

Vattenkemi och plankton i Tåkern 2011 och 2012 –
utvecklingen under sommarhalvåret och jämförelser med tidigare år

Rapport till Tåkernfonden

Anders Hargeby



Mars 2013

Sammanfattning

Tåkernfonden har sedan 2001 bekostat provtagningar och analys av vattenkemi och plankton i Tåkern under sommarhalvåret. I denna rapport redovisas resultaten av analyser av vattenkemi och plankton 2011 och 2012 och sätts i relation till tidigare år. För att kunna jämföra med förväntade halter i Tåkern användes nationella referensvärden. Eftersom Tåkern under de två tidigare åren visat tecken på mer näringsrika, eutrofa, förhållanden var det speciellt intressant att följa utvecklingen av fosforhalt växtplankton. Resultaten av provtagningarna under 2011 och 2012 visar att fosforhalten var lägre än tidigare år, i genomsnitt 33 ug per liter, att jämföra med 44 och 52 ug per liter åren 2009 och 2010. Även halten av klorofyll a var lägre. År 2012 var detta mått på växtplanktonbiomassa till och med bland de lägsta sedan mätningarna i sjön påbörjades 2001. Liknande resultat gav volymsbestämning av växtplankton, som ger ett säkrare och mer detaljerat mått på biomassan av växtplankton. För 2012 noterades ett medelvärde på 1,4 mm³ per liter, vilket är bland de lägsta nivåer som uppmätts i tidserien. Om klassning av ekologisk status används som referens för fosforhalt och växtplankton motsvarar de två senaste åren Måttlig (totalfosfor) och gränsande till God (växtplankton) status. Sammantaget visar resultaten från analyser av vattenkemi och växtplankton att näringsnivån i Tåkern har minskat och i flera avseenden återgått till den situation som rådde åren 2001-2006.

Bakgrund och syfte

Grunda, näringsrika sjöar som Tåkern har visats ha två strukturella stadier, det ena kännetecknat av riklig undervattensvegetation och klart vatten, det andra av grumligt vatten och sparsam undervattensvegetation. Klarvattenstadiet är det mest gynnsamma för sjöfåglar liksom för biologisk mångfald vad gäller andra skyddsvärda organismer, som undervattensväxter, evertetrater etc. Ur naturvårdssynpunkt är det därför viktigt att förstå orsaker till svängningarna, för att kunna påverka utvecklingen i riktning mot ett långsiktigt bevarande av klarvattenstadiet i Tåkern. Sedan början av 2000-talet har Tåkern befunnit sig i ett klarvattenstadium, efter en kortare period med grumligt vatten och gles undervattensvegetation åren 1995-1999. För att följa utvecklingen och få ökad kunskap om orsakssambanden har Tåkernfonden sedan 2001 bekostat vattenprovtagningar en gång i månaden under sommarhalvåret för att dokumentera utvecklingen av vattenkemi och plankton i sjön. I denna rapport redovisas utvecklingen under sommarhalvåret 2011 och 2012 och den långtidsmässiga utvecklingen åren 2001-2012.

Vid jämförelserna med tidigare år läggs speciell vikt vid åren 2009 och 2010. Under dessa två år var nämligen vattnet grumligt och halten av fosfor ovanligt hög. Medelvärdet för totalfosfor under maj-oktober 2010 var 52 ug/l, vilket är det högsta årsmedelvärdet sedan mätseriens start 2001. Året innan noterades stora (hektar) flytande mattor av trådalger, främst grönslick, *Cladophora* sp. Det fanns även andra biologiska indikationer på höga närsaltshalter dessa båda år. Exempelvis var biomassan av växtplankton ovanligt hög och växtplanktonsamhället dominerades av blågrönbakterier. Tillsammans tydde dessa indikationer på att det fanns en risk för en långvarig försämring av förutsättningarna för fågellivet i den öppna sjön.

Material och metoder

Liksom tidigare år togs vattenprover med en 35 mm diameters rörhämtare utanför fågeltornet vid Glänås en gång per månad under perioden maj-oktober (Gezelius 2006). Förutom prover för vattenkemi och plankton vid Glänås (RAK 646858:144191) togs i juli varje år ett kompletterande prov utanför Renstad (RAK 646851:143958). Provpunkternas läge följer inte koordinaterna exakt, eftersom prover inte bör tas i tät undervattensvegetation. Proverna togs från ytan till strax ovanför botten och representerar på så sätt hela vattenpelaren. Provtagning och analys har genomförts av Calluna AB, Linköping. Vattenproverna konserverades inte utan analyserades obehandlade.

