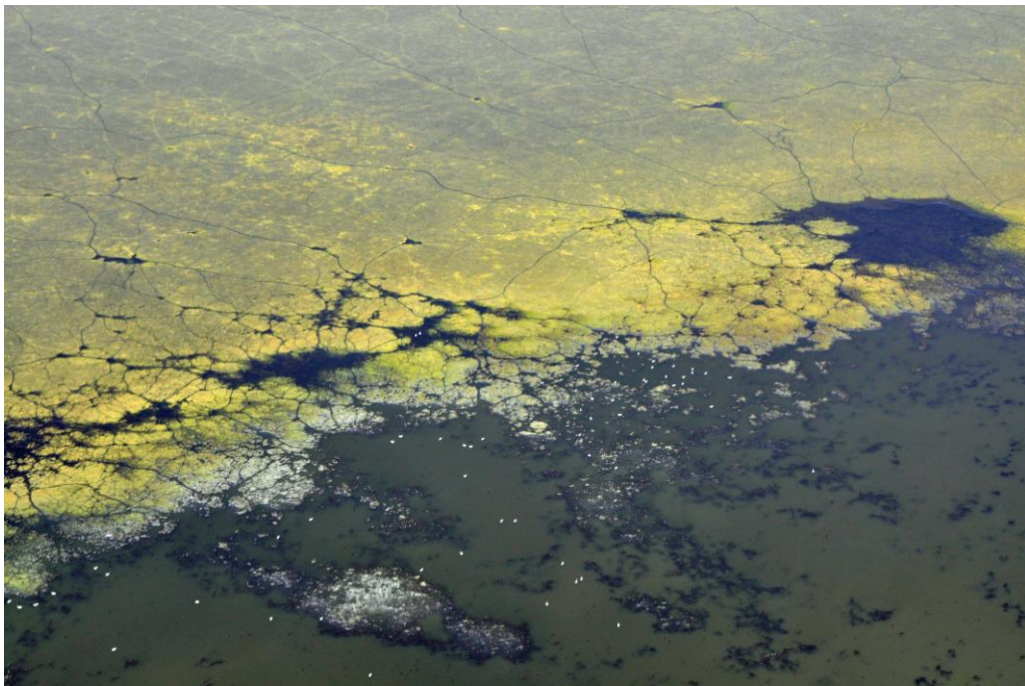


# Vattenkemi i Tåkern 2008-2009 och utvecklingen 2001-2009

Rapport till Tåkernfonden WWF

Anders Hargeby



Under sommaren 2009 utvecklades flytande mattor av trådalger, främst grönslick, *Caldophora glomerata*, i Tåkern. Mattornas storlek framgår av knölsvanarna, som syns som vita punkter i förgrunden. Utanför mattorna var vattnet periodvis grumligt av växtplankton och sedimentpartiklar. Foto Christer Elderud.

Juni 2010

# Vattenkemi i Tåkern 2008-2009 och utvecklingen 2001-2009

## Sammanfattning

Tåkernfonden WWF har sedan 2001 bekostat vattenprovtagningar för analys av vattenkemi och plankton i Tåkern. Provtagningarna har gjorts vid Glänås, med enstaka prover på andra ställen i sjön. I denna rapport redovisas förhållandena vid Glänås under sommarhalvåret åren 2008-2009 och utvecklingen under 2001-2009. Årsmedelvärden jämförs även med data från Tåkerns utlopp, som provtas genom Motala ströms vattenvårdsförbund. År 2008 var vattnet klart, med låga halter av fosfor och kväve. Totalfosforhalten var i medeltal 23 ug/l och därmed den lägsta som noterats sedan mätningarna startade 2001. Under 2009 ändrades dock detta och halterna av närsalter - såväl fosfor som kväve - var höga under hela sommarhalvåret. Medelvärdet för totalfosfor under maj-oktober var 44 ug/l, vilket är en tangering av den tidigare högsta medelhalten av totalfosfor, som uppmättes år 2006. Den trend av minskande näringshalter som noterats under de tre tidigare åren 2006-2008 bröts alltså år 2009. Det fanns även biologiska indikationer på höga närsaltshalter år 2009. Under sommaren utvecklades hektar- och kvadratkilometerstora flytande mattor av trådalger, bestående framför allt av grönslick, *Cladophora glomerata*. Mattor av trådalger förekom över hela sjöytan, men tycks ha varit knutna till tät undervattensvegetation bestående av axslinga, *Myriophyllum spicatum*. Antagligen var denna vegetation en förutsättning för att mattorna skulle kunna utvecklas och hållas på plats istället för att driva med vind och vågor mot stranden. Även växtplanktonbiomassan var ovanligt hög under sommaren 2009. Vid provstationen Glänås varierade halten av klorofyll a mellan 7-60 ug/l under maj-oktober. I augusti gjordes en provtagning i 20 provpunkter spridda över den öppna sjöytan för att undersöka hur växtplanktonbiomassan (mätt som klorofyll a) varierade i sjön. Resultaten visade att den lokala variationen av klorofyll a var stor, från 3 ug/l i sydväxt till 68 ug/l i en punkt ca en kilometer öster om Hångernäset. Endast i ett av proverna var halten så låg att den motsvarade God ekologisk status. Det är oklart vad som orsakade Tåkerns eutrofa tillstånd sommaren 2009. Undersökningar av fosforfraktioner i sedimentet pågår sedan sommaren 2009 och det är möjligt att resultaten kan bidra till en förklaring. För att få en bättre uppfattning om vilken betydelse tillförseln av närsalter från omgivningen och interna processer har för sjöns näringsstatus skulle det nuvarande övervakningsprogrammet av vattenkemi och plankton i sjön behöva kompletteras. Viktiga kompletteringar är bland annat kontinuerliga mätningar av halter och transport av närsalter i tillflöden och upprepade provfiske för att få en uppfattning om fisksamhällets individtäthet och storleks- och artsammansättning.

