

Vattenkemi och plankton i Vallentunasjön 2010

Fysikalisk-kemiska och biologiska undersökningar



Författare: Emil Rydin
2011-04-15
Rapport 2011:8
Naturvatten i Roslagen AB
Norr Malma 4201
761 73 Norrtälje
0176 – 22 90 65

Innehåll

SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	5
METODER	5
RESULTAT & DISKUSSION	6
NÄRINGSÄMNINGEN I INLOPP OCH UTLOPPET	6
<i>Fosfor- och kvävehalter</i>	6
<i>Fosfor- och kvävemängder</i>	7
NÄRINGSÄMNINGEN OCH PLANKTON I SJÖN	8
<i>Lösta näringsämnen</i>	8
<i>Totalkväve och totalfosfor</i>	10
<i>Växtplankton</i>	12
<i>Djurplankton</i>	13
TRÄLNINGEN 2010	15
REFERENSER	15
BILAGA 1. NÄRINGSÄMNINGEN I TILLOPPEN OCH UTLOPPET	16
BILAGA 2. VATTENFLÖDEN OCH NÄRINGSÄMNINGSTRANSPORTER I DE TVÅ STORA INFLÖDENA OCH UTFLÖDET ..	17
BILAGA 3. ANALYSRESULTAT VATTENKEMI: TEMPERATUR OCH SYRGAS FRÅN STATION "VA2"	18
BILAGA 3. ANALYSRESULTAT VATTENKEMI: SIKTDJUP, PARTIKULÄRT MATERIAL, NÄRINGSÄMNINGEN OCH KOLORFYLL A.	19
BILAGA 4. VÄXTPLANKTONBIOMASSOR	20
BILAGA 5. DJURPLANKTONBIOMASSOR	23
BILAGA 6. PROVTAGNINGSPUNKTERNAS PLACERING	24

Sammanfattning

Naturvatten i Roslagen AB har på uppdrag av Täby och Vallentuna kommuner sedan 2007 utfört undersökningar av Vallentunasjöns vattenkemi och plankton inför sjörestaurering genom utfiskning av karpfisk, så kallad biomanipulering. Trålningen startade i maj 2010 och pågick till och med november med undantag för en månads uppehåll under sommaren. Tillräckligt stor andel av karpfisken, framförallt mört och braxen, har av allt att döma ännu inte fiskats bort för att det ska ha effekt på sjöekosystemet.

Näringshalter i vattenmassan och växtplankton når samma nivåer som året innan och siktdjupet sommaren 2010 motsvarar det 2009. En skillnad som kan ses mellan dessa år är närvaron av hinnkräftan *Leptodora* under sommaren 2010. Ett minskat bestånd av planktonätande karpfisk skulle kunna ge utrymme för *Leptodora* att bilda mätbara bestånd. *Leptodora* är dock ett rovdjur som lever på andra djurplankton och bidrar inte i sig till ökat siktdjup.

Vintern 2009-2010 innebar en ovanligt lång isläggning med snö på isen. Den dåliga ljusstillgången som rådde under den perioden innebar att näringsämnen som frigjordes från sedimenten inte togs upp genom primärproduktionen utan ackumulerades i vattenmassan. Speciellt ammoniumhalten var flera gånger högre än åren innan, men även fosfat ackumulerades i vattenmassan. Detta har inte skett föregående vintrar då ljuset räckte till för att förbruka löst fosfat genom växtplanktonproduktion. En större mängd löst näring i vattenmassan när tillväxtsäsongen börjar skapar förutsättningar för mer växtplanktonproduktion.

Under våren förbrukas allt löst kväve i Vallentunasjöns vattenmassa, och under sommaren mer än fördubblas fosforhalten genom läckage från sedimenten. Detta fosfortillskott till sker samtidigt som cyanobakteriebiomassan ökar under sensommaren. Under sensommaren 2010 dominerade cyanobakterier av släktena *Planktolyngbya*, *Aphanizomenon* och *Aphanocapsa*.

Inledning

Inför sjörestaureringsprojektet i Vallentunasjön har vattenkemi och plankton analyserats sedan augusti 2007. Syftet med undersökningarna är primärt att kunna bedöma effekterna av den så kallade biomanipuleringen som inleddes i maj 2010, det vill säga utfiskningen av mört, braxen och annan karpfisk. Utfiskningen görs för att driva Vallentunasjön mot ett ekosystem med klarare vatten, en större andel rovfisk och mer undervattensvegetation på de grundare bottnarna. En effekt man vill uppnå med ett reducerat mört- och braxenbestånd är att predationstrycket på större djurplankton ska minska. Tanken är att därigenom erhålla ett ökat betningstryck på växtplankton vilket i sin tur leder till klarare vatten och andra positiva följeffekter.

Införseln av näringsämnen via de två större inloppen, dynamiken av näringsämnena i sjön, och exporten via utloppet har mätts. Den informationen utgör underlag för att förstå hur sjön hanterar näringsbelastningen och om andra faktorer än biomanipuleringen är orsak till förändringar i sjön.

Målsättningen med denna rapport är primärt att redovisa mätresultaten för 2010 och att jämföra dessa med tidigare resultat.

Metoder

För ett representativt vattenprov från sjön användes en integrerad, volymviktad, provtagning enligt Blomqvist (2001). Metoden omfattar fem provtagningsstationer (se bilaga 6) för en sjö av Vallentunasjöns storlek, och att vattenmassan delas upp i enmeters skikt. De olika skiktens bidrag till blandprovet står i proportion till de olika skiktens andel av sjövolymen.

Sjöprovtagningen utfördes med Rambergör. Vattenanalyserna utfördes vid Erkenlaboratoriet, Uppsala universitet, som är ett SWEDAC-ackrediterat laboratorium. Proverna analyserades med avseende på suspenderat material (totalt och organisk andel), ammoniumkväve, nitrit- och nitratkväve, totalkväve, fosfatfosfor, totalfosfor, klorofyll a, växtplankton och djurplankton. I den djupaste delen av sjön, station ”VA2”, mättes temperatur, siktdjup, och syrgasprofiler.

Näringsämneshalten i de två större inloppet och utloppet mättes. Vid beräkningen av transporter av näringsämnen har uppgifter om veckovisflöde hämtats från SMHI:s PULS-beräkningar och räknats om till månadsmedelvärden. Detta flöde multipliceras med motsvarande koncentration som erhålls genom linjär interpolering mellan värden från de olika mättillfällena.

Resultat & Diskussion

Näringsämnen i inlopp och utloppet

Fosfor- och kvävehalter

De två inloppen höll i snitt fosfathalter på drygt 30 µg P/l under 2010. Variationen i halt var dock större i det norra inloppet jämfört med det södra. Precis som under tidigare år låg fosfathalterna i utloppet med få undantag under detektionsgränsen (3 µg P/l) även under 2010, se bilaga 1. Totalfosforhalten i inloppen var i genomsnitt högre i det norra (knappt 100 µg P/l), jämfört med det södra (65 µg P/l). I utloppet låg koncentrationen neråt 25 µg totalfosfor per liter vintertid även 2010. Under sommaren mer än fördubblas halten i utloppet och når 100 µg P/l. Utloppskoncentrationerna avspeglar haltdynamiken i sjön.

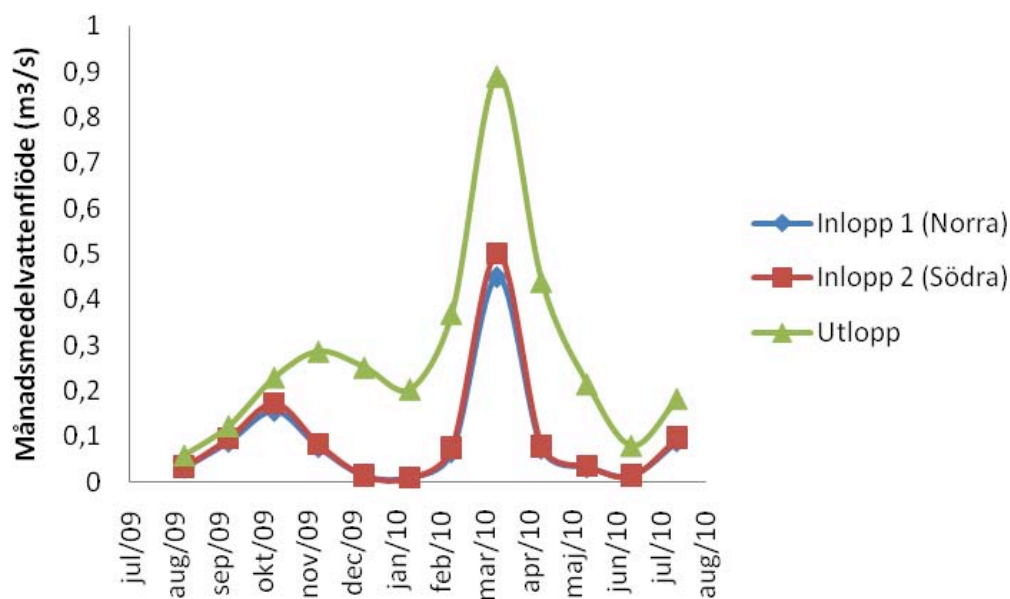
Majoriteten av kvävetillförseln från det norra inloppet sker i form av ammonium medan nitrat dominerar i det södra inloppet vintertid. Detta mönster blev tydligt under vårvintern 2010.