I samband med provtagningen för analys av vattenkemi togs även prover på växtplankton och djurplankton. Resultaten av planktonproverna kan komma att redovisas separat vid senare tillfälle. I denna rapport redovisas dock vissa data på plankton för en jämförelse med vattenkemi. Data på växt- och djurplankton, liksom beräkningar av index och biomassa, har för åren 2009-2010 hämtats från Stehn (2009, 2011a, b) och för åren 2011 och 2012 från Larsson (2012a, b, c, d).

De tidserier som redovisas för vattenkemi har inte analyserats statistiskt för trender. Orsaken är främst att provtagningarna i sjön pågått under 12 år, vilket är en rätt kort tid för tidserier. Dessutom har förändringarna i Tåkern under mätperioden varit oväntat snabba, med stora mellanårsvariationer vad gäller både vattenkemi, plankton och undervattensvegetation. En bedömning av utvecklingen i ett kortare perspektiv bedöms därför vara intressantare för närvarande.

För att bedöma fosforhalt och växtplanktonsamhällets biomassa och artsammansättning i relation till tidigare år i Tåkern och till andra sjöar har referensvärden beräknats enligt Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 2007). Referensvärdet för totalfosfor beräknas med hänsyn till hur mycket fosfor som kan förväntas vara bunden till humus (mätt som vattenfärg), och därför inte är direkt tillgänglig för växter. Vidare tas hänsyn till sjöns höjd över havet och sjöns medeldjup. För att bedöma ekologisk status med hjälp av växtplankton användes data och beräkningar hämtade från Stehn (2010, 2011a,b) och Larsson (2012a, 2012b). Avvikelser från de beräknade referensvärdena används nationellt i arbetet med miljöövervakning för att bedöma ekologisk status i sjöar. Enskilda vatten klassas då i en femgradig skala, Dålig, Otillfredsställande, Måttlig, God och Hög ekologisk status. Syftet med att beräkna avvikelser från referensvärden i denna sammanställning av resultaten från Tåkern var dock inte att klassa Tåkerns ekologiska status, utan att sätta analysresultaten för fosfor och växtplankton i relation till olika typer av nationella referensvärden.

Resultat

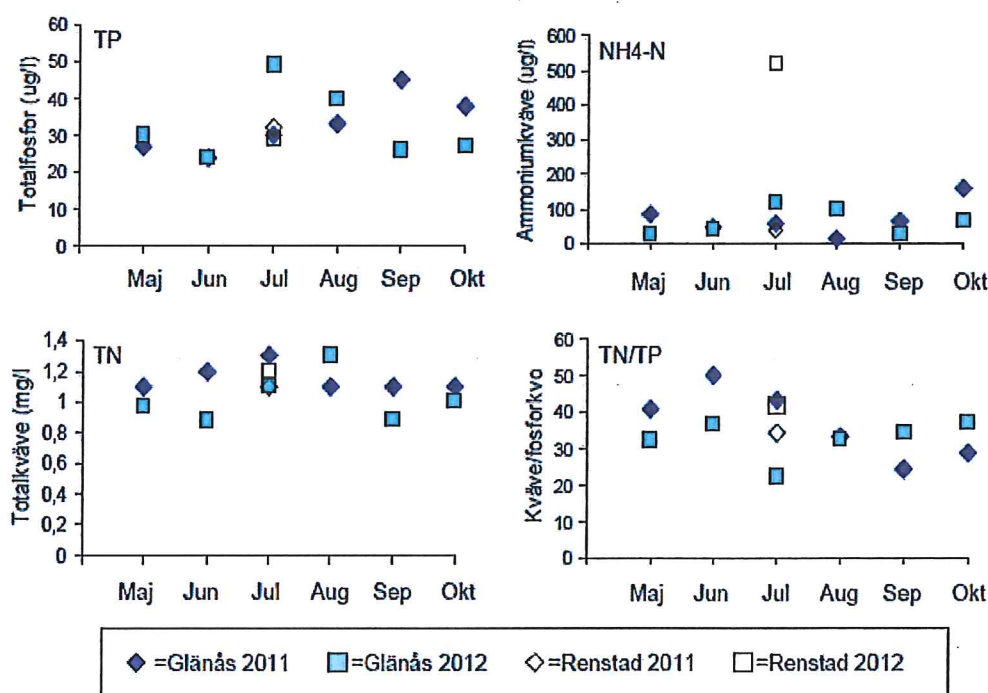
Utvecklingen under sommarhalvåret 2011 och 2012

