



# Molkomsjöns Vattenstatus

Mänsklig påverkan och dess effekter mellan åren 1971–2016

Författare: Martin Eriksson

Lärare och examinator: Martin Österling

Kurs: Biologisk Metodik Ht-16

Karlstad Universitet 2016-01-20

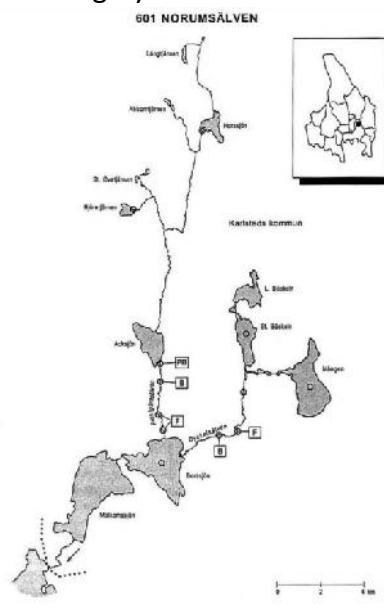
## Sammanfattning

Molkomsjön, en sjö belägen i ett skogsbrukslandskap i Värmland har genom århundraden berörts utav mänsklig påverkan. I rapporten utreds vilka mänskliga påverkningar som orsakat förändringar i Molkomsjöns vattenkvalité. Skogsbruket, luftförorenare och avloppsvatten står ut som dom primära orsakerna men flera andra källor upptäcks genom granskning av dokument tillhörande MFVOF (Molkomsjöns fiskevårdsområdesförening). Insamlandet av data från vattenprover och nätprovfiske används till att bekräfta hypotesen att Molkomsjön fått en allt naturligare vattenkvalité. Kemiska data indikerar med hjälp av trendlinjer att en sådan förändring har skett. Fler biologiska data och längre tidsserier är däremot önskvärda för att följa utvecklingen av Molkomsjöns vattenstatus.

## Inledning

Kustvatten, sjöar och vattendrag i Sverige är under konstant bevakning. Detta som följd av hur vi som människor förvalt naturens resurser, som senare har kommit att rubba den naturliga balansen i olika ekosystem. Vattendrag, sjöar och hav får ta emot stora mängder av föroreningar. Föroreningar som egentligen inte hör hemma i vattenorganismers livsmiljö följer med genom direktutsläpp, atmosfäriskt nedfall, genom markavrinning eller genom läckage från förorenad mark. Syftet med denna rapport är att se de förändringar som skett i Molkomsjön övertid med fokus på de bakomliggande orsakerna som vi människor bidragit till.

Molkomsjön är belägen ca 3 mil nordost om Karlstad och har sin norra strand strax söder om Molkoms samhälle. Sjön är som djupast 12,5 meter djup, täcker 5,13 kvadratkilometer och befinner sig på 65,4 meters över havet. Berggrunden består av hyperit som har en basisk effekt på vatten. Molkomsjön är en del i Alsterälvens avrinningsområde (Figur 2) och finns i den mellersta delen utav systemet. Det innebär att vattnets kvalité påverkas främst av de övre grenarna i avrinningssystemet vilka har sina källor ifrån tjärnar och sjöar rakt norr om Molkomsjön. En annan gren finns mer nordöstligt med källor ifrån Böckelsjöarna och Mangen. Det direkta tillflödet får Molkomsjön ifrån Borssjön som ligger närmst i avrinningssystemet. En dammlucka vid Molkoms bruk reglerar hur mycket vatten Borssjön som släpp på. Tillsammans med dammluckan som finns i sjöns utlopp vid Norum regleras vattennivån i kontrollerade former.





Figur 2. Avrinningsområde

Antalet källor av föroreningar som slutligen risker att nå Molkomsjön är många. I denna rapport undersöks de huvudsakliga och tidigare kända orsakerna som rapporterats ifrån Molkoms vattenvårdsområdesförening (MFVOF). Detta utesluter dock inte att antalet mänskliga orsaker till förändringar i Molkomsjön kan vara betydligt fler. Molkomsjön har sedan 1936 haft fiskevårdsföreningar som följt sjöns utveckling fram tills i dag och dokumenterat detta därefter.

