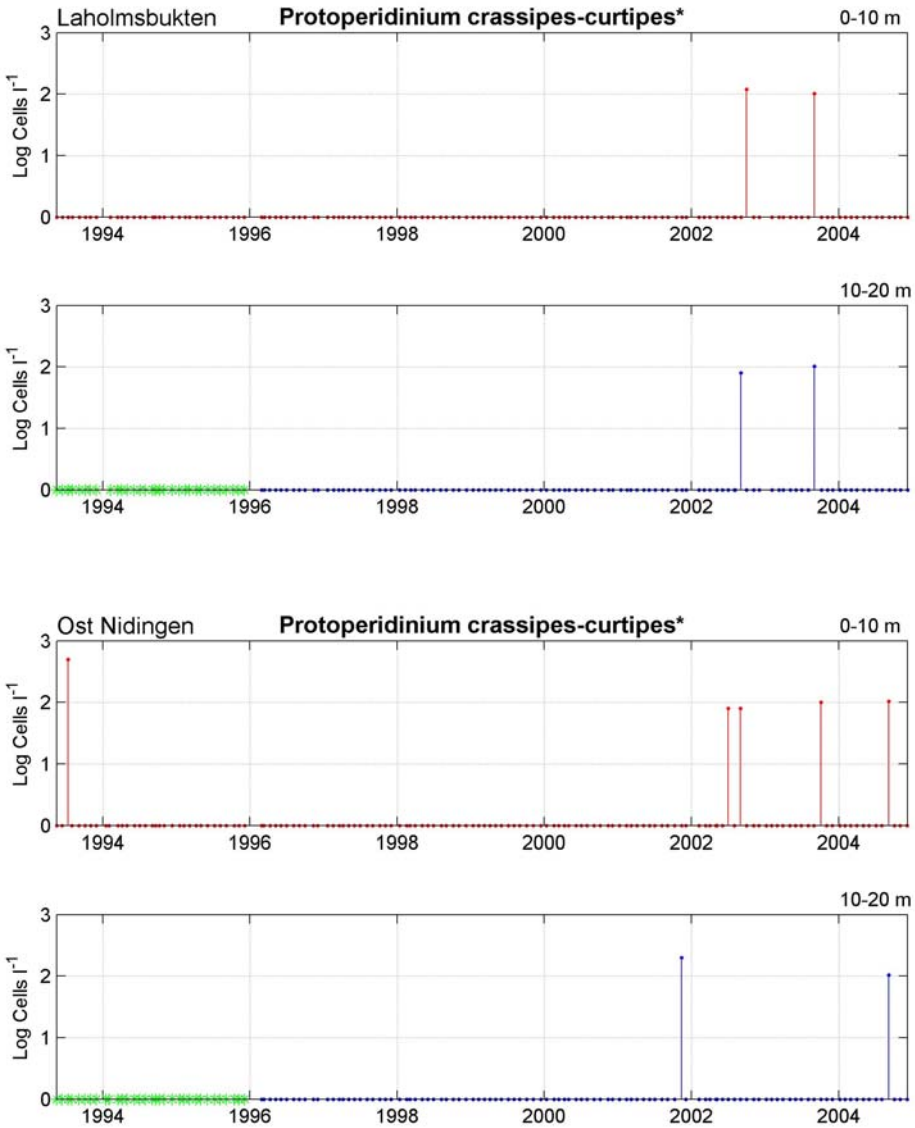
*Figur 7.3-15 Alexandrium**



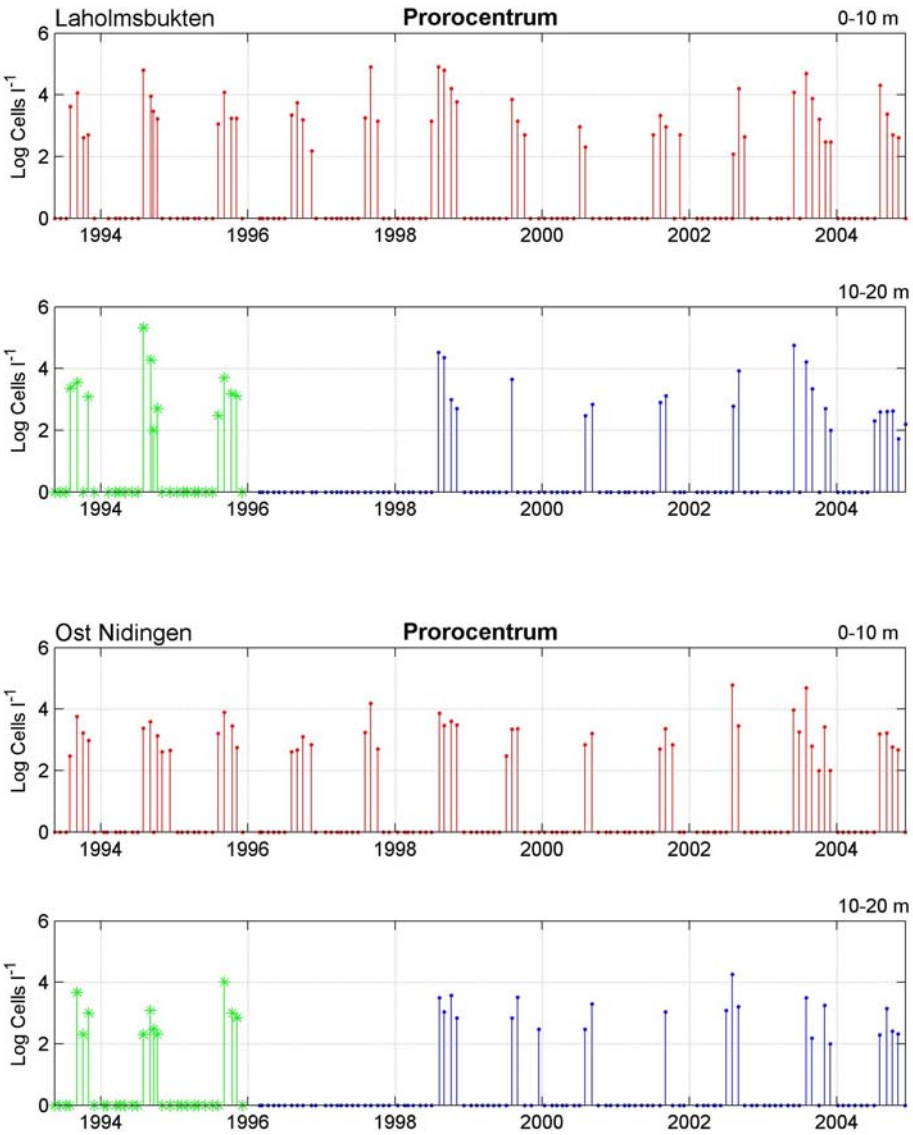