Utvecklingen av totalfosfor kännetecknades båda åren av rätt liten variation under sommarhalvåret och ett medelvärde på 33 µg/l (Figur 1). Med reservation för att underlaget inte är optimalt för en klassning av ekologisk status, motsvarar de uppmätta halternas avvikelse från beräknade referensvärde klassen "Måttlig status" både 2011 och 2012.

Mätbara halter av ammoniumkväve förekom vid samtliga provtagningstillfällen (Figur 1). Medelvärdet var 72 ug/l 2011 och 64 ug/l året därpå. Vid Renstad var halten hög i juli 2012, möjligen till följd av någon form av förorening.

Halten totalkväve var mer konstant, med medelvärden runt 1 mg/l (Figur 1). Totalkväve bestod under sommarhalvåret nästan uteslutande av organiskt bunden kväve och ammoniumkväve. Två undantag, då nitrat/nitritkväve kunde detekteras ($>0,1$ mg/l) var i oktober, då halten var 0,22 mg/l (2011) respektive 0,24 mg/l (2012).

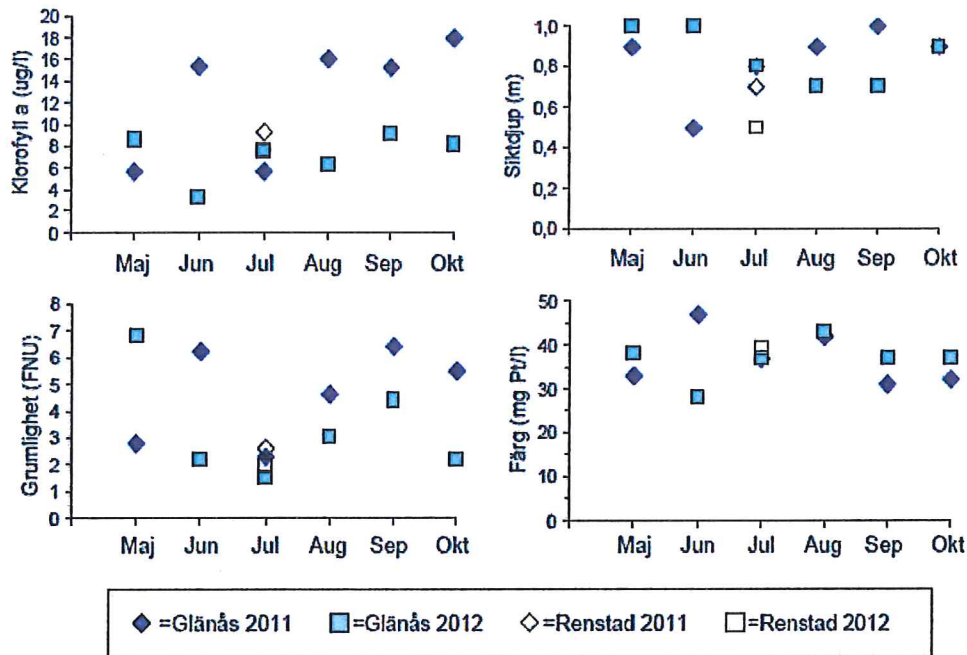
Kvoten mellan totalkväve och totalfosfor minskade något över säsongen 2011, från runt 40 i maj-juni till runt 25 i september-oktober (Figur 1). Med detta undantag var kvoten strax ovanför 30, d v s den kvot då fosfor kan förväntas vara det begränsande näringsämnet för växtplankton och påväxtalger, dvs växter som tar upp näringsämnena ur det omgivande vattnet. För det talar också de klart mätbara halter av ammoniumkväve, som är den mest lättupptagna formen av oorganiskt kväve. Det tyder på att tillgängligheten av lätt assimilerbart kväve kan ha varit god för växtplankton, och att fosfor trots allt kan ha varit det begränsande. Med undantag för ammoniumkväve avvek inte de prover som togs i Renstad i juli nämnvärt från de som togs vid Glänås samma tidpunkt, vare sig vad gäller fosfor eller kväve (Figur 1).