## Bakgrund och syfte

Grunda, näringsrika sjöar som Tåkern har visats ha två strukturella stadier, det ena med riklig undervattensvegetation och klart vatten, det andra med grumligt vatten och sparsam undervattensvegetation. Tåkern befinner sig sedan början av 2000-talet i ett klarvattenstadium, efter en period med grumligt vatten och gles undervattensvegetation under åren 1995-1999. Klarvattenstadiet är det mest gynnsamma för sjöfåglar och det är ur naturvårdssynpunkt därför viktigt att förstå orsaker till svängningarna för att kunna styra utvecklingen mot ett långsiktigt bibehållande av klarvattenstadiet i sjöar som Tåkern. För att få ökad kunskap om orsakssambanden har Tåkernfonden WWF sedan 2001 bekostat vattenprovtagningar en gång i månaden under sommarhalvåret för att följa utvecklingen av vattenkemi och plankton i sjön. I denna rapport redovisas utvecklingen av vattenkemi under sommarhalvåret åren 2008 och 2009, och förändringar under åren 2001-2009.

## Metodik

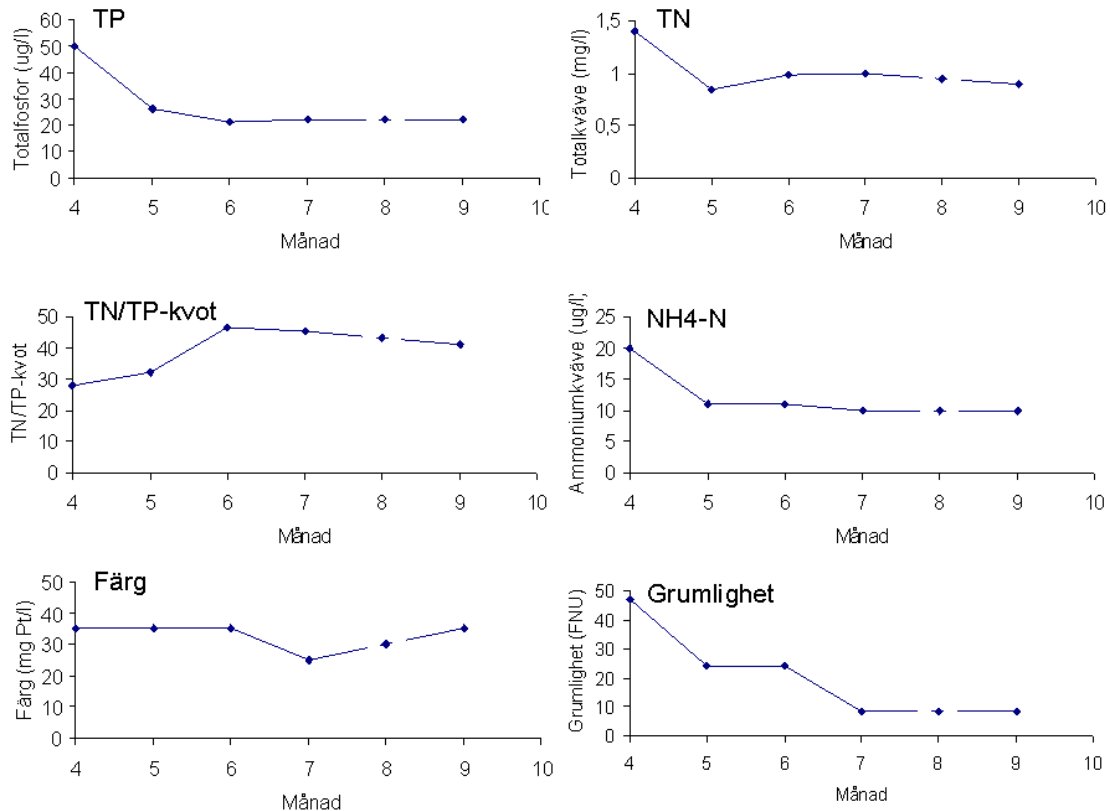
Liksom tidigare år togs vattenprover med 35 mm diameters rörhämtare vid Glänås vid sex tillfällen under perioden maj-oktober (Gezelius 2006). Dessutom togs 2008 ett prov i april, när vattnet var påtagligt grumligt. Liksom tidigare år togs enstaka kompletterande prover på andra platser än Glänås. Proverna togs från ytan till strax ovanför botten och representerar på så sätt hela vattenpelaren. Djupet på provstationen vid Glänås varierade mellan 0,5 m och ca 1,0 m, eftersom vattenståndet sjunker under säsongen från vår till höst. Vattenproverna analyserades av Alcontrol AB, Linköping, på okonserverade prover. I samband med provtagningen för analys av vattenkemi togs även prover på växtplankton och djurplankton. Resultaten av dessa redovisas separat (Stehn 2010).

