

HIMMERFJÄRDEN

2007

Rapport till SYVAB

Ulf Larsson
Anders Sjösten
Susanna Hajdu
Svante Nyberg



Department of Systems Ecology
Stockholm University

Technical Report No 44
December 2007

Innehållsförteckning

	Sida
Innehållsförteckning.....	1
Inledning.....	3
1. Recipientanpassad rening.....	5
2. Klimat och hydrografi.....	15
2.1. Lufttemperatur och nederbörd.....	15
2.2. Vattentemperatur och salthalt.....	17
2.3. Syrgas i bottenvattnet	17
3. Extern tillförsel	25
3.1. Sötvattentillförsel	25
3.2. Tillförsel av näringsämnen	26
4. Näringsämnen i vattenmassan	29
4.1. Kväve	29
4.2. Fosfor	30
4.3. Oorganisk N/P kvot	31
4.4. Silikat	32
5. Växtplankton	47
5.1. Abundans och biomassa vid station H4.....	47
5.2. Station B1 (referensstation).....	51
6. Tidsutveckling	55
6.1. Näringsämnen	55
6.2. Klorofyll	56
6.3. Siktdjup	57
8. Förteckning över ackrediterade metoder	63

Inledning

Denna rapport omfattar data från 2007 från stationerna H3, H4, H5 och H6 i Himmerfjärden och Näslandsfjärden (Fig. 1.1). Data från stationen B1 som ingår i NV's marina miljöövervakning (Askö B1) används som referens. I vissa figurer har även data från station H2 (provtagningar endast från sen vår till tidig höst) inkluderats för att visa utvecklingen i recipientens yttre område (Svärdsfjärden).

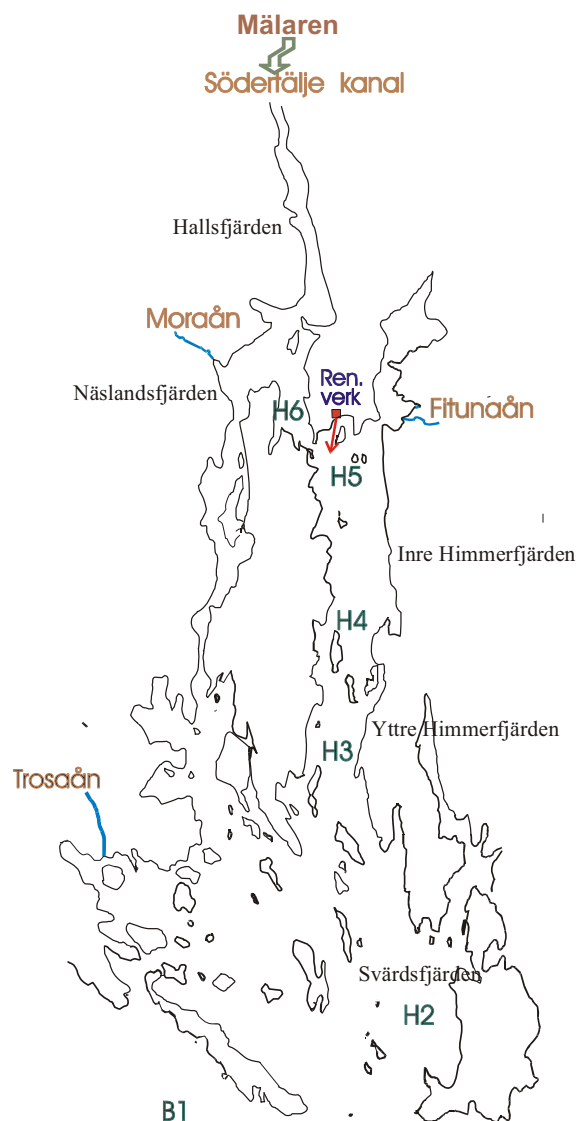


Fig. 1.1. Karta över Himmerfjärden med angränsande fjärdar. Provtagningsstationer har markerats med stationsbeteckning. Vattendrag som provtas har angivits med namn.

På projektets nätsida <http://www2.ecology.su.se/dbhfj/> presenteras delar av insamlade data fortlöpande i aggregerad form. För närvarande redovisas data från stationerna BY31 (Landsortsdjupet), B1 i referensområdet samt H2-H7 i Himmerfjärden.

Förklaring till "box-plot" - figurer

Figurer av typen 'box-plot' har använts för att ge en statistisk beskrivning av observationernas fördelning under referensperioderna (se 'Bakgrund till ...' nedan).

Boxens horisontella linjer utmärker den 25:te, 50:de och 75:te percentilen, dvs inom boxen finns 50% av alla observationer och den horisontella linjen inom boxen representerar medianvärdet (se figur nedan).

Linjer som utgår vertikalt från boxens kortsidor och som avslutas med en horisontell linje utmärker den 5:te och 95:te percentilen, dvs inom detta intervall återfinns 90% av alla observationer.

De två symbolerna nedanför den nedre av dessa linjer utmärker den 0:te och

1:a percentilen, medan de två symbolerna ovanför den övre av dessa linjer utmärker den 99:de respektive 100:de percentilen, dvs minimivärdet och maximivärdet samt det intervall inom vilket 98% av alla observationer är samlade.

Den lilla rektangulära symbolen i boxen utmärker medelvärdet.



Bakgrund till val av referensperioder i rapporten

Från och med denna rapport har vi valt att använda perioden 1980 till 1997, innan kväverenningssteget togs i drift, som referens i de figurer som beskriver tillståndet för hydrografi, närsalter och klorofyll under rapporteringsåret. Inom denna period har tillförseln av kväve och fosfor från Himmerfjärdsverket varierat mellan 500-900 och 6-19 ton/år (P tillförsel 1984 31 ton). Under perioden 1998-2006, då det utbyggda reningssteget för kväve varit drift, har kväve- respektive fosfortillförseln varierat mellan 140-330 och 11-18 ton/år. När kväverenningssteget varit i drift hela året har tillförseln av kväve varit mellan 140 och 200 ton/år. På internetsidan (se adress ovan) finns även perioden 1998-2006 med som referens och genom en musklickning på bilderna kan referensperioderna växlas.

1. Recipientanpassad rening

Ökade kväveutsläpp 2007 och 2008 – preliminära resultat

Introduktion

Under 2007 och 2008 har kvävereduktionssteget i Himmerfjärdsverket varit avstängt. Det främsta syftet var att testa om kraftigt ökade kväveutsläpp skulle medföra att förekomsten av kvävefixerande filamentösa cyanobakterier minskade till samma nivå som innan kvävereduktion infördes 1997. Flera tidigare försök (2001, 2002, 2004/05) med utsläpp under en begränsad del av året gav inte den förväntade reduktionen av mängden cyanobakterier. En möjlighet var därför att andra faktorer, förutom minskat utsläpp, påverkat förekomsten, t.ex. ändrat klimat. Behovet att klarlägga detta bedömdes så viktigt för den framtida förvaltningen av Himmerfjärden (och andra kustområden i egentliga Östersjön) att Naturvårdsverket för perioden 2007 - oktober 2008 undantog Himmerfjärdsområdet från att vara ett kvävekänsligt område.

Ett förvaltningsalternativ för Himmerfjärdsområdet är så låg kvävetillförsel som möjligt. Alternativet medför generellt bättre vattenkvalitet i Himmerfjärden och mindre kväveexport till Östersjön, men ger också upphov till blomningar av kvävefixerande cyanobakterier under sommaren. Blomningarna domineras av icke-toxiska *Aphanizomenon spp.* men förekomsten av andra filamentösa cyanobakterier, t.ex. toxiska *Nodularia spumigena*, har tenderat att öka och det går inte att utesluta framtida större ytansamlingar. Skulle sådana blomningar uppstå påverkas rekreativsvärdet negativt och starka krav på åtgärder skulle resas. Att finna en åtgärd som med minsta möjliga miljööförsämring motverkade sådana blomningar var syftet med tidigare experiment med kortvarigt förhöjda kväveutsläpp.

Experimentet med ökat kväveutsläpp är också viktigt inför det experiment som nu (november 2008) påbörjats med utsläppspunkten flyttad från 25 till 10 m djup. Syftet är att testa om det då går att motverka blomningar av cyanobakterier även om utsläppet av kväve är lågt (Himmerfjärdsverket skall drivas med samma kvävereduktion som före 2007). Med utsläppspunkten på 10 m djup kommer det utsläppta oorganiska kvävet att hamna direkt i ytsskiktet även under sommaren istället för som tidigare under temperatursprångsskiktet. Det innebär att kvävet direkt tillförs ytsskiktet vilket bör få avsevärt större hämmande effekt på tillväxten av cyanobakterier i Himmerfjärden. Inför dessa experiment var det viktigt att få bekräftat att mer kväve verkligen leder till mindre blomning.

Ändrad extern tillförsel

Under år då kvävereduktion drivits hela året (1998-2000, 2003-2004) har tillförseln från Himmerfjärdsverket motsvarat 25 % av den beräknade totala tillförseln av totalkväve (TN) exklusive atmosfärisk deposition till hela recipienten (från Södertälje kanal i norr till Torö/Askö/ Bokösund i söder). Inkluderar den atmosfäriska depositionen motsvarar den bara 21 % (se tabell 1.1). Motsvarande värden för 2007 då kvävereduktion var avstängd var 57 och 62 %.

Motsvarande beräkning för oorganiskt kväve (DIN) understryker ytterligare Himmerfjärdsverkets betydelse för kvävetillförseln (tabell 1.1). Det totala utsläppet är ca 600 ton TN (DIN tioalet ton mindre) mindre med kvävreduktion. Om istället jämförelse görs med förhållandena sista halvan av 1980-talet, innan Himmerfjärdsverket kompletterades med sandfilter, blir minskningen ytterligare 100-150 ton/år.

Tabell 1.1. Himmerfjärdsverkets andel av den totala tillförseln av total- och oorganiskt kväve till området från Södertälje kanal i norr till Torö/Askö/ Bokösund i söder. Jämförelsen görs med data från 2007 utan kvävereduktion och medelvärdet av åren 1998-2000 och 2003-2004 med kvävreduktion. Den totala tillförseln har beräknats med och utan den skattade atmosfäriska depositionen av kväve inräknad.

	Inkl. atm. dep.	Exkl. atm. dep.
Totalkväve	% från Hfj-verket	% från Hfj-verket
Med N-reduktion	21	25
Utan N-reduktion	57	62
Oorganiskt kväve		
Med N-reduktion	22	30
Utan N-reduktion	68	76

I de preliminära resultat som redovisas här jämförs förhållandena under vårarna och somrarna 2007 och 2008 med grupperade medelvärden för tidigare år. Grupperna omfattar i flertalet fall lika många år (5 eller 6), utom vid periodens början (1976-1978) och åren 1989-1990 som redovisas separat eftersom de kraftigt avvek från övriga år, särskilt under våren (extremt tidig vårblomning). En faktor som måste beaktas är att endast stationerna B1 och H4 har provtagits varje år sedan 1976. Övriga stationer har varierande bortfall av år. Detta kommer att beaktas i den slutliga analysen. Förutom spridningsmått i figurerna har inga statistiska analyser gjorts.

Oorganiskt kväve i ytskiktet under januari-februari

I Himmerfjärdens inre bassäng (station H4 och H5) och i Näslandsfjärden (H6) finns som väntat en tydlig koppling mellan medelkoncentration av DIN i ytskiktet (0-10 m) och tillförsel från Himmerfjärdsverket (se avsnitt 3, fig. 2). Den kopplingen syns även på station H3. Den effektiva kvävereduktionen i Himmerfjärdsverket har minskat vinterkoncentrationen av DIN i ytskiktet från ca 300 till 150 µg/L (fig. 1).

På station H2 tycks även andra faktorer vara viktiga. Influensen från utsjön är starkare och sannolikt har även tillförseln från Trosaån och vattenområdena mellan Lisö och Torö betydelse för näringstillståndet i Svärdsfjärden. Det finns dock en samvariation med näringstillståndet i Himmerfjärdens inre bassäng. Skillnaden i vinterkoncentration mellan områdena tycks även minska med minskad tillförsel från Himmerfjärdsverket.

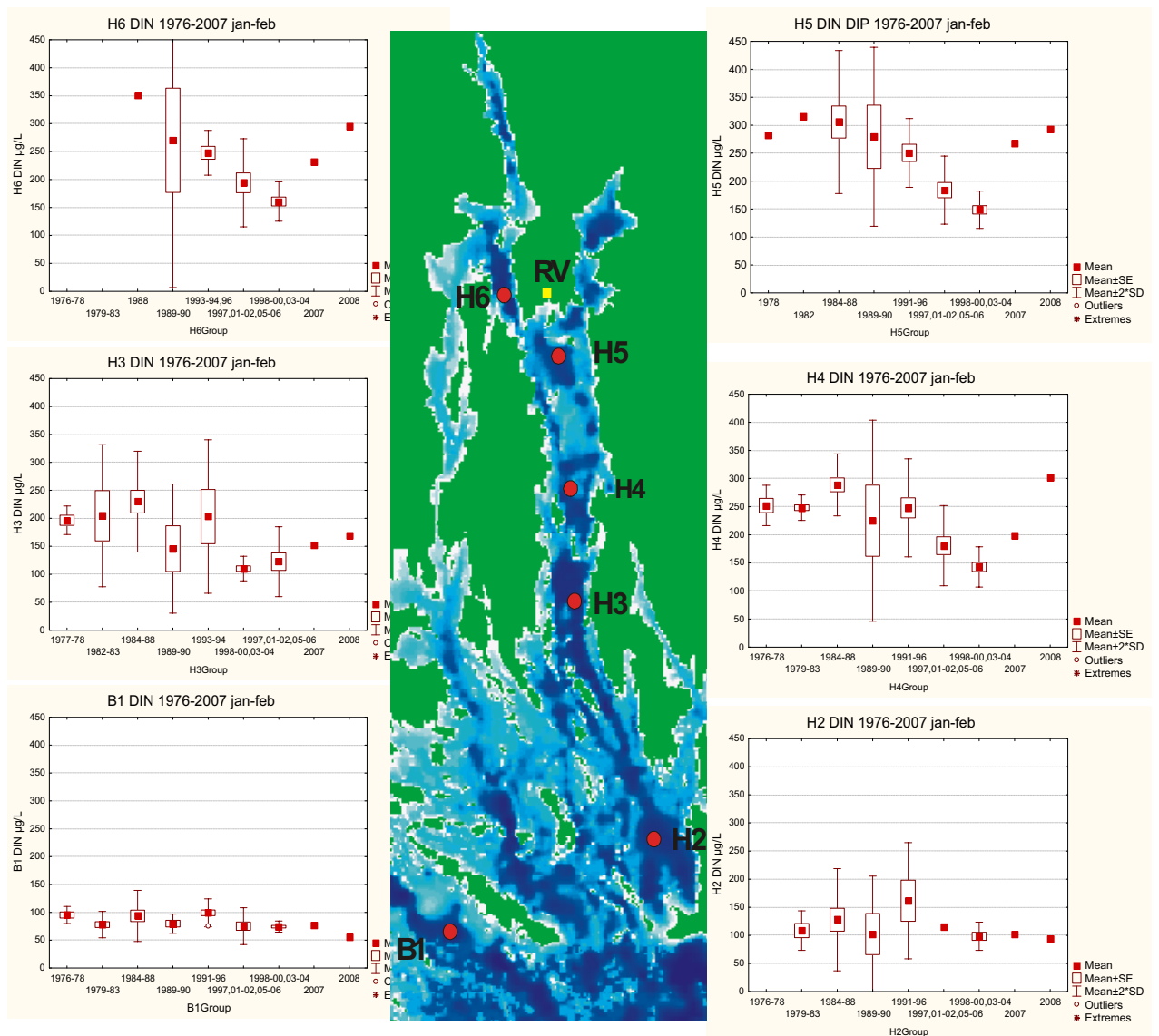


Fig. 1. Medelkoncentrationen av oorganiskt kväve (DIN) i ytskiktet (0-10 m) i Himmerfjärden (H2-H6) och referensområdet (B1) under olika perioder sedan 1976. Observera att perioderna efter 1997 baseras på huruvida kvävrening pågick under hela året (1998-2000, 2003-2004) eller bara delar av året (1997, 2001-2002, 2005-2006), och därför inte visar perioderna i kronologisk ordning.

Totalkväve i ytskiktet under sommaren (juni-augusti)

Vid referensstationen (B1) ökade medelkoncentrationen i ytskiktet under sommaren under 70- och 80-talet, för att därefter minska något (fig. 2). Tidsutvecklingen har varit likartad även på stationerna i recipienten, men variabiliteten betydligt större. Även om

tidsutvecklingen är likartad har den skilda orsaker. Referensområdet påverkas mest av förhållandena i öppna Östersjön där koncentrationen av kväve i ytvattnet ökade under ungefär samma tidsperiod som utsläppen från Himmerfjärdsverket ökade. Från ungefär mitten av 80-talet var den en period oförändrad för att därefter minska något. Återigen en liknande utveckling som kväveutsläppen från Himmerfjärdsverket. Detta sammanträffande gör det svårt att särskilja orsak och verkan, t.ex. när det gäller utvecklingen på station H2. Den följer den på referensstationen, men med en ca 30 µg/L högre medelkoncentration, där skillnaden mellan områdena inte har någon tydlig samvariation med ändrade utsläpp från Himmerfjärdsverket.

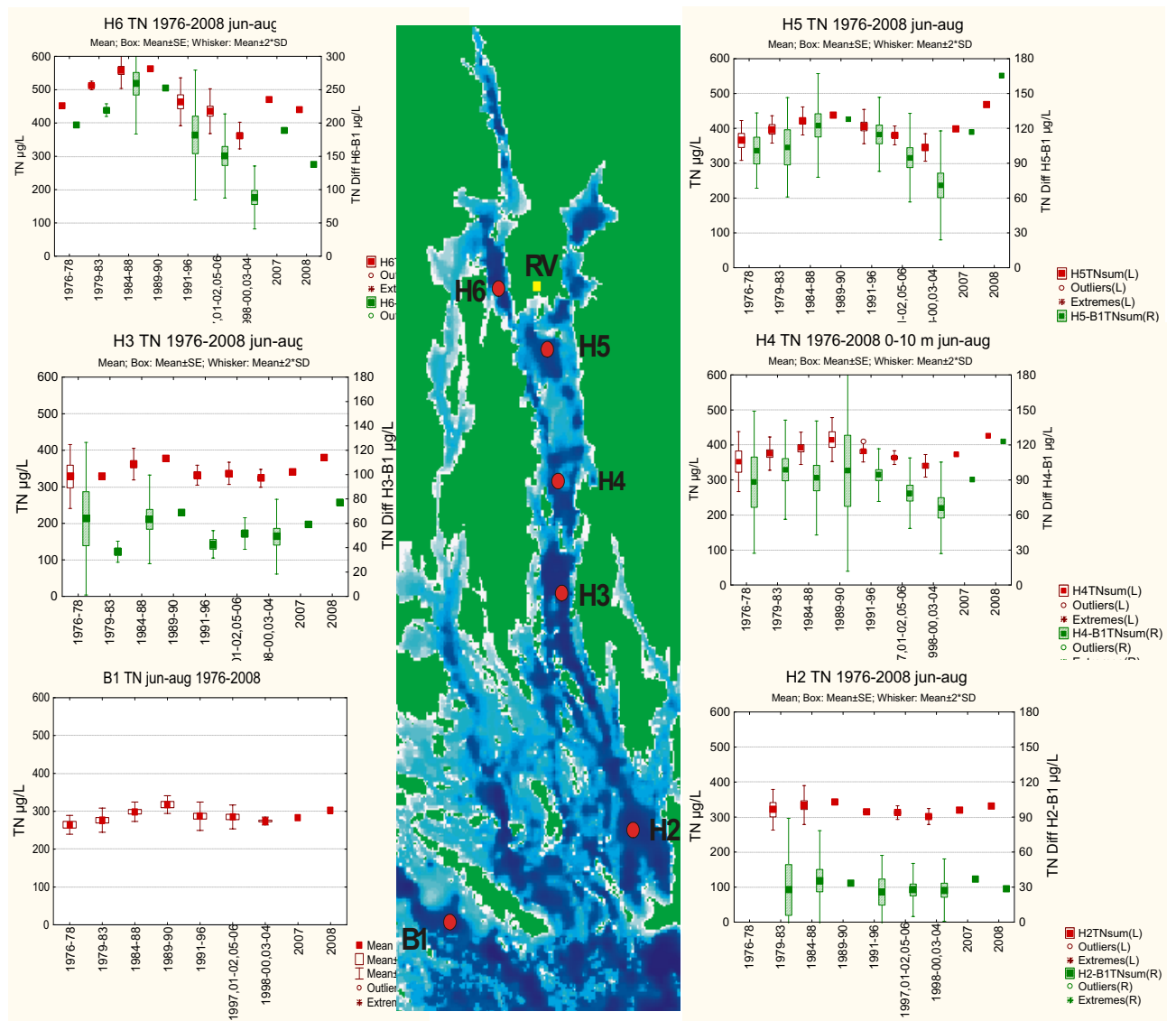


Fig. 2. Medelkoncentrationen av totalkväve (TN) under sommaren (jun-aug) i ytskiktet (0-10 m) i Himmerfjärden (H2-H6) och referensområdet (B1) under olika perioder sedan 1976 och differensen mellan respektive station och referensstationen. Observera att perioderna efter 1997 baseras på huruvida kvävrening pågick under hela året (1998-

2000, 2003-2004) eller bara delar av året (1997, 2001-2002, 2005-2006), och därför inte visar åren i kronologisk ordning.

Även på station H3 är samvariationen mellan utsläppen från Himmerfjärdsverket och skillnaden till referensområdet tydlig, men den absoluta skillnaden mellan stationerna något större och mer variabel. I Himmerfjärdens inre bassäng och i Näslandsfjärden är däremot samvariationen tydligare och koncentrationen av totalkväve lägst då Himmerfjärdsverket drivs med kvävereduktion hela året. Resultaten visar också att trots att blomningarna av cyanobakterier där är kraftiga (se nedan) förmår de inte fixera så mycket kväve att effekten av kvävereningen på vattnets kväveinnehåll förtas. Intressant är också att den största positiva effekten på kvävekoncentrationen inträffar vid station H6 i Näslandsfjärden norr om Himmerfjärden, skillnaden minskar från som mest över 250 till under 100 µg/L (gröna symboler i fig. 2).

För Himmerfjärdens inre bassäng (H4 och H5) minskar skillnaden till medelkoncentrationen i referensområdet betydligt mindre, som mest från ca 120 till 70 µg/L (gröna symboler i fig. 2). En förklaring till detta kan vara en högre kvävefixering av cyanobakterier jämfört med Näslandsfjärden där biomassan är lägre vilket indikerar att området tillförs mindre mängd fixerat kväve.

Kvävefixerande cyanobakterier

Medelmängden av *Aphanizomenon sp.*, den dominerande kvävefixerande filamentösa cyanobakterien vid station H4 i Himmerfjärdens inre bassäng, var betydligt högre 1997-2006 jämfört med 1978-1996 (fig. 4). En mycket likartad utveckling framträder om man beräknar den totala biomassan av alla, mestadels kvävefixerande, cyanobakterier (se avsnitt 5, fig. 5.4). 2007, med avstängd kväverening, minskade mängden till i nivå med förhållandena innan 1997. Minskningen 2008 blev däremot inte lika kraftfull, trots att förhållandena under senvintern tydde på mindre gynsamma förhållanden för kvävefixerande cyanobakterier än 2007 då fosfatkoncentrationen i vattenmassan var rekordhög och mängden oorganiskt kväve var lägre. Medelmängden 2008 var i underkant av observationerna 1997-2006 och sammantaget pekar resultaten från 2007 och 2008 på att det kraftigt ökade kväveutsläppet (ca 5 ggr) påverkat förekomsten av cyanobakterier negativt, men att mellanårsvariationen kan vara stor.

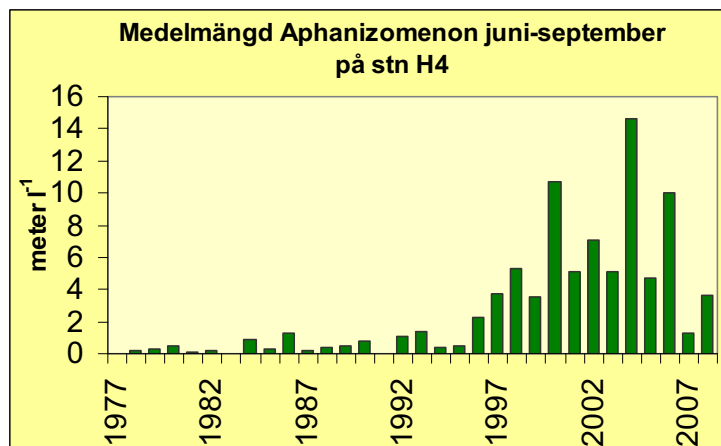


Fig. 3. Medelmängd *Aphanizomenon sp.* under juni-september vid station H4 1978-2008.

Att det ökade kväveutsläppet haft en återhållande effekt på förekomsten av cyanobakterier även 2008 stöds av förhållandena i recipientens yttre del. Vid station H2 förekom mer *Aphanizomenon* än vanligt i såväl juni som augusti 2008 (fig. 4). Av figur 4 framgår också att större mängder än månadsmedelvärdet endast förekom i juni i Himmerfjärdens inre bassäng. Effekten av ökade kväveutsläpp framgår allra tydligast på station H6 i Näslandsfjärden norr om Himmerfjärden där *Aphanizomenon* nästan helt försvunnit.

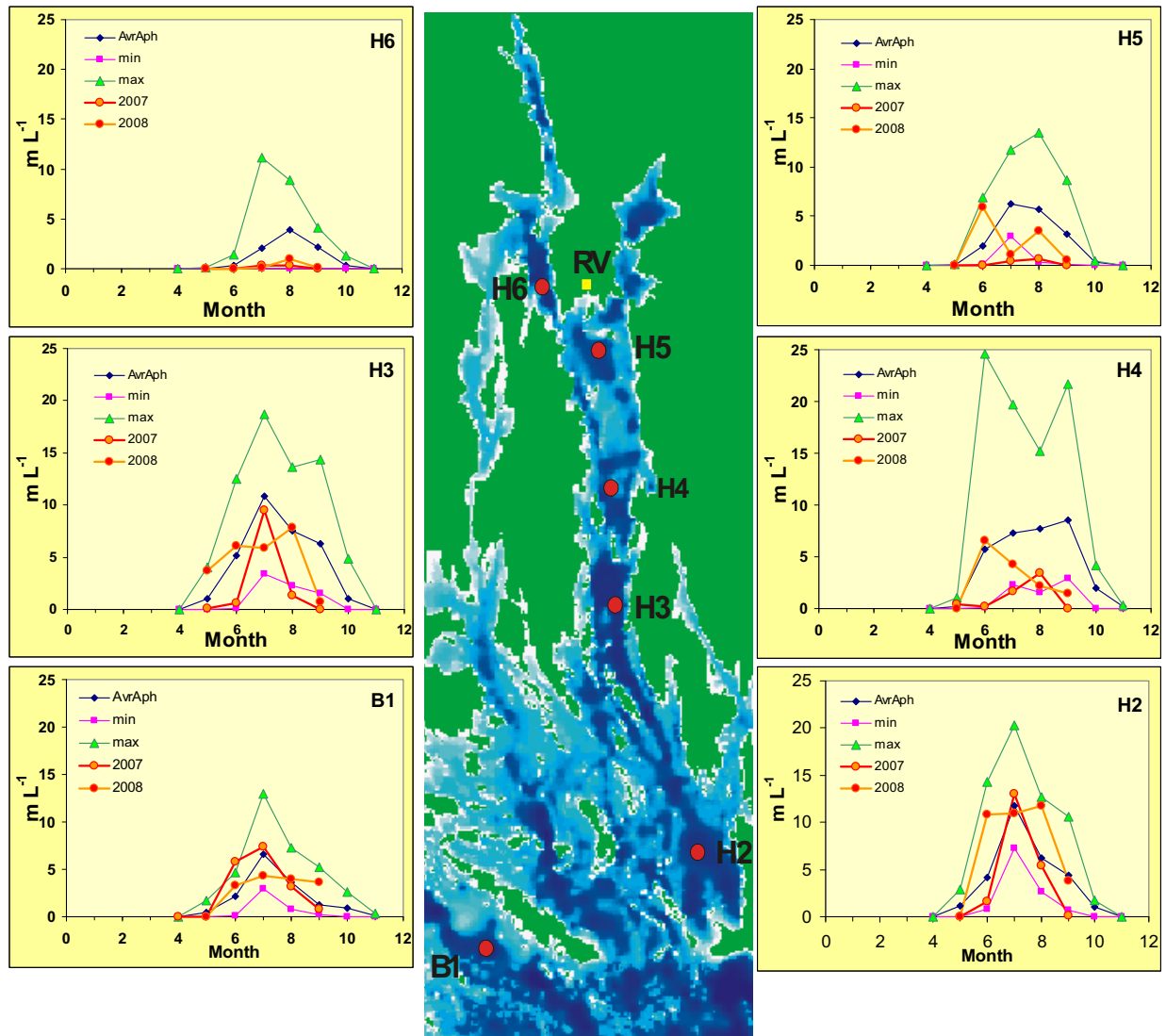


Fig. 4. Måndsvis medelmängd, minimum och maximum av *Aphanizomenon* sp., den dominerande kvävefixerande cyanobakterien för 1998-2006, samt månadsmedelvärden för 2007 och 2008.

Att ökade kväveutsläpp minskat förekomsten av cyanobakterier i vattenområdena närmast utsläppspunkten framgår även av en jämförelse av tidsutvecklingen av medelmängden dominerande cyanobakterien (fig. 5, *Aphanizomenon* sp.). I recipientens

ytterområde (H2), utanför det område som tydligt påverkas av utsläpp från Himmerfjärdsverket (se ovan), i referensområdet (B1) och i utsjön (BY31) har medelmängden under sommaren inte visat någon trend (H2 och BY31) eller tenderat att öka (B1). I Himmerfjärdens inre bassäng (H4 och H5) och särskilt i Näslandsfjärden (H6) blev det ett tydligt trendbrott när kvävereningen i Himmerfjärdsverket startades. Från 1998 till 2006 ökade förekomsten av cyanobakterier tydligt på stationerna närmast utsläppspunkten (H5 och H6), eller så saknades tydlig trend (H3). Trendbrottet 2007, efter att kvävereningen stoppats, är tydligt (fig. 5).

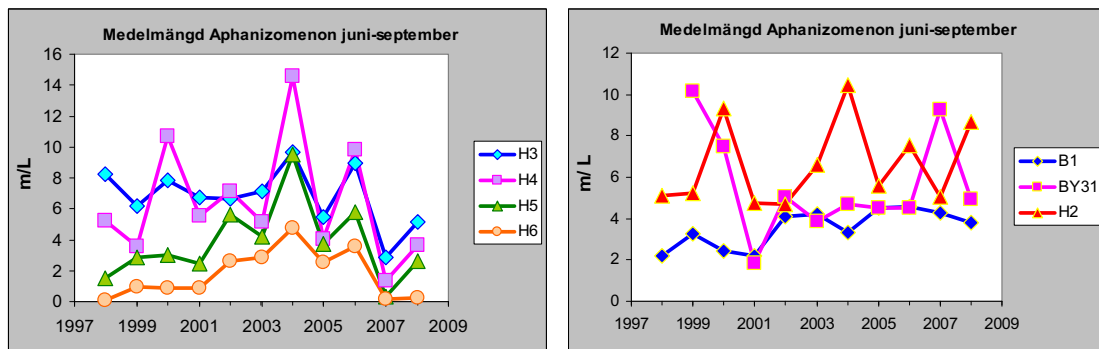


Fig. 5. Medelmängd *Aphanizomenon sp.* under sommaren (juni-september) vid 4 stationer i recipienten, i referensområdet (B1) och i utsjön (BY31 i Landsortsdjupet).

Klorofyll *a* i ytskiktet under sommaren (juni-augusti)

Avstängningen av kvävereduktionen i Himmerfjärdsverket gav även möjlighet att undersöka hur recipienten skulle reagera på ökade kväveutsläpp. Den sedan lång tid pågående, och stundtals animerade, diskussionen om kvävetvets betydelse för vattenkvaliteten i våra kust- och havsområden har gjort att osäkerheten om kvävereningens nytta är stor. Om tillförseln av kväve påverkar vattenkvaliteten skulle mer kväve medföra ökad planktonmängd, om inte skulle den förbli oförändrad. Ett alternativ svar skulle vara ökade mängder på våren, men inte på sommaren. I det sistnämnda fallet antas den negativa påverkan på cyanobakteriernas kvävefixering balansera den ökade tillförseln. Kvävereningens motståndare hävdar att den inte har någon effekt alls, men detta scenario är ett mellanting där den har effekt på våren i områden med fosforöverkott, som t.ex. Himmerfjärden, men inte på sommaren då en minskad kvävetillförsel kompenseras av ökad kvävefixering under den tid på året då cyanobakterierna har sin huvudsakliga förekomst.