*Figur 7.3-16 Alexandrium pseudogonyaulax**



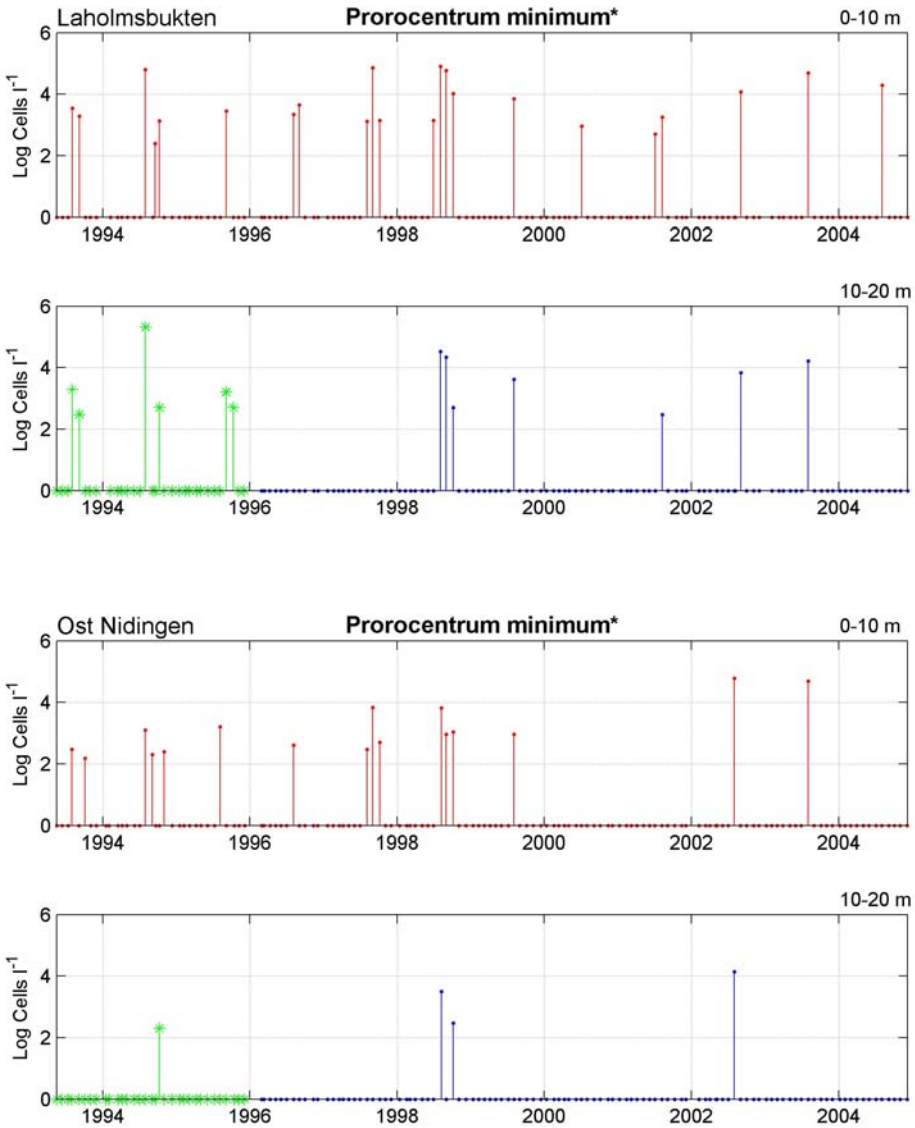
Figur 7.3-17 Protoperidinium