Förutom den standardiserade provtagningen i Glänås togs i augusti prover på vatten och ljusextinktion för att undersöka hur förutsättningarna för undervattensvegetation varierade över sjöytan. Denna undersökning gjordes i samband med vegetationskartering av undervattensvegetation av studenter från Greifswalds universitet, Tyskland och har inte bekostats av Tåkernfonden WWF. Proverna togs på 20 platser, fördelade längs de transekter som användes vid vegetationskarteringen.

## Resultat

### Utvecklingen 2008

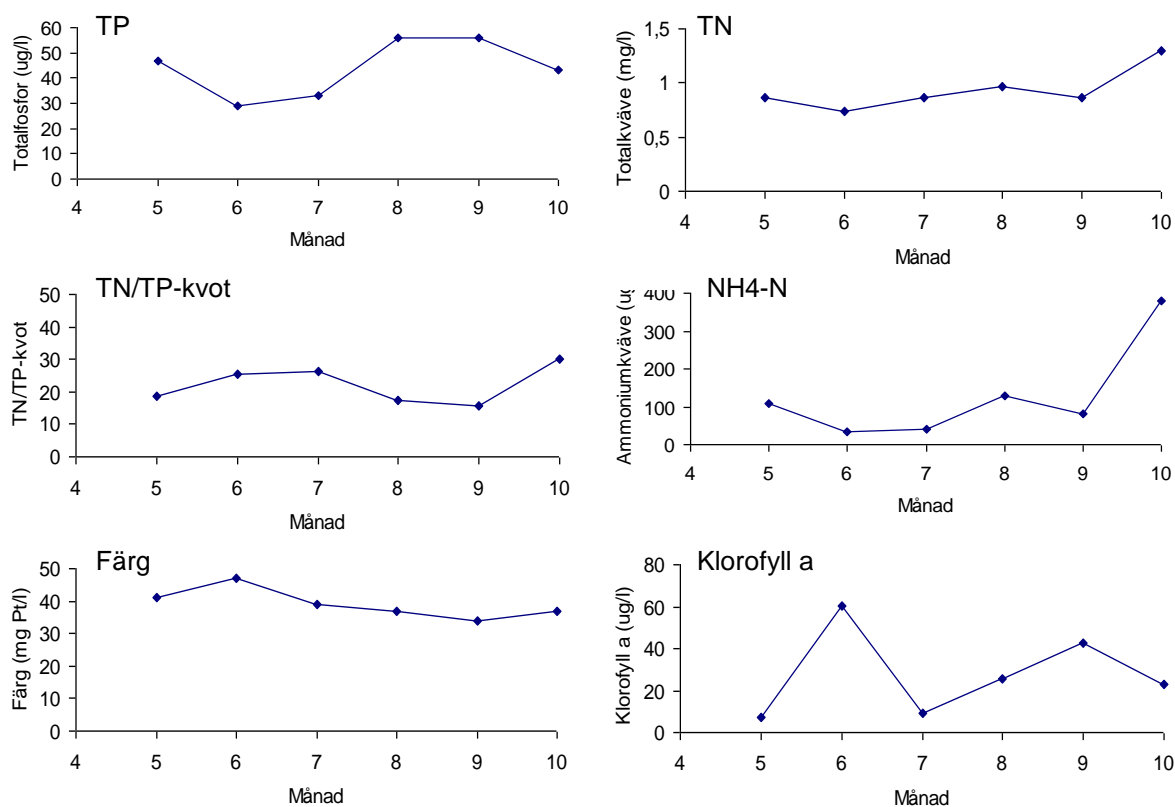
Under 2008 togs prover från april till och med september. Av tekniska skäl saknas resultat från augusti och oktober. Utvecklingen under 2008 kännetecknades av låga halter av närsalter (Figur 1). Ett tidigt vårprov i april visade visserligen på rätt höga halter av fosfor och kväve, men från maj och framåt var halterna konsekvent låga. För både totalfosfor och totalkväve noterades det lägsta årsmedelvärdet sedan den kontinuerliga provtagningen i sjön startade år 2001. Den låga fosforhalten medförde att kvoten mellan kväve och fosfor var hög och indikerar att fosfor var begränsande ämne för växtplankton sett över hela sommarhalvåret. Det saknas data på klorofyllhalt, men utgående från den kända samvariationen mellan klorofyllhalt och total biovolym av växtplankton under tidigare år (se "Utvecklingen 2001-2009, nedan) kan klorofyllhalten uppskattas till ca 7 ug/l som medelvärde för sommaren 2008. Grumligheten var mycket hög i april och var fortfarande ovanligt hög i maj och juni, men sjönk därefter till runt 10 FNU (Figur 1).