Nedan redovisas endast medelkoncentrationen av klorofyll *a* under sommaren. En fullständigare redovisning kommer i nästa års rapport när data för 2007 och 2008 har bearbetats klart. I korthet har mängden klorofyll *a* i Himmerfjärdens inre bassäng under våren varit klart lägre och siktdjupet bättre år då Himmerfjärdsverket drivits med full kvävereduktion (1998-2000, 2003-2004). Till skillnad från klorofyll *a* ökade inte växtplanktons biovolym tydligt våren 2007, mest beroende på annorlunda artsammansättning (se avsnitt 5).

I fig. 6 visas medelkoncentrationen av klorofyll *a* i referensområdet (B1) och i recipienten (H2-H6) under sommaren (juni-augusti). I Himmerfjärdens inre bassäng (H4

och H5) var den under de år med full kvävereduktion den lägsta som uppmätts sedan 1977. Även år då kvävereduktionen var delvis avstängd (1997, 2001-2002, 2005-2006) var medelkoncentrationen av klorofyll *a* i underkant av tidigare värden. Troligen beror detta på att vid de experiment som då gjordes ökades utsläppet av kväve främst under våren. 2007 och särskilt 2008, med avstängd kvävereduktion, ökade medelkoncentrationen av klorofyll *a*. 2008 var den högre än vad som tidigare uppmätts i Himmerfjärdens inre bassäng.

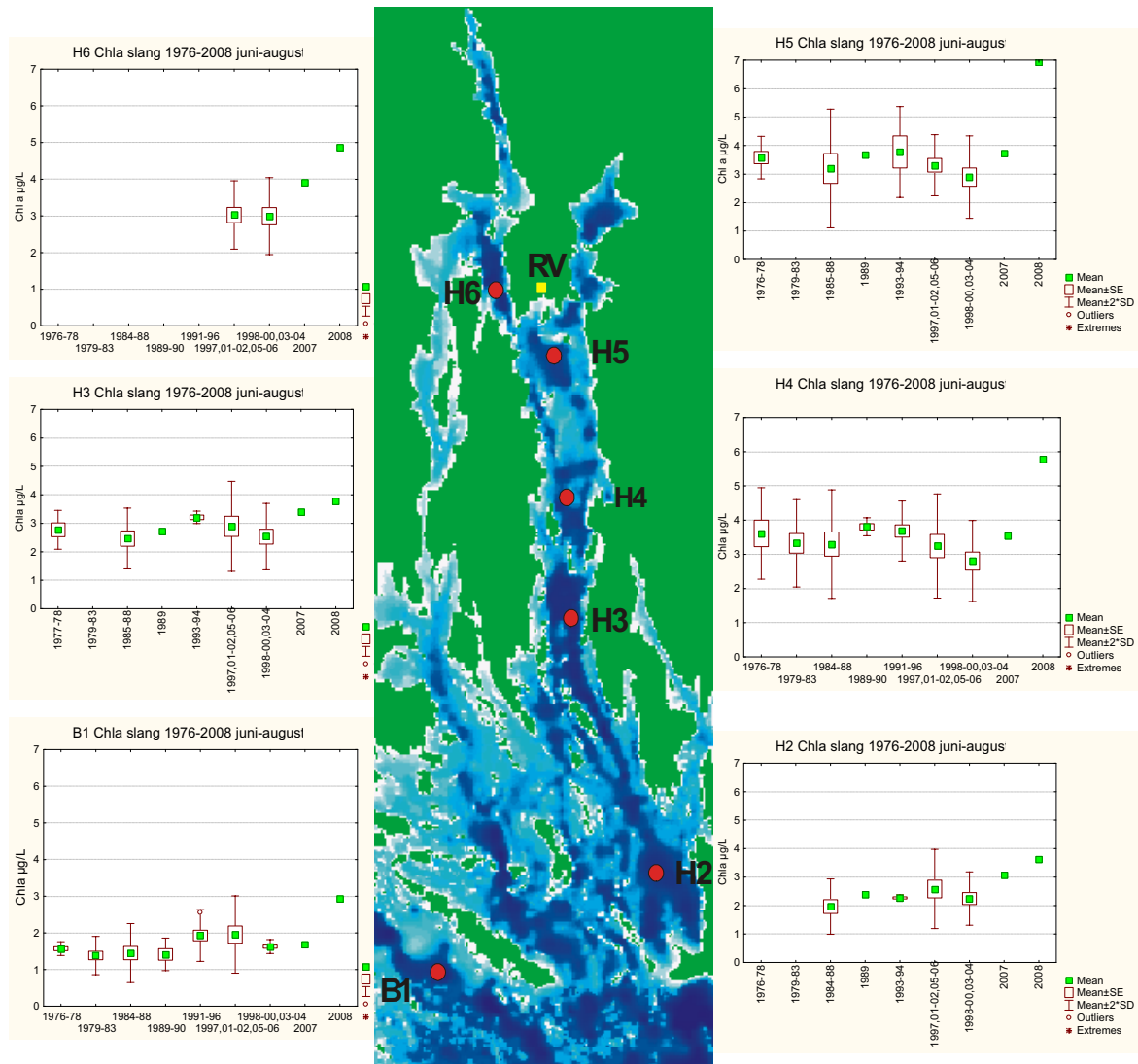


Fig. 6. Medelkoncentrationen av klorofyll *a* (*Chla*) under sommaren (jun-aug) i ytskiktet (0-14 m) i Himmerfjärden (H2-H6) och i referensområdet (B1, 0-20m) under olika perioder sedan 1976. Observera att antalet år med observationer skiljer mellan stationer. Data för alla år finns endast för B1 och H4. Observera också att perioderna efter 1997 baseras på huruvida kvävrensning pågick under hela året (1998-2000, 2003-2004) eller bara delar av året (1997, 2001-2002, 2005-2006), och därför inte visar åren i kronologisk ordning.

Utanför Himmerfjärdens inre bassäng är det svårare att se ett tydligt svar på ändrad kvävetillförsel från Himmerfjärdsverket. På station H3 var medelkoncentrationen av klorofyll *a* i underkant av tidigare observationer de år kvävetillförseln var lägst (fig. 6). 2007 var den däremot högre på alla stationer i recipienten jämfört med år med kvävereduktion i Himmerfjärdsverket. Vid referensstationen var den däremot lika eller lägre jämfört med dessa år. 2008 var den i nivå med tidigare högsta värden och i Himmerfjärdens inre bassäng den högst uppmätta, och mer än dubbelt så hög som under åren med full kvävereduktion (fig. 6). Förhöjningen var mindre dramatisk men full tydlig även på övriga stationer i recipienten.

I vilken utsträckning de allmänt gynnsamma förhållanden som 2008 rått i referensområdet, även bidragit till ökad mängd klorofyll i recipienten går inte att avgöra. Men man kan konstatera att skillnaden i medelkoncentration av klorofyll mellan referensområdet och H2 respektive H3 i recipienten är ungefär densamma 2008 som medelvärde för de år med full kvävereduktion. Det förefaller därför som om det där är andra faktorer än ökat utsläpp som är främsta orsaken.

I Himmerfjärdens inre bassäng (H4 och H5) och i Näslandsfjärden (H6) är emellertid skillnaden i koncentrationen mellan recipient och referensområde betydligt större 2008 än då kvävereduktionen var i drift hela året.

Sammantaget visar resultaten att tillförseln av kväve påverkar vattenkvaliten. Med långtgående kvävereduktion under hela året var mängden växtplankton under sommaren (mätt som klorofyll *a*) lägre än tidigare i Himmerfjärdens inre bassäng, trots kraftiga blomningar av kvävefixerande cyanobakterier. Blomningarna har dock inte upplevts störande då de inte bildat ytansamlingar och endast i ringa omfattning innehållit potentiellt toxiska arter.

Med ökade kväveutsläpp ökar mängden klorofyll *a* och koncentrationen av totalkväve samtidigt som förekomsten av kvävefixerande cyanobakterier minskar. Detta visar att trots betydligt högre biomassor av cyanobakterier i Himmerfjärden än i referensområdet och utsjön, har kvävefixeringen inte förmått neutralisera den positiva effekten av effektiv kvävereduktion i Himmerfjärdsverket.

Resultaten, tillsammans med tidigare experiment med tidsbegränsade kväveutsläpp, visar att det förefaller svårt att med bottenförlagd utsläppspunkt hitta en utsläppsnivå inom ramen för vad som EUs avloppsvattendirektiv tillåter, som påtagligt skulle minska förekomsten av kvävefixerande cyanobakterier.

2. Klimat och hydrografi

2.1 Lufttemperatur och nederbörd.

Lufttemperatur och nederbörd har hämtats från SMHIs mätningar vid Landsort. 2007 års värden jämförs med medelvärden för en 30-årsperiod, för närvarande 1961-1990.

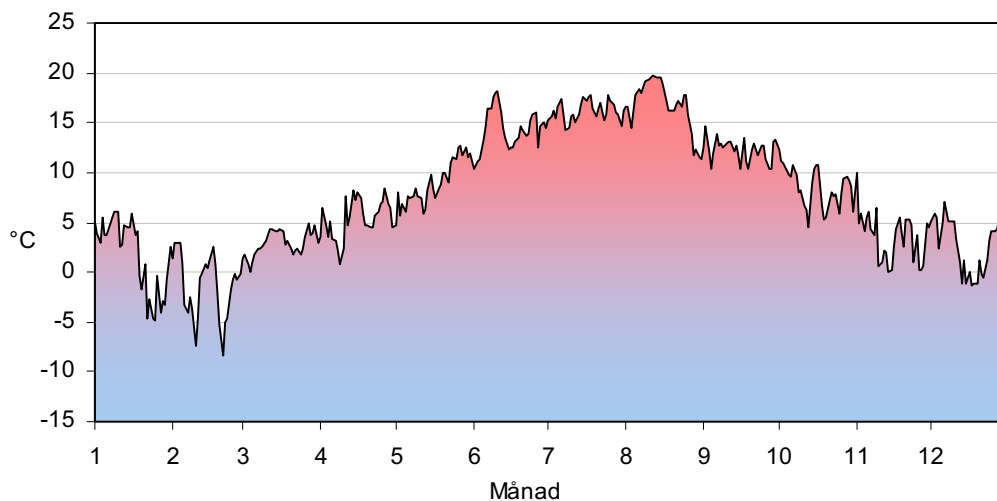


Fig. 2.1. Dygnsmedeltemperatur vid Landsort 2007.

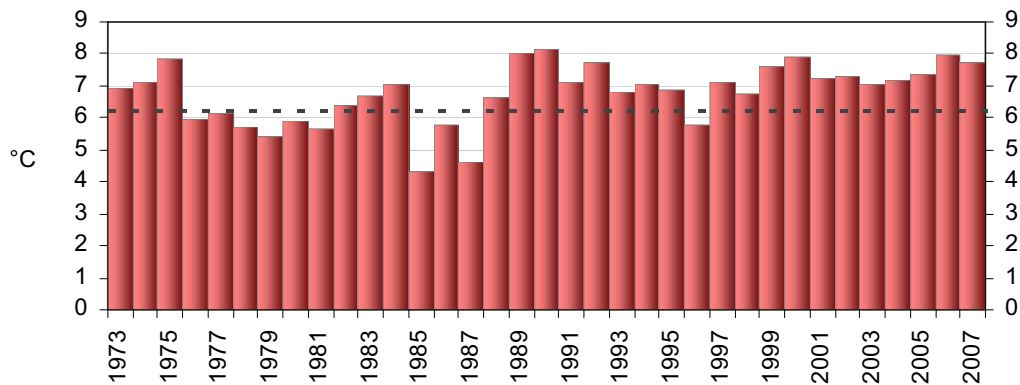


Fig. 2.2. Årsmedeltemperatur vid Landsort, 1973-2007. Streckad linje motsvarar långtidsmedelvärde 1961-1990.

I Fig.2.1 visas dygnsmedeltemperaturen vid Landsort och i tabell 2.1 medeltemperaturen för varje månad under året och avvikelserna mot långtidsmedelvärdet (1961-1990).

Ingen månad detta år hade en lägre medeltemperatur än långtidsmedelvärdet för samma månad. Temperaturöverskottet var högst under vinter och vår, vilket sammanfaller med förhållandena under en lång följd av år. Is fanns i Himmerfjärden endast under februari månad.

Augusti hade den högsta medeltemperaturen (16.8 °C) vilket innebar ett temperaturöverskott på drygt 1 °C. Januari var den månad som uppvisade störst temperaturavvikelse med ett överskott på 3.3 grader. Årsmedeltemperaturen för 2007 var ca 7.6 °C, och

därmed 1.4 °C över långtidsmedelvärdet. Fortfarande gäller att endast 1996 års medeltemperatur har understigit långtidsmedelvärdet sedan 1988. (Tabell 2.1 och Fig. 2.2, 2.3).

Tabell 2.1. Månadsmedeltemperatur och månadsnederbörd 2007 vid Landsort med avvikelser från långtidsmedelvärdet för perioden 1961-1990.

Månad	Medel-temp °C	Avvikelse	Nederbörd mm	% av normal ndb
Jan	1.7	3.3	58	166
Feb	-1.4	0.9	23	102
Mar	2.8	3.2	22	98
Apr	5.3	2.6	14	50
Maj	8.9	1.7	35	135
Jun	14.2	1.1	54	170
Jul	16.2	0.4	37	90
Aug	16.8	1.2	57	125
Sep	12.3	0.4	23	48
Okt	8.5	0.5	35	83
Nov	3.5	0.0	76	152
Dec	2.8	2.5	58	142
Helår	7.6	1.4	492	113

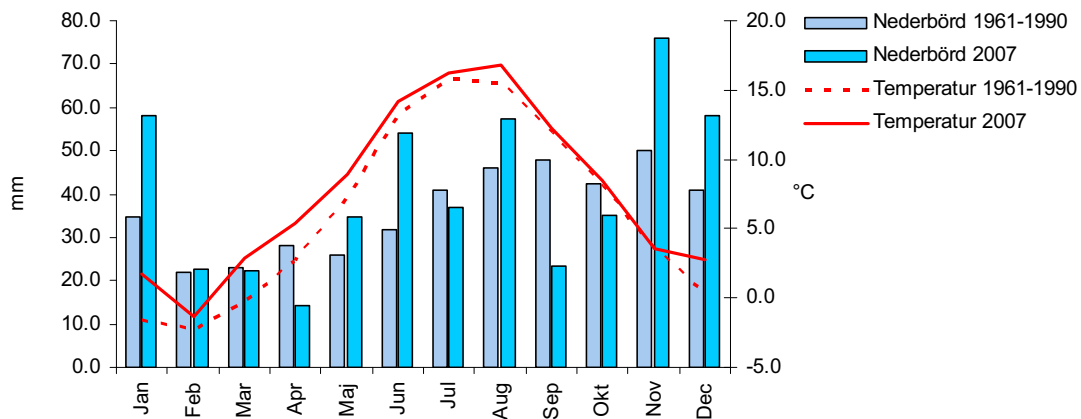


Fig. 2.3. Månadsmedeltemperatur och nederbörd vid Landsort, 2007.

Årsnederbörden vid Landsort uppgick under året till 492 mm (förra året 430 mm), vilket var relativt mycket i förhållande till de senaste årens mängder och vid jämförelse med perioden 1961-1990 (Fig. 2.4). Endast under månaderna mars, april, juli, september och oktober var nederbörden under långtidsmedelvärdet för motsvarande månader. De största nederbördsmängderna uppmättes dels i början och slutet av året men även under sommaren. Fortfarande gäller att till skillnad från många andra delar av landet har nederbörden vid Landsort i medeltal inte ökat märkbart under de senaste decennierna.

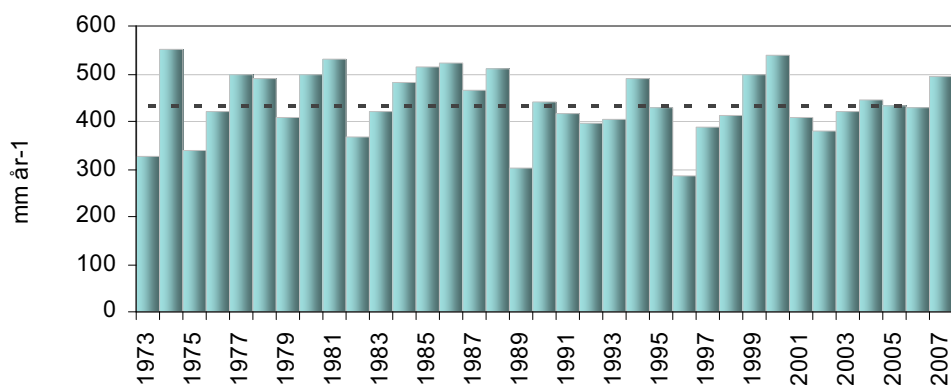


Fig. 2.4 Årsnederbörd vid Landsort 1973-2007. Streckad linje långtidsmedelvärde.

2.2 Vattentemperatur och salthalt

Temperaturen i Himmerfjärden jämförs i figur 2.5-2.8 med genomsnittliga temperaturer för referensperioden 1982-1997 (1978-1997 för station H4). I såväl yt- som bottenvattensskiktet låg temperaturen under året oftast något över medelvärdet för referensperioden. Undantaget var perioder tidigt under våren och sent under sommaren.

Mellan provtagningen i december 2006 och januari 2007 skedde en påtaglig ökning av salthalten i ytvattensskiktet i hela recipienten, med en uppgång mellan 0.6 och 0.8 ‰. Vid de inre stationerna (H5 och H6) ökade salthalten kraftigt även i bottenvattensskiktet. Därmed återgick salthalterna till en mer normal nivå och var i både yt- och bottenvatten i början av året nära medelvärdet för referensperioden eller något över på de inre stationerna. Därefter minskade halterna under våren och i ytvattensskiktet fortsatte minskningen långsamt fram till slutet av sommaren då halterna steg något. Efter minskningen under våren var halterna i bottenvattnet mestadels lägre än under referensperioden (Figur 2.9-2.12). I ytvattnet vid de inre stationerna (H5 och H6) avvek inte halterna nämnvärt från referensperiodens, men vid de yttre (H3 och H4) var de ofta lägre från mitten till slutet av året.

2.3 Syrgas i bottenvattnet

Koncentrationen av syrgas i djupvattnet minskade snabbt under vår och försommar så att den i juli låg i underkant av referensperiodens värden på samtliga stationer. Därefter avbröts minskningen och syrgassituationen förbättrades snabbt vid de yttre stationerna (H3 och H4) medan det dröjde lite längre innan syrgashalterna ökade vid station H5. Vid den inre stationen (H6) fortsatte emellertid minskningen ända till september och då hade allt syre förbrukats. Även om syrgassituationen därefter förbättrades något dröjde det ända till slutet av oktober innan halterna ökade ordentligt.

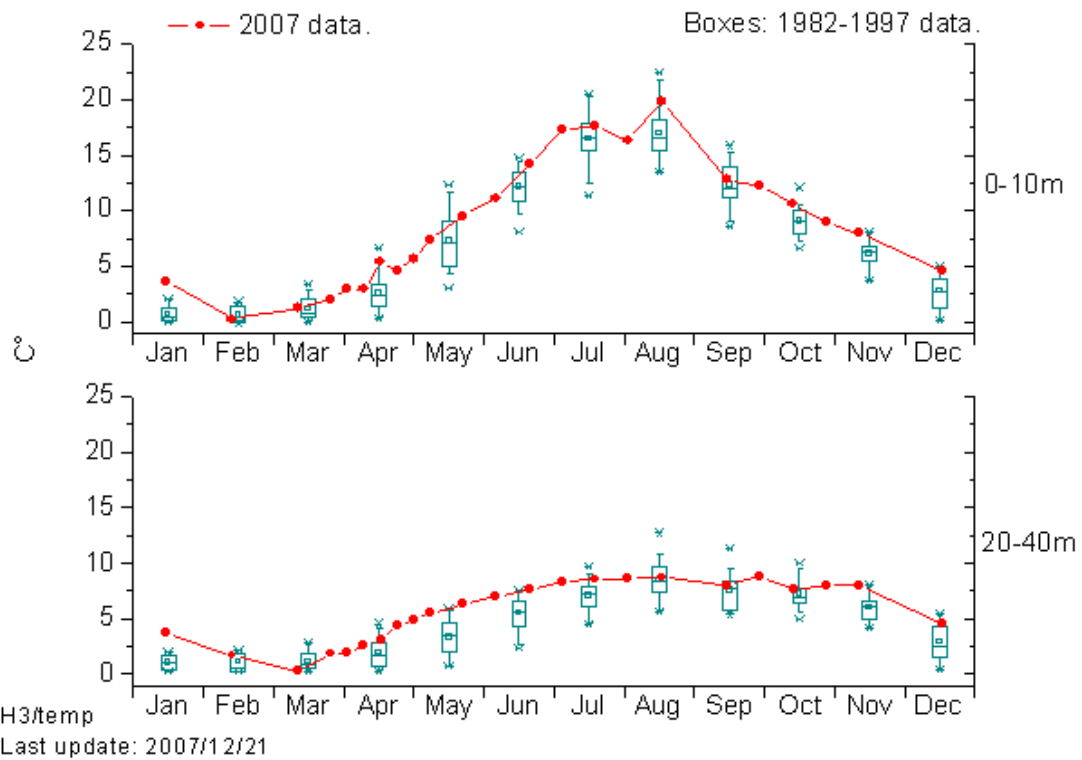


Fig 2.5 station H3, temperatur (C°), beräknat medelvärde 0-10 och 20-45 meter.

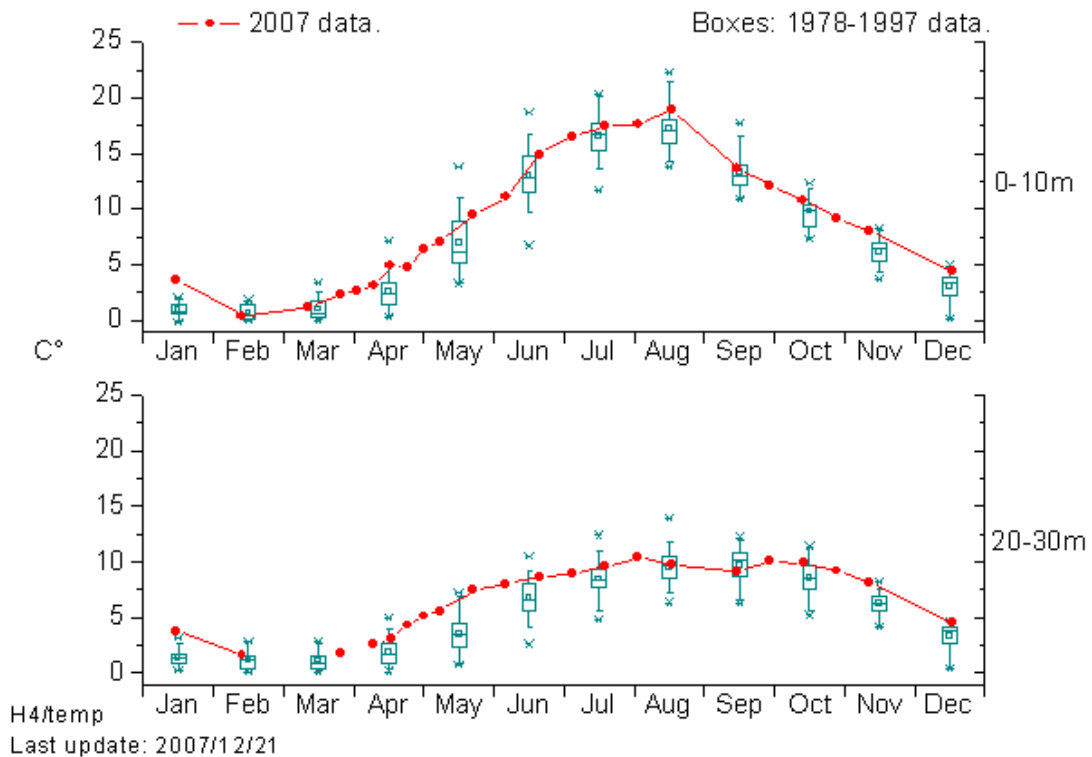


Fig 2.6 station H4, temperatur (C°), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

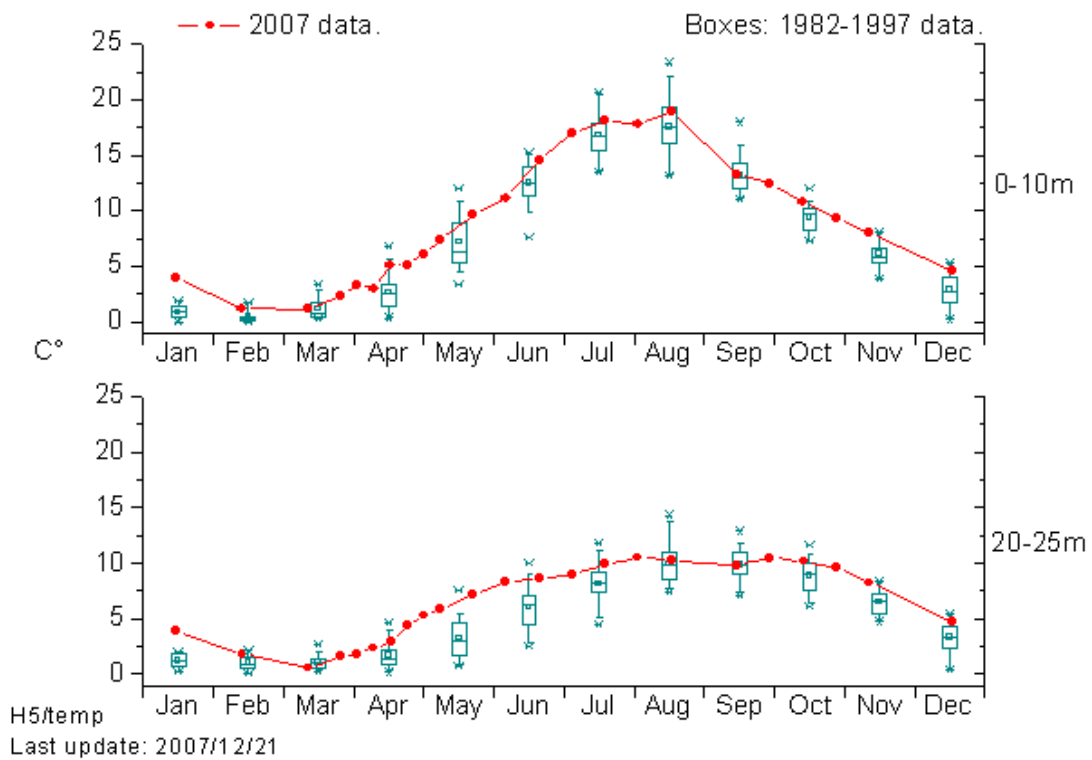


Fig 2.7 station H5, temperatur (C°), beräknat medelvärde 0-10 och 20-25 meter.

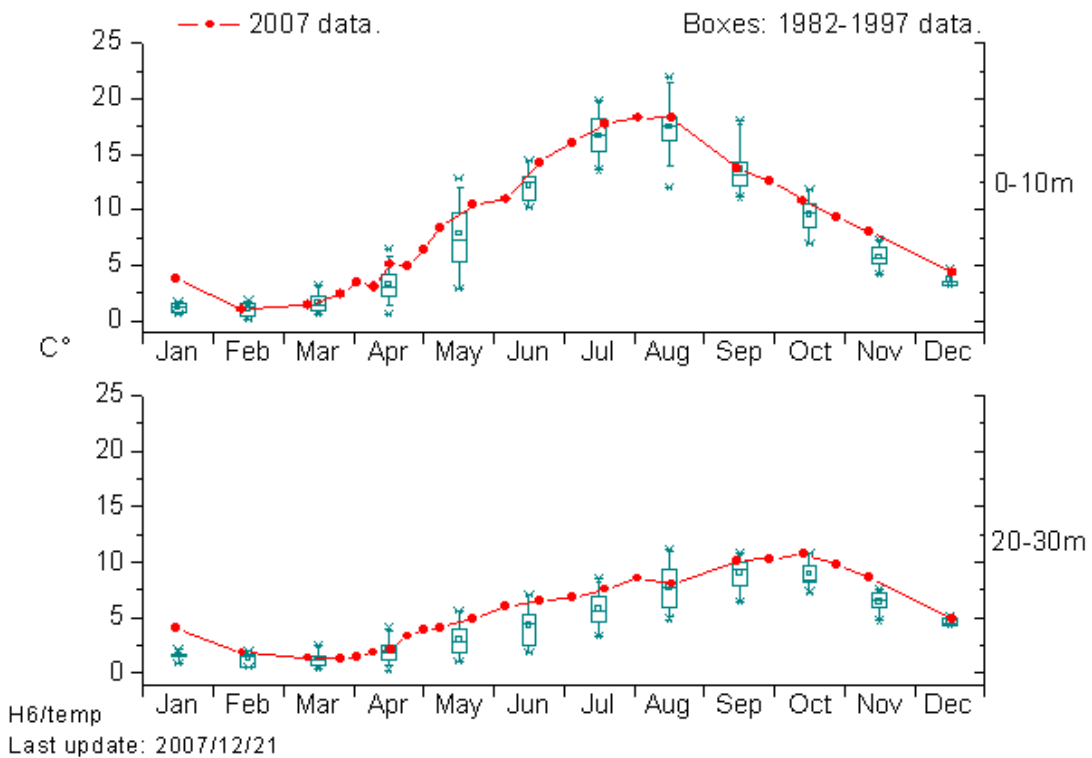


Fig 2.8 station H6, temperatur (C°), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

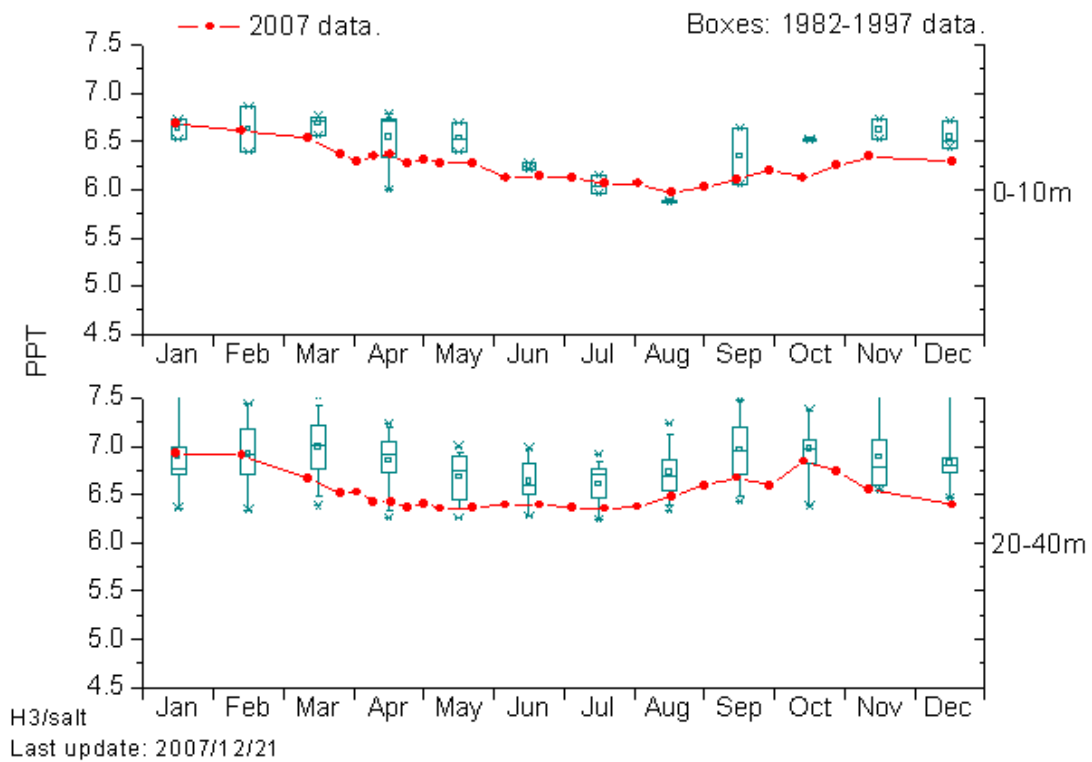


Fig 2.9 station H3, salinitet (ppt), beräknat medelvärde 0-10 och 20-45 meter.