Figur 1. Halter av totalfosfor, ammoniumkväve, totalkväve och kvoten mellan totalkväve och totalfosfor i Tåkern vid Glänås under maj-oktober 2011 och 2012. Dessutom redovisas ett prov taget vid Renstad i juli vardera året.

För de kemisk-fysikaliska variabler som speglar ljustillgången för undervattensväxter noterades att halten klorofyll a var något högre 2011 (medelvärde 13 ug/l) än 2012

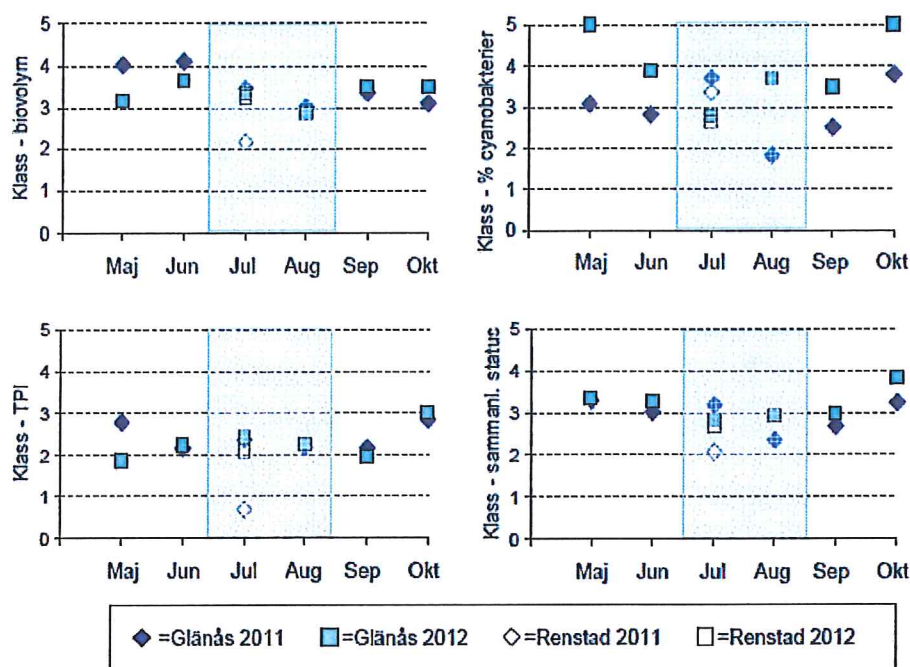
(medelvärde 7 $\mu\text{g/l}$) (Figur 2). Siktdjupet var vid flertalet tillfällen nära vattendupet. Ett undantag var i juni vid Glänås, då även halten klorofyll a och grumligheten var relativt hög (Figur 2). Vattenfärgen var relativt konstant under både 2011 och 2012, med medelvärden på 37 mg Pt/l båda åren (Figur 2).



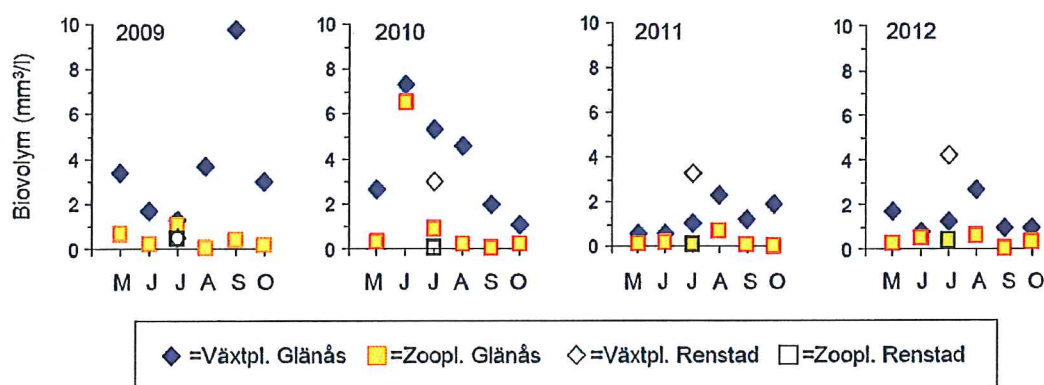
Figur 2. Säsongsvis utveckling av ljusrelaterade kemisk-fysikaliska variabler: Klorofyll a, siktdjup, grumlighet och färg, i Tåkern vid Glänås i maj-oktober 2011 och 2012, samt vid Renstad i juli samma år.