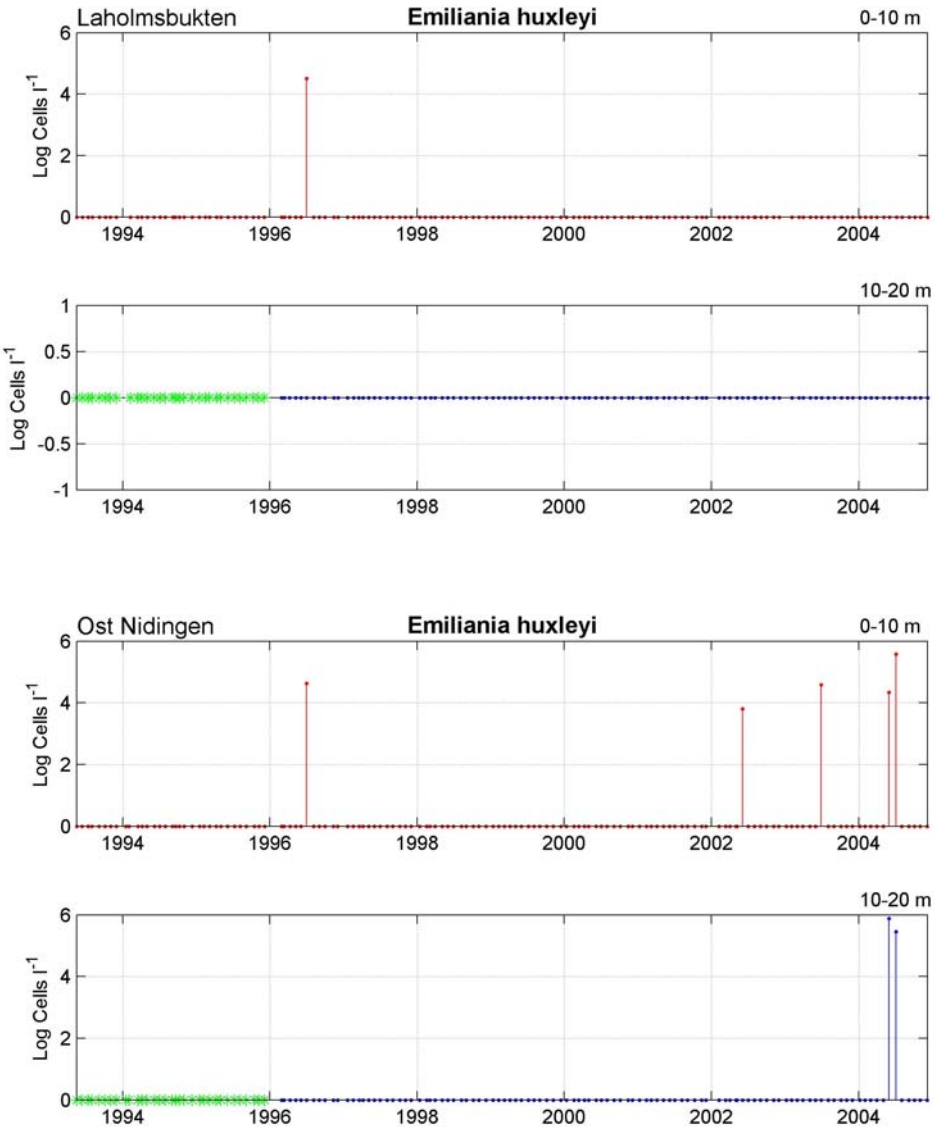
*Figur 7.3-18 Protoperidinium crassipes/curtipes**