De föroreningar som alla Sveriges sjöar är berörda av är atmosfäriskt nedfall. Föroreningar från atmosfäriskt nedfall har stor betydelse för vilka halter av dessa ämnen som kommer att lagras i markens jordlager (Skogsaktuellt 2015). Halterna varierar från plats till plats då variationer finns lokalt gällande nederbörd och marktyp eller hur ämnet tillåts röra sig inom avrinningsområdet. De vanligaste luftföroreningarna består av kväve- och svaveloxid. Dessa ämnen omvandlas till salpeter- och svavelsyra som faller med nederbörden och sänker markens pH-värde. Molkomsjön tillsammans med de sjöar och tjärnar som förser Molkomsjön med vatten är till allra största del omgivna av skog och myrmark. Myrmark har systematiskt dikats ur under 1900 talet (Naturvårdsverket. Handbok 2009:5) för att gynna skogstillväxten i denna sydboreala vegetationszon. Markavvattning tillsammans med körskador från tunga skogsmaskiner påverkar avrinningen och förorenar vattnet som rinner ner i sjösystemen. Effekten blir att organiskt och oorganiskt material samt de tungmetaller och näringsämnen som är bundna till dessa partiklar läcker ut i vattendrag och sjöar (Johan Hagström. Skogsstyrelsen 2013). Effekten påskyndas också när skogen avverkas och vattenupptagningsförmågan i marken minskas (Figur 3). Då tar vattnet en allt snabbare väg ut till närmsta vattendrag och bär med sig eventuella föroreningar dit. Skogsbrukets metoder bidrar också till att försura sjösystemen. Då myr och barrskog är naturligt sura och lagrar sura ämnen i marken läcker dessa ämnen lättare ut om podsolen skadas (Naturvårdsverket. Handbok 2009:5) För att motverka att sjöarna i Alsterälvens avrinningsområde bli alltför sura kalkas därför delar av det övre sjösystemet årligen.



*Figur 3. Mörk- och ljusgröna polygoner visar på några av de avverkningar som skett i avrinningsområdet mellan åren 2000–2014 mellan Molkomsjön till vänster och Borssjön till höger.*

Molkomsjön har genom åren haft stora problem med övergödning (MFVOF. Vattenkvalité. 2014) innan det kommunala reningsverket togs i bruk på 1970 talet och även senare på 1990 talet när reningsverket fungerade dåligt. Reningsverken vid Lindfors och Blombacka som ligger i anslutning till närmsta sjö Borssjön tros även dom ha utsläpp relaterade till Molkomsjöns vattenkvalité. Synbara effekter av frånvaron eller dåligt fungerande reningsverk var igenväxning och försumpning. Fågellivet fick därför en positiv utveckling men de negativa effekterna på Molkomsjön övervägde dessa. Idag har reningsverken minskat näringsutsläppen och vassbestånden minskat kraftigt. MFVOF:s medlemmar har också bidragit till att vassbestånden minskat genom vassbekämpning.

En annan stor nedsmutsare har varit Blombacka bruk som ligger i anslutning till Borssjön. Blombacka bruk har haft en verksamhet från 1882 till slutet på 1970 talet. Idag är verksamheten nedlagd men marken runtomkring industrin är kraftigt förorenad. I en intervju med Ove Samuelsson i Molkomtidningen 2008 (Nicole Lindberg 2008) berättar han hur Cyankalium, saltsyra och salpetersyra hölls ut i älven vid Blombacka bruk. Han säger också att blysand var en vanlig restprodukt som dumpades på marken runt om fabriken. I samma tidning svarar Uddeholm kraft som är juridisk person i ärendet att de inte kan bekräfta påståendena, heller inte utesluta att sådan förorening har skett.

Området är idag undersökt av Swecoinfrastructure AB och föroreningar är påvisade (Swecoinfrastructure AB 2010). Främst ligger blysand utspritt över området. Vilka metaller som man tror kan ha påverkat fiskbestånden är just nu under analys av Riksmuseet och kan först granskas till våren. Föroreningar som blir kvar i marken, i detta fall blysand, ger anslutna sjöar förhöjda halter av bly då marken sakta lakas ur.

Andra källor till föroreningar i Molkomsjön har varit och-eller är jordbruksområdena i Västby-Krakerud (sjöns nordvästra hörn) och vid Norum (sjöns sydöstra hörn), sommarstugeområdena i Österängarna och Norum, enstaka enskilda avlopp, trafik på angränsande väg 63:an och förekomst av biltvätt på garageuppfart. Avloppsvatten från en biltvätt kan innehålla rester av olja, asfalt och flera skadliga tungmetaller som t ex bly, kadmium och krom (Naturvårdsverket. Branschfakta. 2005) Trafiken på 63:an som gränsar till Molkomsjön längs ca en kilometer (norr om sjön) samlar slitagepartiklar. Slitagepartiklar frigörs av förslitning av motorer, bromsar, däck och dubbdäck. Enskilda avlopp riskerar att läcka näringsämnen till Molkomsjön vilket kan bidra till övergödningproblem.