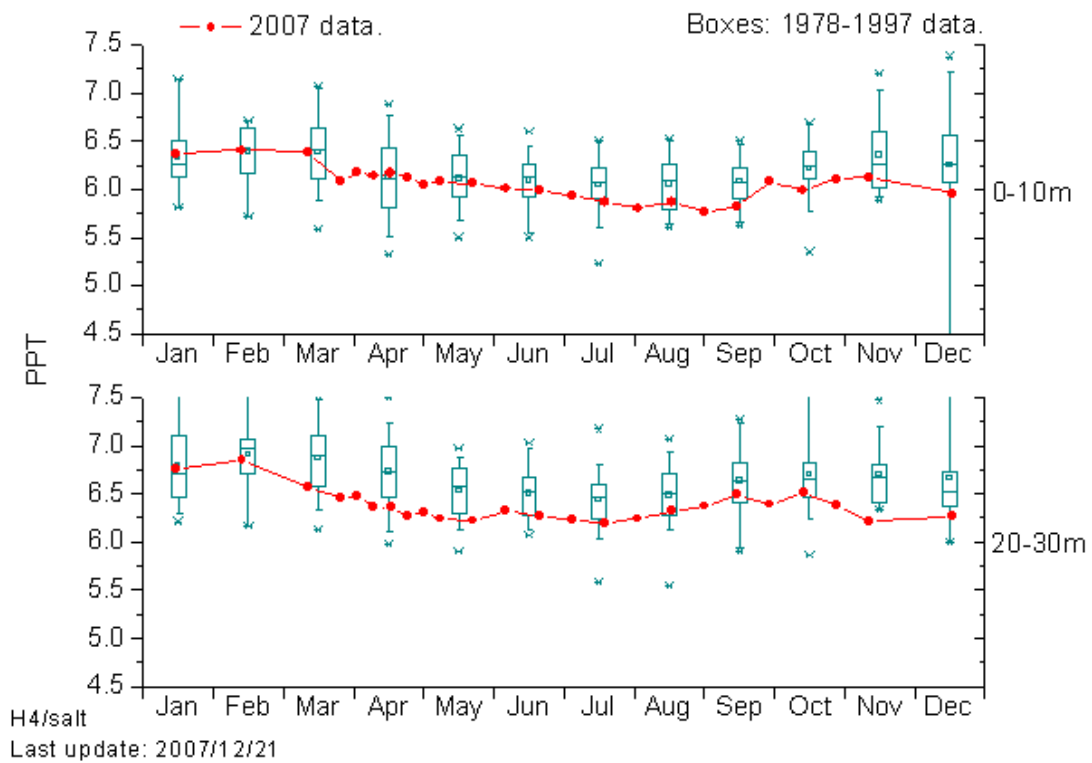


Fig 2.10 station H4, salinitet (ppt), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

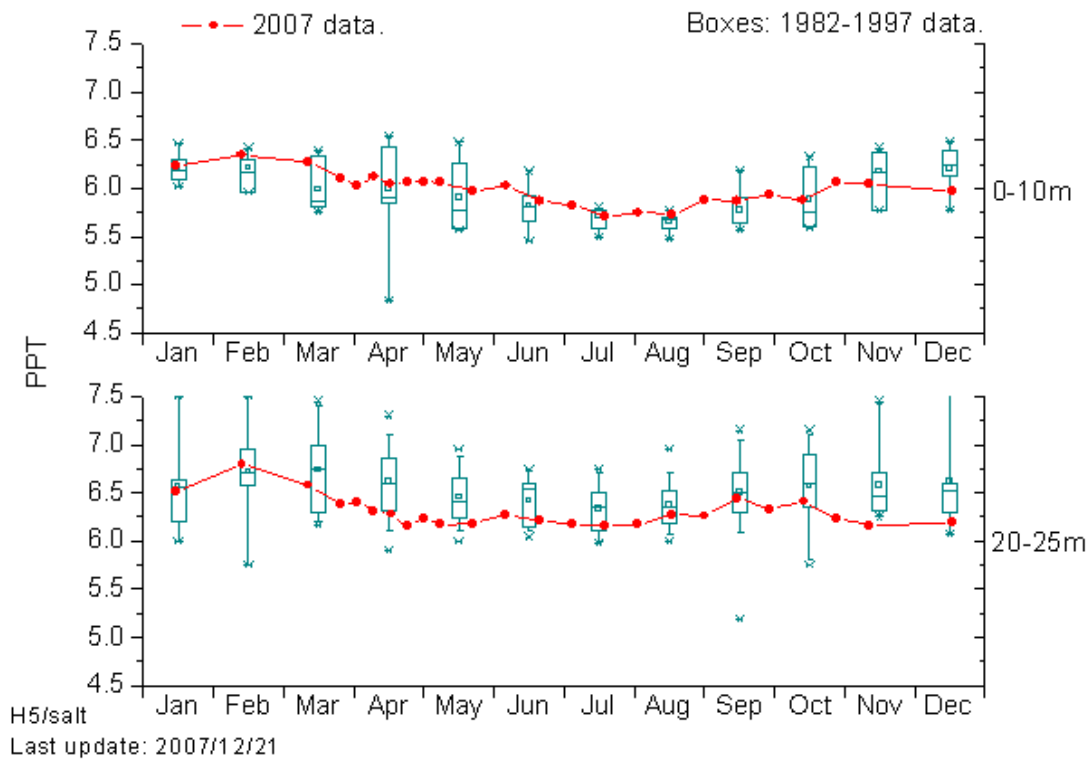


Fig 2.11 station H5, salinitet (ppt), beräknat medelvärde 0-10 och 20-25 meter.

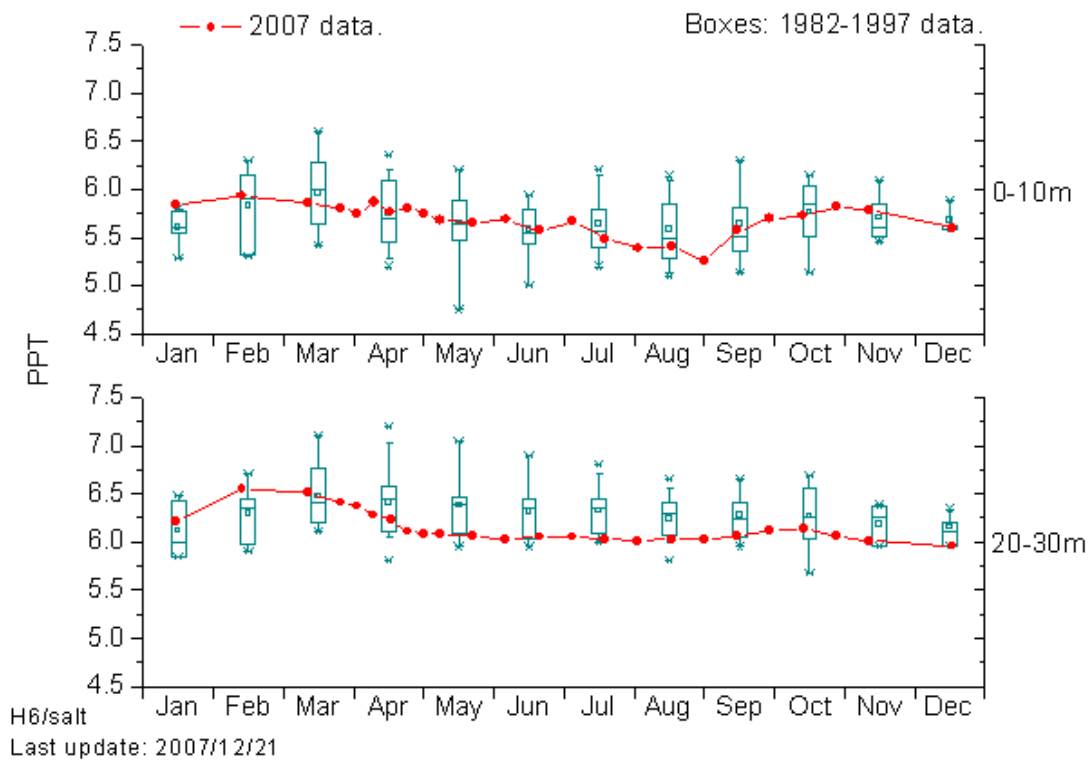


Fig 2.12 station H6, salinitet (ppt), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

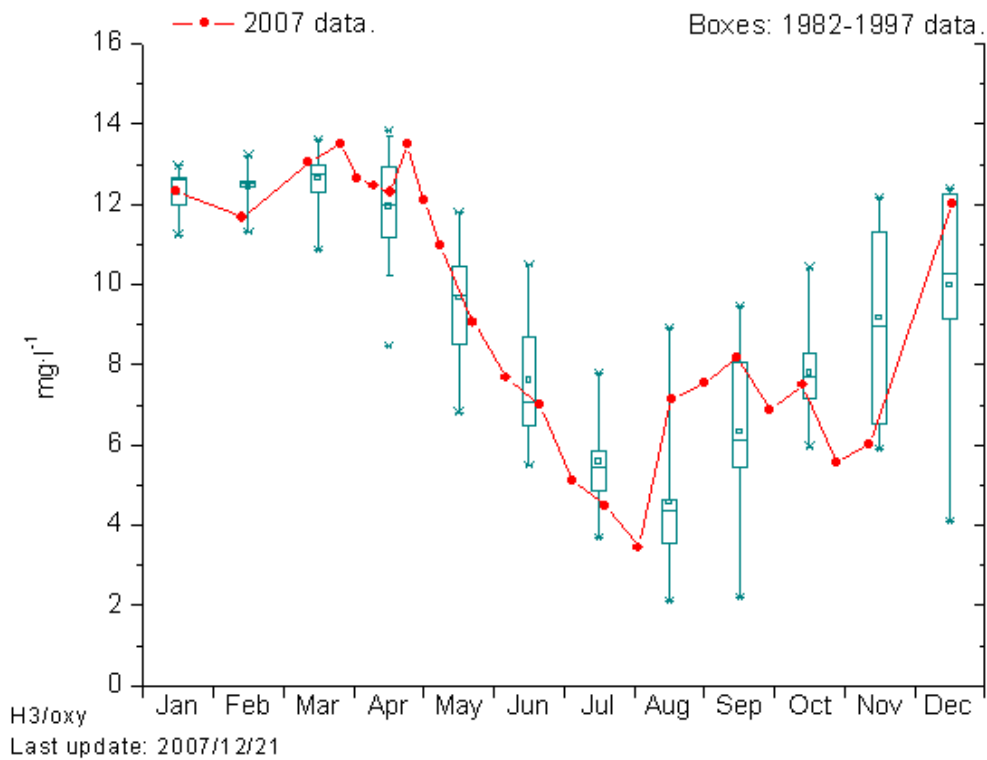


Fig 2.13 station H3, syrgashalt (mg/L) vid 50 meter.

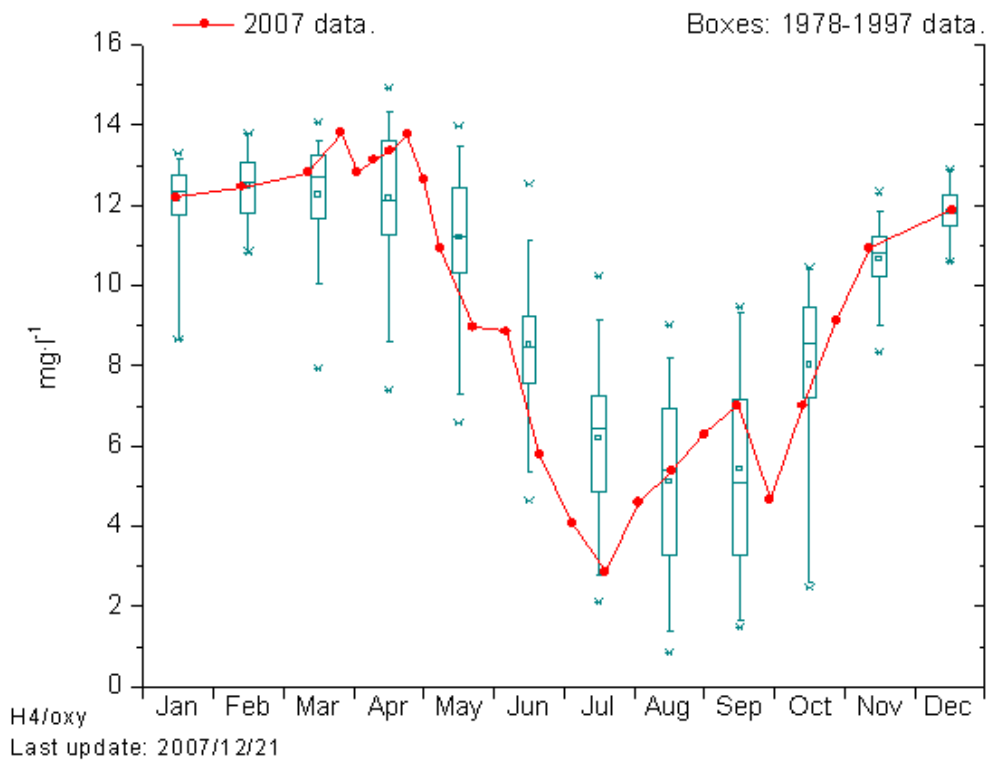


Fig 2.14 station H4, syrgashalt (mg/L) vid 30 meter.

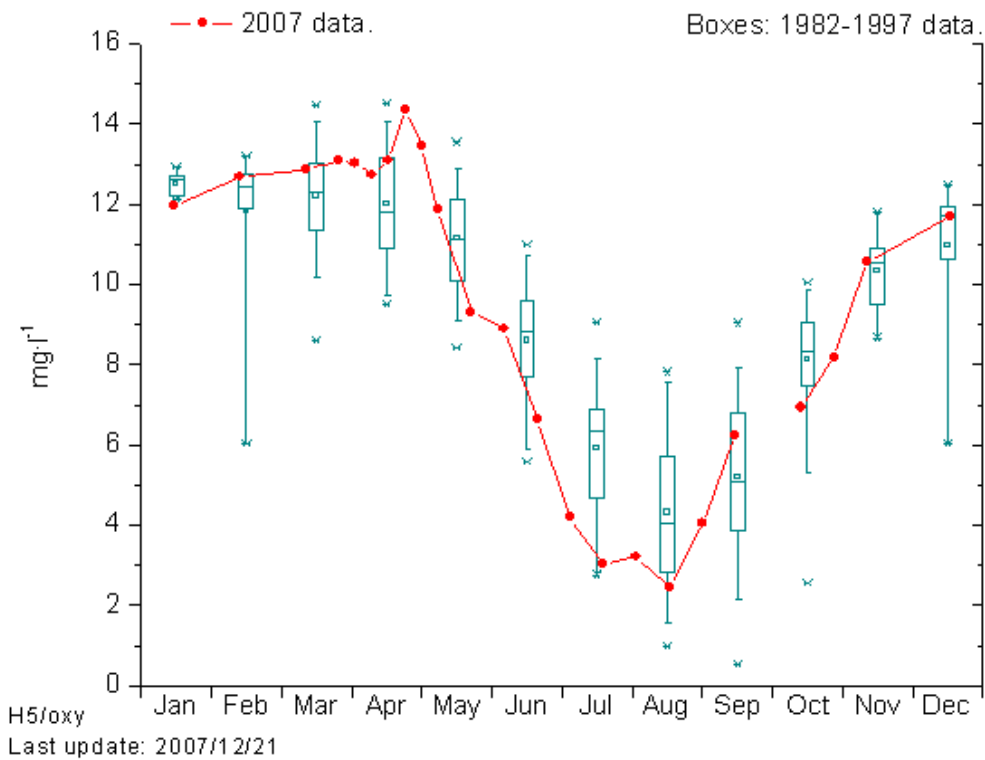


Fig 2.15 station H5, syngashalt (mg/L) vid 25 meter.

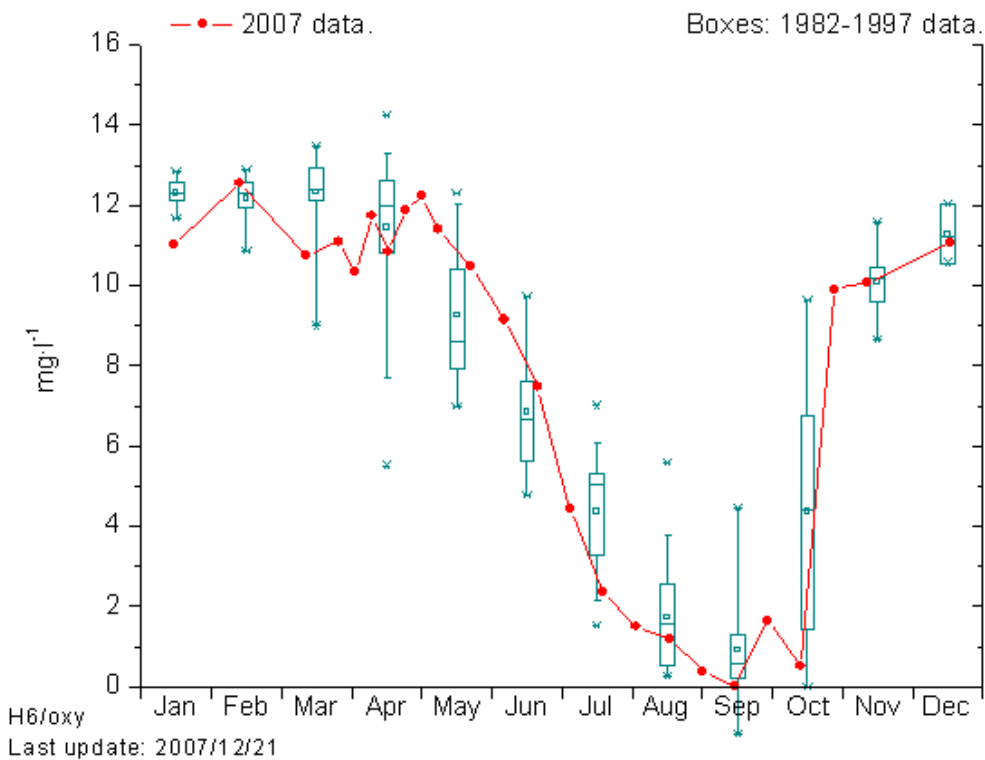


Fig 2.16 station H6, syngashalt (mg/L) vid 38-40 meter.

3. Extern tillförsel

Himmerfjärdens och angränsande fjärdars avrinningsområden framgår av figur 3.1. De avrinningsområden som angränsar till norra delen av området (mellan Södertälje i norr och Oaxen och Regarn i söder) ingår i område A. För södra delen av området har Trosaåns avrinningsområde (C på kartan) p.g.a. sin storlek behandlats separat, medan övriga områden innefattas i område B. Det område som avvattnas till referensområdet betecknas med D.

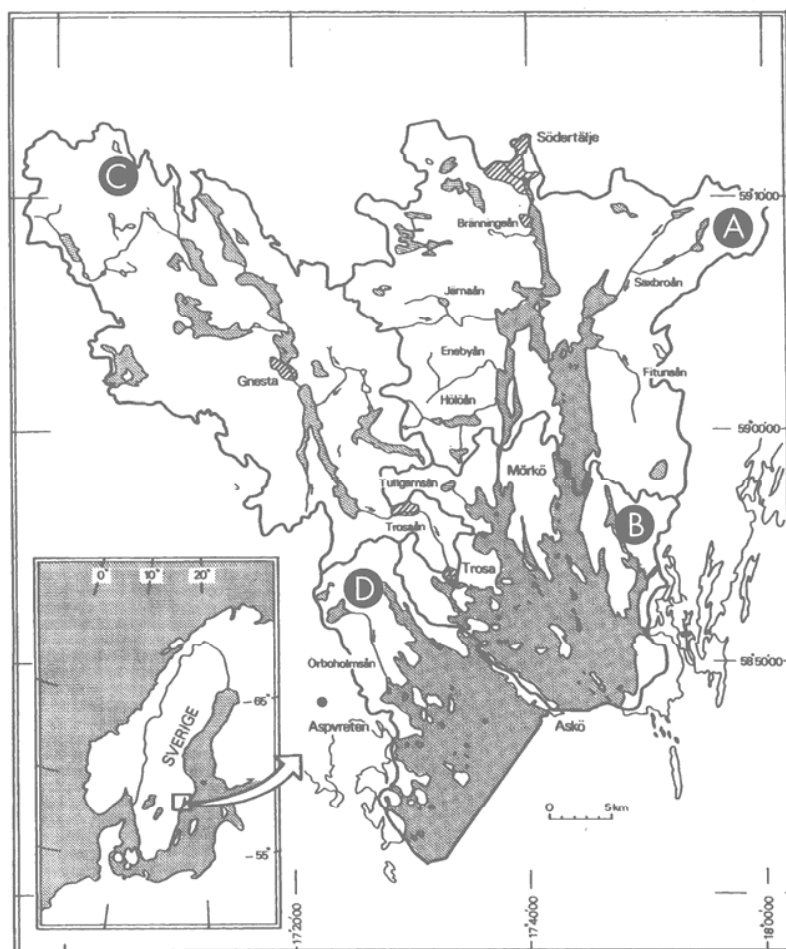


Fig. 3.1. Himmerfjärdens och angränsande fjärdars avrinningsområden. **A, B och C:** se text.

3.1 Sötvattentillförsel

Tillförseln av sötvatten till olika delar av recipienten har uppskattats med hjälp av beräknad landavrinning från SMHI, uppgifter om Mälarens tappning via Södertälje kanal från Stockholm Vatten, samt utflödet av renat avloppsvatten från Himmerfjärdsverket.

Sötvattentillförseln från Mälaren, Trosaån och landavrinning var något lägre 2007 än föregående år. Den totala tillförseln fördelades mellan landavrinning från delavrinningsområdena A+B, direktnederbörd på vattenytan, samt utflöde från Mälaren i

ungefär samma proportioner som under 2006, d.v.s. ca 25% vardera. Trosaån stod för en något mindre del (19%) och Himmerfjärdsverket för resterande (6 %) (tabell 3.1).

Tillförseln av sötvatten till Himmerfjärdens norra avrinningsområde (område A) dominerades av landavrinning samt avtappning från Mälaren och uppgick vardera till knappt 40 % av den totala tillförseln om ca. $325 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Resterande fördelades mellan nederbörd på havsytan (~15%) och utsläpp från Himmerfjärdsverket (~10%) (Tabell 3.1).

I det södra avrinningsområdet (area B och Trosaån) var nederbörden över havsytan och Trosaåns flöde som vanligt de dominerande sötvattenkällorna. Tillsammans svarade dessa för nästan 85 % av den sammanlagda tillförseln. Jämfört med område A är områdets vattenyta dubbelt så stor och förutom Trosaån finns få stora vattendrag. Landavrinningen bidrog därför bara med ca. 15 % medan nederbörden och Trosaån svarade för drygt 40%, vardera av totalt ca $280 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ till delområdet.

3.2 Tillförsel av näringsämnen

Tillförsel av näringsämnen till recipienten har beräknats med uppgifter om månatlig sötvattentillförsel från olika källor, koncentration av näringsämnen i Himmerfjärdsverkets utgående vatten, i Mälarens utgående vatten i Södertälje och i Trosaån (Tabell 3.1). För beräkning av näringstillförsel från område A och B har månadsmedelvärden av uppmätta koncentrationer i Fitunaån och Moraån använts. Mätningarna utförs i samband med provtagningarna i Himmerfjärden som sker 22-23 gånger per år. Kvävetillskottet via nederbörd har beräknats med hjälp av depositionsdata från Tyresta i Hanninge Kommun. Mätstationen ingår i MöPs luft och nederbördskemiska nät med IVL som utförare. Fram t.o.m. 2003 användes data från Aspvreten vid beräkningarna men provtagningarna vid denna station lades ner 2004.

Tillförseln av totalfosfor från Himmerfjärdsverket uppgick 2007 till ca 8 ton, vilket var betydligt lägre än föregående år då siffran var närmare 18 ton (Fig. 3.2). Utsläppet motsvarar ca en tredjedel av den totala fosfortillförseln till Himmerfjärdens norra avrinningsområde (A) och ca 20 % av tillförseln till hela recipienten. Kvantiteten löst fosfat (DIP) emitterad från Himmerfjärdsverket uppgick 2006 och 2007 till ca 4 ton (ca 3 ton 2005). I båda fallen motsvarade det ca 25 % av den totala tillförseln av löst fosfat till recipienten, och ungefär 70 % beräknas komma från avrinningen från land och 6 % från Mälaren (Tabell 3.1). Den minskade mängden utsläppt fosfor beror på att man installerat ett nytt effektivt skivfilter vid Himmerfjärdsverket som tar bort partiklar med bundet fosfor.

Tabell 3.1. Beräknad tillförsel av sötvatten och närsalter samt N/P-kvoter (vikt/vikt) i södra och norra avrinningsområdet samt procentuell fördelning av total tillförsel på olika källor.

Norra Himmerfjärden (Area A)	Vatten milj.m ³	PO4-P ton	Tot-P ton	NH ₄ -N ton	NO ₃ -N Ton	Tot-N Ton	Oorg. NP-kvot	Tot. NP-kvot
Himmerfj.verket	34	4	8	107	618	735	173	88
Mälaren	119	1	3	1	19	65	17	22
Landavrinning	123	6	15	9	85	168	16	11
Nederbörd	49	---	---	14	18	32*	---	---
Totalt	325	11	26	131	740	1000	79	38

Södra Himmerfjärden (Area B och Trosaån)	Vatten milj.m ³	PO4-P ton	Tot-P ton	NH ₄ -N ton	NO ₃ -N Ton	Tot-N Ton	Oorg. NP-kvot	Tot. NP-kvot
Trosaån	112	3	7	14	67	146	26	21
Landavrinning	44	2	6	3	33	63	17	11
Nederbörd	124	---	---	46	36	83*	---	---
Totalt	280	5	13	63	136	292	40	22

Total tillförsel fördelning i %	Vatten	PO4-P	Tot-P	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Tot-N
Himmerfj.verket	6	25	21	55	71	57
Mälaren	20	6	8	1	2	5
Trosaån	19	19	18	7	8	11
Landavrinning	28	50	54	6	13	18
Nederbörd	29	---	---	31	6	9*

* summa av NH₄-N och NO₃-N. Data från Tyresta, ej som tidigare Aspvreten.

Med den nya tekniken för kvävereduktion som infördes i Himmerfjärdsverket 1997 minskade utsläppen av kväve kraftigt (Fig. 3.2). Den första januari 2007 stängdes kvävereningen av i avsikt att genomföra ett 2-årigt experiment med kraftigt förhöjda utsläpp av kväve i förhållande till fosfor. Det totala utsläppet av kväve uppgick 2007 till ca 735 ton, vilket var mer än dubbelt så mycket mot åren innan och ca 5 gånger mer än med full kvävereduktion. Himmerfjärdsverket kom därför att stå för mer än hälften av recipientens totala belastning. Se kapitel 1 för en preliminär redogörelse av resultaten från 2007 och 2008.

I Himmerfjärdens norra avrinningsområde (A) stod utsläppen från Himmerfjärdsverket för nästan 85 % av det oorganiska kvävet (DIN), och ca 75 % av den totala mängden kväve (Tot-N).

Reningsverket svarade för drygt 20 % medan landavrinningen inklusive Trosaån svarade för ca 70 % av tillförd mängd totalfosfor till område A och B. Den totala belastningen minskade från 47 ton till 39 ton. Till största delen berodde det på en återgång till föregående års mindre utsläppsmängder från reningsverket.

Den oorganiska NP-kvoten i utgående vatten från Himmerfjärdsverket var 173 på årsbasis. Kvoten var betydligt högre än föregående år till följd av det ökade kväveutsläppet. N/P-kvoten för totalmängderna av kväve och fosfor var av samma orsak också betydligt högre än föregående år (Tabell 3.1).

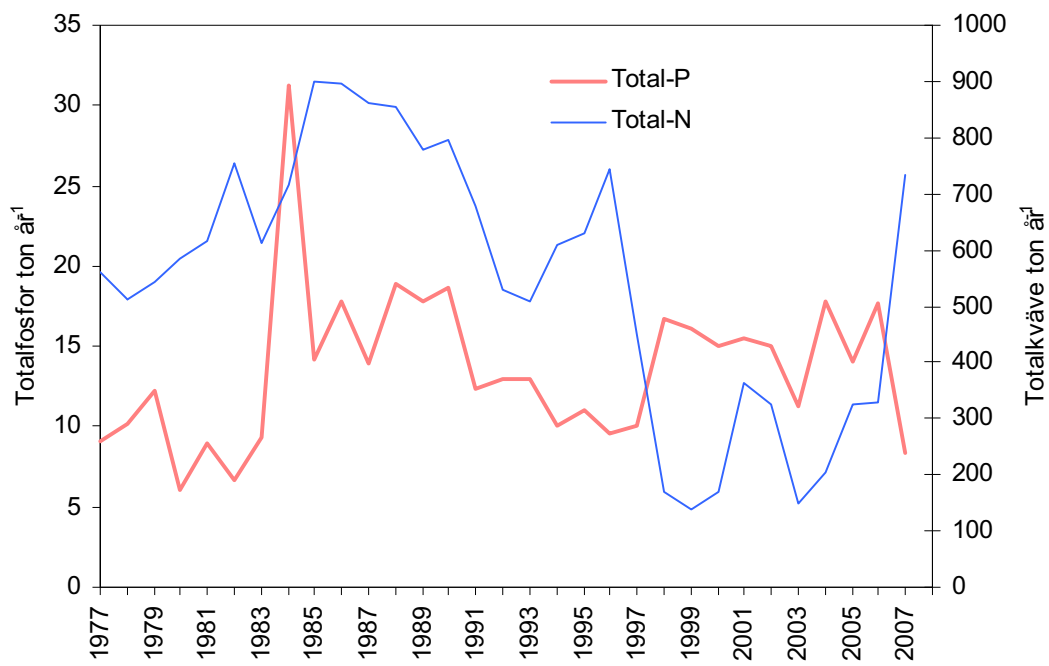


Fig. 3.2. *Utsläpp av totalfosfor och totalkväve från Himmerfjärdsverket sedan 1975.*

4. Näringsämnen i vattenmassan

Sammanfattning

I början av 2007 startade ett nytt försök med att påverka blomningen av cyanobakterier genom att minska graden av kväverening i Himmerfjärdsverket. Det innebar att under året släpptes 735 ton kväve ut från Himmerfjärdsverket vilket kan jämföras med 130-170 ton under år med full rening. Detta medförde att koncentrationerna av såväl oorganiskt som totalkväve steg till ungefär samma nivåer som innan den nya kvävereningstekniken infördes vid Himmerfjärdsverket (1997).

Halten av såväl fosfat som totalfosfor var mycket hög i hela recipienten i början av året men förrådet av fosfat tömdes ändå i stort sett helt under vårbloomingen, sannolikt p.g.a ökade kväveutsläpp.

Under vintern var DIN/DIP kvoten kring 7 (den s.k. Redfield kvoten) i den inre delen och lägre längre ut. Med det ökade kväveutsläppet steg kvoten till över 7 i hela recipienten vilket indikerar ett litet kväveöverskott innan vårbloomingen startade. Därefter var kvoten mycket låg resten av året vid H3 men över 7 under sommar och delar av hösten vid station H6. I Himmerfjärdens inre bassäng (H4 och H5) varierade kvoten en del och tillfälligt höga värden förekom under vår och sommar, men kvoten låg ändå oftast kring 7 eller lägre.

Även 2007 bekräftar bilden av en generell ökning av silikatkoncentrationerna i Himmerfjärden under senare år.

4.1 Kväve

Den första januari påbörjades ett nytt försök vid reningsverket för att studera effekterna av en ökad kvävebelastning till Himmerfjärden (Fig. 4.1). Den totala mängden utsläppt kväve uppgick under året till över 735 ton vilket var i nivå med utsläppen innan den nya kvävereningstekniken infördes vid Himmerfjärdsverket 1997.