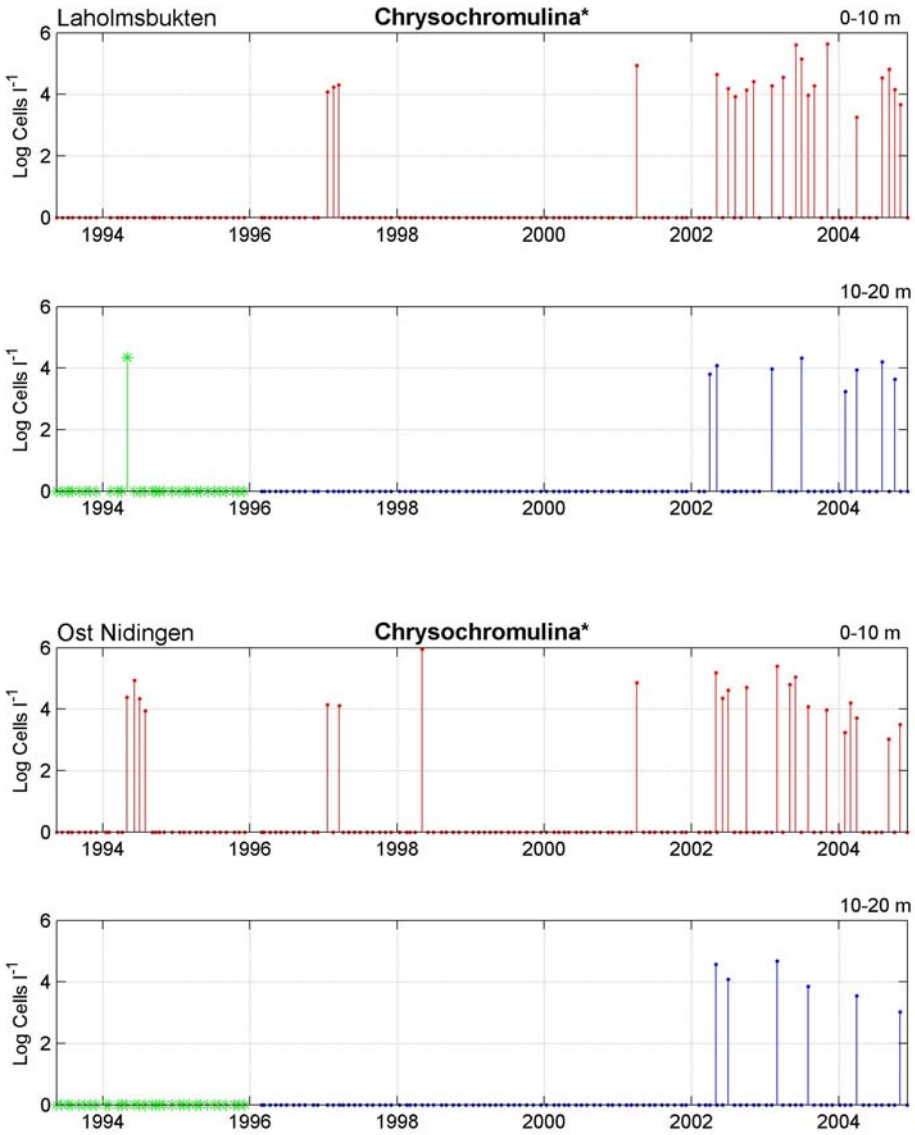
Figur 7.3-19 Prorocentrum



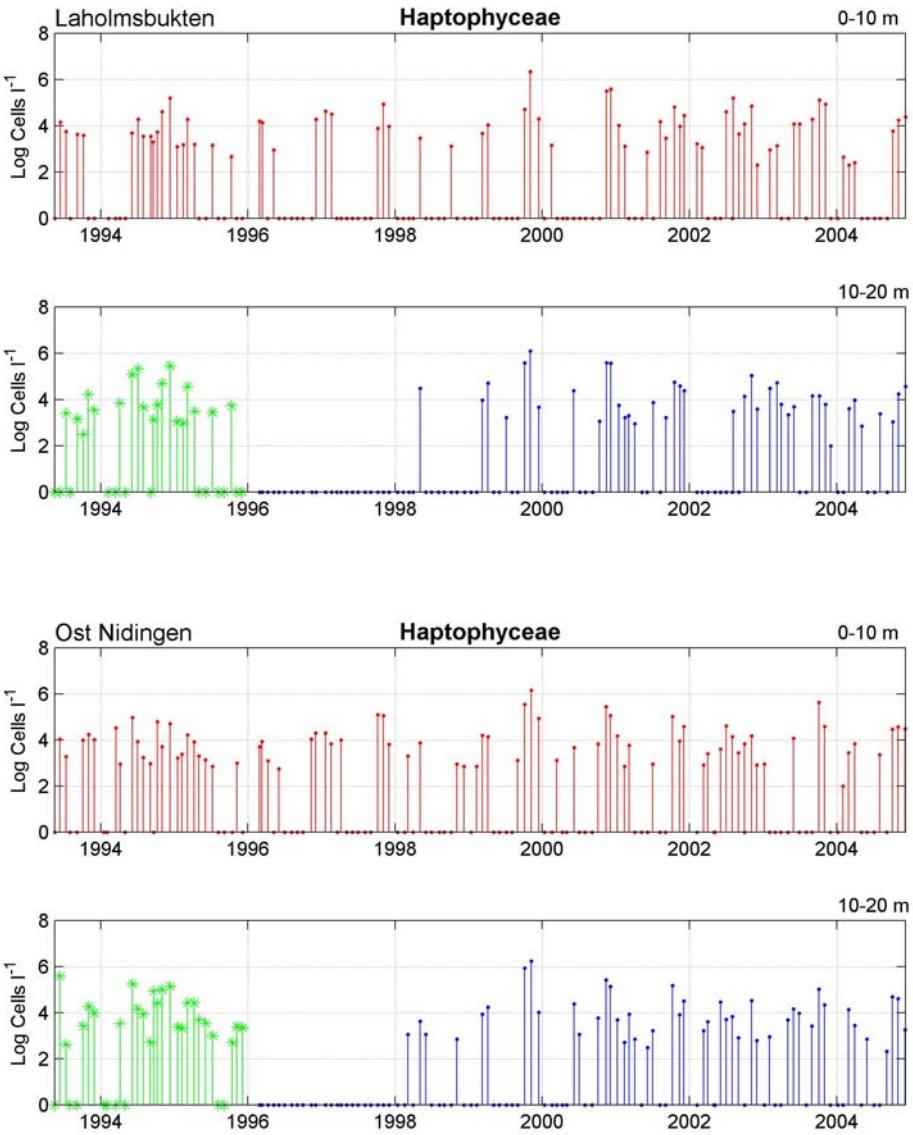
*Figur 7.3-20 Prorocentrum