Hypotesen jag ställer utifrån den information jag samlat omkring Molkomsjön är att vattnets kvalitet bör ha förbättrats. Bättre reningsverk och årlig kalkning tillsammans med minskat atmosfäriskt (Naturvårdsverket. luften i Sverige. 2016) nedfall ger alla indikationer till en positiv utveckling. För att undersöka min hypotes har jag valt ut 4 stycken olika kemiska mätvärden och 2 st biologiska data från Molkomsjön.

## **Metod**

För att följa utvecklingen av alla mänskliga påverkningar i Molkomsjön har jag samlat in data över en lång tidserie. Den data jag använder mig utav kommer ifrån vattenprover och nätprovfiske gjorda av sportfiskeakademin i Forshaga, Karlstad kommun och Länsstyrelsen. MFVOF:s ordförande Carl Mossberg har sedan sammanfogat all data till en enhetlig databas i Excel och delat denna med mig för denna undersökning.

Kemiska och biologiska data kan annars hämtas hem ifrån SLU:s datavärdskap för sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket tillhandahåller information (Havs och Vattenmyndigheten [HaV] 2016) om hur de olika vattenkemiska undersökningarna går till. Det är rekommenderat att ta prover 4 gånger på ett år fördelat på vår, sommar, höst och vinter. Vattenproverna tas med hjälp av en ruttnerhämtare från en bestämd punkt på sjöns djupaste område. Rena flaskor i polyeten skall fyllas helt så att ingen luft blir kvar i flaskan. Efter transport analyseras proverna på ackrediterade laboratorium där utrustning finns för att avläsa vattnets kemi.

De biologiska data som jag använder mig utav har hämtats ifrån nätprovfiske. Nätprovfiske sker enligt instruktion av Naturvårdsverket (Havs och vattenmyndigheten [HaV] 2013) där standardiserade fiskenät läggs ut på olika djup i sjön. När näten vittjats läggs de ut igen, så att antal nätansträngningar (stickprov) överensstämmer med sjöns omfattning. Fiskfångsten artbestäms, mäts och vägs. På en del fiskar tar man även prov för åldersbestämning.

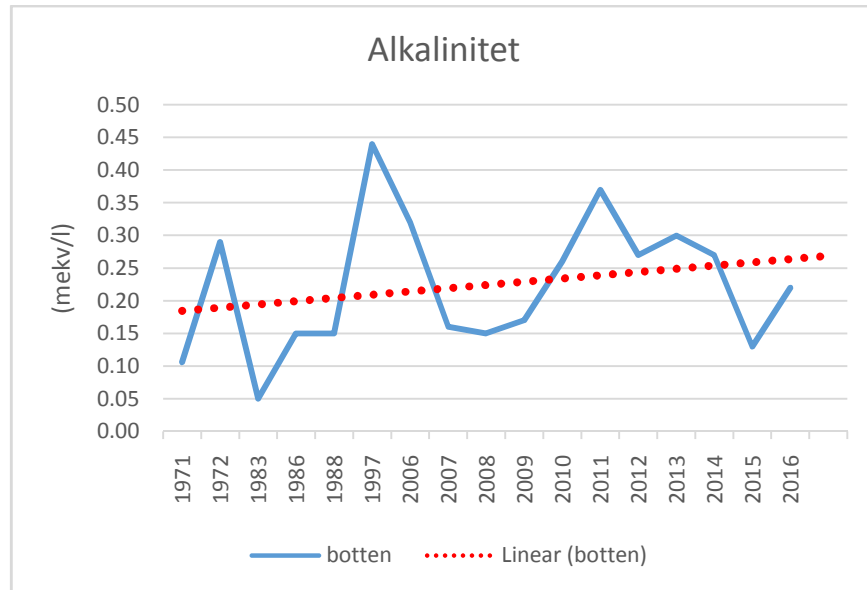
För att presentera data och synliggöra trender i Molkomsjön använder jag mig utav Microsoft Excel och dess diagramverktyg. De kemiska mätvärden jag valt som

indikatorer för försurning och eutrofiering samt hur man analyserar dessa beskrivs här punkt för punkt:

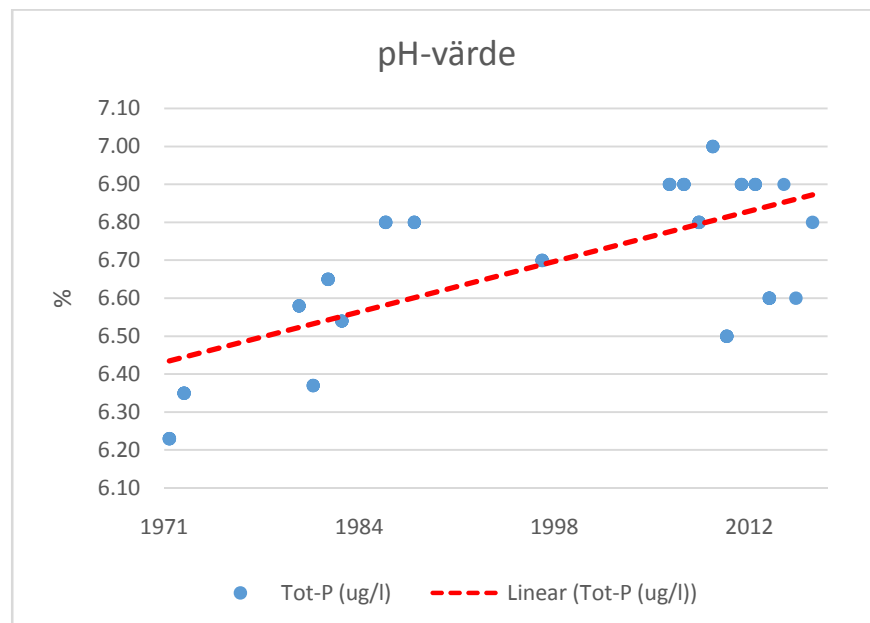
- Alkaliniteten är ett stabilt mått på surhetstillståndet i vatten. Genom att mäta hur mycket hydroniumjoner vattnet tål att ta emot utan att pH-värdet sänks kan buffertkapaciteten räknas ut (Stefan Bydén et al. 2003). Buffertkapaciteten ger en indikation om sjön är motståndskraftigt mot försurning
- PH-värdet är ett logaritmiskt mått på hur sur eller basisk en lösning är (vattenprovet). PH-värdet tas med en jonspecifik elektrod som har ett pH-känsligt glasmembran och en referenselektrod innehållande KCl. I fältinstrument är ofta elektroniken hopbyggd med elektroderna så att ett värde kan avläsas direkt. Prover av pH-värdet tillsammans med alkalinitet ger en god indikation om sjön är försurad och hur motståndskraftig den är emot återkommande surstötter (Stefan Bydén et al. 2003).
- Totalfosfor är summan av löst oorganisk fosfor, polyfosfater, löst organisk fosfor samt partikulärt bunden fosfor och oorganisk fosfor. Genom kokning med kaliumperoxidisulfat i sur miljö omvandlas de organiska och oorganiska fosfatföreningarna till fosfat. Fosfat analyseras med hjälp av fotometer på ofiltrerat prov, eller på filtrerat prov som filtrerats med porvidden 0,45  $\mu\text{m}$  (Stefan Bydén et al. 2003). Totalfosfor används ofta som en indikator för övergödning (eutrofieringspåverkan).
- Totalkväve innefattar allt det kväve som finns både löst (organiskt och oorganiskt) och uppbundet i partiklar och biomassa. Både oorganiska och organiska kväveföreningar oxideras i alkalisk miljö med kaliumperoxidisulfat till nitrat. Nitratkoncentrationen bestäms sedan med hjälp av fotometer eller med färgskiva. Nitrat kan även bestämmas med en jonselektivelektrod eller med jonkromatografi. Totalkväve varierar endast lite under året och kan vara ett bra mått på övergödning (Stefan Bydén et al. 2003)