I utloppet finns nitrat och ammonium löst i vattnet vintertid, men nitrathalten kryper ner mot detektionsgränsen (5 µg N/l) under våren och förblir låg under sommaren. Även ammoniumhalten minskar under våren, men inte lika snabbt som nitrathalten, för att under ett par tillfällen ligga kring detektionsgränsen (10 µg N/l). Totalkvävehalten i inloppen och utloppet håller samma dynamik som nitrat och ammoniumhalten, se bilaga 1.

Fosfor- och kvävemängder

Under mätperioden september 2009 till och med augusti 2010 inträffar höglödesperioden under våren med en flödestopp under april månad, se figur 1. Fosfat importeras via de två tillflödena huvudsakligen under höst och vår, medan två tredjedelar av fosfatexporten nedströms sker i april. Under perioden exporterades knappt ett halvt ton fosfor via utloppet vilket motsvarar cirka 85 procent av importen från de två inflödena, se tabell 1 och bilaga 2. Sett till åtminstone denna period utgör Vallentunasjön således en fälla för fosfor.

Ammonium och nitrat tillförs sjön året runt, men exporten sker huvudsakligen vintertid. Sammanlagt importeras drygt ett ton kväve i form av ammonium och drygt sju ton som nitrat under den aktuella perioden, se tabell 1. Under sommarhalvåret tas dessa lösa kväveformer upp i produktionen och halterna är därför mycket låga i sjön och i utloppet. Kväveexporten sker istället i partikulär form (mätt som totalkväve) sommartid. Under perioden exporterades nära 13 ton kväve via utloppet motsvarande cirka 105 procent av importen från de två huvudinflödena, se tabell 1 och bilaga 2.



Figur 1. Vattenflöden (månadsmedelvärden) i två tillopp och utloppet 2010 enligt SMHI's pulsmodell.

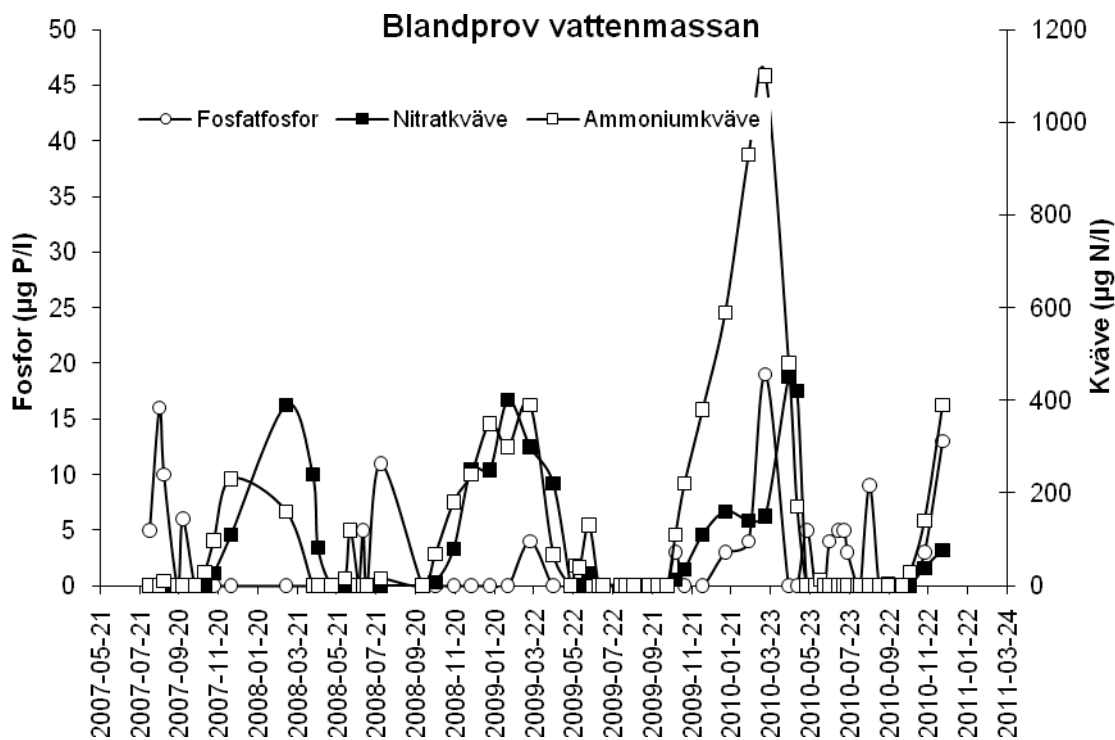
Tabell 1. Import av näringsämnen via de två stora inloppen och exporten via utloppet.

from sept-09 tom aug-10	Fosfatfosfor	Totalfosfor	Nitratkväve	Ammoniumkväve	Totalkväve
	kg				
Inlopp 1	124	317	2395	1040	5673
Inlopp 2	102	210	5065	146	6632
Utlopp	36	458	1472	2894	12955
nettotillförsel	190	69	5988	-1708	-649
Andel nedströms	16%	87%	20%	244%	105%

Näringsämnen och plankton i sjön

Lösta näringsämnen

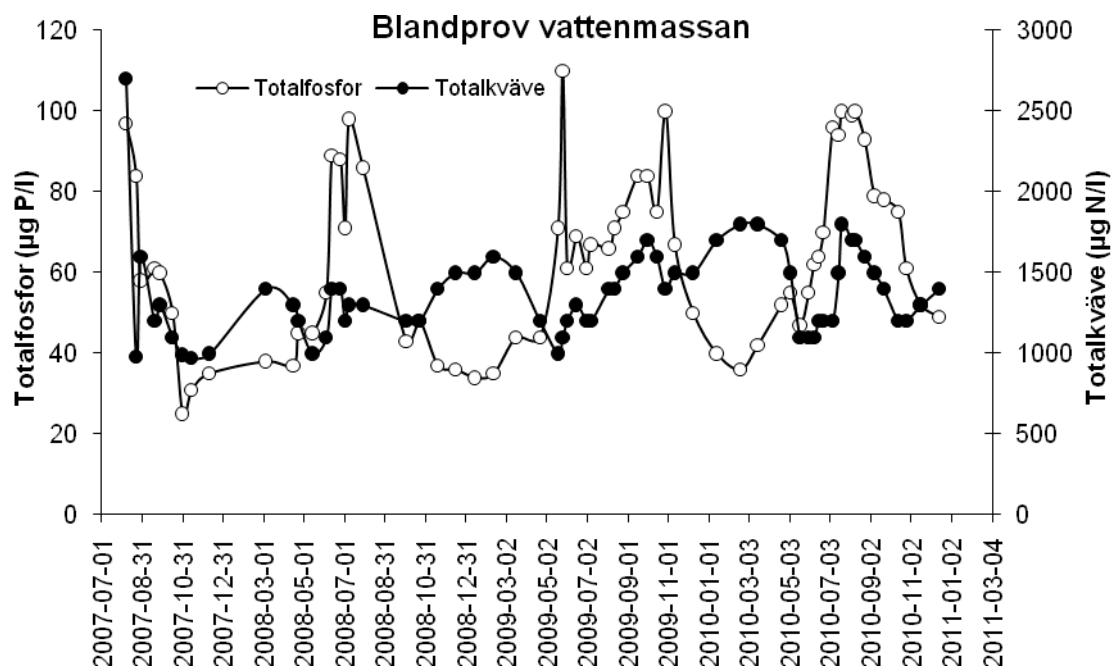
Lösta näringsämnen (fosfat, ammonium och nitrat) i vattenmassan ger viktiga indikatorer om vilket näringsämne som begränsar primärproduktionen. Mycket låga halter av något av dessa lösta näringsämnen under en period visar att upptaget motsvarar tillförseln, och att ämnet sannolikt begränsar primärproduktionen. Tillförsel av lösta näringsämnen sker via tilloppen och nederbörd på sjöytan, men förmodligen huvudsakligen genom den kontinuerliga omsättningen av organiskt material, framförallt växtplankton. Samma näringsämnen kan komma att användas till växtplanktonproduktion flera gånger under en säsong. Kväve kan också tillföras produktionen genom kvävefixering.