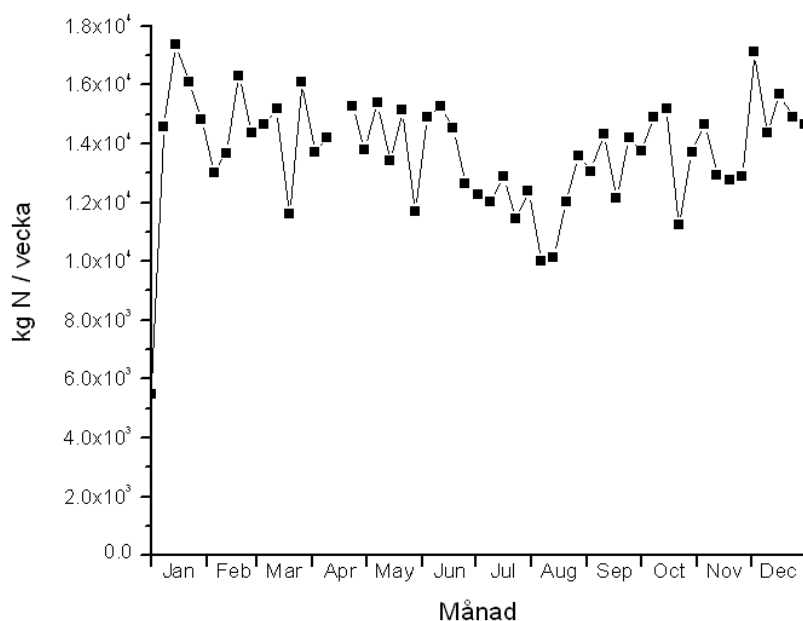


Fig. 4.1. Emission av totalkväve (kg N, veckomedelvärde) från reningsverket under 2007.

Detta kan jämföras med åren då kvävereningen varit i full drift då utsläppen varierat mellan 130-170 ton. Den ökade tillförseln av kväve medförde tydligt högre koncentrationer av oorganiskt kväve (DIN) i hela recipienten inför vårbloomingen. Ökningen var störst i den inre delen och mest markant i ytvattenskiktet. Ammoniumkvävet utgjorde endast en mindre del av DIN och bidrog bara marginellt till ökningen (Fig. 4.1-4.8). Observera att jämförelseperioderna i figurerna är förändrade i denna rapport till att omfatta samtliga år före introduktionen av den nya kvävereningstekniken (1997). På internetsidan <http://www2.ecology.su.se/dbhfj> finns även perioden 1998-2006 med som jämförelse.

Vårbloomingen vid referensstationen B1 var kortvarig och med maximum i början av april. I Himmerfjärden startade den något senare och nådde de högsta klorofyllvärdena i mitten av april eller något senare. Bloomingen var här även mer utsträckt i tiden och med betydligt högre maximumvärden, framför allt vid stationerna H4 och H5. Trots de höga koncentrationerna av DIN före vårbloomingen tömdes ytvattenskiktet snabbt på oorganiskt kväve. Vid stationerna H5 och H6 uppmättes för årstiden ovanligt höga koncentrationer i augusti, september och under senare delen av hösten. I bottenvattenskiktet minskade DIN snabbt under vårbloomingen men tömdes inte helt vid någon station med undantag för en kort period vid station H3.

Ammoniumkoncentrationerna i djupvattnet ökade långsamt under vår och försommar varefter en snabb ökning gav maximumvärden i juli. Vid station H6 minskade koncentrationerna snabbt till låga värden redan i slutet av juli då nitrit/nitrat i stället ökade. Från september steg ammoniumkoncentrationerna återigen och till för årstiden ovanligt höga halter.

Under årets sista månader ökade nitrit/nitrat och ammonium i hela recipienten till koncentrationer i nivå med perioden före 1997. Halterna vid B1 var under samma period lägre än under båda referensperioderna. De höga halterna av DIN kan tillskrivas effekterna av den ökade kvävebelastningen från reningsverket.

Liksom det oorganiska kvävet ökade den totala halten kväve i ytvattenskiktet, framför allt vid station H5 närmast utsläppspunkten (fig. 4.9-4.12). Halterna var väsentligt förhöjda i början av året i förhållande till perioden efter 1997 men överensstämelsen med perioden före 1997 var mycket god. Efter vårbloomingen minskade halterna något i hela recipienten och låg sedan i nivå med referensperioden före 1997. Även i bottenvattenskiktet uppmättes koncentrationer som överensstämde väl med perioden före 1997.

4.2 Fosfor

De höga fosfathalter som byggdes upp i slutet av 2006 vid alla stationer inklusive referensstationen B1 fanns kvar i början av 2007. Förråden tömdes dock snabbt i samband med vårbloomingen i april, men vid de yttre stationerna (H3 och H4) tömdes inte bottenvattenskiktet helt. I ytvattenskiktet förhöll sig koncentrationerna sedan låga fram till slutet av sommaren (fig. 4.13-4.16). I bottenvattenskiktet ökade fosfathalterna ovanligt snabbt under vår och sommar utom vid station H6 där uppgången i stort följde referensperiodens medelvärden, men med en kraftig förhöjning i september som sammanföll med syrebrist i bottenvattnet (se kap 2.3). Den snabba ökningen i bottenvattenskiktet vid övriga stationer var särskilt tydlig vid de yttre stationerna H4 och H3 där koncentrationerna i stort sett låg över referensperiodens värden från senare delen av våren och fram till augusti.

I hela recipienten var koncentrationerna i bottenvattenskiktet från sommaren och framåt tydligt kopplade till syrgassituationen i djupvattnet. I samband med höstomblandningen ökade halterna i ytvattnet i hela recipienten till nivåer något över referensperiodens värden samtidigt som koncentrationerna minskade i djupvattnet.

I likhet med fosfat ökade koncentrationerna av totalfosfor under slutet av 2006 och i början av 2007 var halterna i hela recipienten över eller i överkant av de högsta värden vi uppmätt tidigare. I samband med vårbloomingen minskade koncentrationerna och därefter följde utvecklingen i ytvattnet ganska väl medelvärde för referensperioden (Fig.4.17-4.20). I bottenvattenskiktet var koncentrationerna oftast över referensperiodens medelvärden och följde samma mönster som fosfat med höga koncentrationer under vår och sommar vid de yttre stationerna, och under sommaren och i början av hösten vid station H5 och H6. Med undantag för den yttre stationen (H3) ökade halterna i såväl yt- som bottenvatten mot slutet av året till mer än genomsnittet för referensperioden.

Även vid referensstation B1 var halterna höga både i yt- och bottenvattenskikt i början av året. Under året minskade halterna och följde i stort medelvärdena från referensperioden.

4.3 Oorganisk N/P kvot

I början av året var kvoten DIN/DIP i ytvattenskiktet vid de yttre stationerna i recipienten (H3 och H4) lägre än den s.k. Redfield kvoten (~7), som är det förhållande mellan N och P som växtplankton generellt behöver för sin tillväxt (se nedan). Värdena vid de inre stationerna H5 och H6 låg då nära denna kvot (Fig. 4.21-4.24). Kvoten ökade successivt fram till vårbloomingen till följd av de kraftigt förhöjda utsläppsmängderna av kväve från reningsverket från början av januari, och var vid station H3 nära 7 vid vårbloomingens inledning, d.v.s. tämligen balanserad i förhållande till växtplanktons behov. Längre norrut i recipienten var kvoten högre och därmed visade på ett visst kväveöverskott.

Efter vårbloomingen varierade DIN/DIP-kvoten en hel del mellan olika delar av recipienten. Vid den yttre stationen H3 var den mycket låg, ofta kring 1 med en viss ökning under delar av sommaren och i slutet av året. Längst in vid station H6 låg kvoten ganska konstant kring 15-20 ända fram till slutet av sommaren. Efter en del variationer underskred den 7 under senare delen av hösten. I Himmerfjärdens inre bassäng (H4 och H5) låg kvoten oftast under 7 men varierade en del och var tidvis betydligt högre, t.ex. ca 50 i maj vid H5 och 35 vid H4 i juli.

I bottenvattenskiktet var kvoten låg (<7) i hela recipienten under större delen av året med undantag av något högre värden under våren vid station H5 samt H6 där kvoten var mycket hög under vår (>100) och försommar.

Förhållandet mellan oorganiskt kväve och fosfor (N/P kvoten) används ofta för att bedöma vilket näringsämne som begränsar alg-tillväxt. Uppmätt tidigt under året har den också använts för att bedöma om det risk för ökad tillväxt av kvävefixerande cyanobakterier kommande sommar. En låg kvot anger hög risk, en hög kvot låg. Om man studerar stationerna i gradienten från H6 i Näslandsfjärden till B1 i referensområdet är skillnaderna tydliga. I det sistnämnda är kvoten låg, dvs det är ett underskott på kväve och följaktligen goda förhållanden för kvävefixerare. I Himmerfjärden skiljer sig årsutvecklingen av N/P-kvoten tydligt mellan åren innan och efter införandet av effektiv kvävereduktion i Himmerfjärdensverket (se <http://www2.ecology.su.se/dbhfj/h4start.htm> där man kan växla mellan de olika

perioderna och tydligt se skillnaderna mellan dessa). Intressant att notera är att N/P-kvoten under 2007, särskilt i början av året då DIP-koncentrationen var ovanligt stor, var på samtliga stationer mycket lika de förhållanden som rått i både yt- och bottenvatten då kvävereduktionen varit hög, med värden tydligt under de som förekom då Himmerfjärdsverket drevs utan kväverningssteg. En prognos baserad på N/P-kvot under senvintern skulle därför inte förutse någon större förändring i förekomsten av kvävefixerare. Verkligheten ville något annat och förekomsten minskade kraftigt i förhållande till referensstationen. N/P-kvoten förefaller därför vara ett trubbigt prognosinstrument.

4.4 Silikat

Vinterkoncentrationen av silikat i början av året låg över referensperiodens medelvärden i såväl yt- som djupvatten i hela recipienten och även vid referensstationen B1 (fig. 4.25-4.28). Under vårbloomingen tömdes ytvattenskiktet nästan helt utom vid den yttre stationen H3 där nedgången var mindre. Efter vårbloomingen ökade koncentrationerna snabbt i hela recipienten både i yt- men framför allt i bottenvattnet där halterna låg klart över referensperiodens värden ända fram till slutet av hösten. I ytvattenskiktet låg halterna över referensvärdena i hela recipienten under sommaren men minskade kraftigt i september till följd av en kraftig tillväxt av kiselalger. Vid de inre stationerna tömdes ytvattenskiktet i stort sett helt på silikat men ökade därefter igen och var i nivå med referensvärdena vid årets slut.

Årets höga koncentrationer stämmer med den generella bild att silikalthalterna tycks ha ökat sedan flera år tillbaka i recipienten utan att motsvarande tydliga ökning har observerats vid referensstation B1.

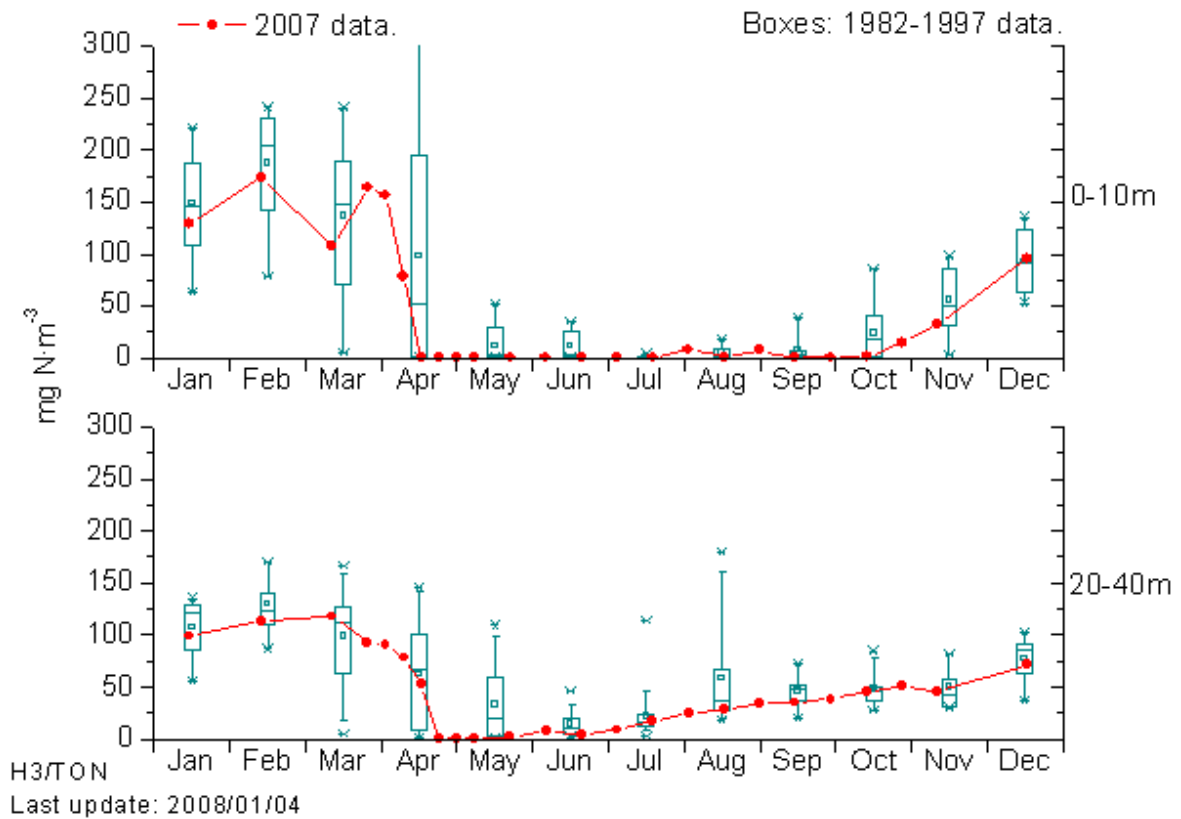


Fig. 4.1. Station H3, NO₂+NO₃ (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-45 meter.

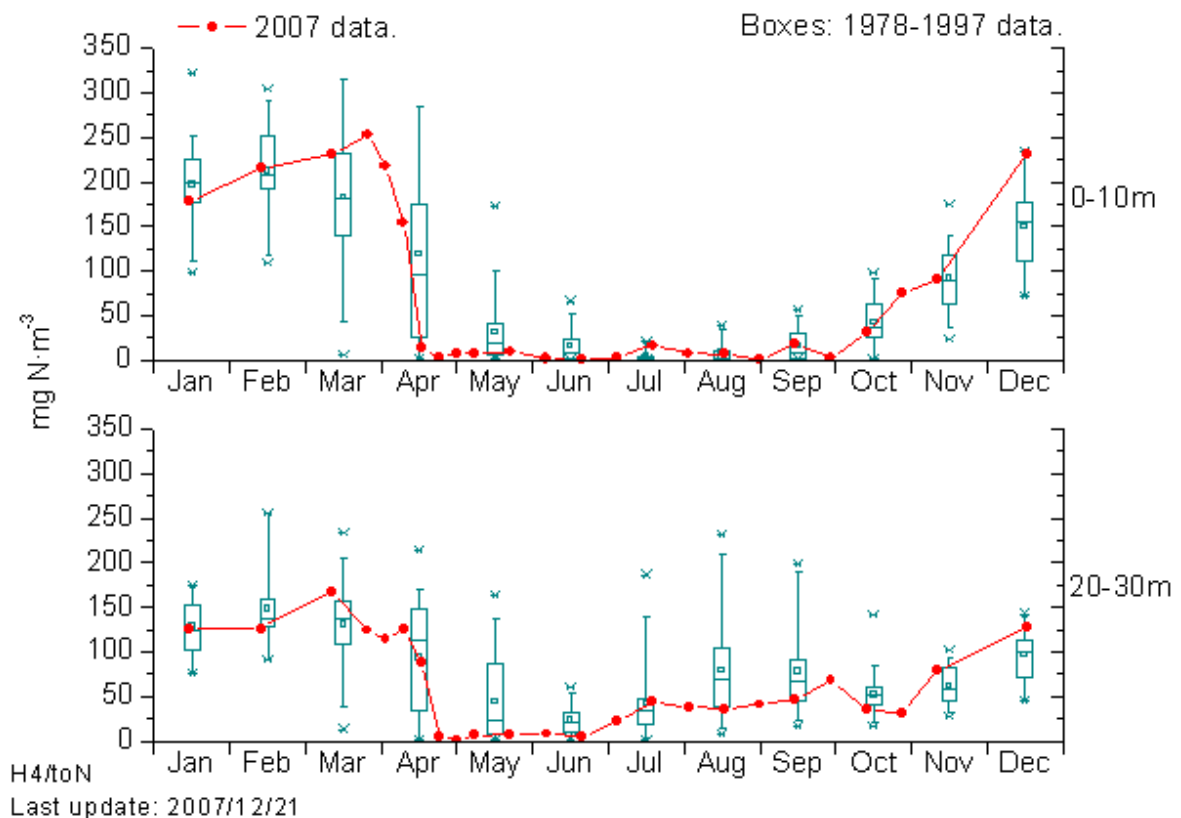


Fig. 4.2. Station H4, NO₂+NO₃ (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

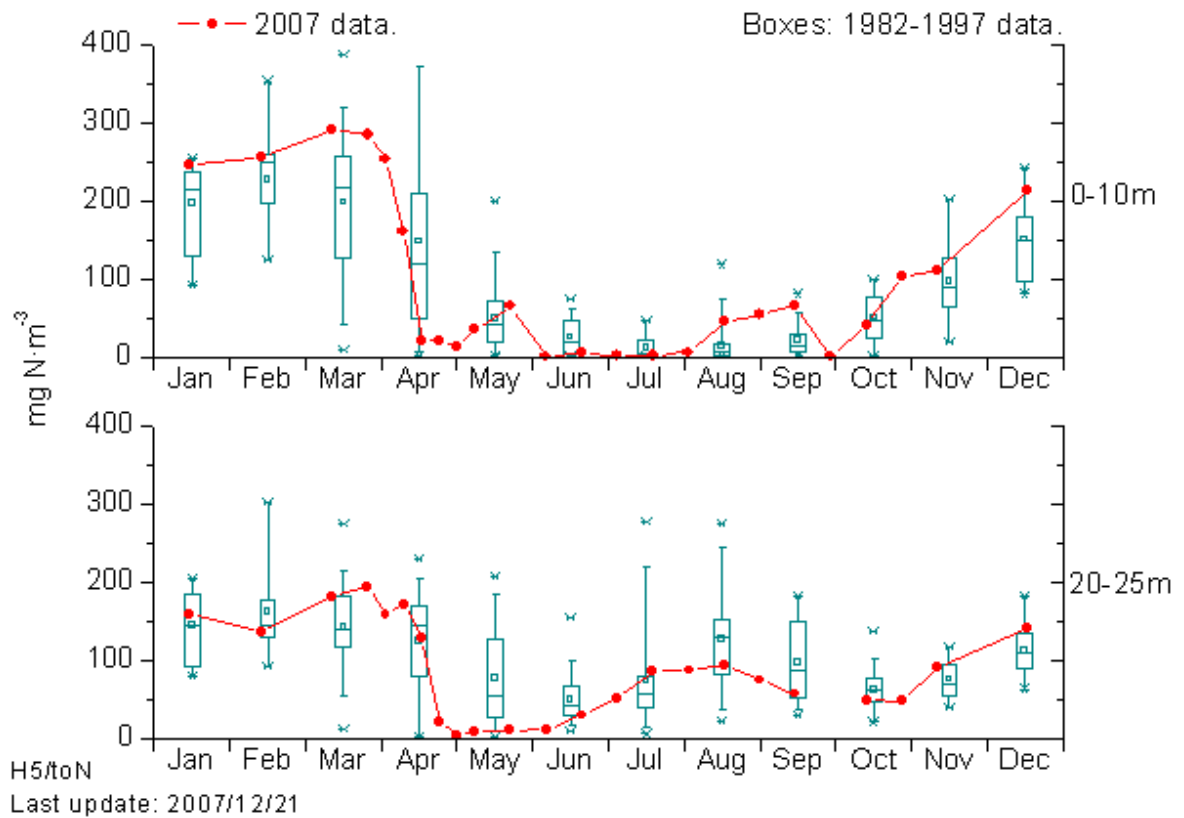


Fig. 4.3. Station H5, NO₂+NO₃ (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-25 meter.

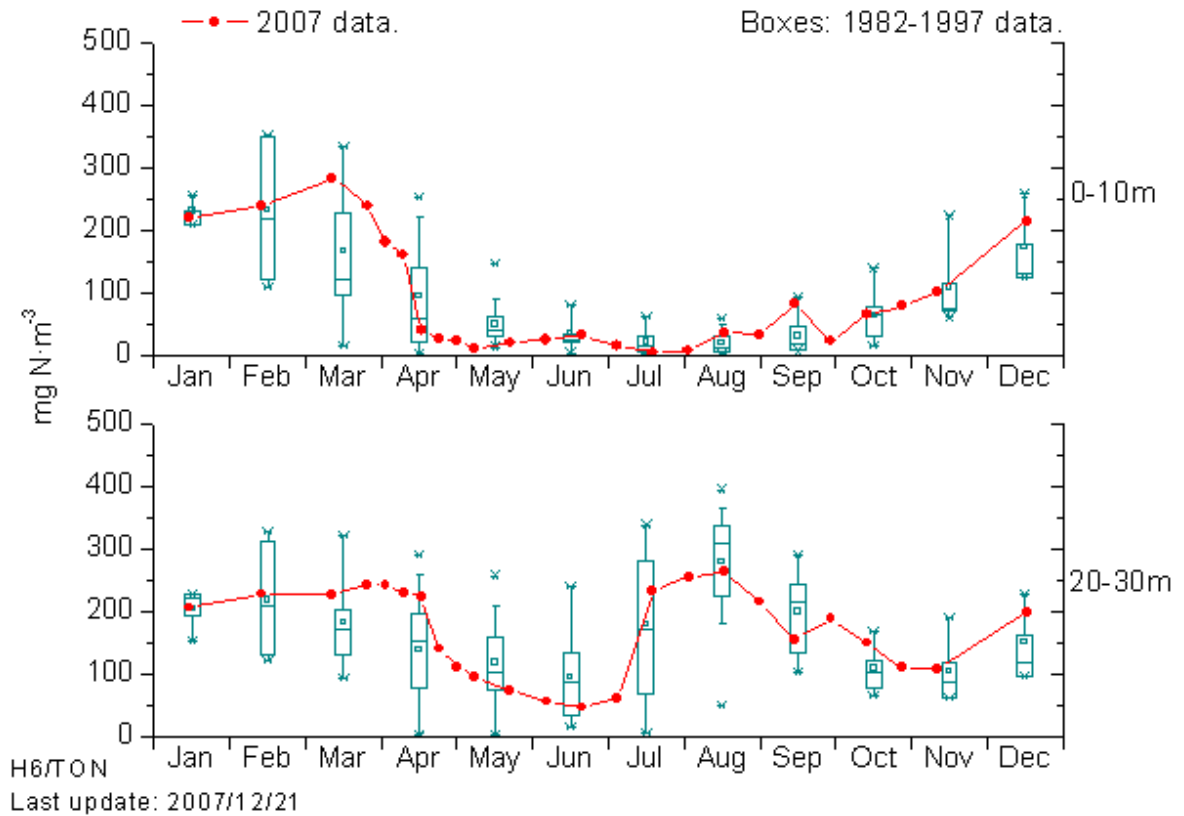


Fig. 4.4. Station H6, NO₂+NO₃ (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

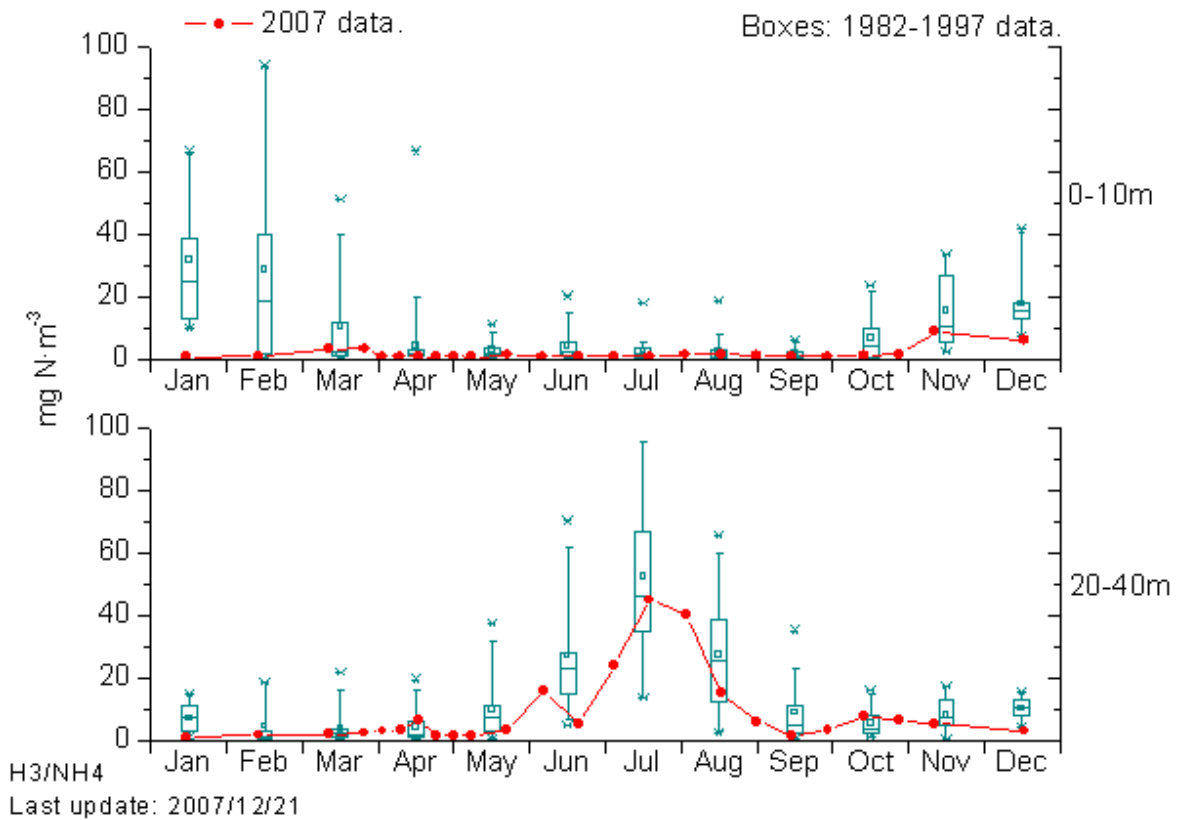


Fig. 4.5. Station H3, NH₄ (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-45 meter.

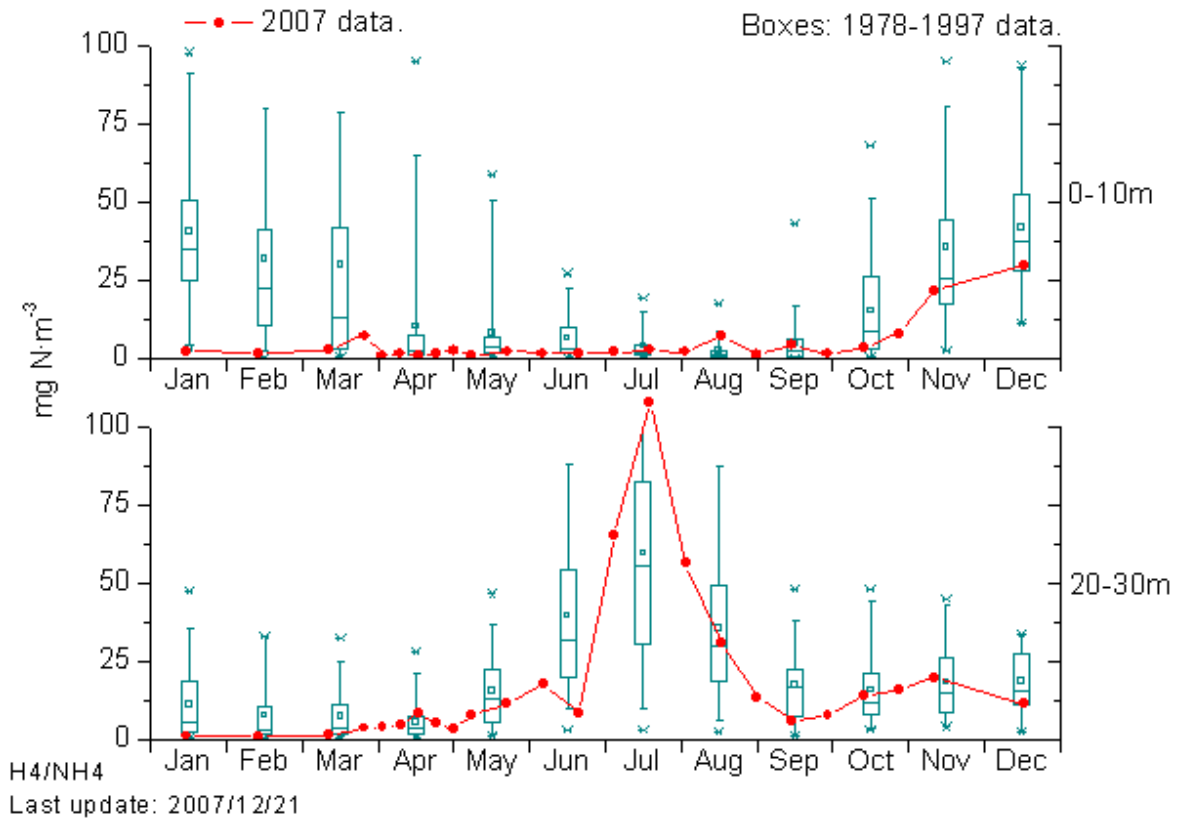


Fig. 4.6. Station H4, NH₄ (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

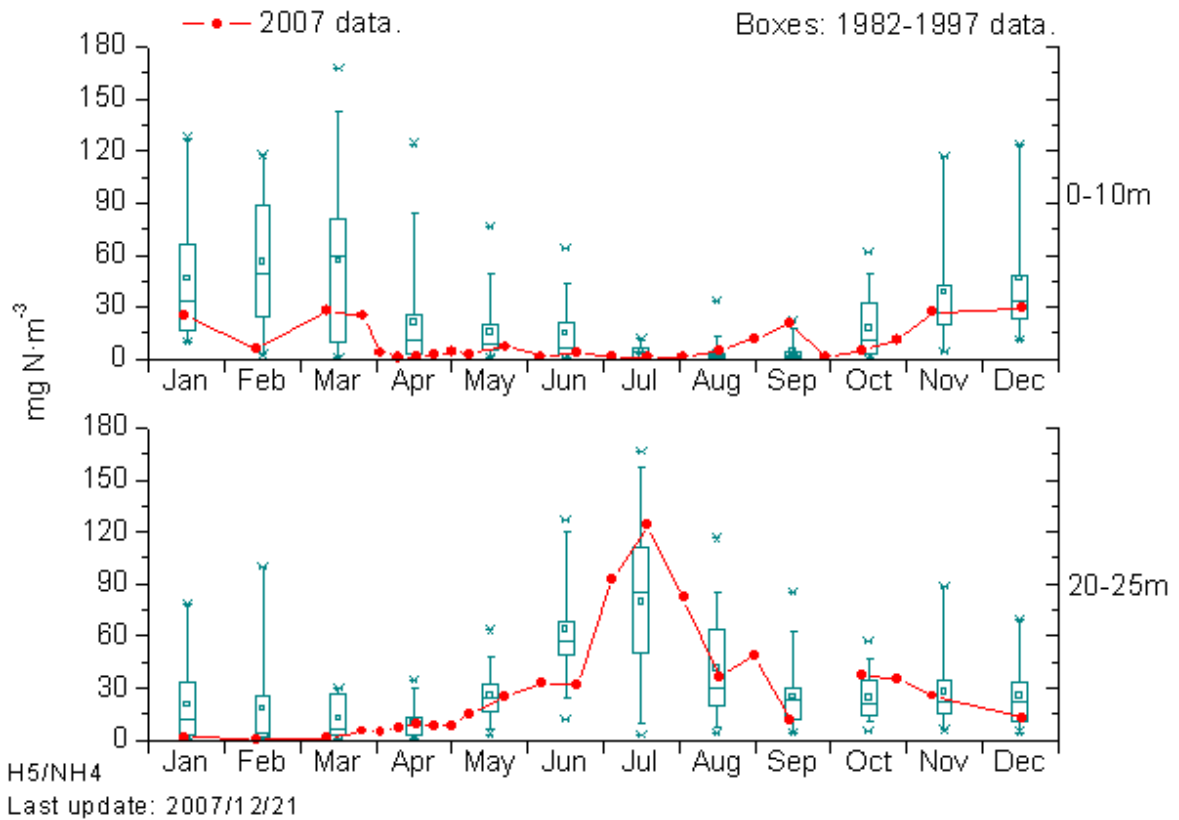


Fig. 4.7. Station H5, NH₄ (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-25 meter.