Figur 1. Säsongsvis utveckling av vattenkemisk/fysikaliska variabler i Tåkern vid Glänås under april-september 2008. Mätvärden för augusti saknas och har i figuren ersatts med medelvärden från provtagningarna före och efter, d.v.s. juli och september. För ammoniumkväve är lägsta mätbara halt 10 µg/l.

## Utvecklingen 2009

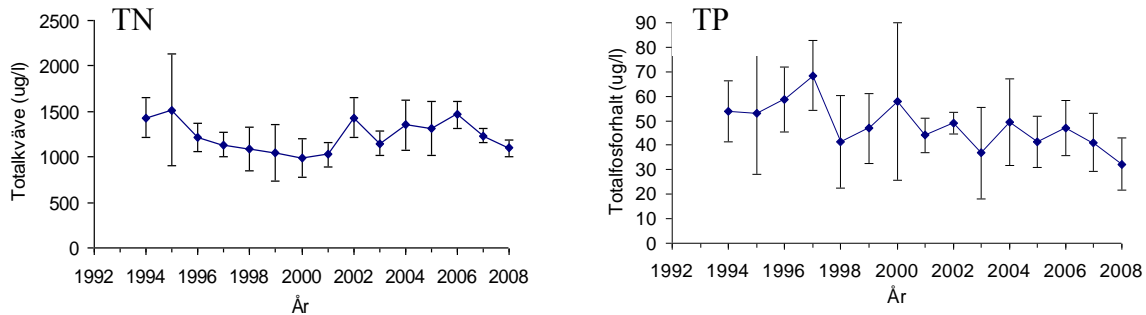
Under 2009 var halten av totalfosfor kontinuerligt hög från maj till och med oktober (Figur 2). Halten av fosfatfosfor var dock låg, inte över 5 µg/l vid något tillfälle (visas inte i figur). Halten totalkväve var strax under 1 mg/l under maj-september, men ökade i oktober i och med att halten av ammoniumkväve steg (Figur 2). Under hela provtagningssäsongen var halten av ammoniumkväve betydligt över detektionsgränsen, vilket tillsammans med en för Tåkern måttligt hög halt av totalkväve betyder att halten organiskt kväve var relativt låg 2009. Den relativt låga kvävehalten och höga fosforhalten ledde till att kväve/fosforkvoten var låg, mindre än 30, under hela säsongen (Figur 2). Det indikerar att kväve kan ha varit begränsande för växtplankton sommaren 2009. Den ovanligt höga ammoniumhalten tyder dock på att tillgängligheten av lätt assimilerbart oorganiskt kväve var god för växtplankton. Grumligheten varierade mellan 1,5 och 7,8 FNU, med ett medelvärde på 3,6 för perioden (visas inte i figur). Det är anmärkningsvärt att grumligheten inte var högre med tanke på att klorofyllhalten var hög, 40-60 µg/l, vid ett par tillfällen. Jämförelser med tidigare år görs inte här, eftersom analysen under åren 2001-2007 genomförts på frysta prover.



Figur 2. Säsongsvis utveckling av vattenkemisk/fysikaliska variabler i Tåkern vid Glänås under maj-oktober 2009.