Figur 2. Lösta näringsämnen i Vallentunasjöns vattenmassa.

I Vallentunasjön råder sambegränsning av näringsämnen sommartid. Detta fenomen diskuterades i Rydin m fl. (2010). Detta mönster bestod även under sommaren 2010, då både fosfatfosfor, nitrat- och ammoniumkväve i stort sett låg under respektive detektionsgräns. Till skillnad mot året innan uppträder dock löst fosfat regelbundet i låga koncentrationer, se figur 2. En sådan situation kan upprätthållas med hjälp av kvävefixering, vilket innebär att de cyanobakterier som kan omvandla löst kvävgas förser sig med kväve genom kvävefixering i takt med att mobiliserat fosfat tas upp.

Till skillnad mot de två tidigare vintrarna ackumuleras inte bara ammonium och nitrat, utan även fosfat mellan provtagningen i mitten på januari till mitten på mars 2010. Det kan tolkas som en effekt av att ljusstillgången, på grund av snötäcket, snarare än näring begränsar primärproduktionen. I blandprovet taget i mitten på mars var också klorofyllhalten mycket låg (2 µg klorofyll a/l, se figur 4), vilket också visar på låg produktion. Vintern och snötäcket kom tidigare 2010, och redan i december (2010) ackumuleras fosfat i vattenmassan, se figur 2.



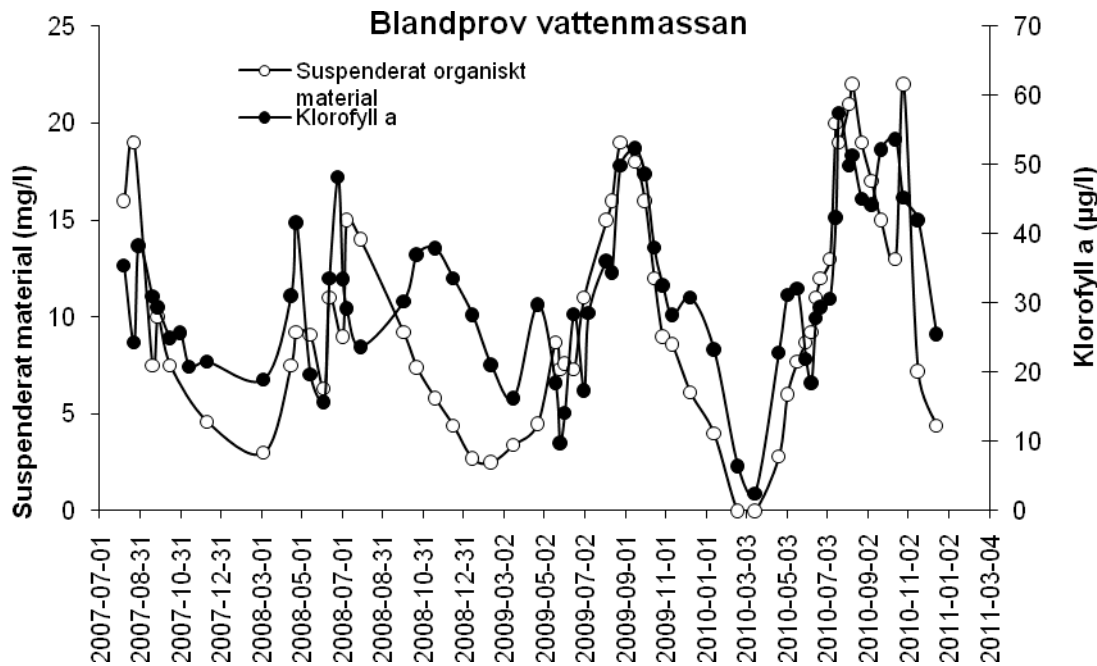
Figur 3. Totalhalter av fosfor och kväve i Vallentunasjöns vattenmassa.

Den kraftfulla ökningen av ammonium i vattenmassan under hösten och vintern, från under detektionsgränsen i mitten på oktober 2009 till över 1 mg ammoniumkväve per liter vid provtagningen i mars 2010, beror primärt på mobilisering via nedbrytningsprocesser i sedimenten. Denna koncentrationsökning motsvarar 15 ton ammoniumkväve i sjöns vattenmassa (sjövolymen är 15,2 Mm³) och är mer än dubbelt så stor som föregående år. En förklaring till denna kraftiga ackumulation kan vara den relativt långvariga isläggningen med snötäcke vintern 2009-2010, vilket innebär att upptag av ammonium genom primärproduktion har stagnerat. Ökningen av ammoniumkväve förklarar att totalkvävehalten i vattenmassan ökar med mellan 5 och 10 procent under den här perioden. Under våren förbrukas ammoniumkväve, tillsammans med nitrat, och ligger i slutet av maj nära noll. Tillförseln av ammonium från inloppen under denna period utgör bara en mindre andel.

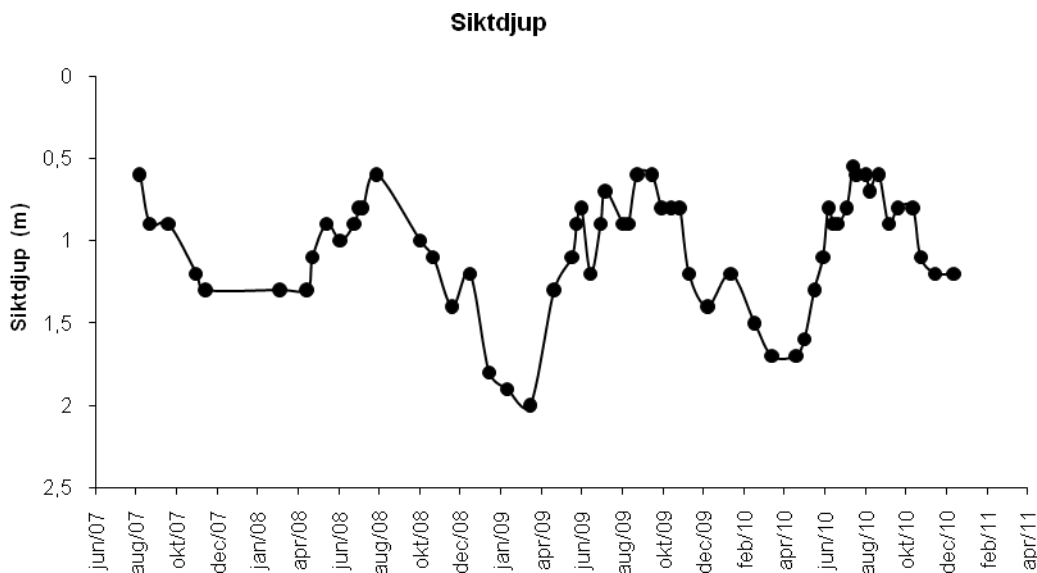
Totalkväve och totalfosfor

Under våren minskar också totalkvävehalten till den lägsta halten över året, vilket innebär att det kväve som tagits upp av växtplankton under våren inte finns kvar i vattenmassan utan av allt att döma har sedimenterat ut i form av växtplankton. I juli ökar totalkväve- och totalfosforhalten igen och förblir hög augusti ut innan de sakta minskar under hösten. Även under sommaren 2010 är halterna av klorofyll och suspenderat organiskt material som högst under sensommaren, vilket resulterar i ett siktdjupsdiagram, se figur 5 motsvarande året innan.

Ökningen av kvävehalten under sommaren förklaras förmodligen både av mobilisering av ammonium från sedimenten och tillskott genom kvävefixering, då kvävefixerande cyanobakterier finns bland sommarens växtplankton. Det råder ingen tvekan om att den kraftfulla ökningen av fosfor beror på läckage från sedimenten. I Rydin m fl. (2010) gjordes en genomgång av hur fosforhalterna i sjön, och exporten nedströms, har minskat sedan 1980-talet.