Åren 2011 och 2012 var den sammanvägda ekologiska statusen baserad på växtplankton "Måttlig", på gränsen till "God" (2011) respektive "God" (2012) för provpunkten vid Glänås (Larsson 2012a, b). Om bedömningen baseras enbart på data från juli och augusti blir den sammanvägda statusen "Måttlig", på gränsen till "God" för båda åren (Figur 3). Liksom tidigare år (Stehn 2010) gav Trofiskt planktonindex (TPI) något lägre status än statusklassning baserad på biomassa eller andelen cyanobakterier (Figur 3). Klassningen av provpunkten vid Renstad blir osäker och har utelämnats, eftersom det bara togs ett prov per år på denna lokal.

Växtplanktonbiomassan var genomgående större än biomassan av djurplankton, både 2011 och 2012 (Figur 4). Kvoten mellan växt- och djurplankton för enskilda månader var något lägre 2012, (medianvärde: 3,6; min-max 1,3-20,7) än 2011 (6,6; 3,2-95,7). De två tidigare åren var biomassan av både växt- och djurplankton högre (Figur 4), men relationen dem emellan var av ungefär samma storleksordning 2009 och 2010 (medianvärde 12,7 respektive 6,9). I lokalen Renstad var biomassan av växtplankton i juli högre än i Glänås åren 2009 och 2010, medan det omvända noterades 2011 och 2012 (Figur 4).



Figur 3. Numerisk klassning av ekologisk status baserat på analys av växtplanktonsamhället, som biovolym (överst till vänster), andel blågrönbakterier (cyanobakterier) (överst till höger), trofiskt planktonindex (TPI) (nederst till vänster), och sammanvägd status baserad på dessa tre ingående klassningar (nederst till höger). Skuggat område anger prover tagna i juli-augusti, som rekommenderas av Naturvårdsverket (2007, 2010) för klassning av växtplankton. De fem klasserna motsvarar i turordning från 0-1 till 4-5 Dålig, Otillfredsställande, Måttlig, God och Hög ekologisk status. Prover tagna vid Glänås maj-oktober och vid Renstad i juli. Data och beräkningar från Larsson (2012a, 2012b).