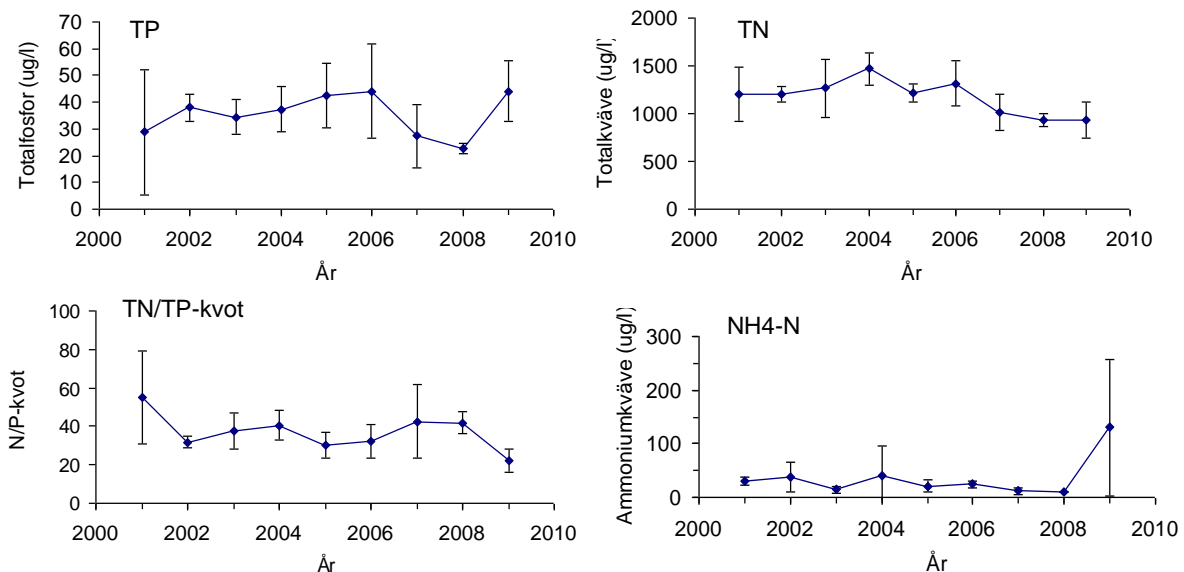
## Utvecklingen åren 2001-2009

I både tidsserien från Tåkerns utlopp och den från Glänås syns en minskning av medelhalterna av totalfosfor och totalkväve under åren 2006-2008 (Figur 3 och 4). Data från 2009 saknas ännu från Tåkerns utlopp, men av mätserien från Glänås framgår att trenden bröts med ett tydligt mer eutroft näringsstillstånd under 2009 (Figur 3). Det mer näringsrika tillståndet visas också bland annat genom tillväxten av trådalgs mattor och växtplanktonblom. Hypotetiskt finns två uppenbara källor till den uppkomna situationen, nämligen inflöde av fosfor från tillrinningsområdet och tillskott från källor inom sjön, s.k. intern göding. Det är antagligen svårt att i efterhand rekonstruera orsakssambanden utan data på transporten av fosfor till sjön under 2009. Såvitt jag vet pågår för närvarande inga mätningar i vattendrag från jordbruksområdena runt sjön, annat än i Disavidsån, som ju präglas av vatten från skogsbygden i söder. Mätningar vid ett par tillfällen sommaren 2007 visar dock att halterna av totalfosfor och fosfatfosfor kan vara höga i åtminstone Fornåsbäcken och åtminstone vid högt vattenflöde (Hargeby 2008). Håkan Olssons sammanställning av underlag för en fosforbudget för Tåkern visar också att fosfortillskotten från närområdet sannolikt har en stor betydelse för fosforhalten i sjön (muntligt Håkan Olsson).



Figur 3. Utvecklingen av halter av totalkväve och totalfosfor åren 1994-2008 i Tåkerns utlopp. Medelvärden och standardavvikelse visas för prover tagna en gång i månaden i maj-oktober. Data från Motalaströms Vattenvårdsförbund, på <http://www.ma.slu.se>.

Under de två åren innan sommaren 2009, 2007 och 2008, noterades en minskning av fosforhalt och biomassa av växtplankton jämfört med år 2006 och låga värden även jämfört med tidigare år. Denna minskning sammanfaller med det extremt höga vattenstånd och tillrinning som präglade sommaren 2007.