minimum**



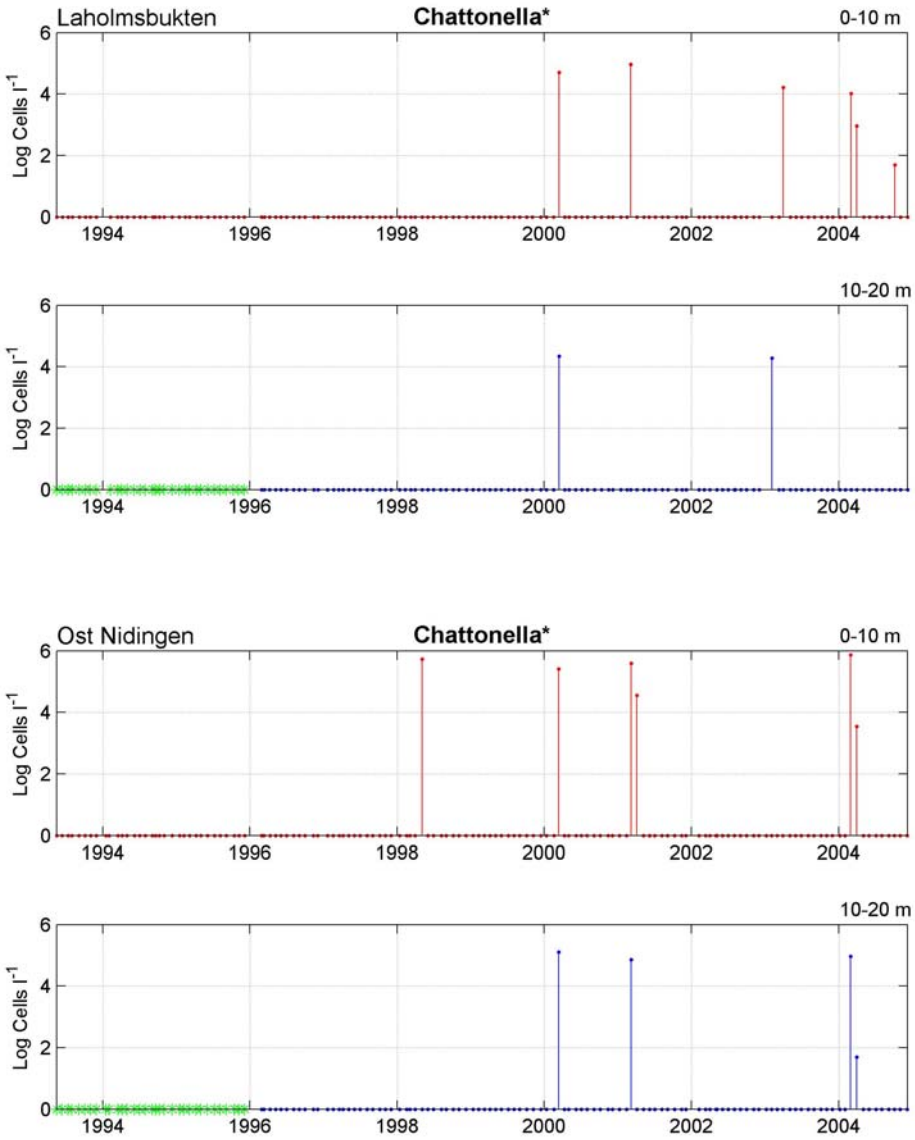
Figur 7.3-21 Emiliania huxleyi



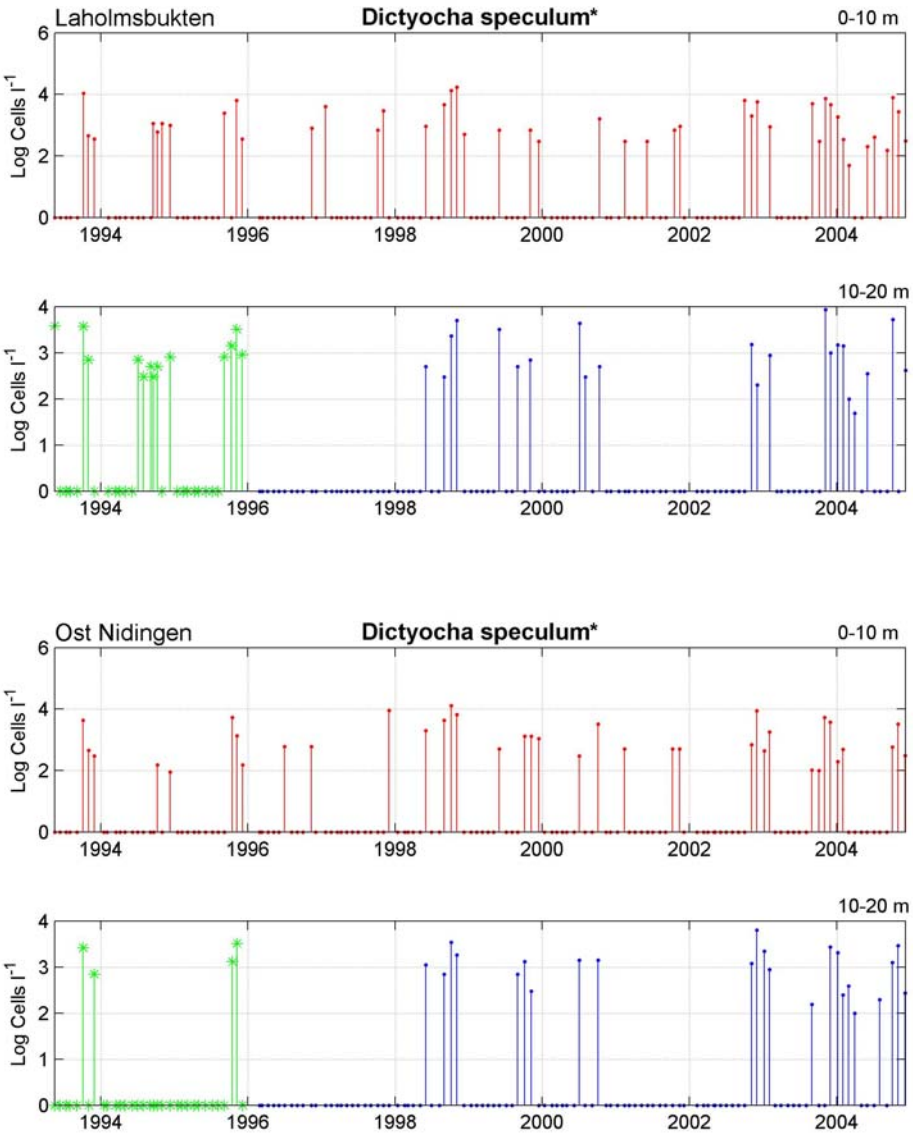