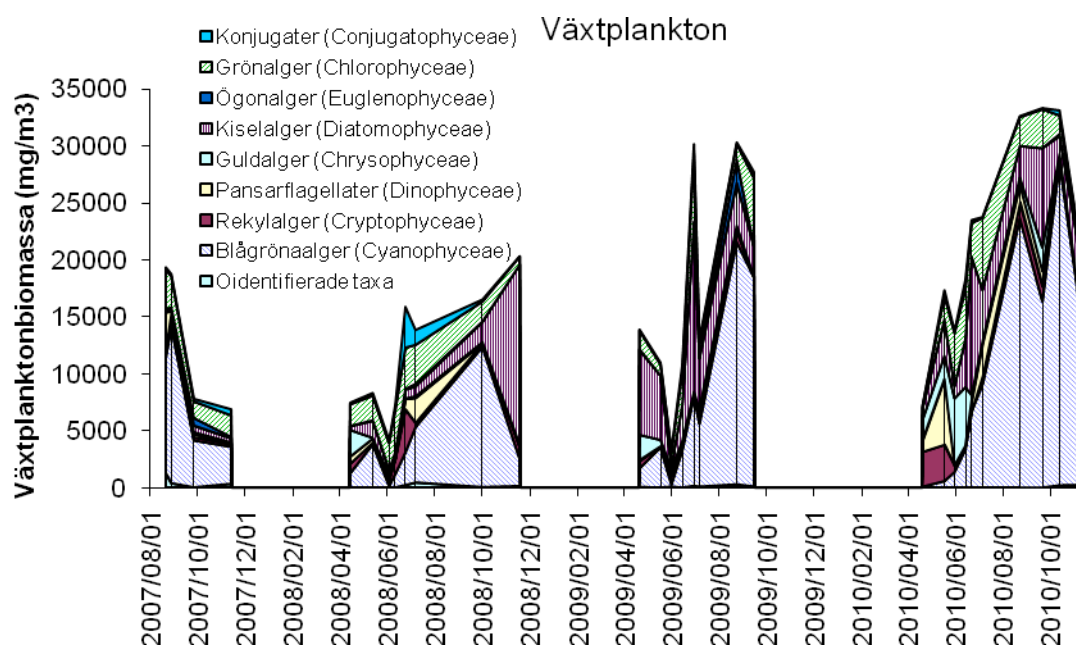
Figur 4. Klorofyll och suspenderat organiskt material i vattenmassan.



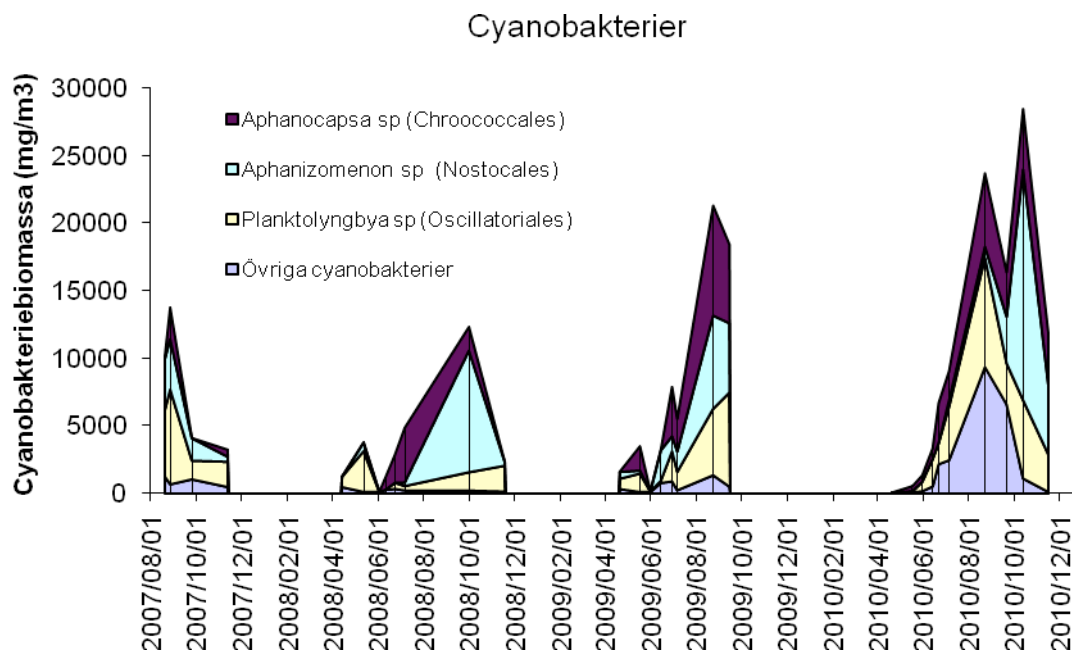
Figur 5. Siktdjup.

Växtplankton

Växtplanktonbiomassans ökning från april till slutet av augusti, se figur 6, beror på utvecklingen av cyanobakteriebiomassan, där *Aphanocapsa* sp. och *Planktolyngbya* sp. är dominerande grupper men där också *Microcystis wesenbergii* och *Anabena* sp. bidrar, se figur 7 och bilaga 4. Cyanobakterierna fortsätter att dominera biomassan i oktober med en kraftig höstblomning av *Aphanizomenon* sp. Släktet *Microcystis* som har dominerat cyanobakterierna i Vallentunasjön under slutet 1900-talet (Brunberg 1993), har saknats nästan helt under somrarna 2007-2009, men utgör alltså en mindre andel av cyanobakteriebiomassan sommaren 2010. *Microcystis* hade tidigare år en central roll i den uttalade frigörelsen av fosfor från sedimenten. Nu utgör *Microcystis* en liten andel av cyanobakteriesamhället i vattenmassan, men mönstret med transport av fosfor från sedimenten till vattenmassan sommartid består. Är det fortfarande *Microcystis* som står för transporten, eller har andra arter samma funktion och är nu mer betydande i detta sammanhang?



Figur 6. Växtplanktonbiomassor i Vallentunasjön.

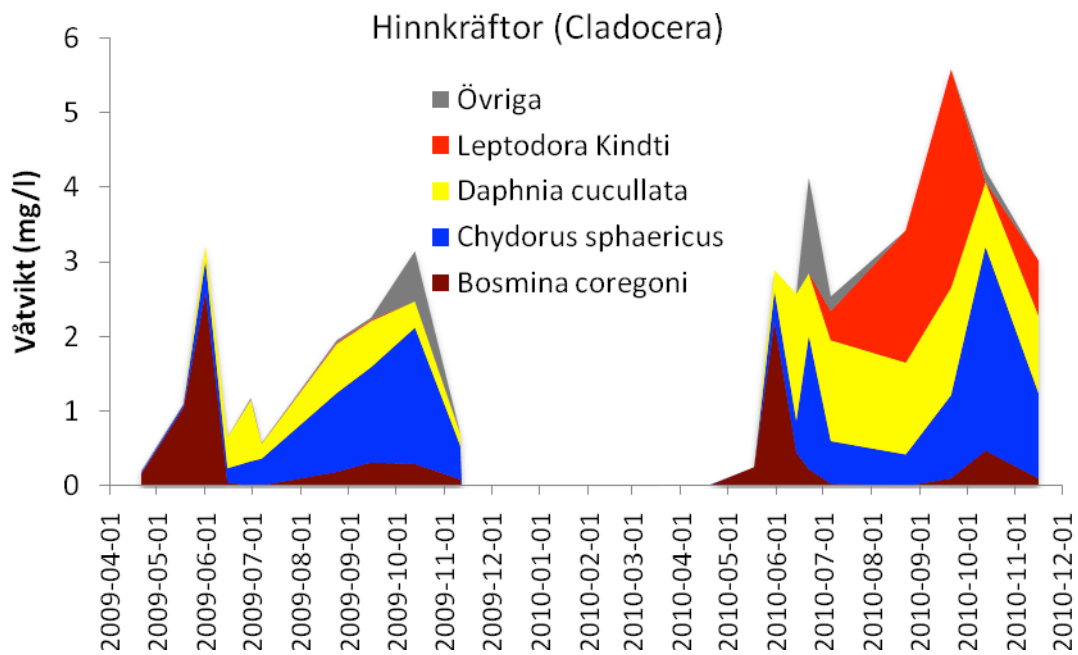
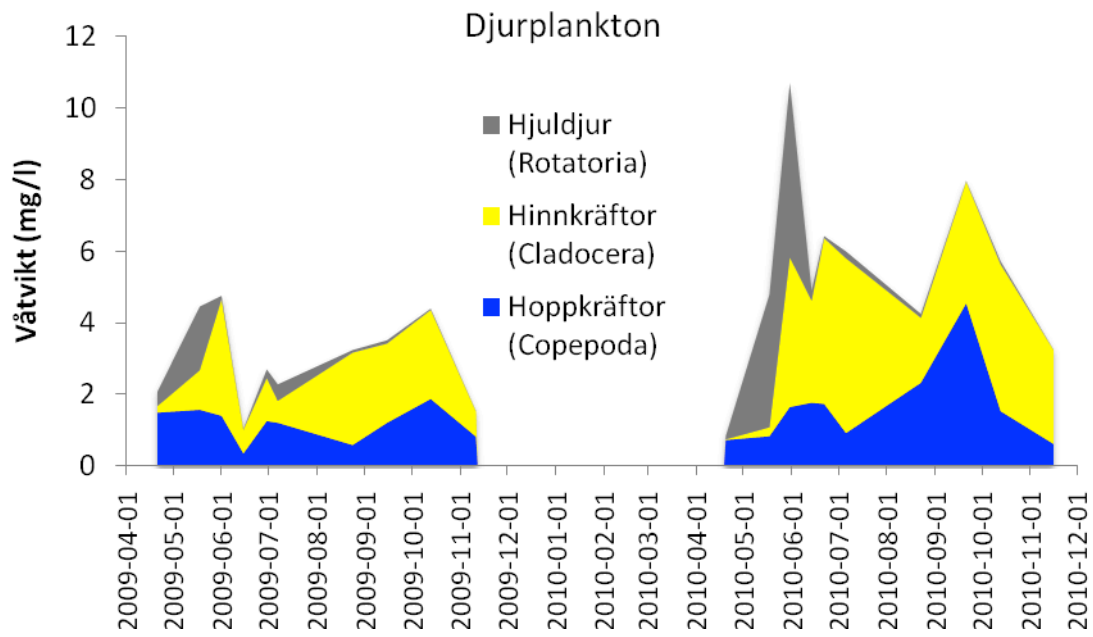