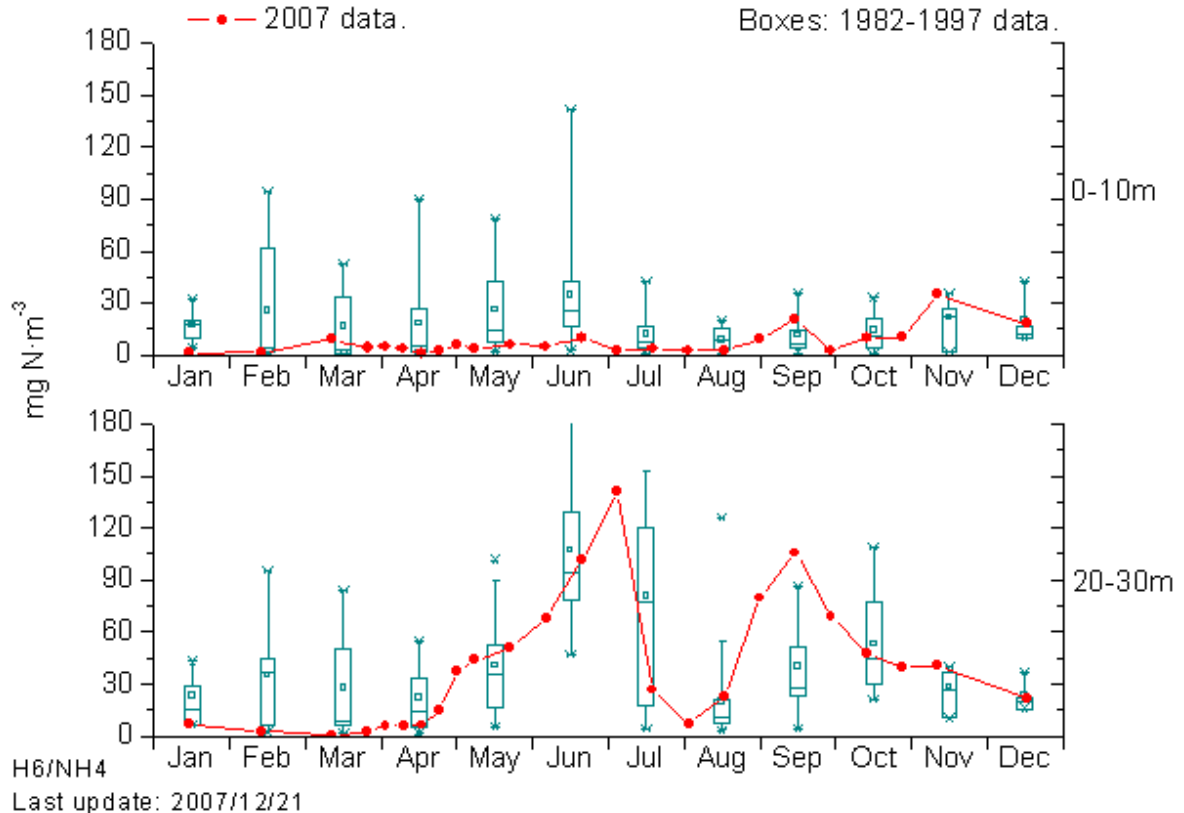


Fig. 4.8. Station H6, NH₄ (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

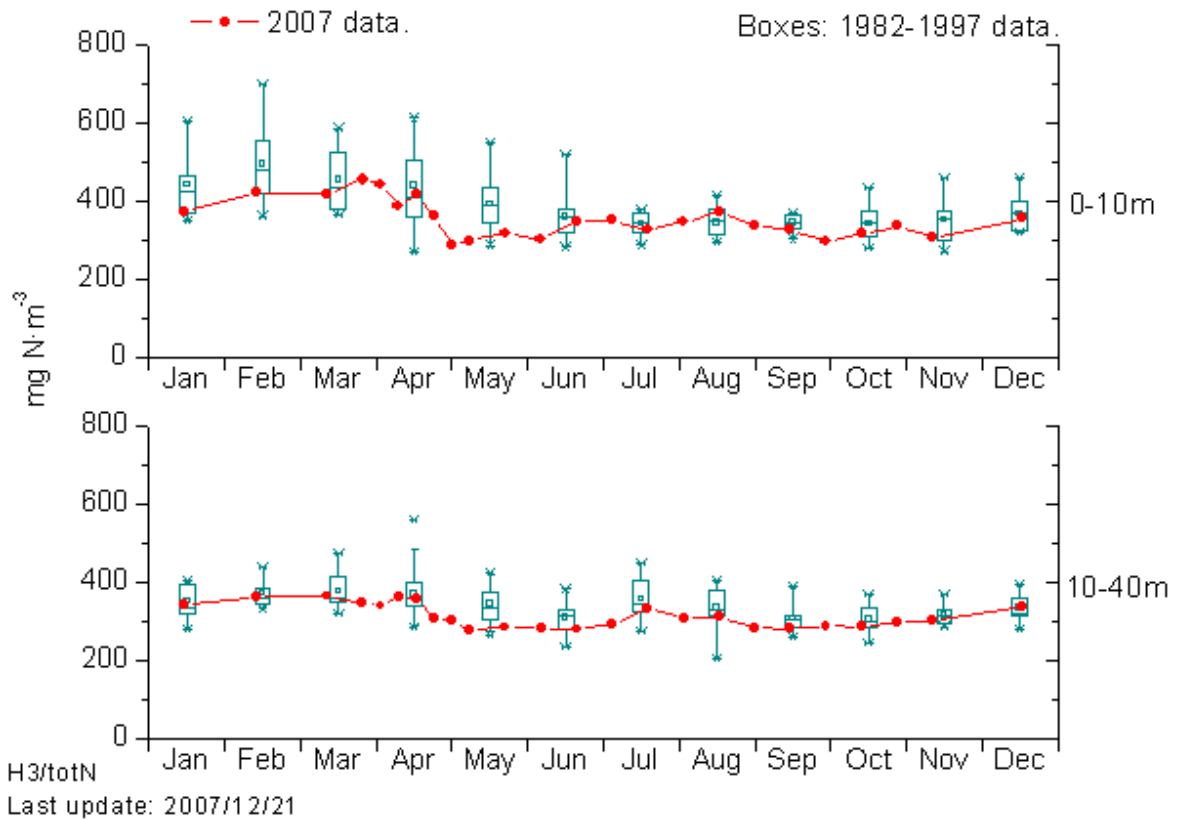


Fig. 4.9. Station H3, totalkväve (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 10-40 meter.

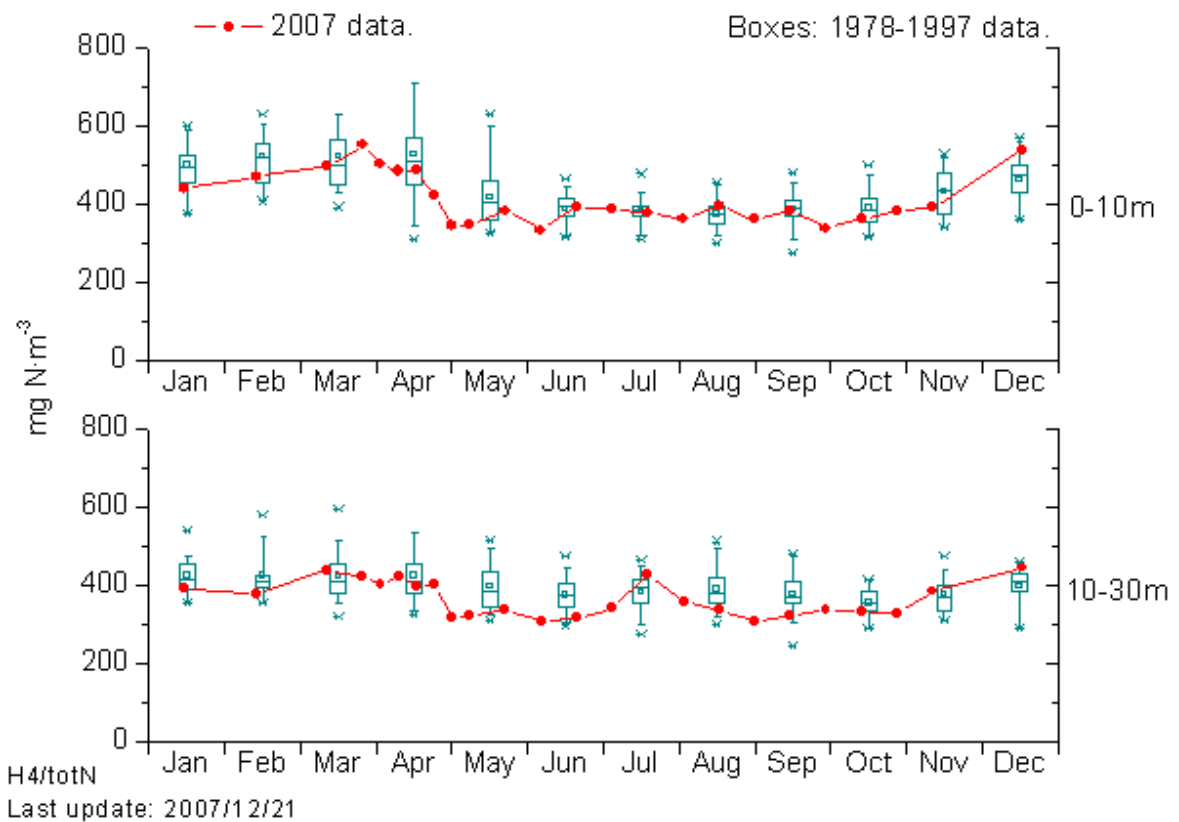


Fig. 4.10. Station H4, totalkväve (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

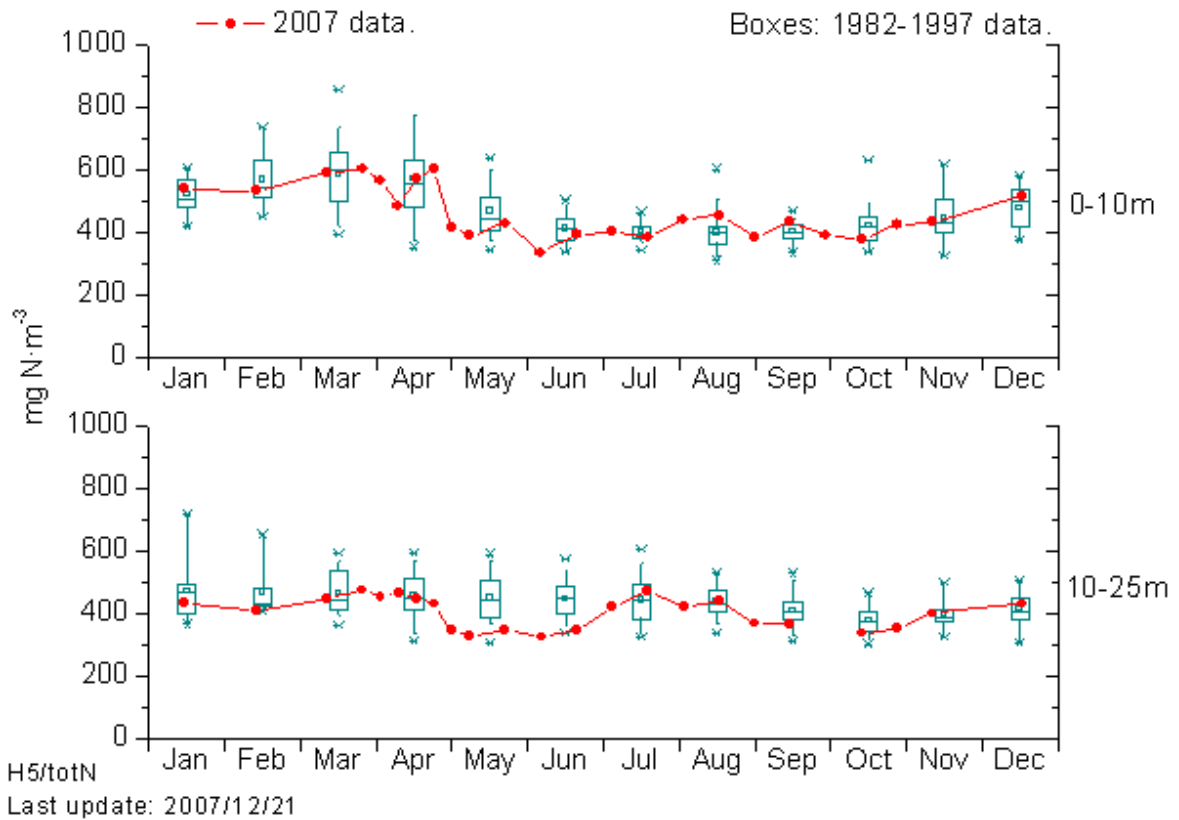


Fig. 4.11. Station H5, totalkväve (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-25 meter.

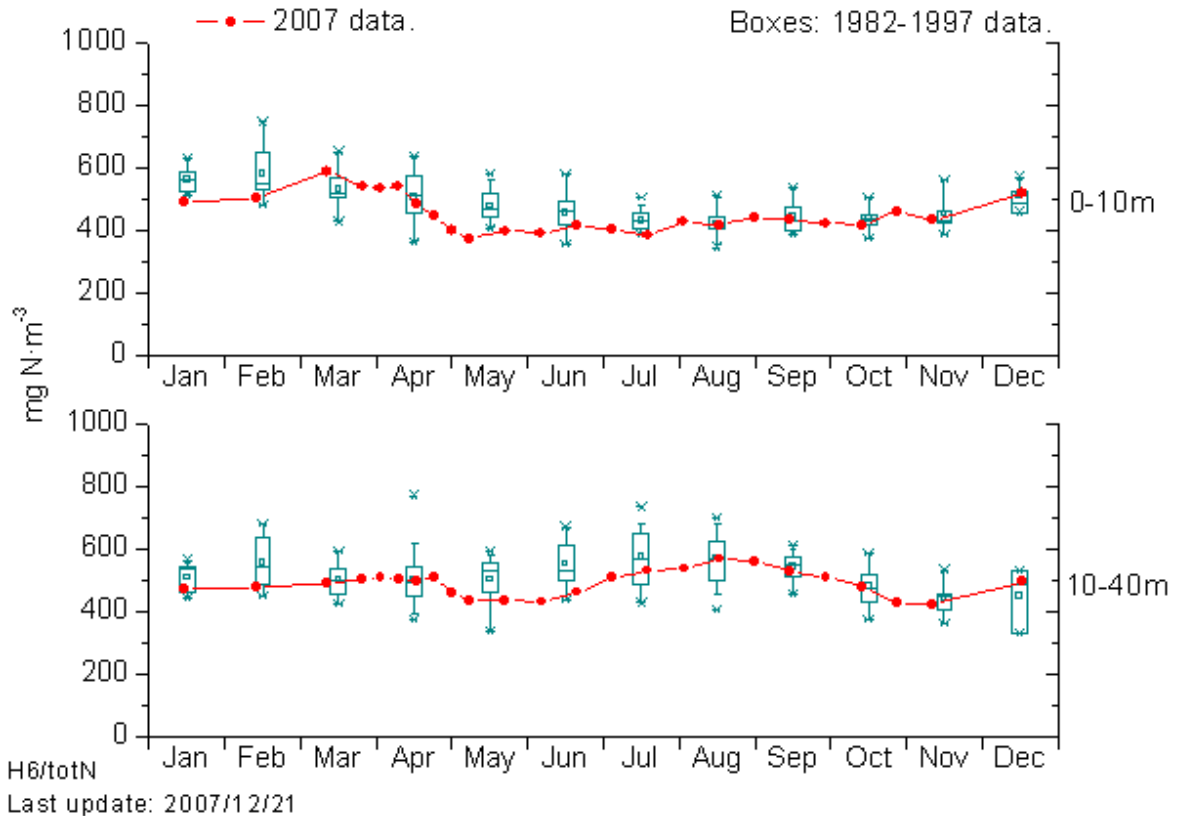


Fig. 4.12. Station H6, totalkväve (mg N/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 10-40 meter.

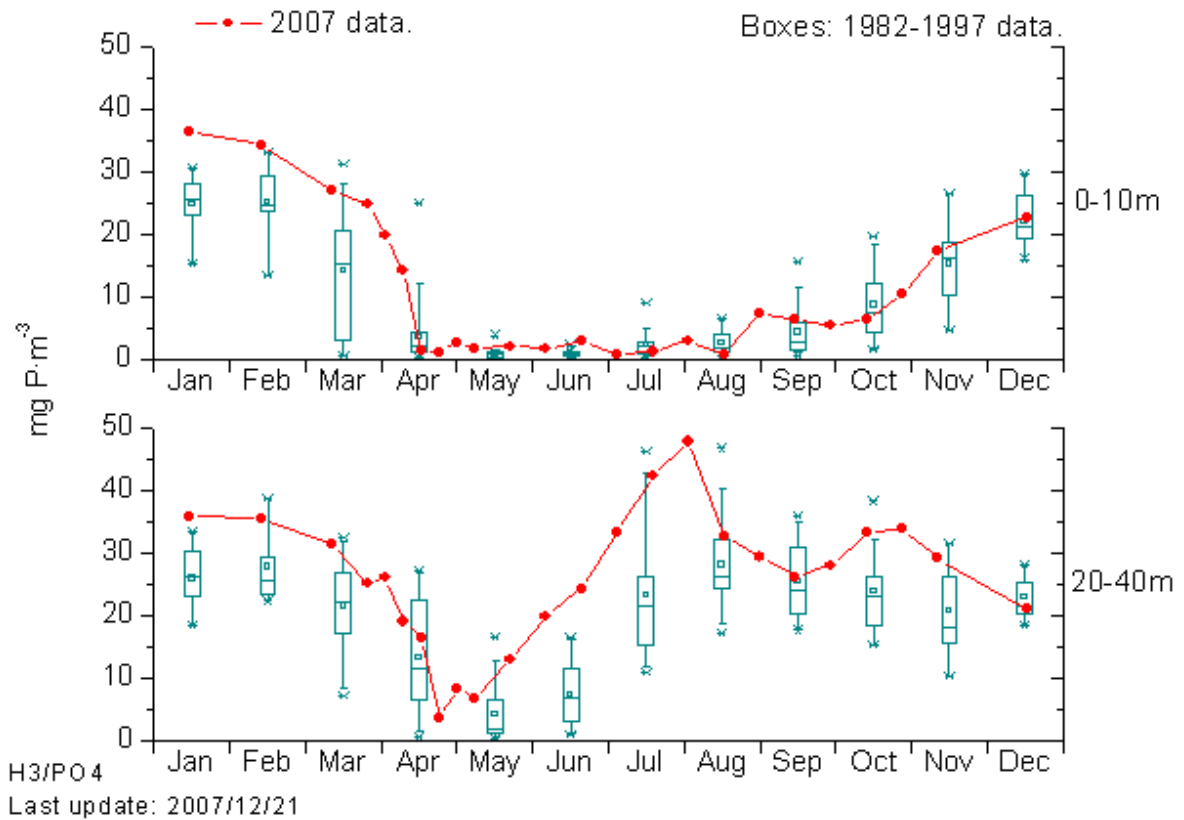


Fig. 4.13. Station H3, PO₄ (mg P/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-45 meter.

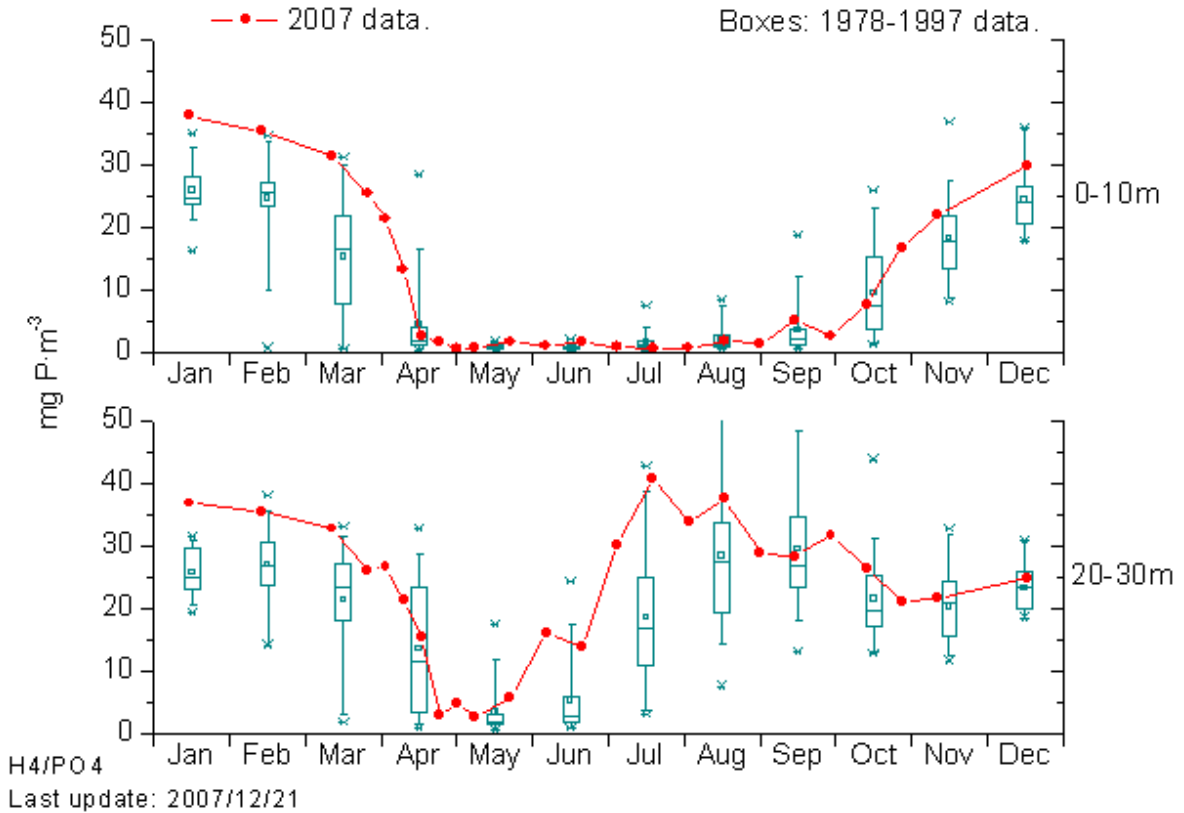


Fig. 4.14. Station H4, PO₄ (mg P/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

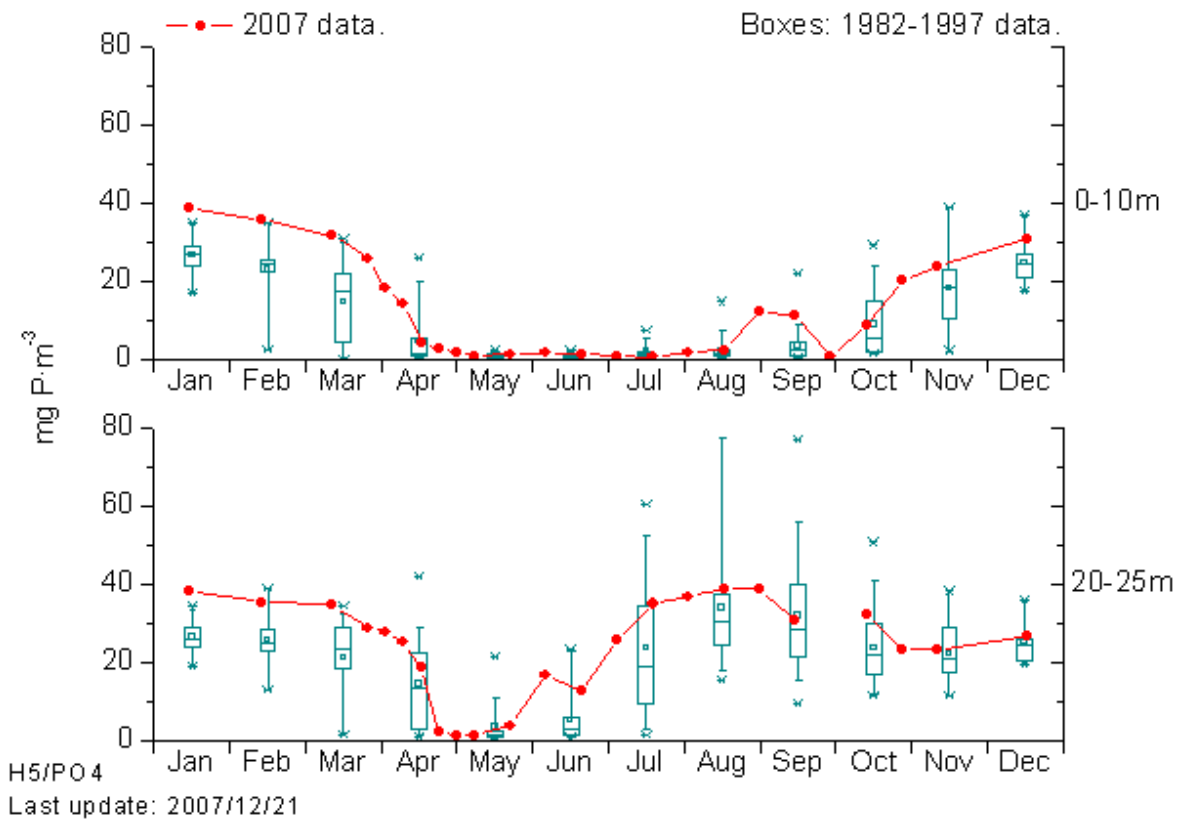


Fig. 4.15. Station H5, PO₄ (mg P/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-25 meter.

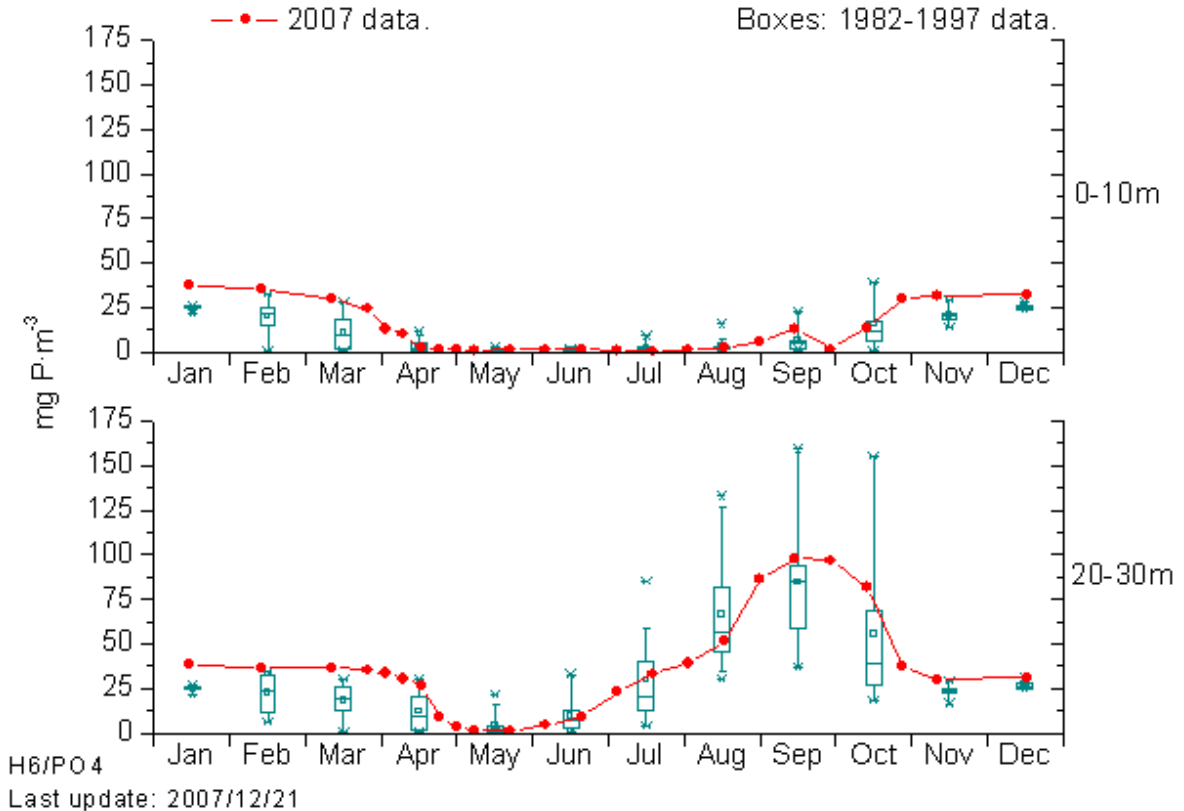


Fig. 4.16. Station H6, PO₄ (mg P/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

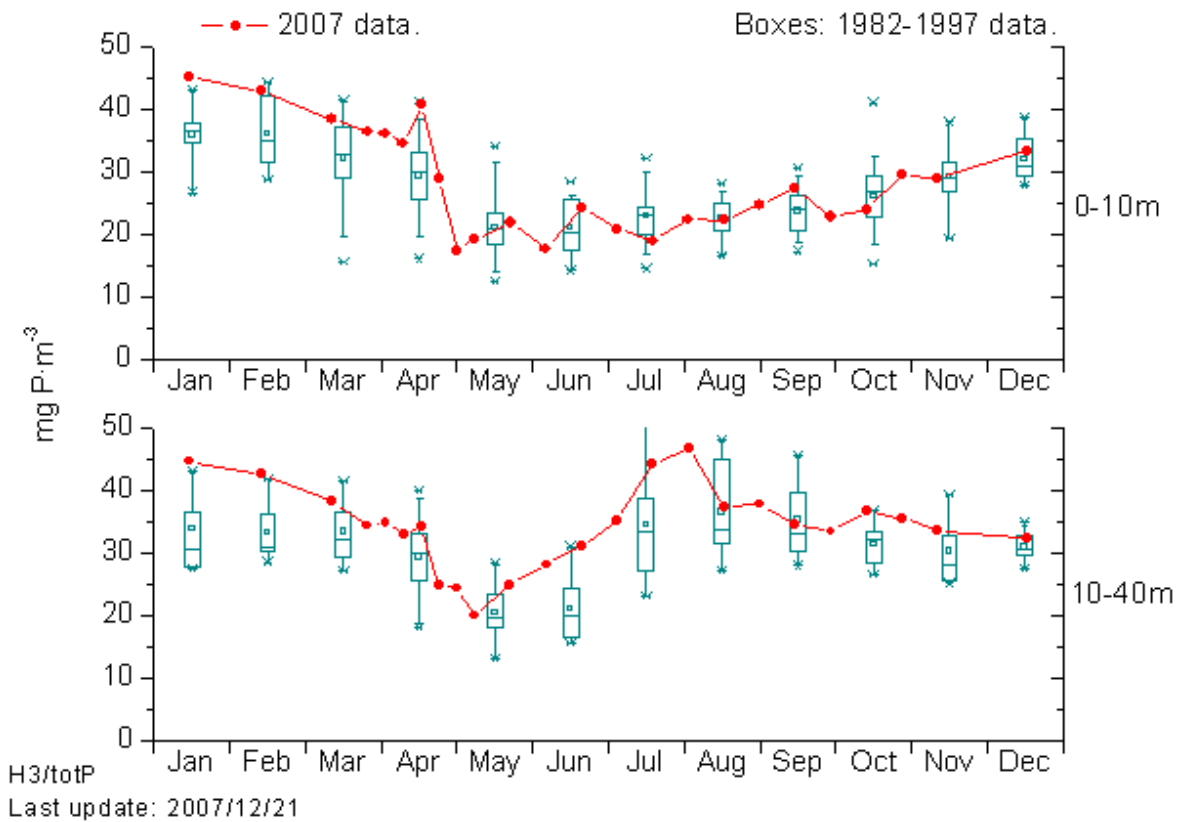


Fig. 4.17. Station H3, totalfosfor (mg P/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 10-40 meter.