*Figur 7.3-22 Crysochromulina**



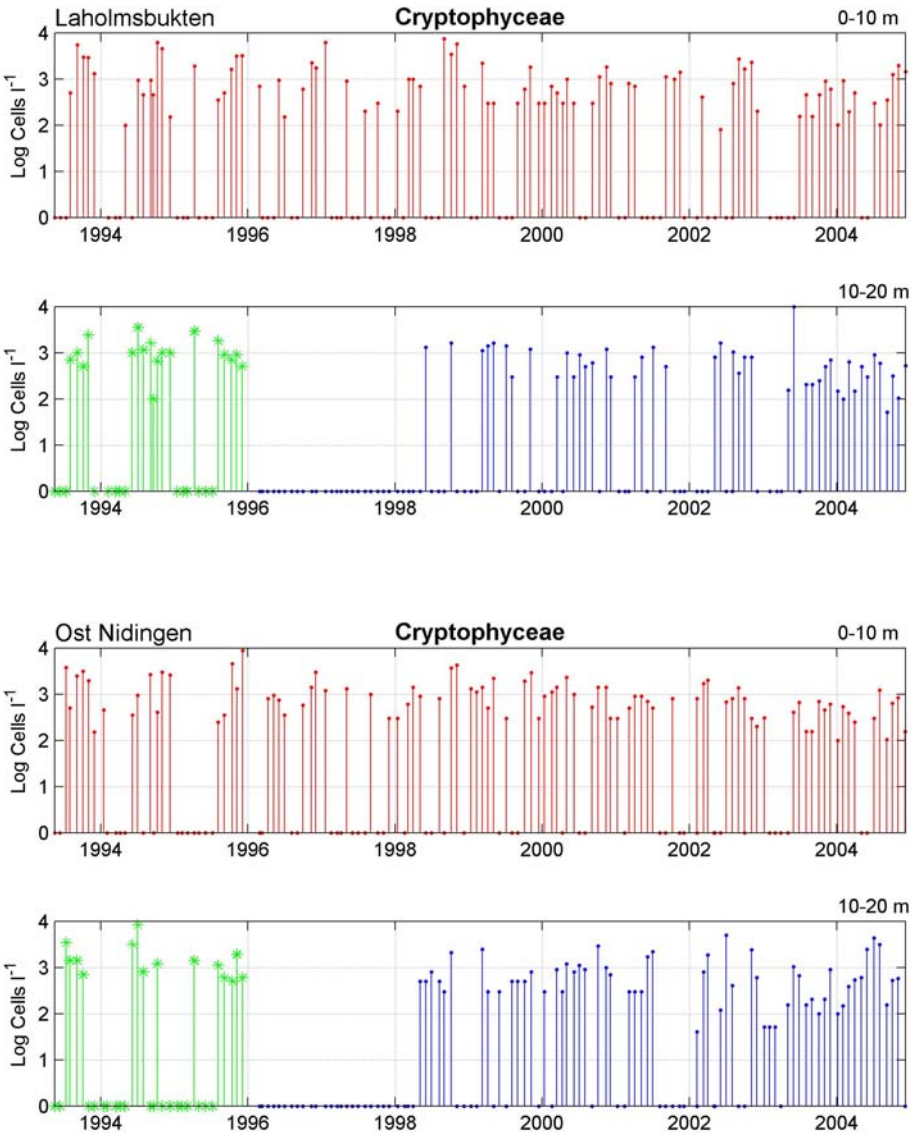
Figur 7.3-23 Haptophyceae