Figur 7. Cyanobakteriebiomassor i Vallentunasjön.

Djurplankton

De små hjuldjuren uppvisar en högre täthet under en kort period i slutet på maj 2010, figur 8. Hjuldjuren betas ned av hopp- och hinnkräftor. Hoppkräftorna håller en relativt jämn biomassa, medan hinnkräftornas biomassa är mer variabel över sommaren. Sommaren inleds med att *Bosmina* dominerar hinnkräftorna. Sedan följer *Daphnia* och *Chydorus*, se figur 8.

Det som utmärker djurplanktonsamhället 2010 är närvaron av en stor hinnkräfta, *Leptodora*, som inte noterades 2009. Den är på grund av sin storlek (ett par tre mm) ett begärligt byte för fisk, och dess närvaro skulle kunna indikera ett minskat betningstryck.



Figur 8. Djurplankton (övre) och hinnkräftor (under) i Vallentunasjön 2009 & 2010.

Trålningen 2010

Trålningen pågick i en första period från mitten på maj till mitten på juli. Efter en månads uppehåll i fisket, på grund av för hög vattentemperatur för att rovfisken skulle klara att returneras i god kondition, fortsatte trålningen i mitten på augusti och varade november ut. Sammanlagd fångades närmare 50 ton karpfisk, framförallt mört och braxen. Uppskattningsvis håller Vallentunasjön mellan 150 och 200 ton karpfisk, och en 80-procentig reduktion av denna mängd anses behövas för att ett skifte till klarare vatten ska ske. Trålning utmed mjuka bottenar grumlar upp partiklar och lösta näringsämnen. Om den sker i sådan omfattning att påverkar exempelvis siktdjupsmätningarna är dock oklart.

Mellanårsvariationer i väderförhållanden gör att sjöekosystemen utvecklas olika år från år, vilket gör att effekterna av en manipulation såsom trålning kan vara svåra att se initialt. Det går inte att se någon ökning i siktdjup, eller minskning i halter av näringsämnen eller växtplankton; dynamiken i dessa parametrar avviker inte från 2009. Eventuellt kan en ökning av hinnkräftor skönjas, se figur 9. Närvaron av den stora hinnkräftan *Leptodora* sommaren 2010 kan ses som en indikation på att trålningen gett effekt. *Leptodora* är dock ett rovdjur som lever på andra djurplankton och bidrar inte i sig till ökat siktdjup.

Referenser

Blomqvist, P., 2001. A proposed standard method for composite sampling of water chemistry and plankton analyses in small lakes. *Environmental and Ecological Statistics*. 8: 121-134.

Brunberg, A-K., 1993. *Microcystis* in lake sediment. Its potential role in phosphorus exchange between sediment and lake water. Doktorsavhandling Uppsala Universitet.

Rydin, E., Arvidsson, M., Gustavsson, A. 2010. Vallentunasjön 2008-2009. Vattenkemi, plankton och undervattensvegetation. Naturvatten i Roslagen AB Rapport 2010:2

Bilaga 1. Näringsämnen i tilloppen och utloppet

Provtagnings datum	Inlopp 1					Inlopp 2					Utlopp				
	Fosfat- P	Total-P	Nitrit + Nitrat-N	Ammon- ium-N	Total-N	Fosfat- P	Total-P	Nitrit + Nitrat-N	Ammon- ium-N	Total-N	Fosfat- P	Total-P	Nitrit + Nitrat-N	Ammon- ium-N	Total-N
	(µg/l)														
2007-09-26	10	79	560	99	1000	25	70	580	27	990	9	48	20	84	970
2007-10-15	28	65	470	72	910	44	78	390	<10	800	<5	42	21	64	1100
2007-10-30	57	72	440	72	940	48	66	570	14	960	<5	32	48	130	1000
2007-11-13	35	110	1300	250	2000	34	72	1000	53	1500	<5	34	44	100	980
2007-12-10	21	110	1400	58	2100	32	97	1900	53	2300	<5	36	190	220	1100
2008-01-15	57	110	1600	28	2400	35	59	2500	22	3000	<5	21	210	180	1100
2008-02-20	10	57	720	200	1700	16	53	2000	29	2400	6	31	400	190	1400
2008-03-04	<5	100	690	67	1700	<5	95	2200	40	3000	8	39	500	140	1500
2008-03-18	<5	75	640	46	1500	22	67	1700	21	2300	<5	37	430	65	1300
2008-04-08	20	110	550	19	1500	6	38	1200	15	2000	<5	41	330	34	1300
2008-04-14	56	280	760	110	2200	15	54	1400	11	2300	<5	37	260	15	1200
2008-04-22	17	76	740	16	1500	10	39	1300	10	2000	<5	50	77	21	1200
2008-05-13	19	62		19	1200	26	67		31	1800	<5	54	<5	<10	1000
2008-06-03	34	73	530	140	1400	61	100	1200	160	2000	<5	50	<5	20	1100
2008-06-11	260	530	270	240	2800	44	98	920	70	1800	5	110	12	190	1500
2008-06-24	24	90	410	52	990	36	85	750	61	1500	<5	66	12	80	1400
2008-07-07	10	120	140	67	1400	37	80	770	15	1300	<5	69	6	63	1200
2008-07-28	19	74	83	12	1100	18	110	410	<10	1000	24	95	12	33	1400
2008-10-01	32	100	490	38	1200	19	52	820	820	1300	<5	33	10	89	1000
2008-10-21	29	60	540	30	1300	28	44	1000	31	1500	<5	36	29	120	1200
2008-11-18	11	67	540	100	1800	36	67	1600	40	2700	8	41	140	190	1400
2008-11-25	30	59	1500	56	2300	17	64	930	83	2000	<5	30	140	250	1200
2008-12-02	38	150	1200	54	2200	25	64	1700	33	2900	<5	31	120	190	1200
2008-12-15	13	67	700	120	1900	21	56	1800	31	3000	7	27	250	230	1400
2009-01-13	29	64	650	330	1700	31	65	1000	140	1900	<7	34	290	220	1500
2009-02-10	13	56	350	1000	2100	38	52	1400	100	2100	<3	26	350	160	1300
2009-02-24	55	86	740	190	1700	51	67	1400	75	1800	3	31	400	89	1400
2009-03-16	35	86	280	860	2100	62	120	960	110	1800	<3	36	300	160	1000
2009-03-31	81	170	800	85	1700	57	120	1300	97	2000	3	33	370	130	1300
2009-04-07	37	83	560	70	1400	21	55	1300	34	1900	<3	30	260	130	1100
2009-04-21	82	210	620	130	1700	18	52	970	10	1600	<3	48	240	75	1200
2009-04-29	<3	76	180	18	1300	21	53	730	15	1500	<3	63	110	33	1300
2009-05-18	41	71	1100	110	1700	27	65	790	29	1400	<3	45	<5	28	960
2009-05-25	130	210	1100	940	2700	29	75	620	37	1300	<3	49	6	72	1000
2009-06-01	56	95	820	120	1600	46	86	620	120	1400	<3	58	11	94	1200
2009-06-15	140	280	4700	67	6200	43	100	2100	32	2900	<3	60	53	80	1200
2009-07-07	5	72	300	<10	1300	45	87	880	71	1500	<3	65	<5	53	1200
2009-08-11	5	89	100	<10	1400	55	82	700	48	1200	<3	69	<5	<10	1300
2009-09-15	70	100	700	63	1200	46	70	530	27	1100	<3	78	<5	21	1500
2009-10-13	43	150	440	13	1700	32	61	790	17	1300	<3	82	<5	<10	1600
2009-10-27	48	84	490	<10	1000	40	82	550	28	1200	<3	59	12	120	1300
2009-11-10	54	100	860	35	1900	45	68	1200	92	2000	4	85	46	250	1700
2009-11-24	85	180	1100	47	2200	48	90	1800	44	2600	<3	61	94	300	1600
2009-12-08	80	150	1000	98	2000	45	86	1500	73	2100	4	70	130	370	1500
2009-12-21	6	73	240	560	1800	40	59	1300	82	2000	<3	42	120	440	1500
2010-01-12	6	67	250	1100	2200	39	60	1400	120	2000	<3	33	160	490	1400
2010-02-17	40	74	140	1400	2100	32	44	1100	100	1600	<3	28	150	590	1500
2010-03-09	62	100	55	1500	2100	20	35	840	54	1500	4	27	130	660	1400
2010-03-15	69	110	74	1600	2200	25	49	910	86	1600	6	26	170	690	1500
2010-04-06	52	120	1300	560	2500	26	67	2700	54	2900	<3	35	260	620	1700
2010-04-14	10	61	720	740	2200	20	52	2100	16	2300	29	43	540	170	1500
2010-04-20	5	50	840	230	1800	17	46	1400	11	1800	<3	44	400	340	1600
2010-05-18	13	78	510	79	1700	28	66	720	36	1400	3	53	14	20	1100
2010-05-31	39	78	710	56	1400	37	79	790	49	1500	3	59	<5	29	1100
2010-06-08	21	42	590	44	1200	48	83	740	83	1500	4	95	18	220	1400
2010-06-15	40	68	1500	100	2100	46	77	680	66	1300	<3	62	12	59	1100
2010-07-15	9	110	17	<10	1500	71	110	520	50	1300	5	99	<5	<10	1500
2010-08-09	47	200	720	26	1500	40	72	1300	35	2000	<3	100	<5	<10	1700
2010-09-21	50	120	870	<10	1700	34	75	590	<10	1200	<3	69	<5	38	1200
2010-10-13	<3	55	180	<10	1100	36	62	640	<10	1200	<3	67	<5	<10	1200
2010-10-25	17	110	450	28	1400	27	60	750	<10	1300	<3	65	7	54	1200
2010-11-16	61	180	1100	29	3000	49	100	1400	12	2200	5	55	51	160	1300
2010-11-30	6	86	480	410	1900	31	50	1200	54	1900	<3	41	66	220	1200
2010-12-14	14	67	190	870	2000	17	57	1100	90	1600	<3	35	71	250	1100