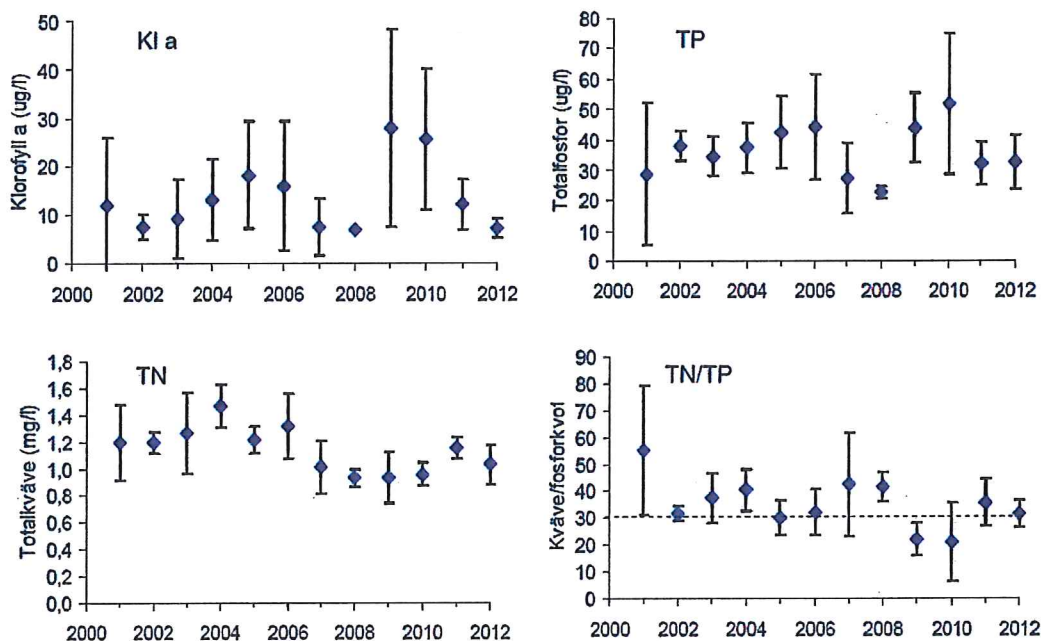


Figur 4. Biovolym av växtplankton och zooplankton 2011 och 2012, och de två tidigare åren, 2009 och 2010. Proverna var tagna vid Glänås i maj-oktober och vid Renstad i juli. Data och beräkningar är hämtade från Stehn (2010, 2011a,b) och Larsson (2012a, 2012b).

Utvecklingen åren 2001-2012

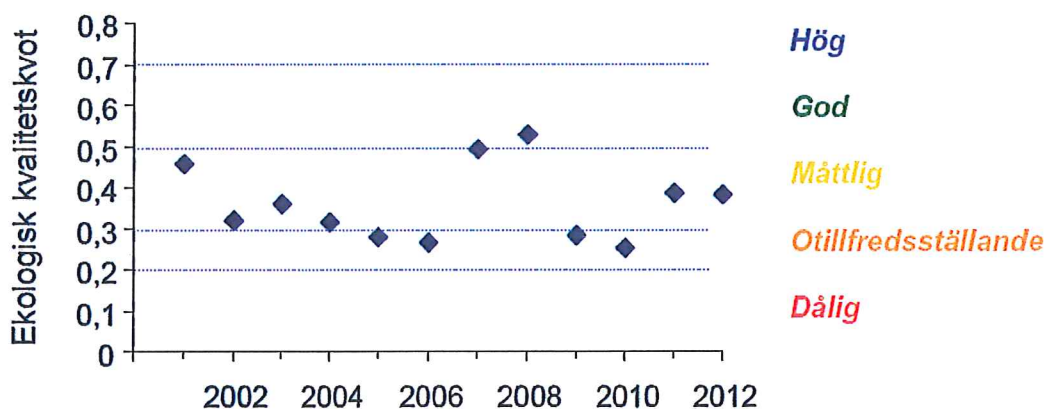
Under de två senaste åren minskade halterna av klorofyll a och totalfosfor jämfört med de två tidigare åren, 2009-2010. Halterna dessa två år var å andra sidan ovanligt höga jämfört med tidigare år (Figur 5). En jämförelse över åren 2001 till 2012 visar att både klorofyll a och totalfosfor ökade under en rad år, från det att mätningarna började till 2006. Därefter följde två år, 2007 och 2008, med lägre halter av såväl klorofyll a som totalfosfor (Figur 5).

Totalkväve varierade mindre över åren än totalfosfor och klorofyll a (Figur 5). Någon ökning under åren 2009 och 2010 kunde inte noteras. De åren var halten totalkväve snarare lägre än andra år (Figur 5). Dessa två år var därmed också kväve/fosforkvoten ovanligt låg (Figur 5). De två senaste åren var emellertid kvoten åter i nivå med tidigare år, 2002-2006.