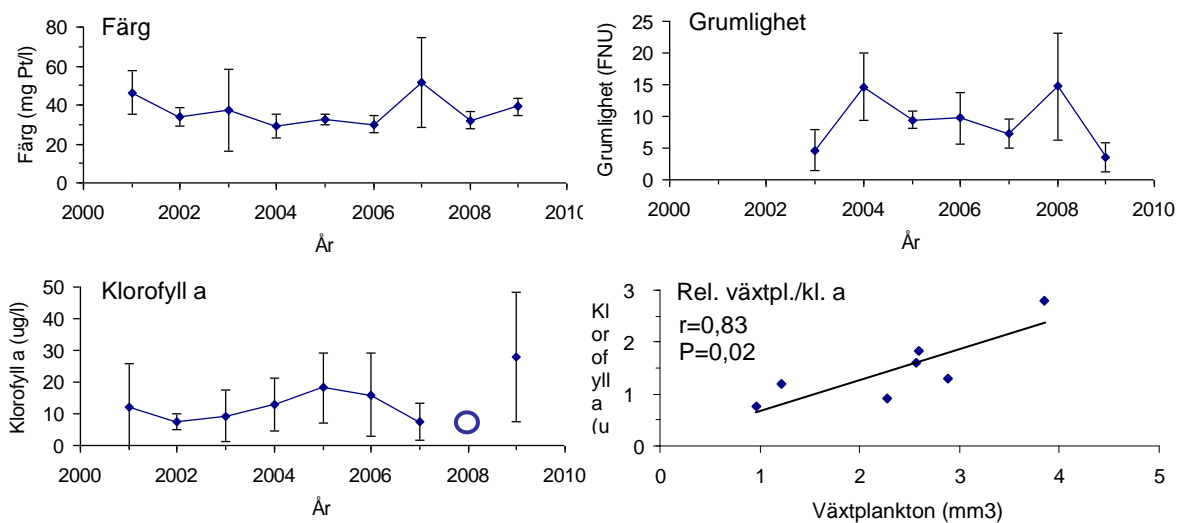


Figur 4. Utvecklingen av halter av totalfosfor, totalkväve, ammoniumkväve åren 2001-2009 i Tåkern vid Glänås. Medelvärden och standardavvikelse visas för månadsvisa provtagningar i maj-oktober. Halten av ammoniumkväve var vid flera tillfällen lägre än 10 ug/l. Årsmedelvärden har i dessa fall beräknats på så sätt att halten angetts till 10 ug/l, vilket alltså lett till ett något för högt årsmedelvärde, främst under år då halten varit låg.

Det är oklart om den låga fosforhalten i sjön 2007 berodde på ökat vattenutbyte, vilket alltså även skulle förutsätta att halterna i tillrinnande vattendrag sjönk efter mätningarna i juli, eller om fosfor ackumulerades i sjön, till exempel bundet i sedimentet eller i påväxtalger. Det fanns

spridda observationer (av mig) av rikligt med trådalger i grunda områden vid Glänås och Säby både i augusti 2007 och sommaren 2008, men detta kvantifierades inte och det är oklart om trådalger förekom även i andra delar av sjön. Om det förekom en ackumulering av fosfor i sjön i samband med ett ökat fosfortillskott sommaren 2007 kan det ha frigjorts senare och vara en orsak till indikationer på eutrofiering som noterades under sommaren 2009. Detta skulle alltså kunna vara en alternativ, eller kompletterande förklaring till att fosfor tillförts från omgivningen under vår eller sommar detta år.

Det är också oklart vilken betydelse eventuella interna, biologiska processer, till exempel förändringar i fisksamhället har haft för utvecklingen. Det är värt att notera att individtäteten av större, filtrerande hinnkräftor (Cladocera) har minskat under flera år och var låg de senaste två åren, 2008 och 2009 (Stehn 2010). Detta kan tas som en indikation på att predationstrycket från fisk på zooplankton har ökat under de senaste åren. Provfiske skulle ge viktig information för att bedöma eventuella förändringar i fisksamhällets individtätet och storleks- och artsammansättning. I sammanhanget är det också intressant att under de två senaste åren har två ”nya” fiskarter hittats i sjön, nämligen karp och braxen. Det har i båda fallen varit fråga om enstaka fiskar, men förekomsten av dem är ett ytterligare skäl att genomföra någon form av provfiske, för att bedöma om dessa båda arter har etablerat sig i sjön. Det är nämligen väl känt att både karp och braxen har en eutrofierande effekt på sjöekosystem (\*).



Figur 5. Utvecklingen av ljusrelaterade variabler, nämligen klorofyllhalt, färg och grumlighet, åren 2001-2009 i Tåkern vid Glänås. Medelvärden och standardavvikelse visas för månadsvisa provtagningar i maj-oktober. Data på grumlighet saknas för 2001 och 2002. ○=Data saknas för klorofyll a 2008 och medelhalten har uppskattats utgående från växtplanktonens totala volym 2008 och samvariationen mellan klorofyll a och total volym av växtplanktonvolym för övriga år (delfigur längst ner till höger, linjens ekvation:  $y=1,164 + 5,745x$ ). Data på växtplanktonvolymen hämtades från Anders Stehn, 2010. Planktonsamhället i Tåkern 2008-2009. Rapport 8476170-1633206, Eurofins Environment AB.