Bilaga 2. Vattenflöden och näringsämnestransporter i de två stora inflödena och utflödet

	Månadsmedelflöden (m ³ /s)			Fosfat-P (kg/månad)			Total-P (kg/månad)		
	<i>In 1</i>	<i>In 2</i>	<i>ut</i>	<i>In 1</i>	<i>In 2</i>	<i>ut</i>	<i>In 1</i>	<i>In 2</i>	<i>ut</i>
sep-09	0,03	0,033	0,059	5	4	0	8	6	12
okt-09	0,087	0,096	0,123	8	7	0	25	13	19
nov-09	0,155	0,173	0,23	28	21	2	57	37	44
dec-09	0,075	0,083	0,287	15	10	3	30	19	47
jan-10	0,012	0,014	0,252	1	1	1	3	2	24
feb-10	0,009	0,01	0,204	1	1	1	2	1	14
mar-10	0,064	0,076	0,37	12	6	4	22	13	29
apr-10	0,45	0,501	0,891	37	29	19	104	75	92
maj-10	0,072	0,079	0,44	3	6	3	14	13	62
jun-10	0,031	0,035	0,215	3	4	2	5	7	47
jul-10	0,013	0,014	0,08	1	2	1	4	4	21
aug-10	0,088	0,097	0,183	11	11	1	43	19	47
Summa				124	102	36	317	210	458

	Nitrat-N (kg/månad)			Ammonium-N (kg/månad)			Total-N (kg/månad)		
	<i>In 1</i>	<i>In 2</i>	<i>ut</i>	<i>In 1</i>	<i>In 2</i>	<i>ut</i>	<i>In 1</i>	<i>In 2</i>	<i>ut</i>
sep-09	47	49	0	4	2	3	47	49	0
okt-09	85	144	1	3	4	6	85	144	1
nov-09	399	655	42	16	29	166	399	655	42
dec-09	200	337	100	37	16	297	200	337	100
jan-10	11	50	104	36	4	332	11	50	104
feb-10	3	28	75	30	3	287	3	28	75
mar-10	116	381	184	220	16	652	116	381	184
apr-10	1157	2814	822	659	48	938	1157	2814	822
maj-10	124	203	136	24	7	129	124	203	136
jun-10	76	63	8	5	7	80	76	63	8
jul-10	9	27	0	0	2	1	9	27	0
aug-10	168	313	0	5	8	3	168	313	0
Summa	2395	5065	1472	1040	146	2894	2395	5065	1472

Bilaga 3. Analysresultat vattenkemi: Temperatur och syrgas från station "VA2"

Datum	Djup (m)	T (°C)	Syrgas (mg/l)	Mättnad (%)	Datum	Djup (m)	T (°C)	Syrgas (mg/l)	Mättnad (%)
2010-01-12	0	0,1	13,5	91	2010-07-20	0	23,2	9,7	112
	1	0,3	13,3	90		1	23,3	9,6	112
	2	1	10,8	76		2	23,3	9,5	111
	3	2,1	5,5	39		3	23,2	9,5	110
	4	3,1	2	15		4	23,1	4,3	50
2010-02-17	0	0,4	10,3	71	2010-08-04	0	19,4	9,3	102
	1	0,7	10	70		1	19,4	9,2	101
	2	2	3,5	26		2	19,4	9	99
	3	3,2	1,1	8,4		3	19,4	8,9	97
	4	3,8	0,9	7		4	19,3	5,4	57
2010-03-15	0	0,4	8	56	2010-08-09	0	20,9	9,5	106
	1	0,9	7,8	56		1	20,7	9,3	104
	2	2	2,4	18		2	20,6	9	101
	3	2,9	0,4	3,3		3	20,5	8,7	97
	4	3,5	0,3	2,2		4	19,8	5,7	63
2010-04-20	0	6,6	12,3	101	2010-08-23	0	20,7	11,3	128
	1	6,6	12,2	100		1	20,4	11,4	128
	2	6,6	12,1	99		2	20,3	11,3	126
	3	6,5	12,1	99		3	20,2	11,1	124
	4	6,4	11,6	95		4	19,7	5,4	60
2010-05-03	0	11,1	12,6	114	2010-09-07	0	14	11,1	106
	1	10,7	12,7	114		1	13,9	11	105
	2	10,6	12,5	112		2	13,8	10,7	102
	3	10,5	12,4	111		3	13,7	10,5	99
	4	10,4	11,9	106		4	13,1	10,4	98
2010-05-18	0	15,1	14,2	140	2010-09-21	0	13,5	8,9	87
	1	14,9	14,2	140		1	13,4	8,9	86
	2	14,8	14,2	140		2	13,4	8,8	86
	3	14,7	14	138		3	13,3	8,6	83
	4	12,5	7,2	68		4	13,3	8,4	81
2010-05-31	0	18,1	11,2	118	2010-10-13	0	7,9	11,8	99
	1	17,8	11,1	116		1	7,9	11,7	99
	2	16,7	8,9	91		2	7,9	11,7	98
	3	16,2	8	81		3	7,9	11,6	97
	4	15,9	5,1	52		4	7,9	11,5	97
2010-06-08	0	18,2	8,5	90	2010-10-25	0	3,8	12,7	97
	1	18,2	8,4	89		1	3,7	12,7	97
	2	18,2	8,2	88		2	3,6	12,6	96
	3	18,2	8,1	86		3	3,6	12,6	96
	4	17,8	4,1	44		4	3,6	12,4	94
2010-06-14	0	16,9	9,3	95	2010-11-16	0	2,3	12,2	88
	1	17	9,1	94		1	2,2	12,1	87
	2	17	9	93		2	2,2	12,1	87
	3	17	9	92		3	2,2	12,1	87
	4	17	8,8	90		4	2,3	11,8	85
2010-06-22	0	18,5	10,9	116	2010-12-14	0	0,1	13,2	90
	1	17,9	10,7	112		1	0,2	13,1	89
	2	17,7	9,9	100		2	0,8	12	83
	3	17,6	9,3	97		3	1,7	4,9	35
	4	17,5	8,8	92		4	3	0,8	5,7
2010-07-06	0	22,6	10,3	119					
	1	22,7	10,2	118					
	2	22,6	9,8	113					
	3	22,3	8,2	95					
	4	21,5	1	10					

Bilaga 3. Analysresultat vattenkemi: Siktdjup, partikulärt material, näringsämnen och klorofyll a.