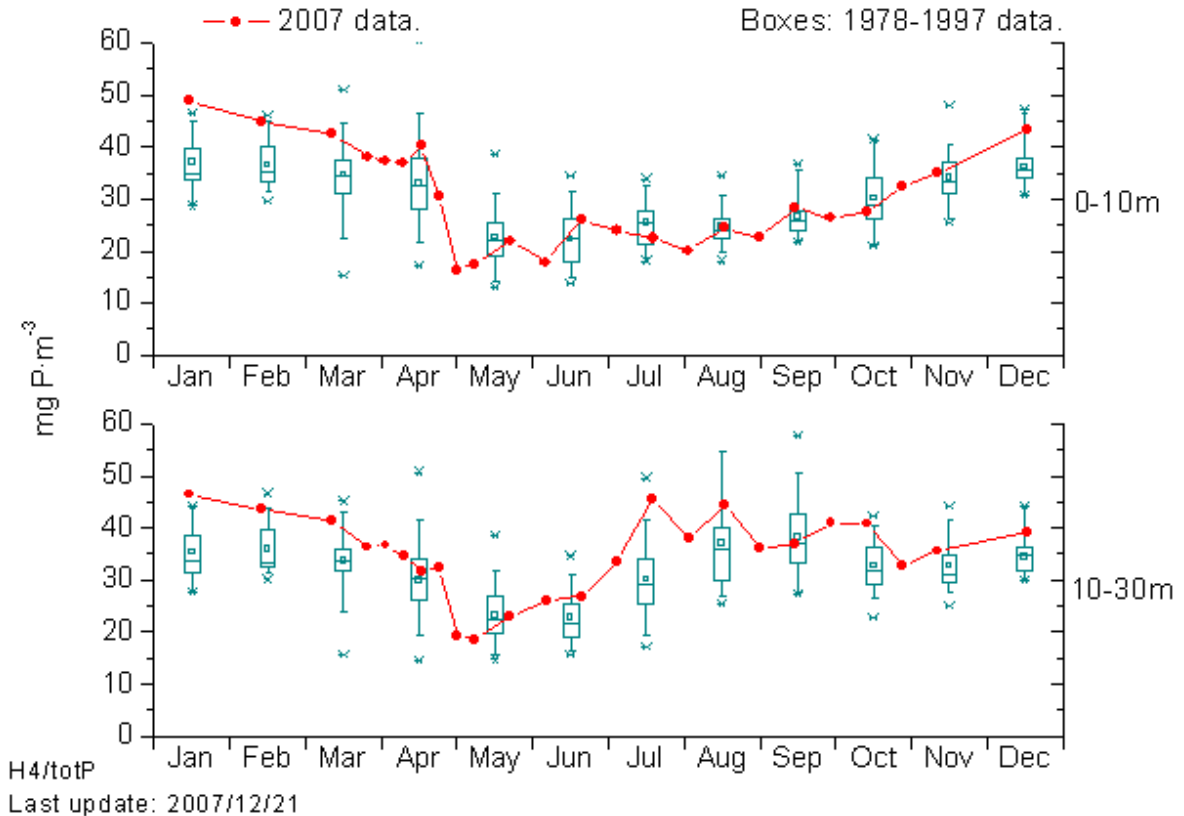


Fig 4.18. Station H4, totalfosfor (mg P/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

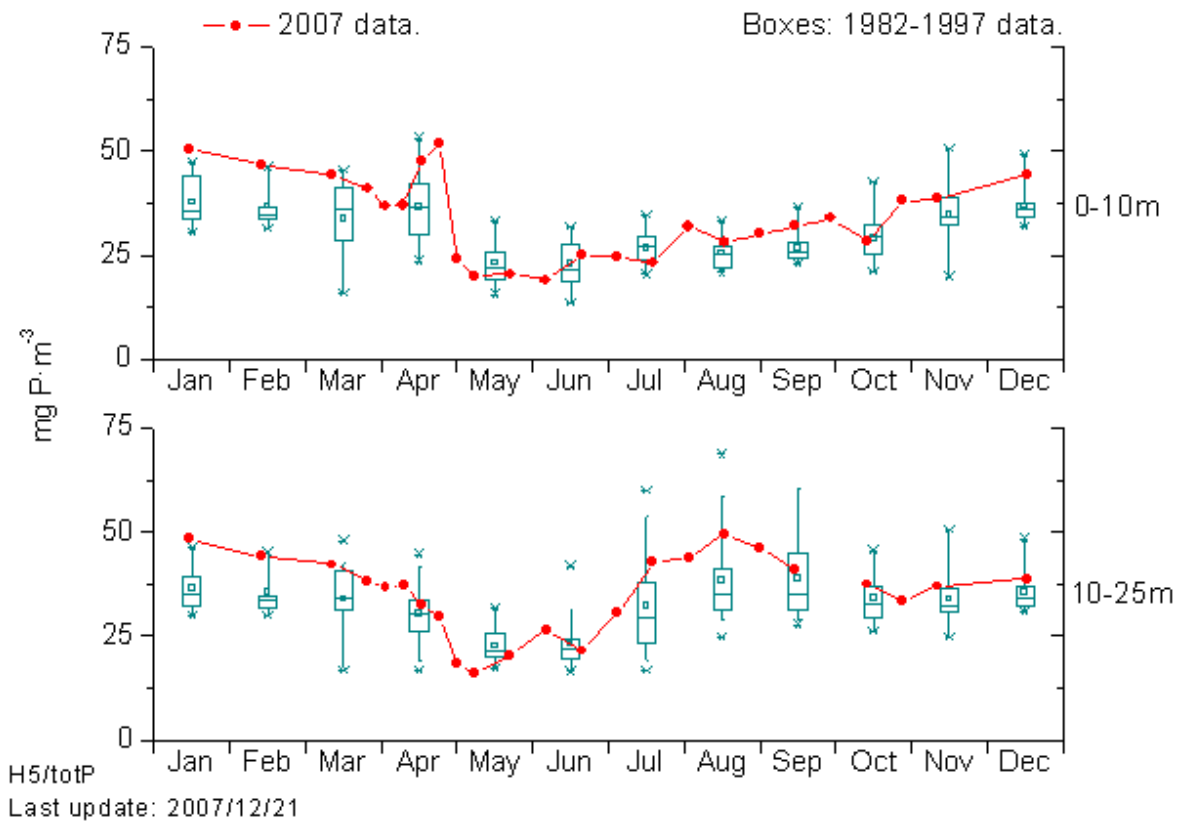


Fig 4.19. Station H5, totalfosfor (mg P/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-25 meter.

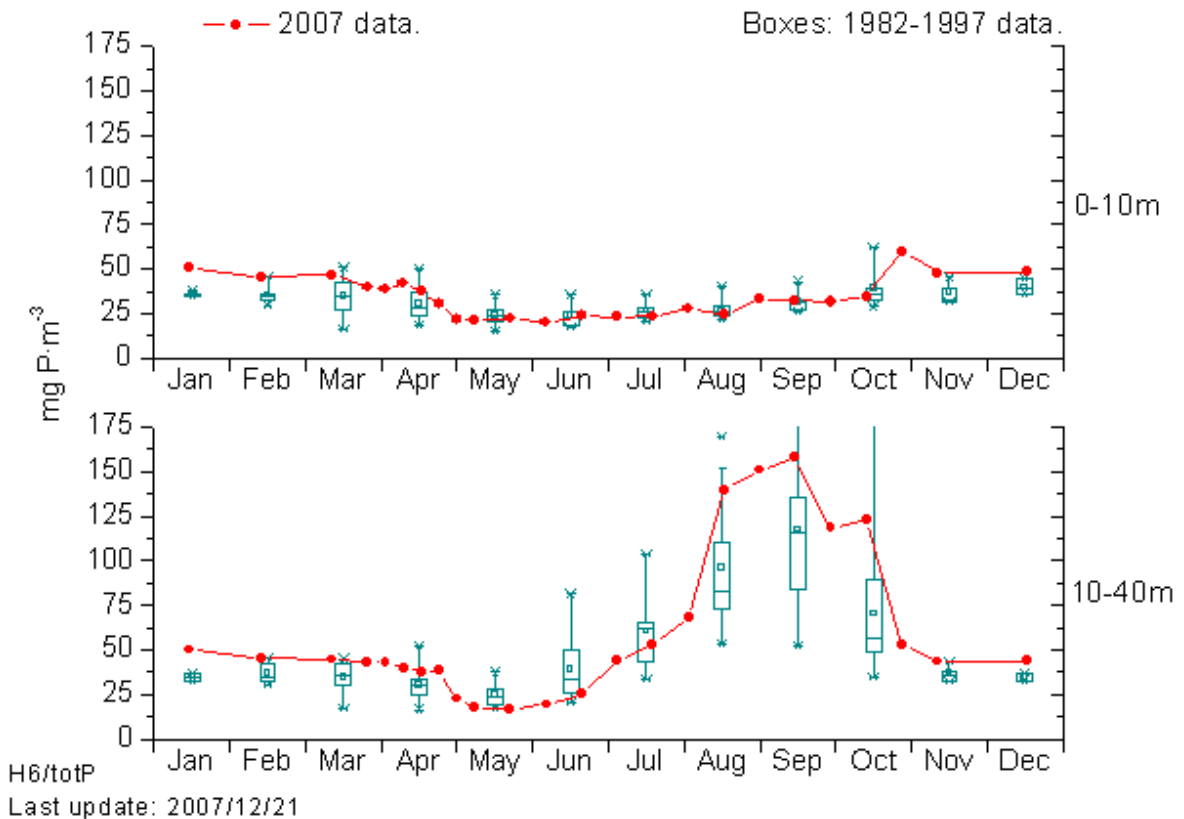


Fig. 4.20. Station H6, totalfosfor (mg P/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 10-40 meter.

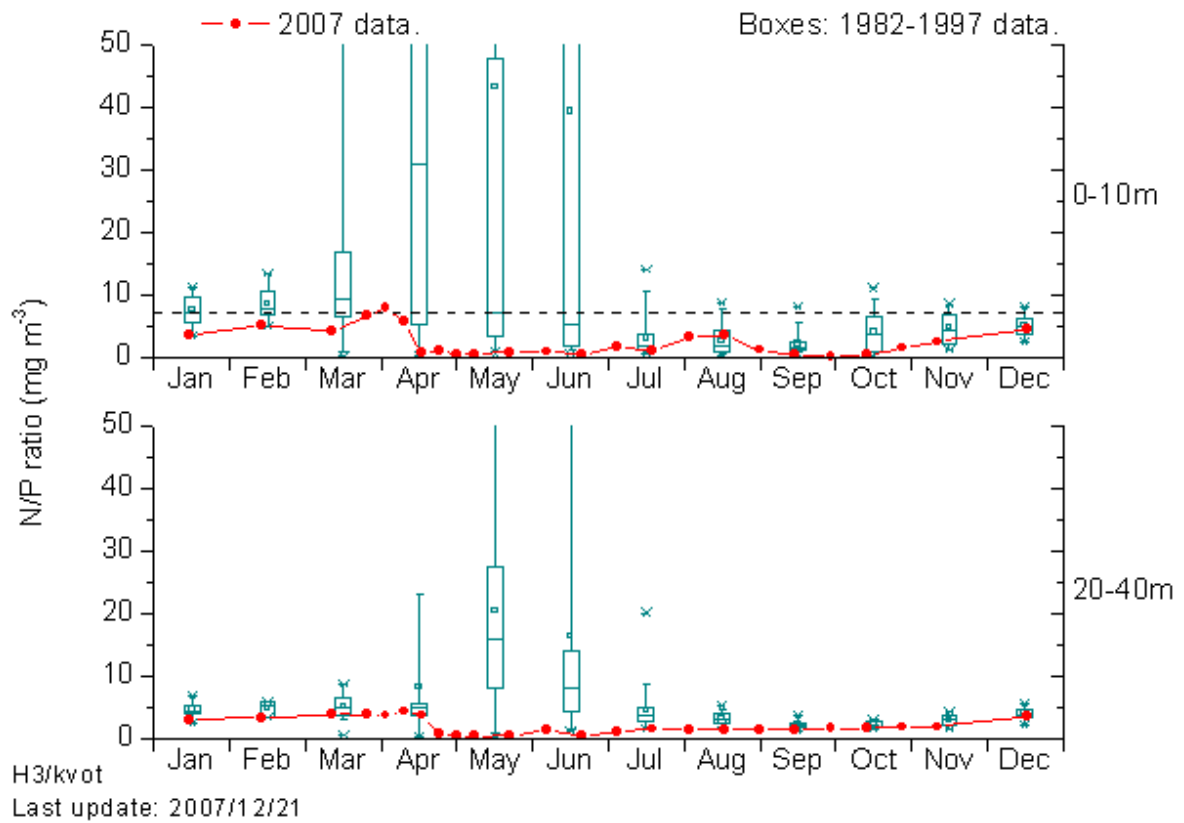


Fig. 4.21. Station H3, N/P kvot (oorganisk), beräknat medelvärde 0-10 och 20-45 meter.

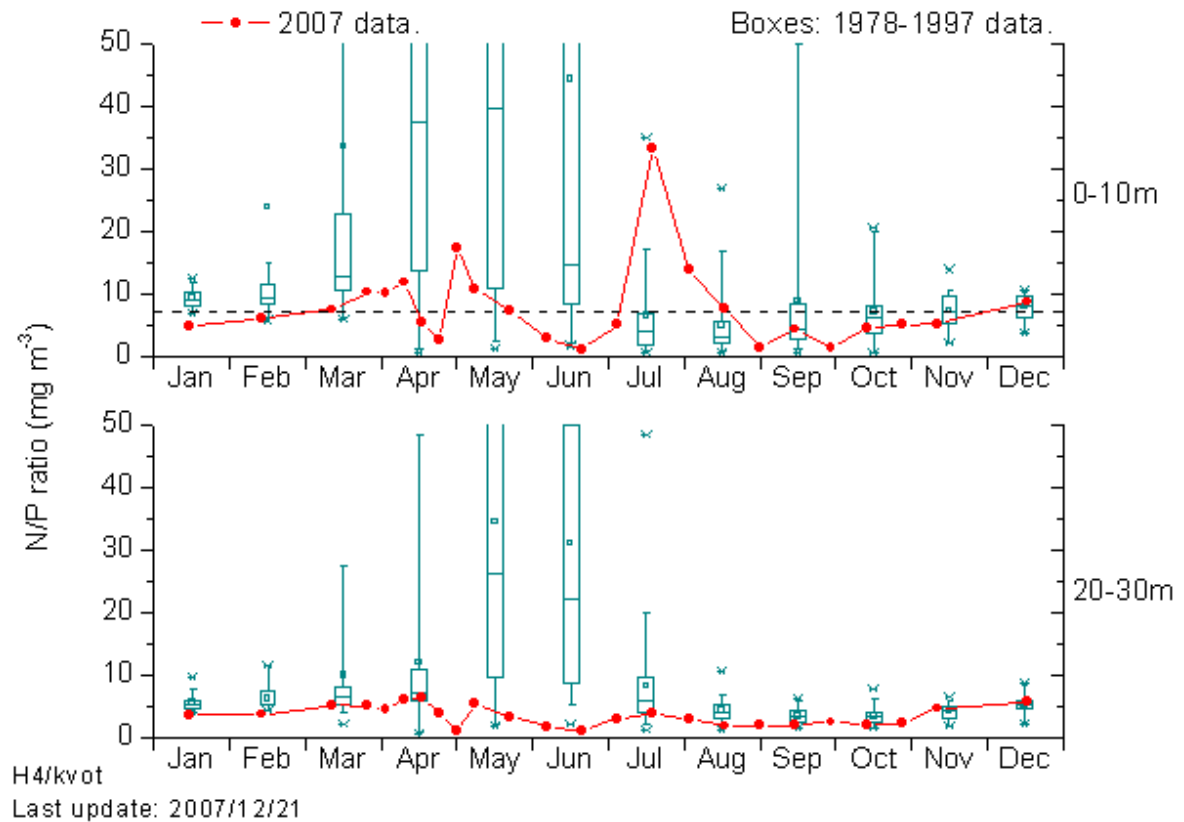


Fig. 4.22. Station H4, N/P kvot (oorganisk), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

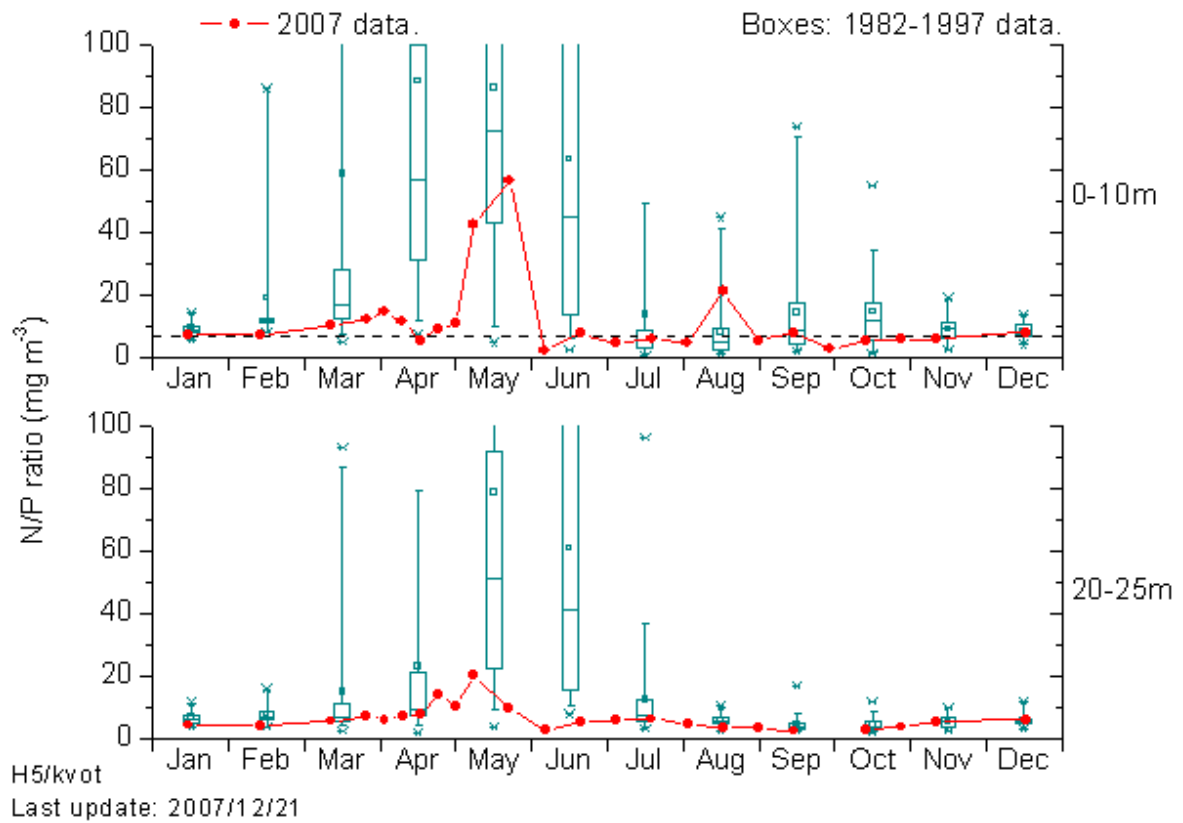


Fig 4.23. Station H5, N/P kvot (oorganisk), beräknat medelvärde 0-10 och 20-25 meter.

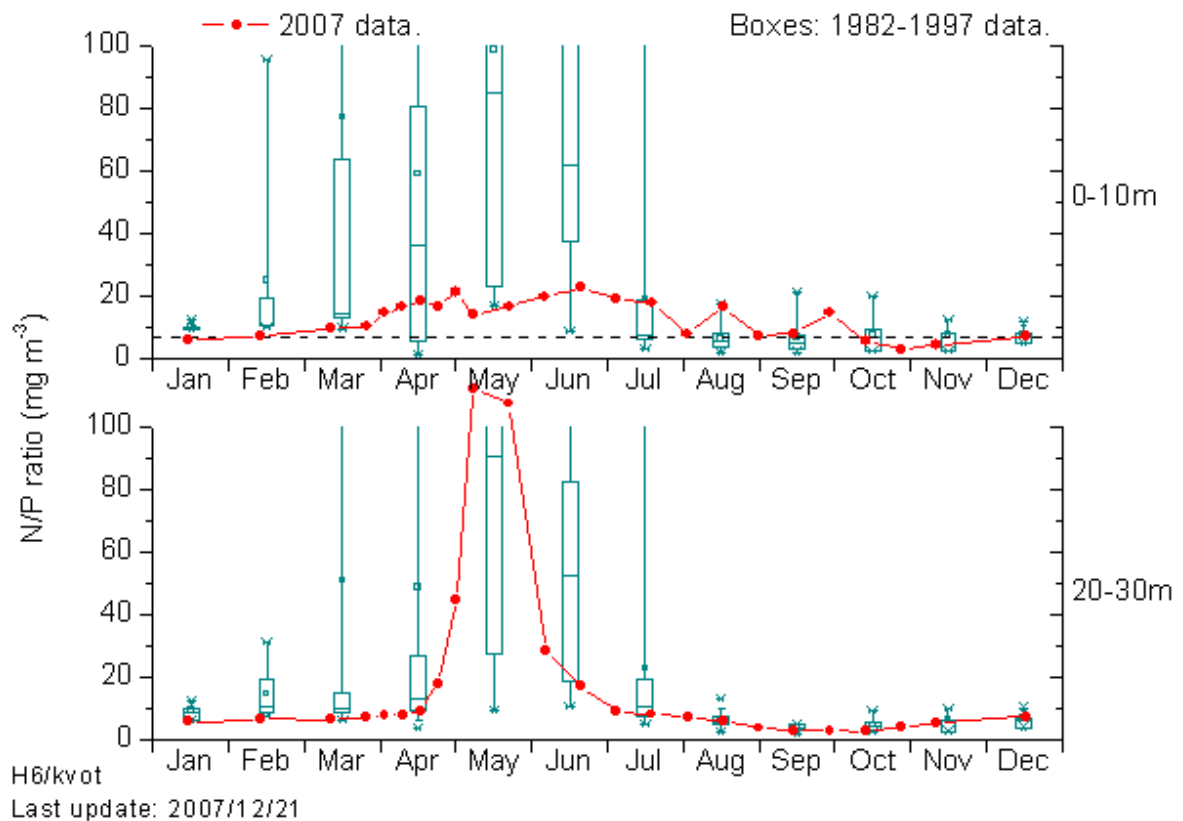


Fig. 4.24. Station H6, N/P kvot (oorganisk), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

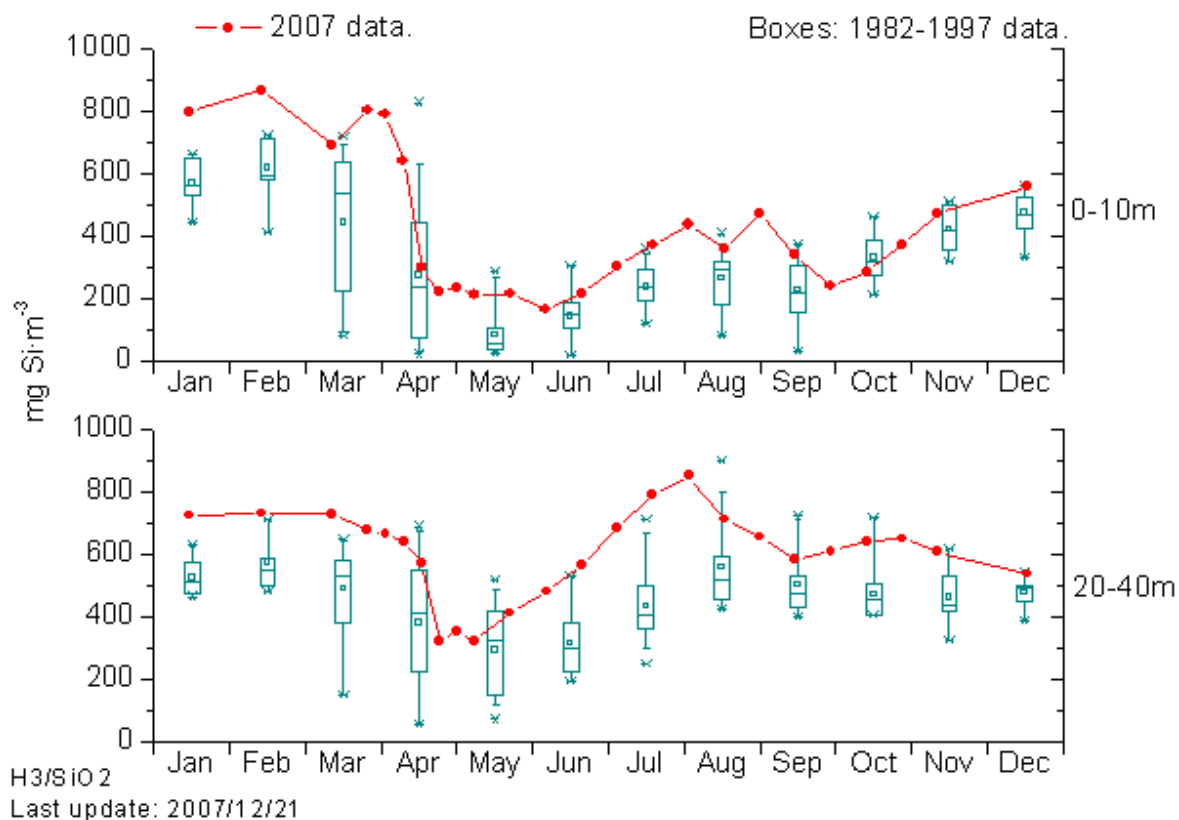


Fig. 4.25. Station H3, SiO₄ (mg Si/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-45 meter.

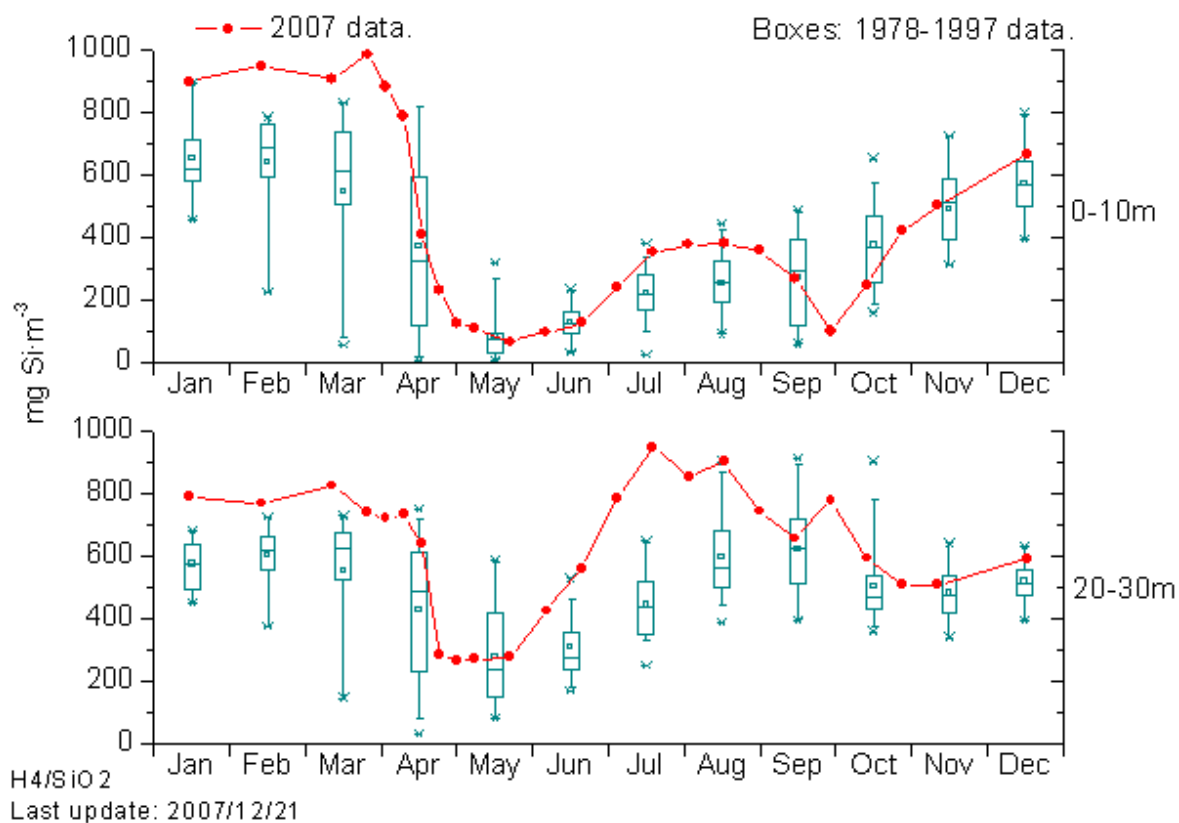


Fig. 4.26. Station H4, SiO₄ (mg/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

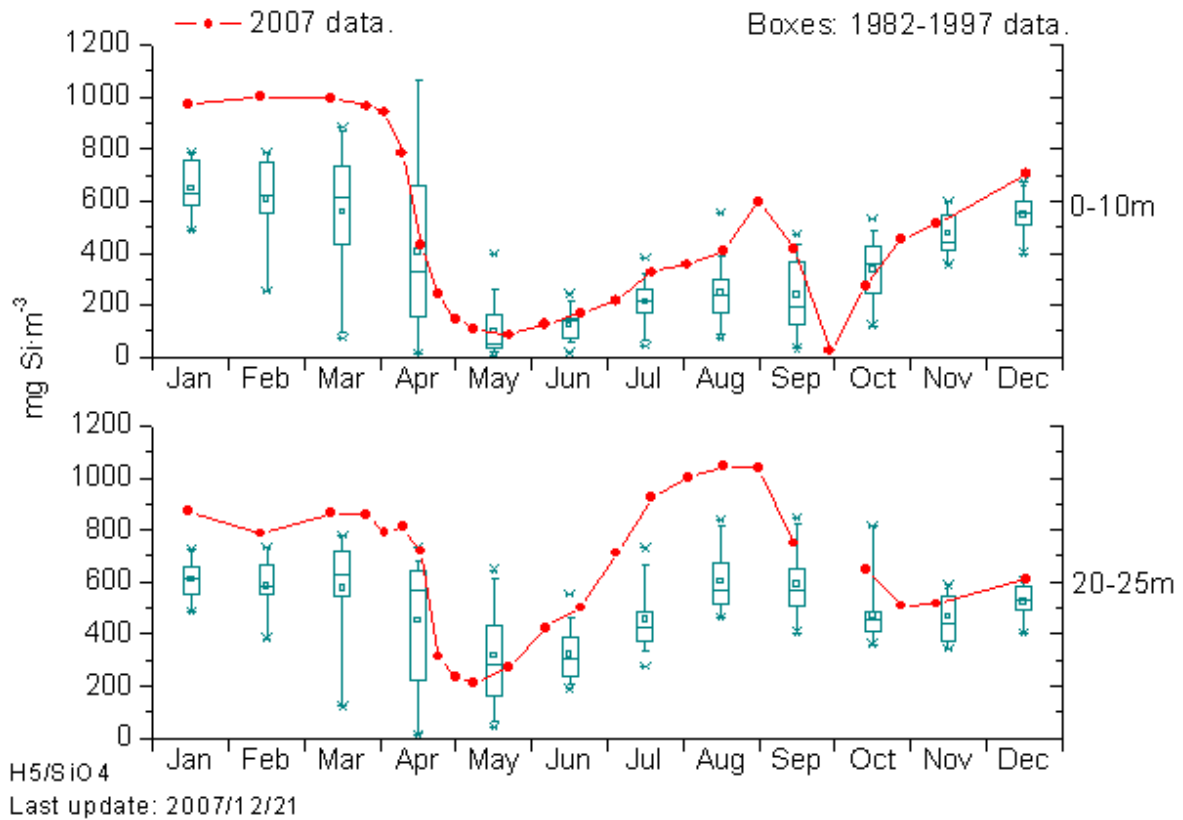


Fig 4.27. Station H5, SiO_4 (mg Si/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-25 meter.

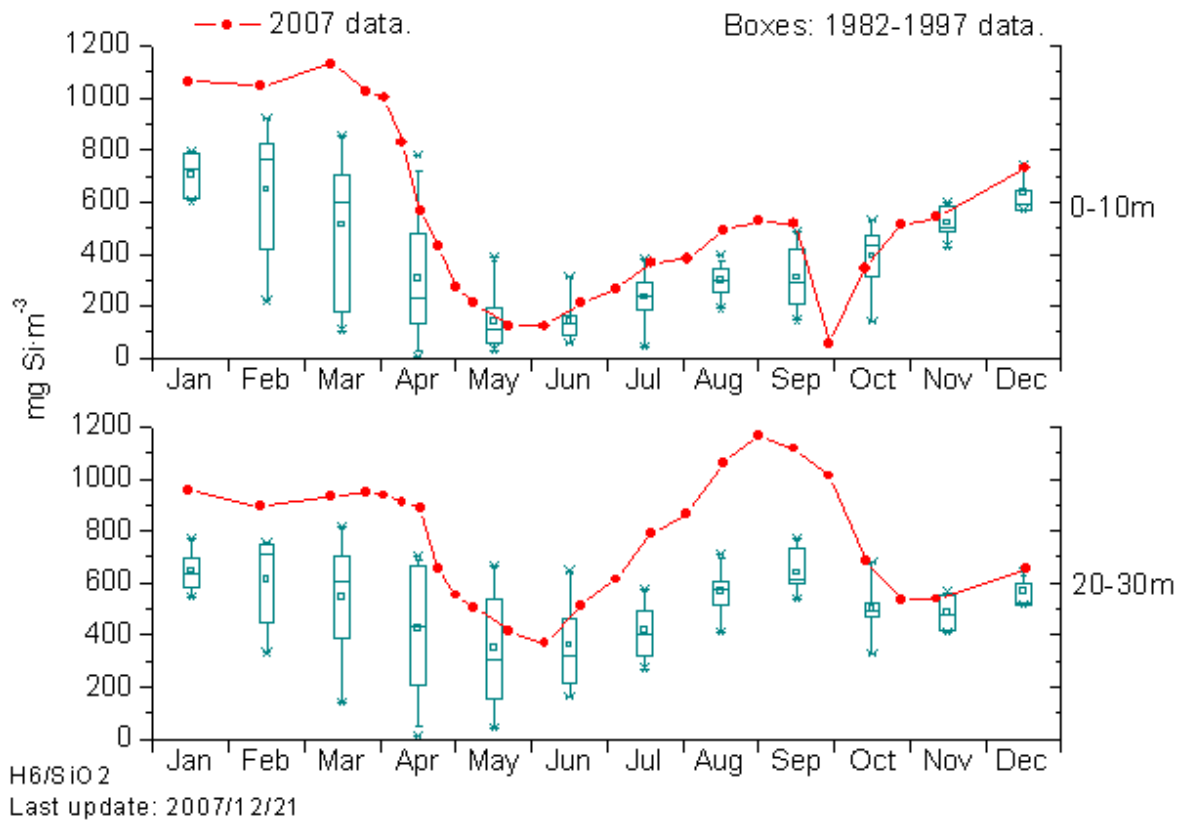


Fig. 4.28. Station H6, SiO_4 (mg Si/m³), beräknat medelvärde 0-10 och 20-30 meter.