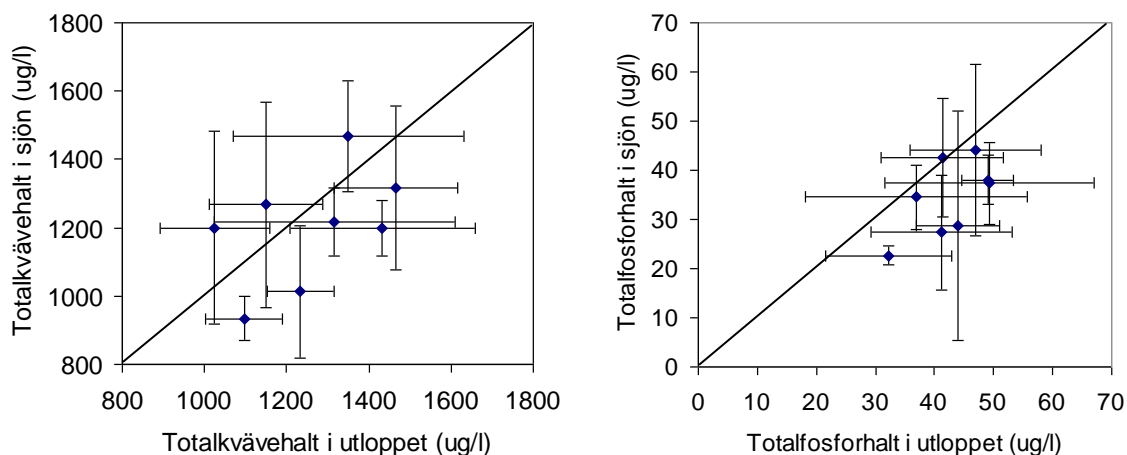
Sammanfattningsvis är det oklart vilka faktorer som bidragit till utvecklingen i Tåkern sommaren 2009, och hur mycket. Utan uppgifter om tillförsel av fosfor från omgivningen är det svårt att bilda sig en uppfattning om den varit ovanligt hög, eller skett vid en olämplig tidpunkt detta år. För närvarande finns inte heller uppgifter om fosfordynamik i sedimentet



eller art- och storleksammansättningen i fiskssamhället, varför det inte går att utesluta interna processer.

## Jämförelser av halter av fosfor och kväve i sjön vid Glänås och i utloppet

Sedan 1994 tas prover på vattenkemi en gång i månaden vid dämnet i Tåkerns utlopp, inom den recipientkontroll som genomförs av Motala ströms vattenvårdsförbund. Bland annat mäts närsalter som totalkväve och totalfosfor. Genom att mätningar i sjön bekostats av Tåkernfonden sedan 2001 finns nu data från åtta år som kan användas för att jämföra halterna av fosfor och kväve i sjön och utloppet under sommarhalvåret maj-oktober. Medelvärdet för totalkväve över åren var något högre vid utloppet ( $1,26 \pm 0,17$  mg/l) än i sjön ( $1,20 \pm 0,18$  mg/l), men skillnaden var liten (5 %) och inte statistiskt signifikant ( $p=0,50$ , t-test). Halten av totalfosfor var i genomsnitt 9 ug/l, eller 24 %, högre i utloppet ( $43 \pm 11$  ug/l) än i sjön ( $34 \pm 11$  ug/l). Denna skillnad mellan mätserierna är statistiskt signifikant ( $p=0,03$ , t-test). Den säsongsmässiga variationen inom åren var ungefär densamma i sjön och utloppet. För totalkväve var standardavvikelsen under maj-oktober i sjön 0,06-0,30 mg/l och i utloppet 0,08-0,29. Motsvarande siffror för totalfosfor var 5-17 ug/l i sjön och 4-18 ug/l i utloppet. Korrelationen mellan årsmedelvärden var på gränsen till signifikant för totalfosfor ( $r=0,62$ ,  $p=0,09$ , Figur x), men tendensen till samvariation var lägre för totalkväve ( $r=0,48$ ,  $p=0,22$ , (Figur x)).



Figur 6. Relation mellan uppmätta halter av totalkväve (till vänster) och totalfosfor (till höger) i provtagningspunkterna i Tåkern vid Glänås och i Tåkerns utlopp under åren 2001-2008. Årsmedelvärden och standardavvikelser visas för provtagningar en gång per månad under maj-oktober. Diagonala linjer har lagts in för att markera förhållandet ett-till-ett. Data från utloppet är hämtade från Motala ströms vattenvårdsförbunds samordnade recipientkontroll.