Datum	Siktdjup	Suspenderat material	Glödning sförlust	Fosfat-P	Total-P	Nitrit + Nitrat-N	Ammonium m-N	Total-N	Klorofyll
	m	mg/l					µg/l		
2007-08-06	0,6	20	16	5	97	<5	<10	2700	35,4
2007-08-21	0,9	23	19	16	84	<5	<10	980	24,3
2007-08-28				10	58	<5	10	1600	38,3
2007-09-18	0,9	11	7,5	<5	61	<5	<10	1200	31
2007-09-26		14	10	6	60	<5	<10	1300	29,4
2007-10-15		9,5	7,5	<5	50	<5	<10	1100	25
2007-10-30	1,2			<5	25	<5	30	990	25,7
2007-11-13	1,3			<5	31	26	97	970	20,8
2007-12-10		7,2	4,6	<5	35	110	230	1000	21,5
2008-03-04	1,3	7,6	3	<5	38	390	160	1400	19
2008-04-14	1,3	11	7,5	<5	37	240	<10	1300	31,1
2008-04-22	1,1	15	9,2	<5	45	82	<10	1200	41,6
2008-05-13	0,9	15	9,1	<5	45	<5	<10	1000	19,7
2008-06-03	1	10	6,3	<5	55	<5	15	1100	15,7
2008-06-11		22	11	<5	89	<5	120	1400	33,6
2008-06-24	0,9			<5	88	<5	<10	1400	48,2
2008-07-01	0,8	15	9	5	71	<5	<10	1200	33,5
2008-07-07	0,8	21	15	<5	98	<5	<10	1300	29,2
2008-07-28	0,6	28	14	11	86	<5	15	1300	23,7
2008-10-01	1	12	9,2	<5	43	<5	<10	1200	30,3
2008-10-21	1,1	10	7,4	<5	48	8	69	1200	37
2008-11-18	1,4	10	5,8	<5	37	79	180	1400	37,9
2008-12-15	1,2	12	4,4	<5	36	250	240	1500	33,6
2009-01-13	1,8	7,5	2,7	7	34	250	350	1500	28,3
2009-02-10	1,9	6	2,5	<5	35	400	300	1600	21,1
2009-03-16	2	8,8	3,4	4	44	300	390	1500	16,3
2009-04-21	1,3	9,3	4,5	<3	44	220	67	1200	29,8
2009-05-18	1,1	15	8,7	<3	71	<5	<10	1000	18,5
2009-05-25	0,9	12	7,3	<3	110	<5	43	1100	9,78
2009-06-01	0,8	13	7,6	<3	61	<5	39	1200	14,1
2009-06-15	1,2	13	7,3	<3	69	26	130	1300	28,4
2009-06-30	0,9	17	11	<3	61	<5	<10	1200	17,4
2009-07-07	0,7			<3	67	<5	<10	1200	28,6
2009-08-03	0,9	17	15	<3	66	<5	<10	1400	36,1
2009-08-11	0,9	20	16	<3	71	<5	<10	1400	34,4
2009-08-24	0,6	25	19	<3	75	<5	<10	1500	49,9
2009-09-15	0,6	24	18	<3	84	<5	<10	1600	52,4
2009-09-30	0,8	22	16	<3	84	<5	<10	1700	48,7
2009-10-14	0,8	17	12	<3	75	<5	<10	1600	38
2009-10-27	0,8	13	9	3	100	12	110	1400	32,6
2009-11-10	1,2	11	8,6	<3	67	35	220	1500	28,3
2009-12-08	1,4	10	6,1	<3	50	110	380	1500	30,8
2010-01-12	1,2	7,3	4	3	40	160	590	1700	23,3
2010-02-17	1,5	4,7	<2,5	4	36	140	930	1800	6,5
2010-03-15	1,7	3,8	<2,5	19	42	150	1100	1800	2,5
2010-04-20	1,7	9,2	2,8	<3	52	450	480	1700	22,9
2010-05-03	1,6	8,2	6	<3	55	420	170	1500	31,2
2010-05-18	1,3	12	7,7	5	47	<5	<10	1100	32,1
2010-05-31	1,1	12	8,7	<3	55	<5	<10	1100	21,9
2010-06-08	0,8	15	9,2	<3	62	<5	12	1100	18,5
2010-06-15	0,9	16	11	<3	64	<5	<10	1200	27,8
2010-06-22	0,9	16	12	4	70	<5	<10	1200	29,4
2010-07-06	0,8	19	13	5	96	<5	<10	1200	30,6
2010-07-15	0,55	28	20	5	94	<5	<10	1500	42,4
2010-07-20	0,6	27	19	3	100	<5	<10	1800	57,5
2010-08-04	0,6	22	21	<3	99	<5	<10	1700	49,9
2010-08-09	0,7	27	22	<3	100	<5	<10	1700	51,4
2010-08-23	0,6	26	19	9	93	<5	<10	1600	45,1
2010-09-07	0,9	21	17	<3	79	<5	<10	1500	44,2
2010-09-21	0,8	20	15	<3	78	5	<10	1400	52,2
2010-10-13	0,8	17	13	<3	75	<5	<10	1200	53,7
2010-10-25	1,1	31	22	<3	61	<5	29	1200	45,2
2010-11-16	1,2	12	7,2	3	52	38	140	1300	42,0
2010-12-14	1,2	8	4,4	13	49	77	390	1400	25,5

Bilaga 4. Växtplanktonbiomassor

Taxon	TaxPos	2010-04-20	2010-05-18	2010-05-31	2010-06-14	2010-06-22	2010-07-06	2010-08-23	2010-09-21	2010-10-13	2010-11-16
-	-	Vätvikt [mg/m ³]									
Cyanophyta											
Aphanocapsa sp små	Chroococcales	45	364	468	783	2946	2177	5423	3286	4474	3865
Aphanothece sp	Chroococcales		2		1						
Chroococcales enstaka små runda	Chroococcales					45					3
Chroococcales kol avl	Chroococcales					47					
Chroococcales kol runda medium	Chroococcales						2269				
Chroococcales kol små runda	Chroococcales				143	365	78	463	233	344	3
Coelosphaerium sp	Chroococcales				388	449					
Merismopedia cf warmingiana	Chroococcales									8	
Merismopedia punctata	Chroococcales						12				
Merismopedia sp	Chroococcales							12			
Microcystis wesenbergii	Chroococcales					1215	20	1551	23	121	
Snowella sp	Chroococcales	9		142					6	67	47
cf Cylindrospermopsis raciborskii?	Cyanophyceae							2878	4422		
Oscillatoriales	Cyanophyceae										49
Anabaena sp	Nostocales									18	
Anabaena sp rak	Nostocales	16					70	1987	832	96	13
Aphanizomenon sp enskild	Nostocales		24			9	440	819	3444	17024	5049
Aphanizomenon sp gracile	Nostocales							1680			
Aphanizomenon sp vilcell	Nostocales							56	245		
cf Limnothrix	Oscillatoriales		80					221	332		
Planktolingbya sp	Oscillatoriales		92	703	2034	1566	3981	8078	3043	5789	2754
Planktothrix sp	Oscillatoriales							418		437	
Pseudanabena cf limnetica	Oscillatoriales					9					
Pseudanabaena sp	Oscillatoriales			38		41	18	67	25	27	4
Pseudanabaena sp limnetica	Oscillatoriales								459		
Chrysophyta											
cf Chrysochromulina sp	Chrysophyceae	197	1557	1727	310						
cf Chrysococcus	Chrysophyceae						71				
cf Mallomonas sp	Chrysophyceae			1943	3925					18	
cf Synura sp	Chrysophyceae			61							
Chrysochromulina sp	Chrysophyceae					80	53	231	222	28	97
Chrysoflagellat <7	Chrysophyceae	15	27	290	41	46	8	31	104	232	51
Chrysoflagellat >7	Chrysophyceae	1559	321	1886	873	310		308			
Chrysophyceae oid avl	Chrysophyceae	22								21	
Chrysophyceae oid ovala	Chrysophyceae										83
Dinobryon sp	Chrysophyceae		128		16	31					
Mallomonas sp	Chrysophyceae					18		62	1770		
Cryptophyta											
Chroomonas	Cryptophyceae	167									
Cryptomonad	Cryptophyceae						284				
Cryptomonad oval	Cryptophyceae	65									
Cryptomonas sp > 35	Cryptophyceae	465	178								
Cryptomonas sp 25-30	Cryptophyceae	208	912	539					30		
Cryptomonas sp 30-35	Cryptophyceae	991	139								
Cryptomonas sp 10-15	Cryptophyceae	252	205					534	301	159	93
Cryptomonas sp 15-20	Cryptophyceae	157	130				251	262	118		
Cryptomonas sp 20-25	Cryptophyceae	525	1554		309	45	186	558	839	15	72
Cryptomonas sp 5-10	Cryptophyceae	14	19							38	
Katablepharis ovalis	Cryptophyceae							19	10	10	97
Rhodomonas minuta	Cryptophyceae	221	57	32							
Dinophyta											
Ceratium hirundinella	Dinophyceae								442		
Gymnodinium sp	Dinophyceae							222	501		
Gymnodinium sp liten	Dinophyceae	0									
Gymnodinium sp stor	Dinophyceae					11	20	252			
Peridinium sp liten	Dinophyceae									185	
Peridinium sp medium	Dinophyceae	227						1135	426		