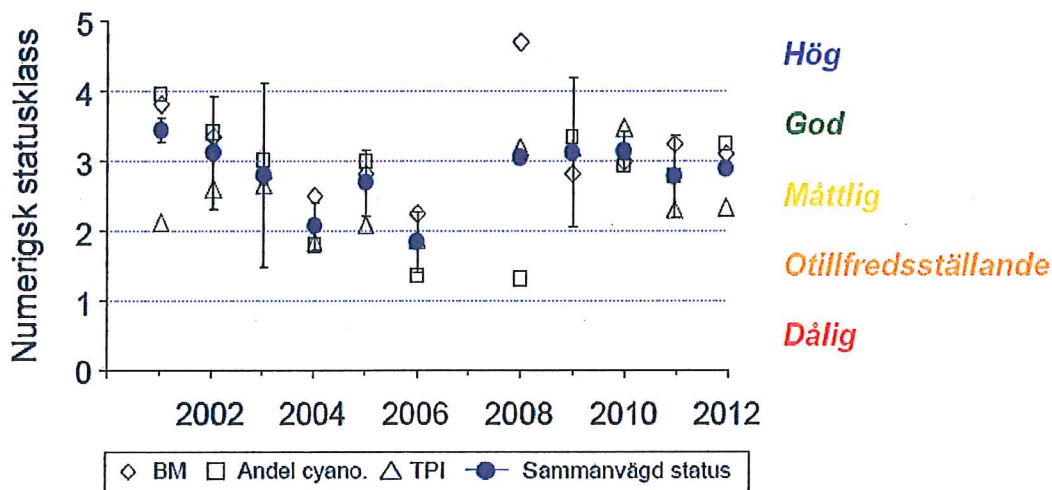
Figur 5. Halter av klorofyll a, totalfosfor, totalkväve och kväve/fosforkvoten åren 2001-2012 i Tåkern vid Glänås. Medelvärden och standardavvikelse visas för prover tagna en gång i månaden i maj-oktober. Den streckade linjen i figuren för kväve/fosforkvot anger en ungefärlig gräns för när primärproduktionen förväntas vara antingen fosfor (högre N/P-kvot) eller kvävebegränsad (lägre N/P-kvot).

Samma mönster som noterades för klorofyll a och totalfosfor kan spåras i utvecklingen av ekologisk kvalitetskvot baserad på totalfosfor, dvs där fosforhalten korrigerats för inverkan av humusbunden fosfor (Figur 6). Med reservation för att provtagningar från vintern saknas och att en bedömning av ekologisk status av en sjö bör baseras på tre år (Naturvårdsverket 2007), varierade status för enskilda år mellan tre klasser under de senaste fem åren (Figur 6).



Figur 6. Ekologisk kvalitetskvot baserad på uppmätt halt totalfosfor i relation till förväntad (referens-) halt i Tåkern vid Glänås 2001-2012. Observera att även om gränser för klassning av ekologisk status är angivna är syftet med jämförelsen i första hand att sätta halterna för enskilda år i relation till beräknade, nationella referensvärden, inte att klassa Tåkern.

Även ekologisk status grundad på växtplankton visar ett delvis liknande mönster som ekologisk status grundad på totalfosfor. Under åren 2001-2006 fanns en sjunkande tendens (Figur 7). Till skillnad från status baserad på fosfor varierade dock den sammanvägda statusen hos växtplankton mindre under perioden 2008-2012, och låg då nära gränsen mellan Måttlig och God status (Figur 7).



Figur 7. Ekologisk status för enskilda år, baserad på klassning av växtplanktonssamhället 2001-2012. BM=index baserat på växtplanktons totala biomassa, Andel cyano=index baserat på andelen cyanobakterier (blågrönbakterier), TPI=trofiskt planktonindex, och en sammanvägning av dessa tre index. Medelvärden för prover från juli och augusti, utom 2008, då prov saknas för augusti. Felstaplar visar +/- 1 standardavvikelse för sammanvägt index.

Diskussion

Resultaten visar att de näringsrika, eutrofa, förhållanden som under åren 2009-2010 karaktäriserade Tåkerns vattenmiljö, med utveckling av mattor av trådalger och hög biomassa av växtplankton, m m, inte förekom under de senaste två åren, 2011 och 2012. Inte heller var halten av totalfosfor och biomassan av växtplankton så låga som de var under åren 2007-2008. Såväl vattenkemiska variabler som biomassa och artsammansättning hos växtplankton var snarare tillbaka på nivåer som noterades under åren 2002-2006.

I referenslokalen Renstad var halten av näringsämnen och biomassan av plankton genomgående lägre än i Glänås i juli 2009-2010, medan det omvända förhållandet gällde 2011 och 2012. Om detta gäller generellt under andra tidpunkter är svårt att bedöma utgående enbart från dessa fyra observationer. Mätningar av klorofyll a och totalfosfor i augusti 2012 (i samband med vegetationskartering,) visade dock generellt låga halter med liten variation över sjöytan (klorofyll a: 6 ± 2 ug/l (medelvärde $\pm$ -standardavvikelse); 3-11 ug/l (min-max)), jämfört med motsvarande mätningar i augusti 2009 (26 ± 16 ; 3-68 ug/l) (Hargeby 2009). Det är alltså möjligt att det skett en utjämning av det som tidigare år föreföll vara en gradient, med stigande näringshalt, från västra delen av sjön till den östra.