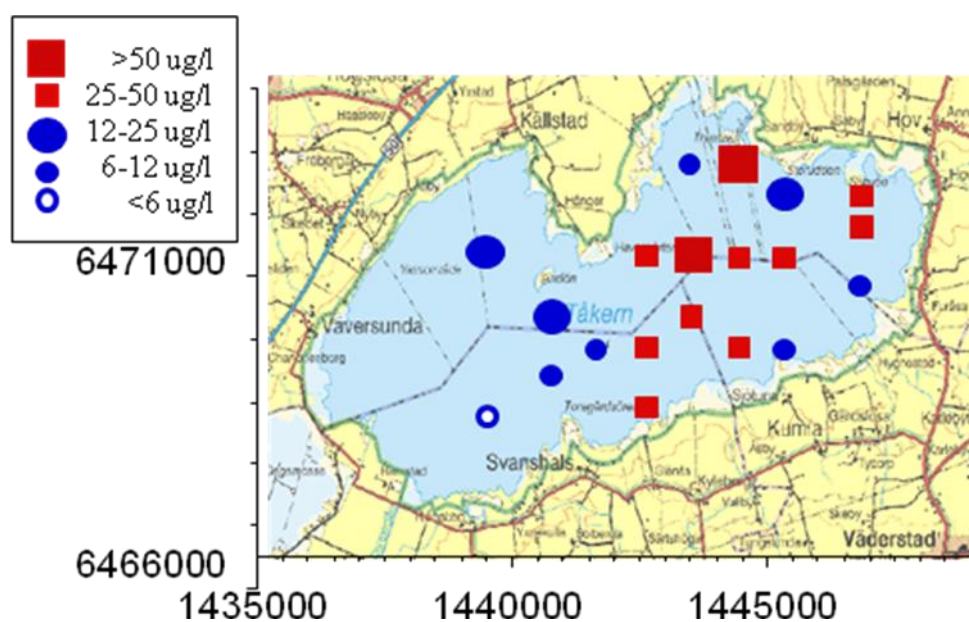
Sammanfattningsvis var halterna av totalkväve och totalfosfor i de båda provpunkterna vid Glänås och i sjöns utlopp av samma storleksordning, men halten av totalfosfor var genomsnittligt ca 9 ug/l högre i utloppet än vid Glänås. Samvariationen mellan årsmedelvärden är inte statistiskt signifikant. Med tanke på att halten av totalfosfor i Tåkern är förhöjd vid jämförelse med ett beräknat referensvärde kan det vara befogat att utreda hur prover ska tas för att ge ett gott underlag för att bedöma sjöns ekologiska status avseende eutrofiering. Det är möjligt att den högre halten av totalfosfor i utloppet speglar en generellt något lägre fosforhalt i sjöns västra eller sydvästra del. Provtagningen av klorofyll a i augusti 2009 tyder på ett sådant mönster. Å andra sidan är det inte sannolikt att förhållandena i



augusti 2009, med täta vegetationsbestånd av axslinga och mattor av trådalger, är representativa för år då dessa saknas. En alternativ förklaring är att det sker en ökning av fosforhalten i Svälunge, antingen i viken eller i kanalen, men denna förklaring är inte baserad på vare sig data eller observationer.

### Geografisk variation i klorofyllhalt i augusti 2009

Generellt var klorofyllhalten lägre i provpunkter i närheten av vassbälten och i sjöns västra del (Figur 7). Den lägsta klorofyllhalten, 3 ug/l, uppmättes väster om Svanshals udde. I sjöns östra del var halten klorofyll a i allmänhet högre och den högsta halten, 68 ug/l, uppmättes ca en kilometer öster om Havsstjärten, på Hångernäset.



Figur 7. Växtplanktonbiomassa, mätt som halten av klorofyll a, i vattenprover tagna i Tåkern i augusti 2009. Koordinater anges enligt Rikets nät. Provtagningen gjordes i samband med kartering av undervattensvegetation.

### Refenser

Gezelius, L. 2007. Vattenkemi i Tåkern sommarhalvåret 2006 samt trender 2001-2006. Rapport till Tåkernfonden WWF.

Hargeby, A. 2008. Vattenkemi i Tåkern sommarhalvåret 2007 samt trender 2001-2007. Rapport till Tåkernfonden WWF.

Stehn, A. 2010. Planktonsamhället i Tåkern 2008-2009. Rapport 8476170-1633206, Eurofins Environment AB.