5. Växtplankton

5.1. Abundans och biomassa¹ vid station H4

Vårblomningen startade sent, i början av april, och nådde snabbt sitt maximum med betydligt lägre totalbiomassor än året innan ($317 \mu\text{gC L}^{-1}$ jämfört med 837). Kiselalger, *Chaetoceros wighamii*, *Thalassiosira baltica* och *Skeletonema costatum*, dominerade i april och som mest utgjorde de drygt 50% ($169 \mu\text{gC L}^{-1}$) av den totala växtplanktonbiomassan. Vårdinoflagellaternas andel var högst i maj när de upptog 40-50% ($40-60 \mu\text{gC L}^{-1}$) av totalbiomassan (Fig.5.1.). Små flagellater, som *Eutreptiella gymnastica*, *Heterocapsa rotundata* och *Pyramimonas* spp. (tillhörande ögonalger, dinoflagellater och grönalger) var ovanligt talrika ($800-1000$ celler mL^{-1}) under vårblomningen. *Eutreptiella gymnastica* utgjorde nästan en femtedel av totalbiomassan under första halvan av april.

Den lägre biomassan våren 2007 berodde förmodligen mest på den annorlunda artsammansättningen jämfört med 2006 och inte på näringsbrist, eftersom avstängd kväverening i Himmerfjärdsverket medförde en markant högre koncentration av oorganiskt kväve (DIN) i ytvattenskiktet (se kapitel 4).

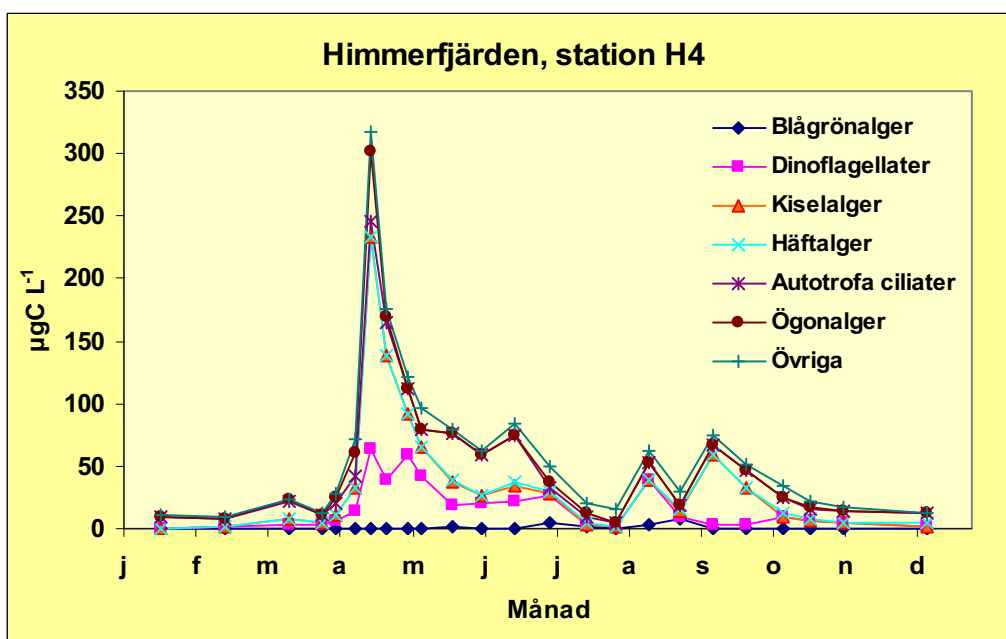


Fig. 5.1. Biomassa ($\mu\text{gC L}^{-1}$ 0-14 m) av olika växtplanktongrupper vid station H4 2007.

Efter vårblomningens slut, i juni, var växtplanktonsamhället diverst och dominerades av små flagellater och små kiselalger (*Chaetoceros thronsenii* och *C. subtilis*). Särskilt *C. thronsenii* var mycket talrik ($1,6 \cdot 10^6$ celler L^{-1}). De potentiellt giftiga *Dinophysis* arterna (dinoflagellater) förekom som mest i juni med betydligt högre abundans i Himmerfjärden än på referensstationen B1 ($9,6 \cdot 10^3$ celler L^{-1} , jämfört med $2,0 \cdot 10^3$ celler L^{-1}). Under

¹ Växtplanktonbiomassan inkluderar bara alger $> 2 \mu\text{m}$.

sommaren var de potentiellt giftiga *Chrysochromulina* arterna (häftalger) mindre talrika än året innan (som mest $1,3 \cdot 10^6$ celler L^{-1} , jämfört med $4,4 \cdot 10^6$ celler L^{-1}) och förekom i samma mängd i Himmerfjärden (station H4) som på referensstation B1.

De kvävefixerade cyanobakterierna (blågrönalger) var betydligt mindre vanliga på station H4 och i inre delarna av Himmerfjärden än på referensstationen B1 (Fig. 5.2.) De förekom i avsevärt mindre mängder sommaren 2007 jämfört med 2006. *Aphanizomenon* sp. hade en topp i början av juli ($3,5 \text{ mL}^{-1}$) och en annan topp i slutet av augusti ($5,5 \text{ mL}^{-1}$). Jämfört med maximum året innan med $16\text{-}30 \text{ mL}^{-1}$ och referensstationen B1 med 21 mL^{-1} är dessa värden mycket låga. I yttre delarna av Himmerfjärden var arten betydligt talrikare och med liknande maximala värden som på referensstationen B1 (20 mL^{-1} på station H2 och 23 mL^{-1} på station H3).

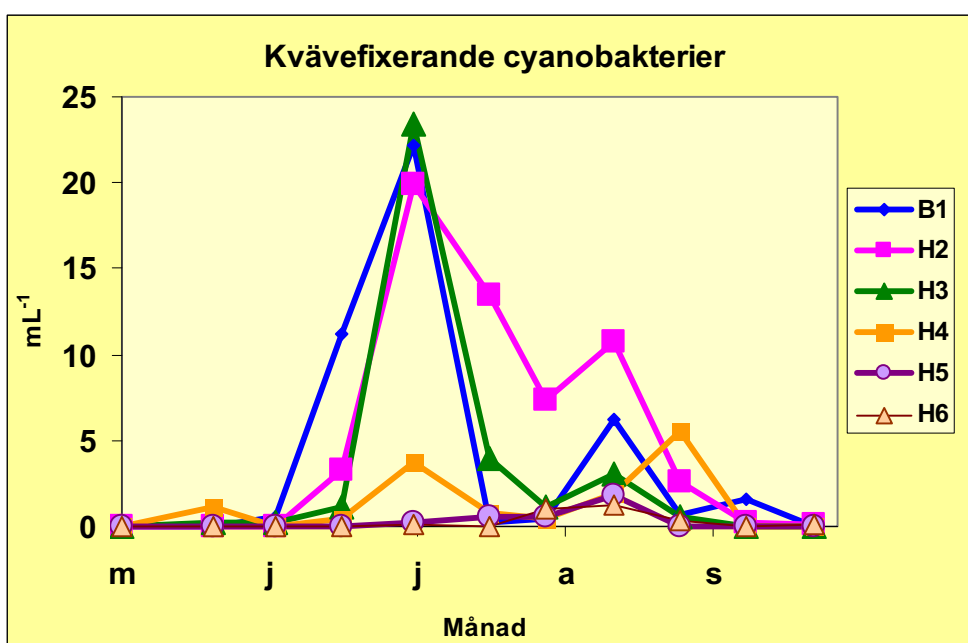


Fig. 5.2. De kvävefixerande cyanobakteriernas förekomst (mL^{-1}) vid olika stationer i Himmerfjärden och vid referensstationen B1 under juni-september 2007.

Den giftiga *Nodularia spumigena* observerades i Himmerfjärden bara ett fåtal gånger i små mängder (som högst $0,1 \text{ mL}^{-1}$). Endast på station H2 var mängderna liknande de på referensstationen B1 ($0,5 \text{ mL}^{-1}$). Även de potentiellt giftiga *Anabaena* arterna förekom betydligt sparsammare jämfört med 2006.

Cyanobakteriernas mängd (mätt i biomassa) vid station H4 skilde sig avsevärt från mängderna vid referensstationen (Fig.5.3.). Vid första maximum i början av juli nådde cyanobakterier bara $5,2 \mu\text{gC L}^{-1}$ på station H4 medan toppen blev sju gånger så hög, $35,5 \mu\text{gC L}^{-1}$, på station B1. Skillnaden var mindre i augusti, men fortfarande 2,5 gånger högre vid station B1. Cyanobakteriernas andel i totalbiomassan var som högst 26% vid station H4 (i slutet av augusti) och runt 60% vid station B1 (både i juli och augusti).

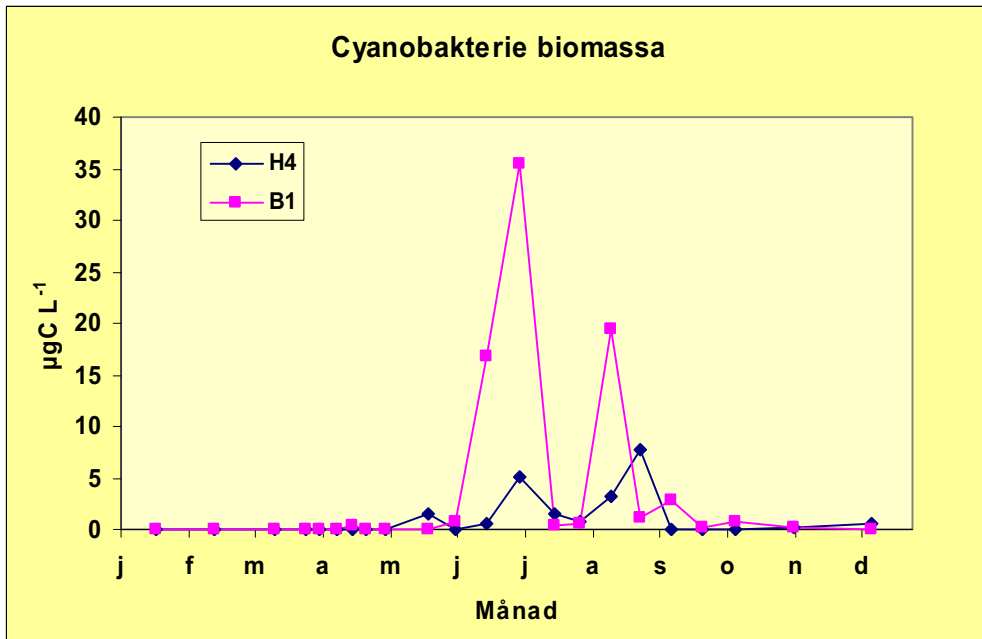


Fig. 5.3. Cyanobakteriebiomassa ($\mu\text{gC L}^{-1}$) vid station H4 och B1, 2007.

Cyanobakteriernas biomassa (medelvärde för juni-september) var mycket låg på station H4. Man måste gå tillbaka till före 1996 för att hitta liknande värden (Fig. 5.4.). Vid station B1 skedde däremot ingen nedgång under 2007. Här finns istället sedan ett decennium en tendens till ökande biomassor.

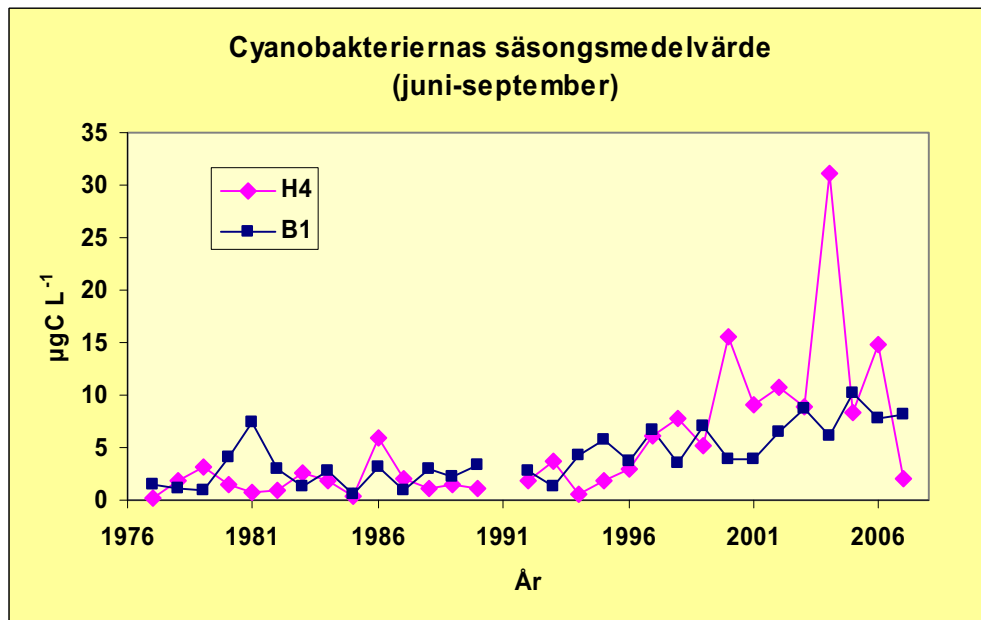


Fig. 5.4. Cyanobakteriebiomassans sommarmedelvärde ($\mu\text{gC L}^{-1}$) vid station H4 och B1 för perioden 1977-2007.

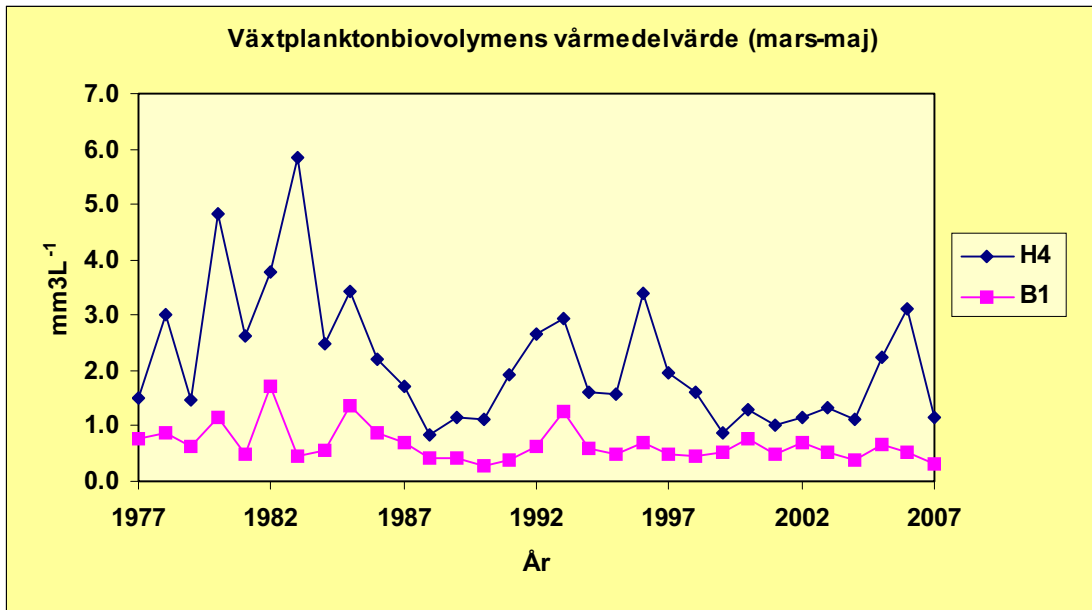
Med minskad mängd cyanobakterier ökade små nanoplanktonarter i antal på station H4 och utgjorde där en betydande del av växtplanktonbiomassan under sommaren.

Den potentiellt giftiga dinoflagellaten *Alexandrium ostenfeldii*, som noterades för första gången i området sommaren 2001, förekom i förhållandevis stora mängder i hela Himmerfjärden i mitten av augusti. Den var talrikast i de inre delarna, 12 och 16 10^3 celler L^{-1} på station H4 respektive H5. I yttre delarna av fjärden var cellerna färre (8600 celler L^{-1} på H3 och 2400 på H2). *Cyclotella choctawhatcheeana*, en liten kiselalg, som var talrik i augusti 2006 (270 10^3 celler L^{-1}), förekom sparsamt och i liknande mängder som på referensstationen B1 (som mest 32 10^3 celler L^{-1}).

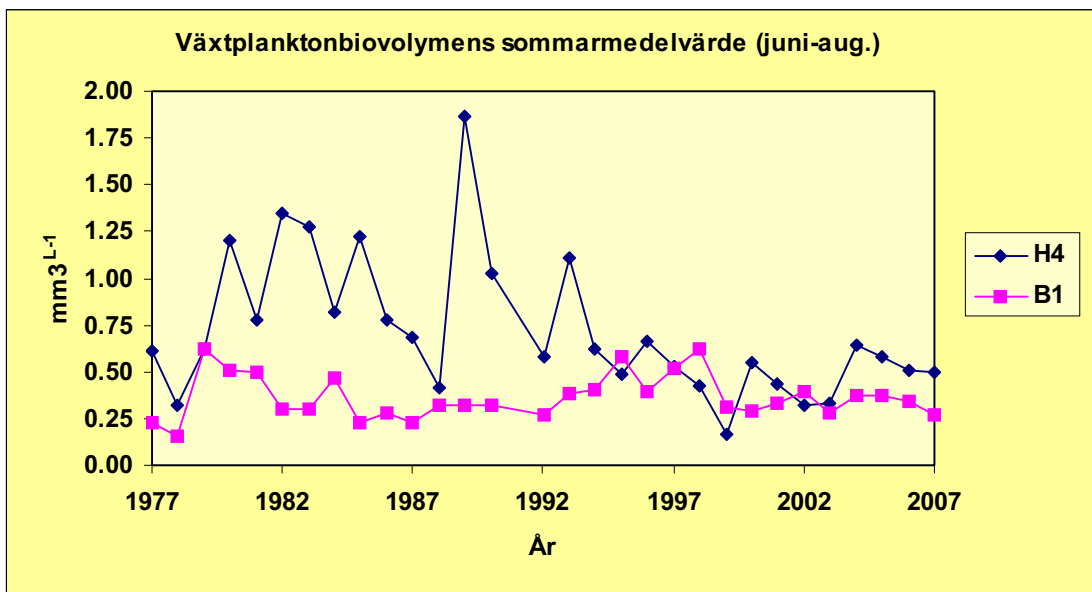
I september dominerades totalbiomassan av höstkiselalgen *Coscinodiscus granii*. I samband med dess förekomst sjönk silikathalten snabbt på station H4 (se kap.4.). Från oktober dominerades växtplanktonsamhället av nanoflagellater och den autotrofa ciliaten *Mesodinium rubrum*. Den potentiellt giftiga häftalgen *Chrysochromulina polylepis* dök upp i november i Himmerfjärden och ökade märkligt nog i antal under vintern. I december noterades 73 10^3 celler L^{-1} på station H4. Arten, som identifierades med hjälp av elektronmikroskop och genteknik av finska forskare, noterades på referensstationen redan i början av oktober (125 10^3 celler L^{-1}) och förekom där i betydligt större mängder än på station H4.

Växtplanktonbiovolymens årsmedelvärde (mars-oktober) var betydligt lägre vid station H4 än året innan (0,94 jämfört med 1,47 $mm^3 L^{-1}$), men den minskade även vid referensstationen B1 (0,27 jämfört med 0,43 $mm^3 L^{-1}$). Detta berodde framför allt på lägre biomassa under våren. Medelvärdet för våren (mars-maj) var bara en tredjedel jämfört med 2006 på station H4 (1,13 och 3,1 $mm^3 L^{-1}$, respektive) och hälften så mycket på station B1 (0,28 och 0,51 $mm^3 L^{-1}$, respektive) (Fig.5.5.). De förhållandevis låga biovolymvärdena berodde på växtplanktonsamhällets artsammansättning. Små flagellater med låg biovolym förekom i stora mängder, medan de stora kiselalgerna och dinoflagellaterna var färre. Små flagellater, särskilt ögonalger och grönalger, innehåller mer klorofyll i förhållande till deras volym än stora kiselalger och dinoflagellater. Till skillnad från biovolymen var klorofyll värdena därför höga våren 2007.

Trots att cyanobakteriernas mängd minskade kraftigt på station H4 förblev sommarens (juni-augusti) medelbiovolym detsamma som 2006 (0,5 $mm^3 L^{-1}$) (Fig.5.6.). Detta berodde på att alger från diverse taxonomiska grupper (dinoflagellater, kiselalger, rekylalger och grönalger) ersatte de kvävefixerade arterna när ökade kväveutsläpp gjorde förhållandena ogynnsamma för dessa (se kapitel 4).



Figur 5.5. Medelbiovolym av växtplankton ($>2 \mu\text{m}$) under våren (mars-maj) 1977-2007 vid station H4 i Himmerfjärden och vid referensstationen B1.



Figur 5.6. Medelbiovolym av växtplankton ($>2 \mu\text{m}$) under sommaren (juni-augusti) 1977-2007 vid station H4 i Himmerfjärden och vid referensstationen B1.

5.2. Station B1 (referensstation)

Vårblomningens växtplanktonbiomassa och arternas dominansfördelning vid referensstationen skilde sig från station H4. Kiselalgerna, *Thalassiosira levanderi*, *T. baltica*, *Skeletonema costatum* och *Chaetoceros wighamii*, dominerade bara under en kort

period i början av blomningen och dinoflagellaternas andel var betydligt större (60-70 % som mest). Redan i början av april ökade dinoflagellaternas antal (främst *Peridiniella catenata*) och deras andel av växtplanktonbiomassan var störst i slutet av april och i början av maj. Ögonalgen, *Eutreptiella gymnastica*, som var talrik under vårblomningen i Himmerfjärden förekom enbart i små mängder på station B1.

Vårblomningens maximum m.a.p. biomassa var $142 \mu\text{gC L}^{-1}$, d.v.s. betydligt högre än åren innan (2006 $104 \mu\text{gC L}^{-1}$, 2005($109 \mu\text{gC L}^{-1}$), men bara knappt hälften av biomassetoppen på station H4 (Fig. 5.7.)

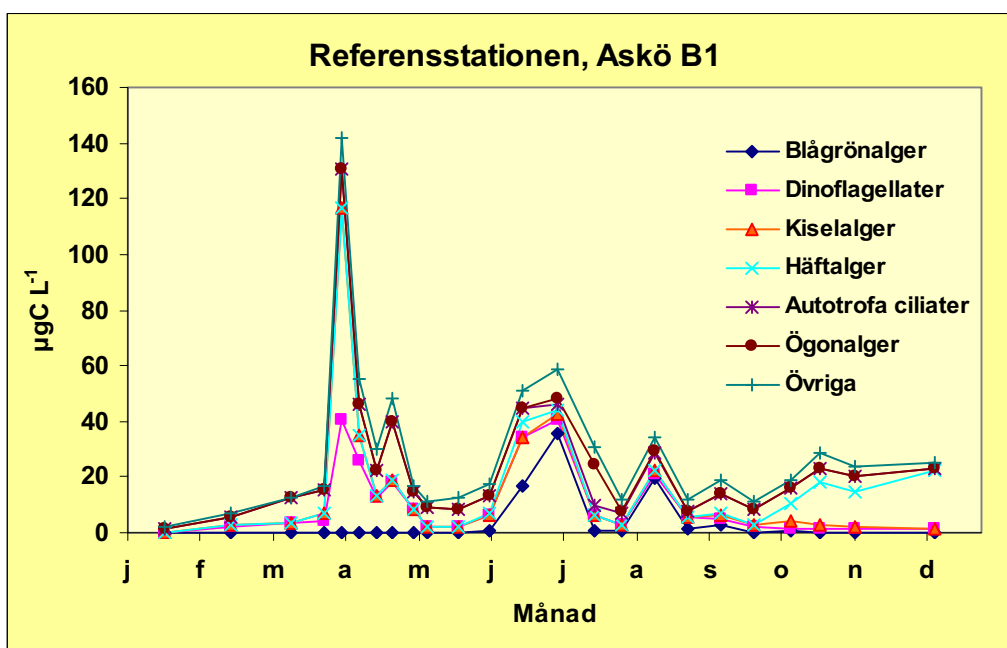


Fig. 5.7. Biomassa ($\mu\text{gC L}^{-1}$ 0-20 m) av olika växtplanktongrupper vid station B1 2007.

Till skillnad från Himmerfjärden, var de kvävefixerande cyanobakterierna talrika redan i mitten av juni på referensstationen. *Aphanizomenon* och *Nodularia* nådde maximum i början av juli (22 och $0,5 \text{ m L}^{-1}$, respektive) och *Anabaena* arterna i mitten av augusti ($0,4 \text{ m L}^{-1}$).

De kvävefixerande cyanobakteriernas andel i totalbiomassan var betydligt högre jämfört med station H4. Den var 60 % ($35,5 \mu\text{gC L}^{-1}$) vid deras första topp och 57 % ($19,4 \mu\text{gC L}^{-1}$) vid andra toppen i mitten av augusti.

Mellan cyanobakterietopparna var växtplanktonsamhället diverst med dominans av olika flagellater (ex. *Eutreptiella gymnastica*, *Heterocapsa triquetra*, *Pyramimonas* spp.) och *Mesodinium rubrum* (autotrof ciliat). Dinoflagellaten *Heterocapsa triquetra* förekom i avsevärt mindre mängder jämfört med de senaste tre åren (2004-2006).

Höstblomningen av kiselalger uteblev, *Coscinodiscus granii* exempelvis förekom bara i små mängder jämfört med station H4. Den potentiellt giftiga häftalgen *Chrysochromulina polylepis* noterades på station B1 redan i början av oktober ($125 \cdot 10^3 \text{ celler L}^{-1}$). Cellantalet ökade under hösten och maximum nåddes i december ($417 \cdot 10^3 \text{ celler L}^{-1}$). C.

polylepis dominerade växtplanktonbiomassan från mitten av oktober och som mest utgjorde den 84 % ($22 \mu\text{gC L}^{-1}$). Klorofyllhalterna var extremt höga och siktdjupet mycket lågt för årstiden under november-december i samband med *C. polylepis* blomningen (se web sidan <http://www2.ecology.su.se/dbhfj/b1start.htm>). Någon skadlig effekt på fisk har inte noterats.

Växtplanktonbiovolymens årsmedelvärde (mars-oktober) var lägre på stationen B1 än året innan ($0,27$ jämfört med $0,43 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$), vilket framför allt berodde på att vårens (mars-maj) medelbiovolym var betydligt lägre ($0,28$ jämfört med $0,51 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$), men även sommarens (juni-augusti) medelbiovolym blev något lägre ($0,27$ jämfört med $0,34 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1}$) (se Fig. 5.5. och 5.6.).

6 Tidsutveckling

Kapitlet beskriver översiktligt de förändringar över tid som iakttagits vid de olika stationerna i Himmerfjärden och i referensområdet. Diskussionerna som förs i texten är inte baserade på statistiskt säkerställda trender/samband utan på de figurer som presenteras sist i kapitlet.

6.1 Näringsämnen

2007 påbörjades ett mer omfattande försök med ökat kväveutsläpp från reningsverket. Skillnaden mot tidigare försök var att reningen av kväve minskades till en nivå som motsvarade förhållandena före introduktionen av den utökade kvävereningen 1997. Se kap. 1 för en kort beskrivning av försöket.

Kväve

Årsmedelkoncentrationerna av totalkväve ökade 2007 i ytskiktet vid Himmerfjärdens samtliga stationer. Särskilt markant var förhöjningen vid station H5 och H6 där halterna steg i nivå med åren närmast före introduktionen av kväverenningssteget 1997 (Fig 6.3). Vid referensstationen B1 skedde ingen förändring mot föregående år, medan en mindre ökning kunde noteras vid station H3 (Fig 6.3), som ligger i Himmerfjärdens yttre del.

Skillnaden mellan recipient (station H4) och referensstation ökade markant 2007 till följd av ökade halter i Himmerfjärden. Ökningen var likartad i yt- och bottenvattenskiktet (Fig 6.1-6.2). Jämfört med år med full rening har skillnaden mellan Himmerfjärden och referensstationen stigit som svar på de försök som har utförts sedan 2001 men har ännu inte nått den storlek som motsvarar förhållandena under 80- och första hälften av 90-talet. Om man undantar experimentåren med ökade utsläpp av kväve, har totalkvävekoncentrationen i Himmerfjärdens ytskikt efter införandet av den nya reningstekniken minskat med i storleksordningen en fjärdedel jämfört med mitten av 80-talet då koncentrationerna var som högst. Under motsvarande period har även koncentrationerna i referensområdet (station B1) minskat, men inte lika mycket (Fig 6.3, se även trendfigurer på <http://www2.ecology.su.se/dbhfj/>, station H4 eller B1, 2007).

Skillnaden i koncentration av oorganiskt kväve (DIN) i ytvattnet mellan recipient (H4) och referensområdet (B1) har varierat mycket sedan 1978 men har, i likhet med totalkväve, minskat kraftigt sedan kvävereningen förbättrades 1997 (Fig. 6.4). I likhet med totalkväve ökade skillnaden markant 2007 till följd av de ökade utsläppen från reningsverket.

Fosfor

Skillnaden i fosfatkoncentration (DIP) mellan station H4 och B1 var mestadels liten under perioden 1994 till 2003. Vanligtvis var koncentrationerna något högre i recipienten under denna period. De senaste fyra åren har skillnaderna varierat kraftigt med relativt stora förändringar vid båda stationerna. 2004 steg koncentrationen vid både B1 och H4 och 2005 och 2006 minskade koncentrationen i referensområdet samtidigt som den ökade vid station H4 och i de inre delarna av Himmerfjärden. 2007 minskade skillnaden återigen något trots fortsatt ökning vid station H4, men som motverkades av en svag ökning vid station B1 (Fig. 6.4 och 6.5).

Fram till slutet av 1980-talet ökade årsmedelkoncentrationen av totalfosfor i såväl recipient som referensområde. Därefter minskade halterna under hela 1990-talet men i

början av 2000-talet bröts trenden och halterna har därefter stadigt ökat, särskilt under senare år (Fig. 6.5). 2006 minskade halterna något i referensområdet jämfört med året innan för att återigen stiga något 2007, medan ökningen fortsatte vid de inre stationerna H4-H6. Årsmedelkoncentrationen vid H6 var 2007 den högsta som uppmätts vid någon station sedan 1978. Den mest troliga orsaken är högre koncentration i inströmmande vatten från Östersjön eftersom halterna i Mälaren, utsläppet från reningsverket, eller tillskottet från landavrinningen var relativt måttliga och inte avvek nämnvärt från tidigare år (se Tabell 3.1). Inflytandet från Östersjön skall inte underskattas. Av fig. 6.5 framgår att det i allmänhet finns en tydlig samvariation mellan fosfornivåerna i referensområdet och Himmerfjärden vilket tydligt illustrerar betydelsen av vattenutbyte med öppna Östersjön, med inträngande djupvatten, vid regleringen av fosforkoncentrationerna i kustområdet. Fosforkoncentrationen i djupvattnet i referensområdet ökade kraftigt från 2001 till 2003 och har därefter förblivit hög. Ökade utsläpp av kväve 2005-2007 kan ha bidragit till att mer av fosfor från Östersjön blir kvar och omsätts i recipienten. Detta kan vara en viktig orsak till den ökande skillnaden mellan referensstationen och inre delen av recipienten men även andra faktorer, t.ex. frisättning från sediment. Det finns däremot inga data som talar för att tillförseln av fosfor via landavrinning eller från Mälaren har ökat, och utsläppet av totalfosfor från reningsverket har minskat kraftigt.