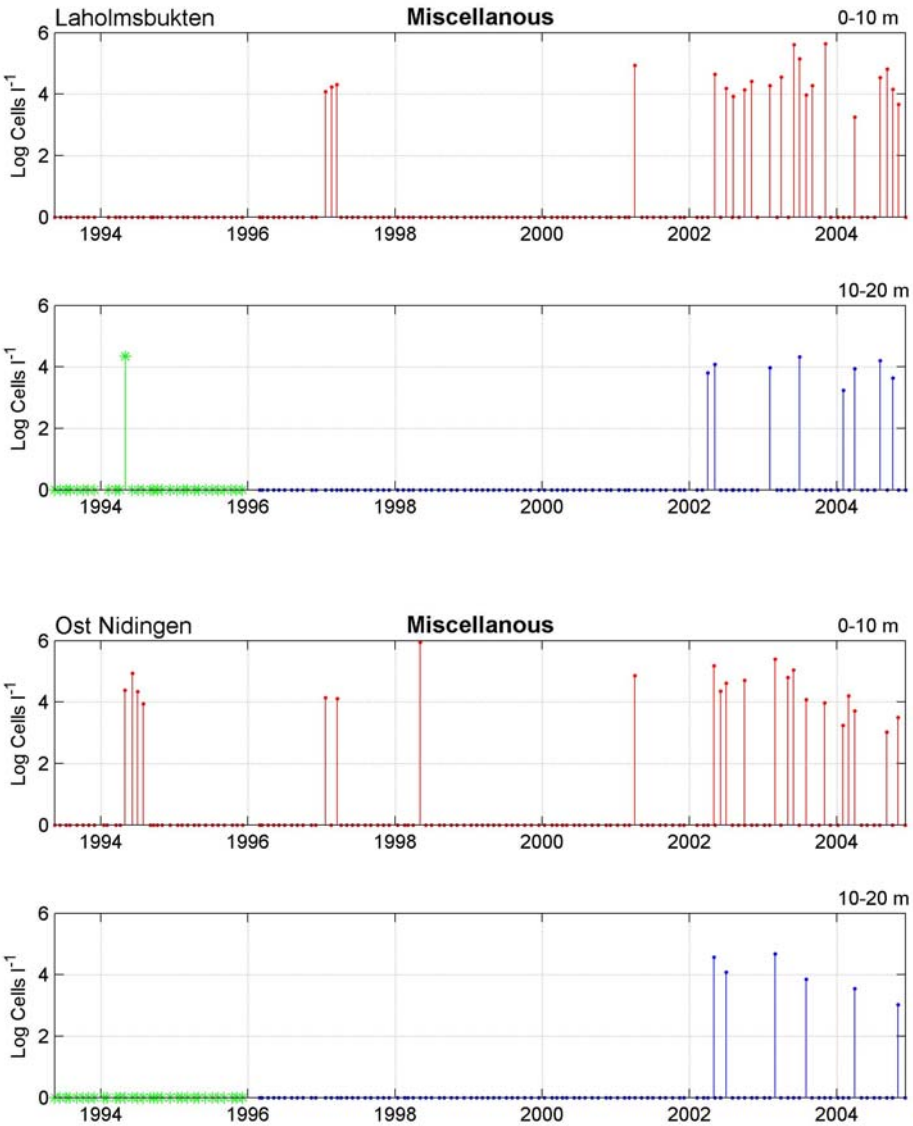
*Figur 7.3-24 Chattonella**



*Figur 7.3-25 Dictyocha speculum**



Figur 7.3-26 Cryptophyceae



Figur 7.3-27 Miscellaneous

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01