Det är oklart vad som orsakade den korta perioden av relativt näringsrika förhållanden i Tåkern under två år, 2009-2010. Ökad fosforhalt kan principiellt bero på antingen ökat tillskott från tillrinningsområdet eller på förändringar i fosforomsättningen inom sjön, t ex genom sk intern gödning då fosfor frigörs från sedimentet, eller från nedbrytning och mineralisering av fosfor som är bunden i multnande växtrester. Möjligen kan en kombination vara en förklaring, eller åtminstone en hypotes att arbeta efter för att hitta en förklaring. Det ligger nära till hands att misstänka att översvämning av jordbruksmark och avloppssystem resulterade i ett påtagligt tillskott av näringsämnen till sjön under perioden med extremt högt vattenstånd i Tåkern i juli 2007. Tillskottet av näringsämnen skulle i så fall till stor del ha bundits upp av vegetationen i sjön och först efter ytterligare en växtsäsong ha frigjorts, eftersom någon ökning av fosfor eller kväve inte kunde spåras förrän sommaren 2009.

Det skisserade scenariot är möjligt, med visst stöd i litteraturen (Carpenter 1981, Hargeby m fl 2007), men det är för närvarande svårt att avgöra hur troligt det, liksom alternativa förklaringar, är. Om orsakssambanden kunde klargöras skulle det kunna bidra till en bättre beredskap för liknande situationer av eutrofiering framöver. Om kopplingen näringsdynamik och undervattensvegetationen i sjön är stark, betyder det att kontinuerliga årliga karteringar av vegetationen är ett fortsatt önskvärt inslag i miljöövervakningen av Tåkern, både för att kunna relatera till näringsdynamiken i sjön och till mängden sjöfågel.

Refenser

- Carpenter, S.R. 1981. Submerged vegetation: an internal factor in lake ecosystem succession. *American Naturalist* 118:372–383.
- Gezelius, L. 2007. Vattenkemi i Tåkern sommarhalvåret 2006 samt trender 2001-2006. Rapport till Tåkernfonden WWF.
- Hargeby, A, Blindow, I. & Andersson, G. 2007. Long-term patterns of shifts between clear and turbid states in Lake Krankesjön and Lake Tåkern. *Ecosystems* 10:28-35.

- Hargeby, A. 2009. Vattenkemi i Tåkern sommarhalvåret 2008 och 2009 samt trender 2001-2009. Rapport till Tåkernfonden WWF.
- Hargeby, A. 2010. Vattenkemi i Tåkern sommarhalvåret 2010 och utvecklingen 2001-2010. Rapport till Tåkernfonden.
- Larsson, P. 2012a .Växtp plankton - Tåkern. Analysrapport till Eurofins Environment Sweden AB. Pelagia Miljökonsult AB.
- Larsson, P. 2012b .Växtp plankton – Tåkern 2012. Analysrapport till Eurofins Environment Sweden AB. Pelagia Miljökonsult AB.
- Larsson, P. 2012c .Djurplankton - Tåkern. Analysrapport till Eurofins Environment Sweden AB. Pelagia Miljökonsult AB.
- Larsson, P. 2012d .Djurplankton i Tåkern 2012. Analysrapport till Eurofins Environment Sweden AB. Pelagia Miljökonsult AB.
- Naturvårdsverket 2007. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bilaga A till Handbok 2007:4.
- Naturvårdsverket 2010. Undersökningstyp – växtp plankton i sjöar. Version 1:3, 2010-02-18.
- Stehn, A. 2010. Planktonsamhället i Tåkern 2008-2009. Rapport 8476170-1633206, Eurofins Environment AB.
- Stehn, A. 2011a. Artista över växtp plankton i Tåkern 2010, med abundans, biovolym och indexberäkningar.
- Stehn, A. 2011b. Artista över djurplankton i Tåkern 2010, med abundans, biovolym och kommentarer.