6.2 Klorofyll

I Himmerfjärden har årsmedelkoncentrationerna av klorofyll *a* varierat stort mellan år. Sedan den effektiva kvävereningen fick full effekt (1998) sjönk årsmedelkoncentrationerna vid samtliga stationer fram till 2002. Under samma tidsperiod sjönk även koncentrationerna något vid station B1. Från 2003 ökade halterna till 2005 varefter de varit relativt konstanta eller minskat något.

Ökade kväveutsläpp under vårarna 2005, 2006 och 2007 gav stora vårbloomingar och ett tydligt genomslag på årsmedelvärdet för klorofyll (Fig 6.6). Däremot medförde inte ökade utsläpp av kväve 2001 och 2002 högre årsmedelkoncentrationer. Det kan ha berott på att utsläppen skedde senare på året och därför inte, eller i liten grad, påverkade vårbloomingen.

Referensstationens värden varierar avsevärt mindre utan någon tydlig trend, men det finns en tendens till samvariation mellan recipient (H4) och referensområde (B1) som sannolikt beror på storskaliga faktorer med påverkan båda stationerna.

Vår

Man kan urskilja ett i grunden likartat variationsmönster för högsta koncentrationen av klorofyll *a* under vårbloomingen i recipient och referensområde, dock med betydligt större variabilitet i recipienten som svar på bl.a. ändrad belastning. Mindre vanligt förekommer stor variabilitet även i referensområdet som i huvudsak torde vara väderrelaterade. Sedan början av 1990-talet har variationen i Himmerfjärden varit stor, medan koncentrationen i referensområdet varit relativt stabil (Fig. 6.7 och trendfigurer på Himmerfjärdens internetsida). 2006, efter stor kvävetillförsel från Himmerfjärdsverket och 2007 uppmättes två av de högsta koncentrationerna sedan 1978. Den högsta halten uppmättes till 27.85 µg/l den 24 april (18 april 2006, 31.5 µg/l) vid station H5. 2007 startade vårbloomingen på allvar först i april och utvecklingen blev därför mycket intensiv. Det motsatta förhållandet med tidig vårblooming, kan ge en hög medelkoncentration utan ett högt maxvärde, vilket t.ex. var fallet 2005 då vårbloomingen började tidigt och var mer utdragen.

Sommar

Medelkoncentrationen av klorofyll *a* under sommaren (juli-augusti) har varierat kraftigt mellan olika år, men fram till 1997 fanns en svagt stigande trend både i Himmerfjärden och i referensområdet (Fig. 6.8). Därefter minskade halterna något, särskilt i recipienten. Skillnaden i genomsnittlig medelkoncentration har därför minskat något mellan recipient och referensområde, men variationen har varit kraftig (Fig 6.9).

Medelkoncentrationen i Himmerfjärden har de senaste fyra åren varit högre än medelnivån för åren 1998-2003. Skillnaden mellan station H4 och B1 i referensområdet steg 2007 till följd av ökad koncentration i Himmerfjärden och något minskad i referensområdet.

6.3 Siktdjup

Perioden mars till oktober representerar den huvudsakliga säsongen för biologisk tillväxt och har därför använts för att följa siktdjupets förändring över tid. Orsaken till att vintermånaderna uteslutits är att siktdjupet under den perioden har minskat, trots att mängden klorofyll då är låg. Orsaken till minskningen är oklar, men den är troligen inte primärt relaterad till tillförseln av näringsämnen. Bidragande orsaker kan vara ökad grumling av vattnet till följd av större vattenomblandning, i sin tur orsakad av mildare och blåsigare vintrar med mindre istäcke, och/eller högre avrinning och partikeltransport från land då nederbörden ökat.

Årsmedelvärden för siktdjup under perioden mars-oktober har förändrats likartat i recipient och referensområde, med den största mellanårsvariationen vid referensstationen B1 (Fig. 6.10). Siktdjupet minskade fram till mitten av 80-talet (Himmerfjärden och referensstationen) och har därefter inte visat någon tydlig trend. 2007 ökade siktdjupet jämfört med föregående år vid samtliga stationer utom vid station H6 och referensstationen där siktdjupet minskade något eller var oförändrat.

Vår

Minsta uppmätta siktdjup under vårbloomingen (mars-maj) har ökat i recipienten såväl som i referensområdet sett över perioden 1978-2004 (fig. 6.11). 2005 (enbart H5), 2006 och 2007 försämrades siktdjupet i Himmerfjärdens inre och även i dess yttre bassäng till följd av ökad kvävetillförsel från Himmerfjärdverket. Minsta uppmätta siktdjup 2007 vid de yttre stationerna H2 (3.5 meter, framgår ej i figur) och H3 var nästan i nivå med mätningarna som gjordes vid mitten av 80-talet då belastningen var som störst.

Sommar

Under sommaren (juni-aug.) har medelsiktdjupet sedan 1970-talet försämrats i både Himmerfjärden och referensområdet (station B1) (Fig.6.12). I recipienten har siktdjupet inte förbättrats efter 1997 då kvävereningen infördes, trots att biomassan av växtplankton (>2-3 μm) har minskat och att koncentrationen av klorofyll minskat fram till 2003 (med undantag för 2000). En möjlig förklaringen är att den ökade förekomsten av filamentösa kvävefixerande cyanobakterier under sommaren som följde efter den kraftigt minskade kvävetillförseln 1997 lett till ändrad sammansättning av växtplanktonsamhället. Detta kan ha påverkat siktdjupet, särskilt om det också lett till en ökad andel små arter s.k. picoplankton. På grund av sin litenhet kan dessa inte räknas tillförlitligt vid en rutinanalys av växtplankton, men kan utgöra en betydande del av biomassan. En ökad förekomst av picoplankton kan också vara en förklaring till att minskningen av växtplanktons biomassa vid station H4 (se Kap 5) inte gav en lika

tydlig minskning i koncentrationen av klorofyll a . Genom sin litenhet bidrar picoplankton i relation till sin biomassa mer till utsläckningen av ljus i vattenmassan.

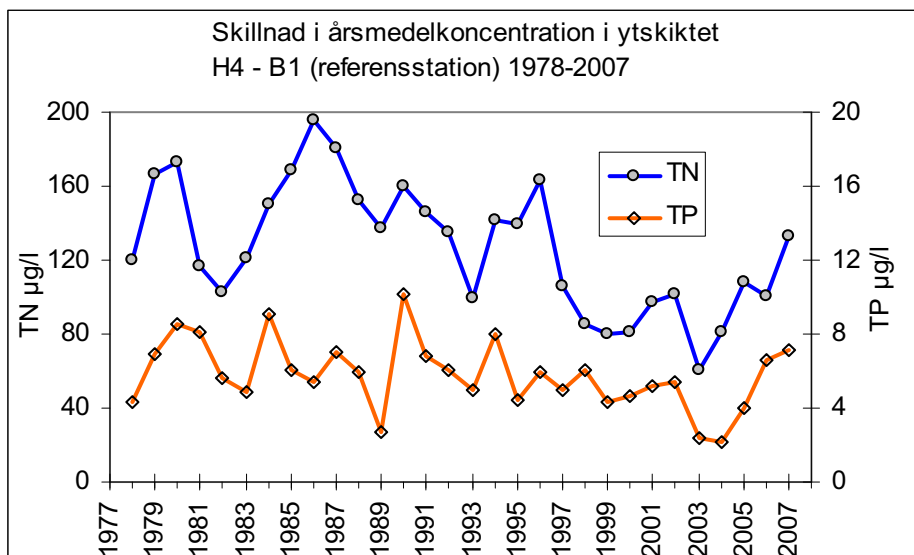


Fig. 6.1. Skillnad i årsmedelkoncentration av totalkväve och totalfosfor i ytskiktet mellan recipient (H4, 0-10m) och referensområde (B1, 0-20m).

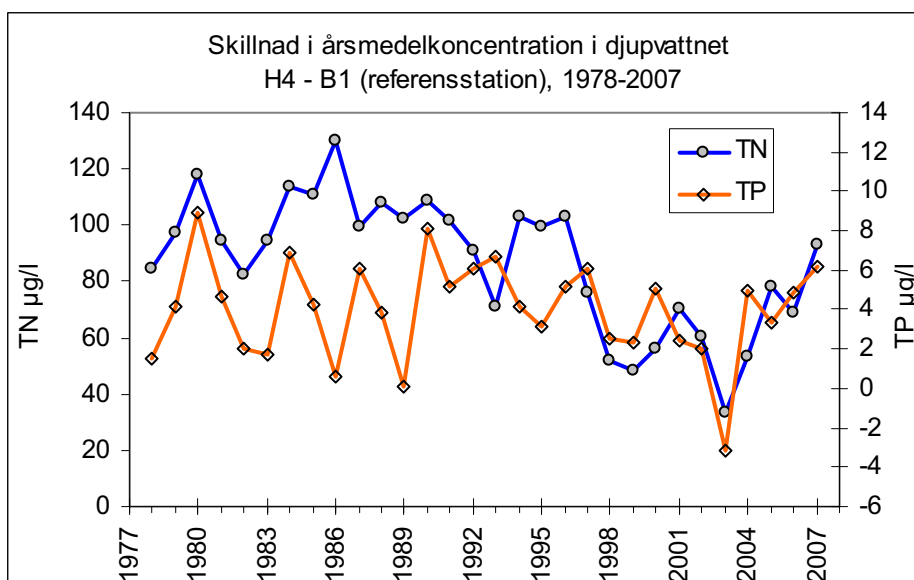


Fig. 6.2. Skillnad i årsmedelkoncentration av totalkväve och totalfosfor i djupvattnet mellan recipient (H4, 10-30m) och referensområde (B1, 20-35m).

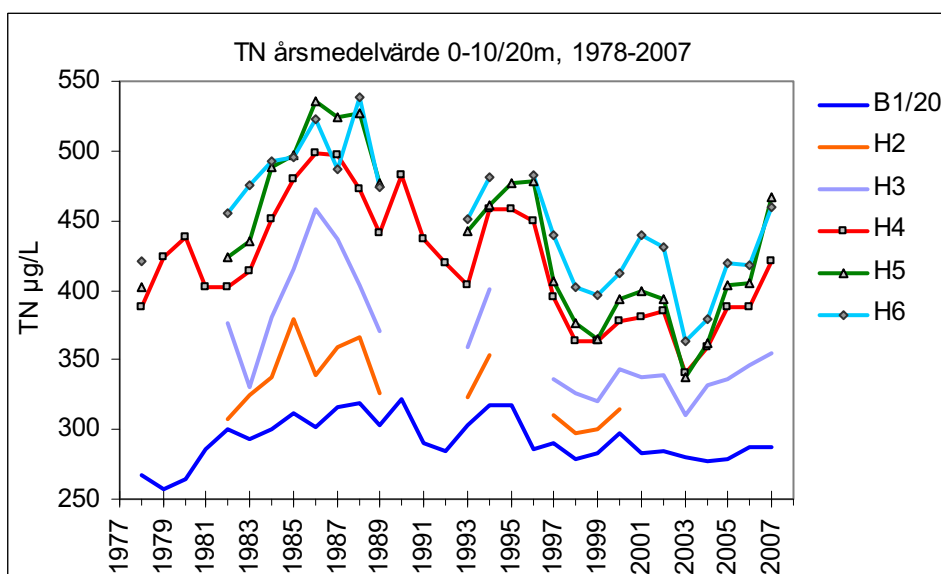


Fig. 6.3. Årsmedelkoncentration av ytskiktets totalkväve vid sex stationer från Näslandsfjärden till referensområdet.

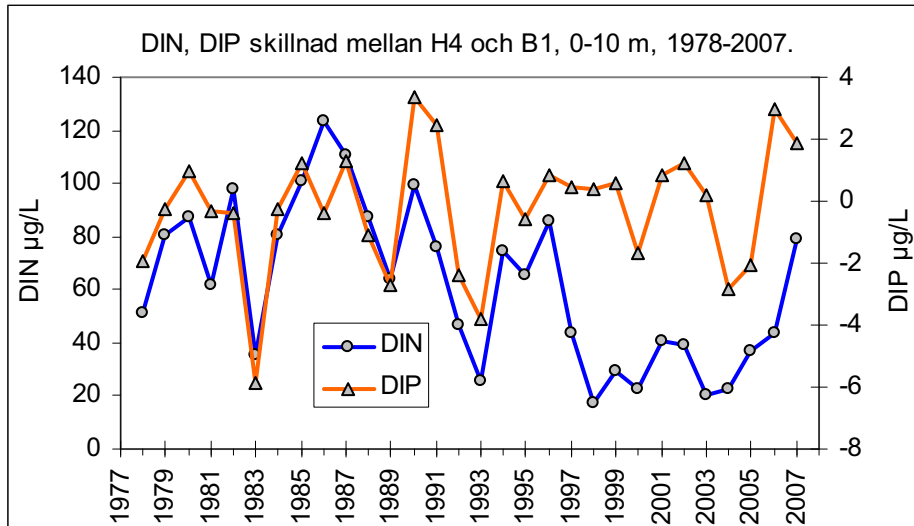


Fig. 6.4. Skillnad i årsmedelkoncentration i ytskiktet av löst oorganiskt kväve (DIN) och fosfat (DIP) mellan recipient (H4) och referensområde (B1).

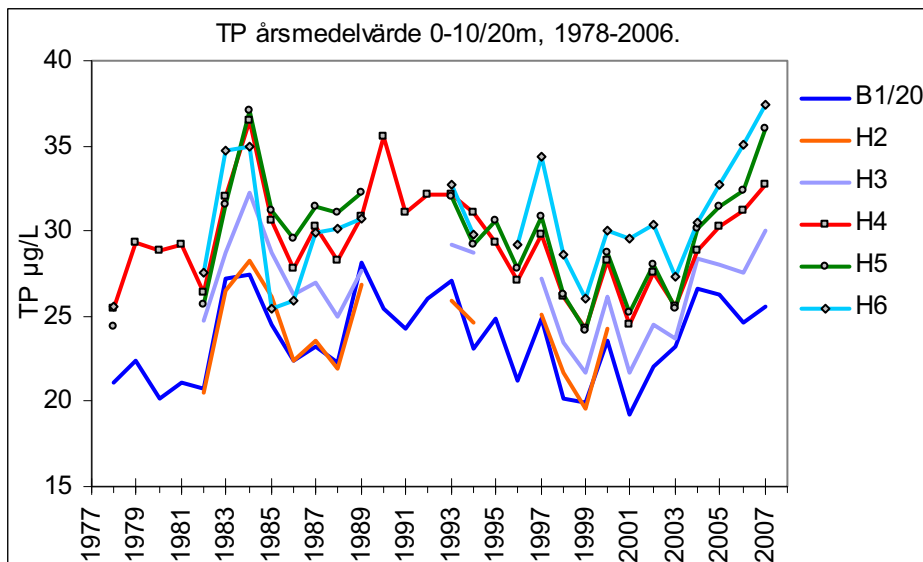


Fig. 6.5. Årsmedelvärde för totalfosfor i ytskiktet vid sex stationer från Näslandsfjärden till referensområdet.

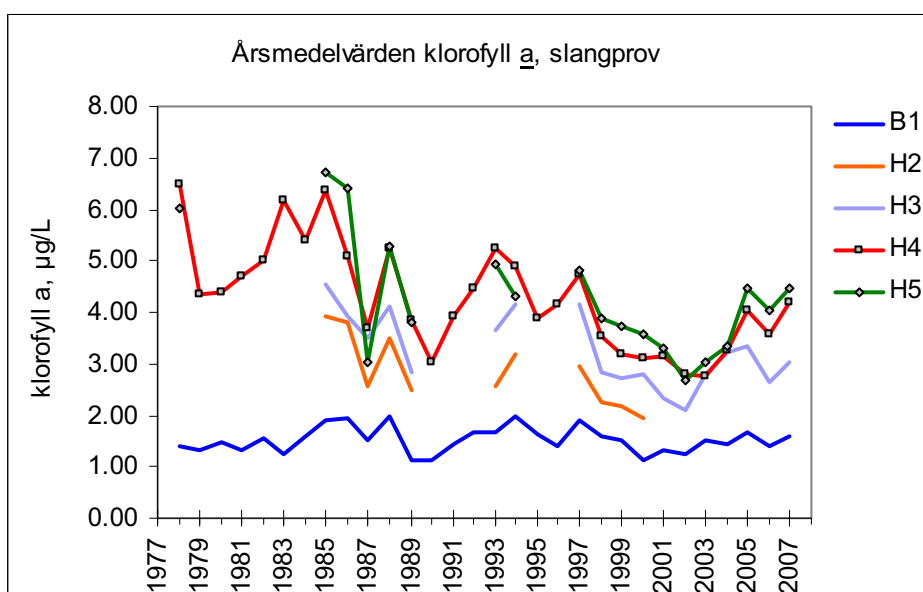


Fig. 6.6. Årsmedelvärde för klorofyll a på fem stationer från inre Himmerfjärden till referensområdet.

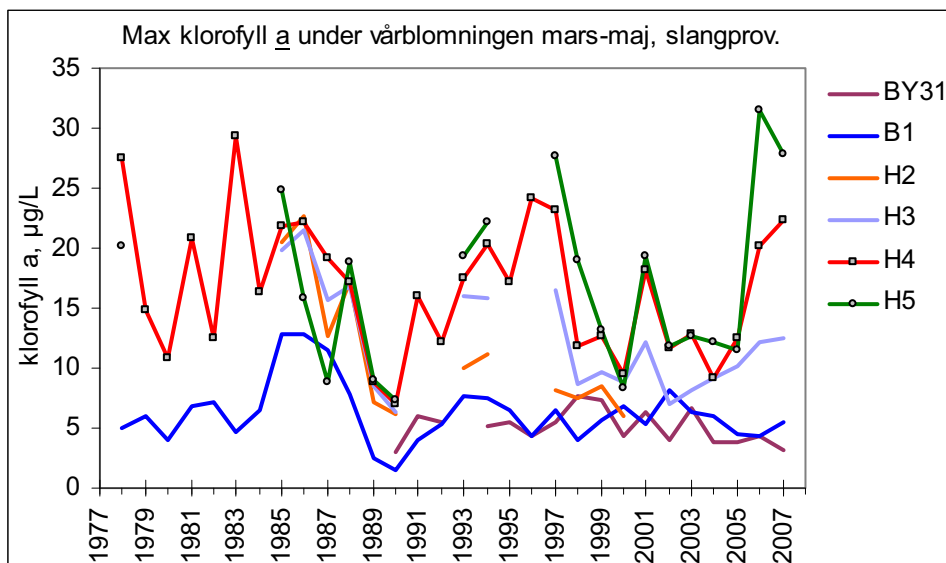


Fig. 6.7. Högsta uppmätt koncentration av klorofyll a under vårbloomingen vid fem stationer från inre Himmerfjärden till referensområdet. Data från Landsortsdjupet (BY31) har lagts in som jämförelse.

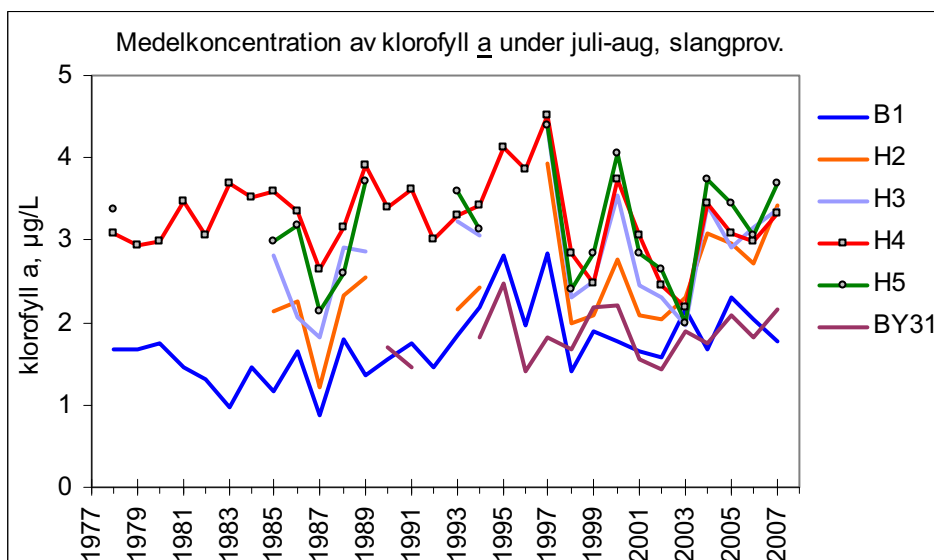


Fig. 6.8. Medelkoncentration av klorofyll a under sommaren på fem stationer från inre Himmerfjärden till referensområdet.

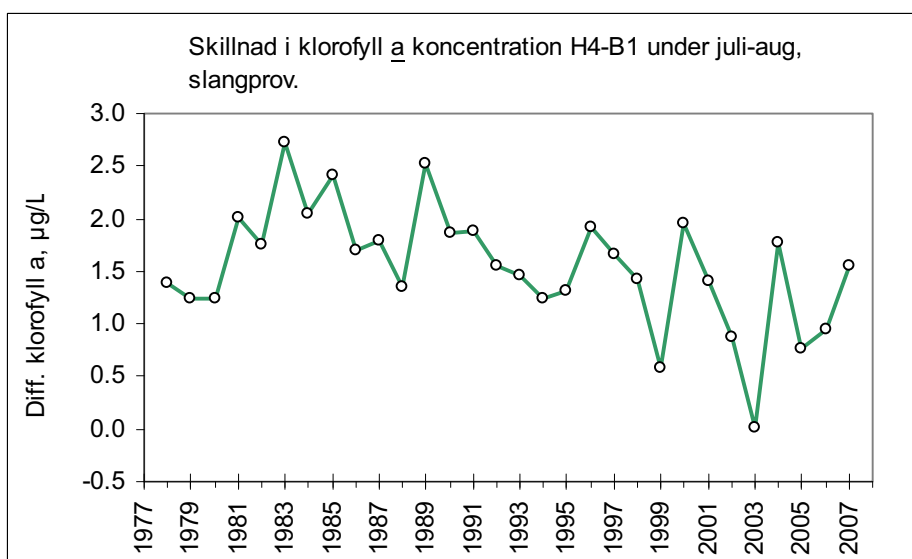


Fig. 6.9. Skillnad i medelkoncentration av klorofyll a under sommaren mellan recipient (H4) och referensområde (B1).

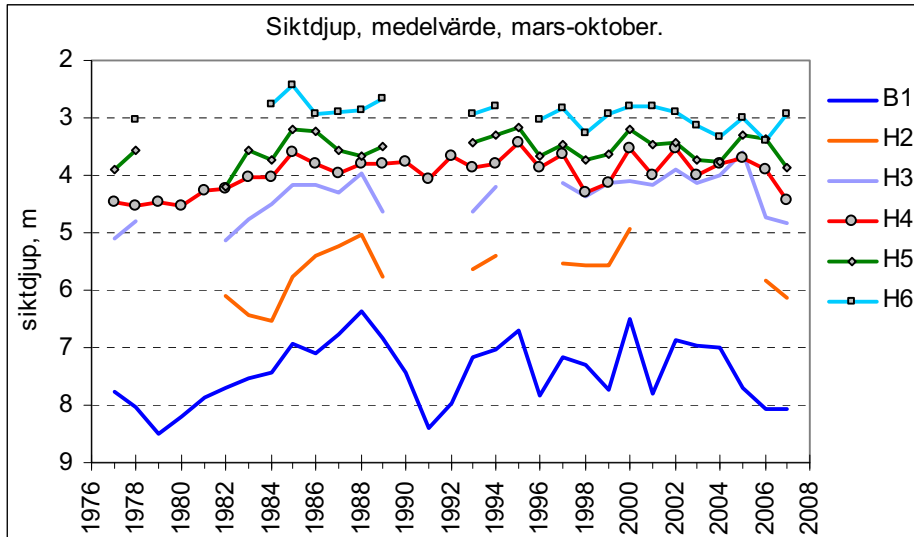


Fig. 6.10. Medelvärde för siktdjup under perioden mars-oktober vid sex stationer från Näslandsfjärden till referensområdet.

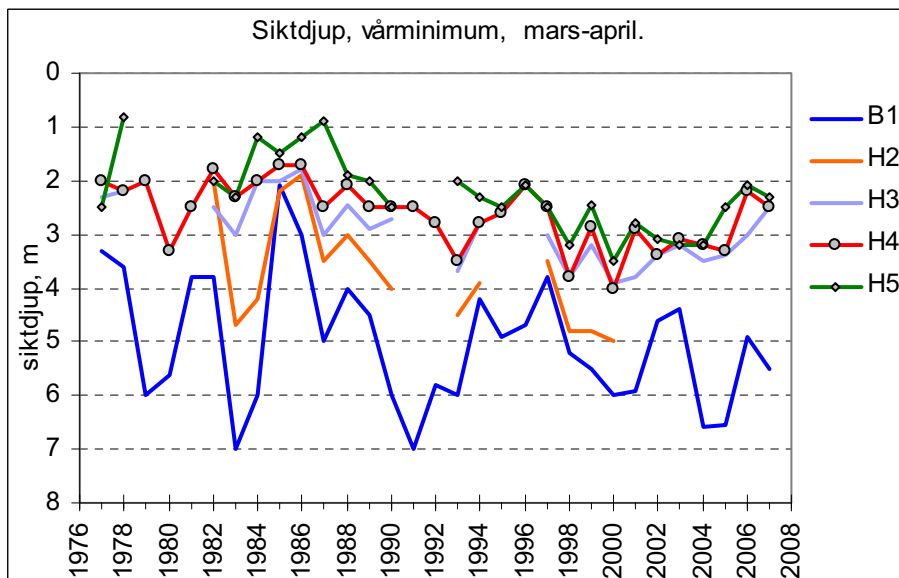


Fig. 6.11. Lägsta uppmätta siktdjup under vårblomningen på fem stationer från inre Himmerfjärden till referensområdet.

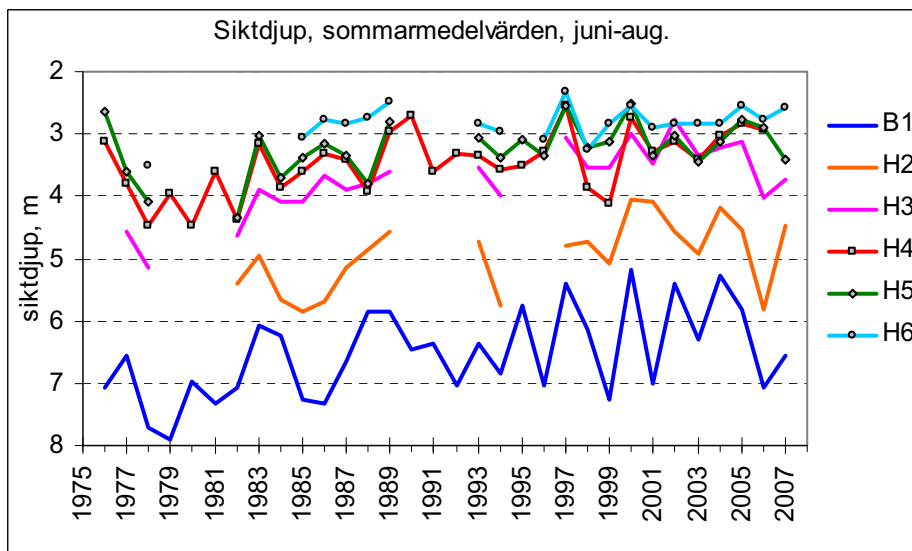


Fig. 6.12. Medelsikt djup under sommaren (juni-augusti) vid sex stationer från Näslandsfjärden till referensområdet.

Måttorhet	Metod	Prov- typ	Utförs	Intern kontroll	Provj	Kontroll- material	Mätosäkerhet (*) (utvidgad mätosäkerhet täckningsfaktor k=2)	Mätområde
Ammoniumkväve (SFA)	ALPKEM O I Analytical Flow Solution IV, # 319526	1 2	R	1	2	2	0.5-20 µg/l 0.5µg/l >20 µg/l 2.4%	0.5-400 µg/l
Fosfatfosfor (SFA)	ALPKEM O I Analytical Flow Solution IV, # 319528	1 2	R	1	2	2	0.5-20 µg/l 0.4µg/l >20 µg/l 2.2%	0.5-300 µg/l
Fosfor, totalt (SFA**) (vattenprover)	ALPKEM O I Analytical Flow Solution IV, # 319528 Uppslutning. Egen kombimetod för N+P (980119)	1 2	R	1	2	2	6%	0.5-100 µg/l
Fosfor (i fast mtrl) (SFA**)	ALPKEM O I Analytical Flow Solution IV, # 319528 Egen metod, utgåva 990121	5 7	R	1		1 2	5%	0.1-20 µg
Bottenfauna, mjukbottnar, provtagning och analys	SNV Rapport 3108 BIN BR 06 I	5	R	2	2		Abundans 5% Biomassa 5%	≥ 0 g ww/ m ²
Klorofyll a	SS 02 81 46 utg. 1	1 2	R	1	2		20% 0.5-15 µg/l	> 0.5 µg/l
Kväve, totalt (SFA**) (vattenprover)	ALPKEM O I Analytical Flow Solution IV, # 319527 Uppslutning. Egen kombimetod för N+P (980119)	1 2	R	1	2	2	4%	10.0-2000 µg/l
Kväve (Leco **) (i fast material)	Enl. manual. Version 2.2, April 1999	5 7	R	1		2	5%	0.5-2000 µg
Kol (Leco **) (i fast material)	Enl. manual. Version 2.2, April 1999	5 7	R	1		2	4%	1-2000 µg
Nitrit+nitratkväve (SFA)	ALPKEM O I Analytical Flow Solution IV, # 319527	1 2	R	1	2	2	0.3-20 µg/l 0.2µg/l >20 µg/l 2.5%	0.3-560 µg/l
Nitritkväve (SFA)	ALPKEM O I Analytical Flow Solution IV, # 319527	1 2	R	1	2	2	0.2-20 µg/l 0.1µg/ >20 µg/l 2%	>0.2µg/l
Vertikal transport av partikulärt material	Blomqvist & Kofoed (1981)		R	1			25%	>0.1 g/m ² d
pH	SS 02 81 22 utg 2	1 2	R	1	1	2	0.3	4-10

Måttorhet	Metod	Prov- typ	Utförs	Intern kontroll	Prov- material	Mätosäkerhet (*) (utvidgad mätosäkerhet täckningsfaktor k=2)	Mätområde
Primärproduktion (**) (***)	The Baltic Marine Biologists (BMB), No 1 (1984)	2	R	1	1	30% (***) (CPM-mätning)	Produktionsvärde som motsvaras av epm >50
Salinitet (CTD**)	Enl. Operating manual, Version 1, 1990 och User's manual Rev. 4.0.	1 2	R	2	2	0.4%	2-42 psu
Salinitet (Minisal **)	Enl. 'Minisal' Model 2100, Salinometer, Technical and Operating & Maintenance Manual, 1986.	1 2	R	1	1 2	0.2%	2-42 psu
Sikt djup (Secchi-skiva)	Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning, 1.1, 2001-02-20	1 2	R	2		20%	0.1 - 40 m
Silikatkisel (SFA)	ALPKEM O'F Analytical Flow Solution IV, # 319529	1 2	R	1	2	>100 µg/l 2.5%	1-8000 µg/l
Syre	SS-EN 25 813 utg. 1 (modifierad)	1 2	R	1	2	0.2mg/l	0.2-17 mg/l
Temperatur	CTD: enl. Operating manual. Version 1, 1990 och User's manual Rev. 4.0.	1 2	R		1	1%	-2 - 38 °C
Provtagning	SS-EN 25 667-1 och 25 667-2. (modifierade)	1 2 5 7	R	2			

Förklaringar:

(*) Den redovisade mätosäkerheten är en utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor k=2 vilket ungefär motsvarar 95% konfidensintervall.

(**) Datoriserade metoder.

(***) Mätosäkerhet avser endast inkubering och aktivitetsbestämning (cpm).

Provtyp: 1 sötvatten, 2 brack och havsvatten, 5 sediment, 7 sedimenterat material, biologiskt material. Utförs: R=rutinmässigt, S=sällan. Intern kontroll; 1 enl SNV Rapport 3372, 2 på annat sätt. Provj=provningssjämförelser; 1 deltagit i ITM:s interkalibreringar, 2 annan form. Kontrollmaterial: 1 cert ref.material, 2 lab. ref.material. Mätosäkerhet = egen bestämd mätosäkerhet, CV i %.

Mätområde= analyserbart haltområde utan spädning.