Peridinium sp stor	Dinophyceae	808	5781		891	2852				
Euglenophyta										
Euglenales liten	Euglenophyceae		71							
Euglena sp medium	Euglenophyceae								75	
Phacus sp	Euglenophyceae								96	
Bacillariophyta										
Aulacoseira granulata	Centrales		44	3839	3745		74	299		
Aulacoseira sp	Centrales	1626			3830	3812	225	111	304	50
Centrales 0-5	Centrales	68	67	37	49	33	27	28		
Centrales 10-15	Centrales									280
Centrales 15-20	Centrales						12			
Centrales 20-25	Centrales									69
Centrales 5-10	Centrales	1	12	24	17	50	120	90	18	
Asterionella formosa	Pennales	31		4	2029	16	13	180	334	367
Fragilaria berolinensis	Pennales	15	223	32	21	111	111	71	50	
Fragilaria cf capucina	Pennales									26
Fragilaria cf ulna	Pennales				2446	169	1125	7927		
Fragilaria sp kort	Pennales	41	170	335			324		97	
Fragilaria sp lång	Pennales		1032						776	2593
Fragilaria sp medium	Pennales	120		652	275	382	720			1198
Gyrosigma	Pennales	837								
Tabellaria cf fenestrata	Pennales									297
Chlorophyta/Chlorophyceae										
Actinastrum cf hantzschii	Chlorococcales				40		5			
Ankistrodesmus fusiformis	Chlorococcales						93	3	19	23
cf Oocystis solitaria	Chlorococcales					146				
Coelastrum sp	Chlorococcales								12	
Crucigenia sp	Chlorococcales			203	610			228	16	
Crucigenia tetrapedia	Chlorococcales					135			11	75
Golenkinia cf paucispina	Chlorococcales	6								
Keratococcus/Monoraphidium	Chlorococcales					9	9		10	6
Kirchneriella sp	Chlorococcales								3	
Monoraphidium cf contortum	Chlorococcales		3				18			
Oocystis sp	Chlorococcales		1097	44	204		1418	285	4	
Pediastrum boryanum	Chlorococcales					4049		1141	157	131
Pediastrum cf boryanum	Chlorococcales	33	2026	3388						
Pediastrum duplex	Chlorococcales	705			1368			122		
Pediastrum sp	Chlorococcales								189	47
Pediastrum tetras	Chlorococcales	34	0	932	4	45	90	45	11	2
Scenedesmus acuminatus	Chlorococcales				11	11	11	13	11	
Scenedesmus cf linearis 4 celler	Chlorococcales							3		
Scenedesmus cf linearis 16 celler	Chlorococcales			6						
Scenedesmus ecornis	Chlorococcales			4						
Scenedesmus sp 2 celler	Chlorococcales			38	67		67	25		23
Scenedesmus sp 4 celler	Chlorococcales	34	53	162	270	118	118	606	35	70
Scenedesmus sp 8 celler	Chlorococcales	1		2		4	2			
Selenastrum sp	Chlorococcales	120		16	166	3	2	154		3
Sphaerocystis schroeteri	Chlorococcales			377						
Tetraedron caudatum	Chlorococcales			54					32	
Tetraedron minimum	Chlorococcales			24	1	114	9	21	20	2
Tetrastrum staurogeniaeforme	Chlorococcales	6		46	45	179	45	1		
Treubaria setigera	Chlorococcales					71		40		
Chlorococcales avl enstaka	Chlorophyceae		0		104	147		639		
Chlorococcales avl kol små	Chlorophyceae	12		31		53				41
Chlorococcales avl kol stora	Chlorophyceae								114	
Chlorococcales avl med. kol	Chlorophyceae								48	
Chlorococcales enstaka runda små	Chlorophyceae		27	26		79		52	28	14
Chlorococcales enstaka stora runda	Chlorophyceae		107	211		349			182	
Chlorococcales filament	Chlorophyceae								219	70
Chlorococcales kol små runda	Chlorophyceae		62	270	53	242				111
Chlorococcales kol stora runda	Chlorophyceae		963							
Chlorococcales runda med. enstaka	Chlorophyceae	67			45		481			
Chlorococcales runda kol medium	Chlorophyceae								140	
Koliella/Monoraphidium "C"	Chlorophyceae					190				
Koliella/Monoraphidium "C" långa smala	Chlorophyceae									11
Koliella/Monoraphidium "C" smala	Chlorophyceae								5	
Koliella/Monoraphidium "raka"	Chlorophyceae					169				

Koliella/Monoraphidium raka, långa	Chlorophyceae	1					351	22	367	83	
Monoraphidium/Koliella "S"	Chlorophyceae								0		
Chlamydomonas sp	Volvocales	16	27	26							
Volvocales	Volvocales	26									
Elakatothrix sp	Ulotrichales						9	10	7		
Conjugatophyceae											
cf Mougeotia	Conjugatophyceae							17			
cf Spondylosium	Conjugatophyceae				365				8		
Closterium acutum	Conjugatophyceae	21	162						36	17	
Closterium sp lång	Conjugatophyceae	440									
Closterium sp medium	Conjugatophyceae								233	2	
Cosmarium sp	Conjugatophyceae					227	75	75	85	158	
Staurastrum sp	Conjugatophyceae		11			6		3		1	
Staurodesmus sp	Conjugatophyceae			444	17						
Oidentifierade taxa											
Oid avlång medium	Oid								124		
Oid liten enstaka oval	Oid								70	70	
Oid stor rund enstaka	Oid									182	
Group											
Cyanophyta (Blågrönaalger)		70	561	1351	3350	6690	9065	23654	16350	28406	11787
Chrysophyta (Guldalger)		1793	2034	5906	5165	485	132	633	2095	299	230
Cryptophyta (Rekylalger)		3065	3195	571	309	45	721	1373	1299	221	262
Dinophyta (Pansarflagellater)		1034	5781			903	2872	1608	1368	185	
Euglenophyta (Ögonalger)			71							171	
Bacillariophyta (Kiselalger)		1045	3131	1098	4211	12137	4572	2751	8706	1578	4879
Chlorophyta, Chlorophyceae (Grönalger)		162	2088	4641	4397	2987	6314	2529	3409	1641	713
Chlorophyta, Conjugatophyceae (Konjugater)			461	173	809	250	75	78	102	436	19
Oidentifierade taxa										194	252
Total		7169	17322	13740	18241	23497	23751	32625	33330	33131	18144
Group											
							Andel (%)				
Cyanophyta (Blågrönaalger)		1	3	10	18	28	38	73	49	86	65
Chrysophyta (Guldalger)		25	12	43	28	2	1	2	6	1	1
Cryptophyta (Rekylalger)		43	18	4	2	0	3	4	4	1	1
Dinophyta (Pansarflagellater)		14	33			4	12	5	4	1	
Euglenophyta (Ögonalger)			0							1	
Bacillariophyta (Kiselalger)		15	18	8	23	52	19	8	26	5	27
Chlorophyta, Chlorophyceae (Grönalger)		2	12	34	24	13	27	8	10	5	4
Chlorophyta, Conjugatophyceae (Konjugater)			3	1	4	1	0	0	0	1	0
Oidentifierade taxa										1	1
Summa		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Bilaga 6. Provtagningsstationernas placering.