## Resultat

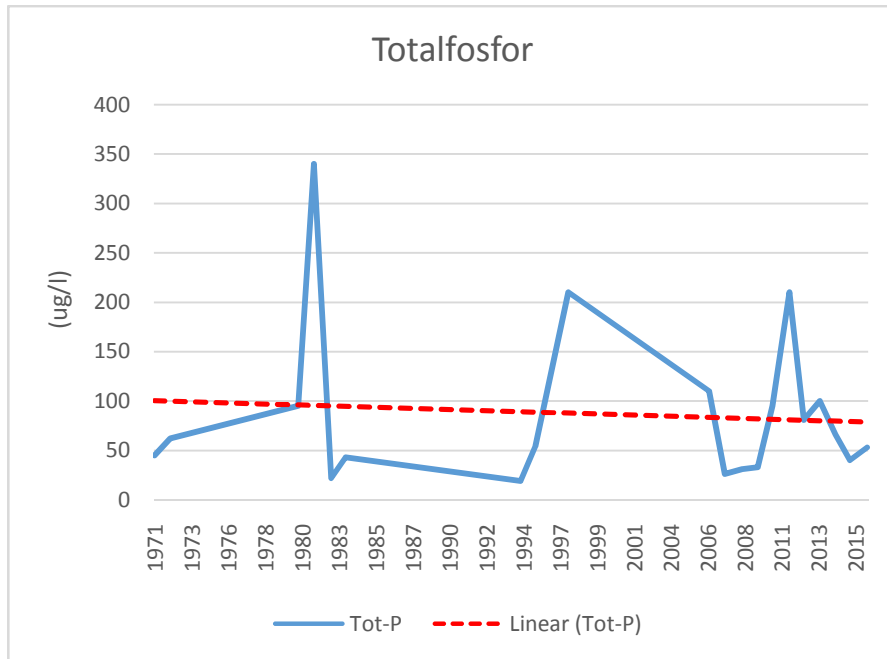
Alla kemiska data som presenteras med hjälp av diagrammen är tagna från Molkom sjöns djupaste område (se *figur 1*) och är insamlade mellan 1971–2016. Mätningarna har gjorts från juli till september en gång per år. Flera årtal saknas vilket kan ge diagrammen en missvisande karaktär i proportion till tidsskalan.



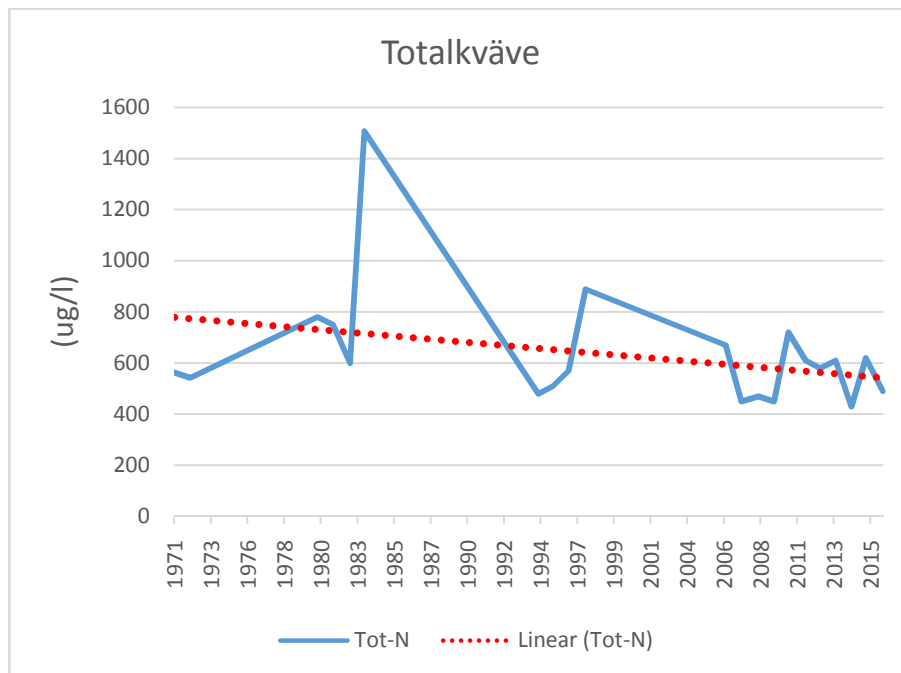
Figur 4. Diagrammet visar alkalinitetens variation från 1971–2016 vid Molkomsjöns djupaste punkt. En trendlinje visar att antalet milliekvvalenter per liter ökar sett över hela mättningsperioden.



Figur 5. Diagrammet visar med blåa markörer vilket pH-värde man har uppmätt vid respektive år. Den röstreckade trendlinjen skönjer en positiv trend gällande pH-värdet vid Molkomsjöns djupaste punkt.



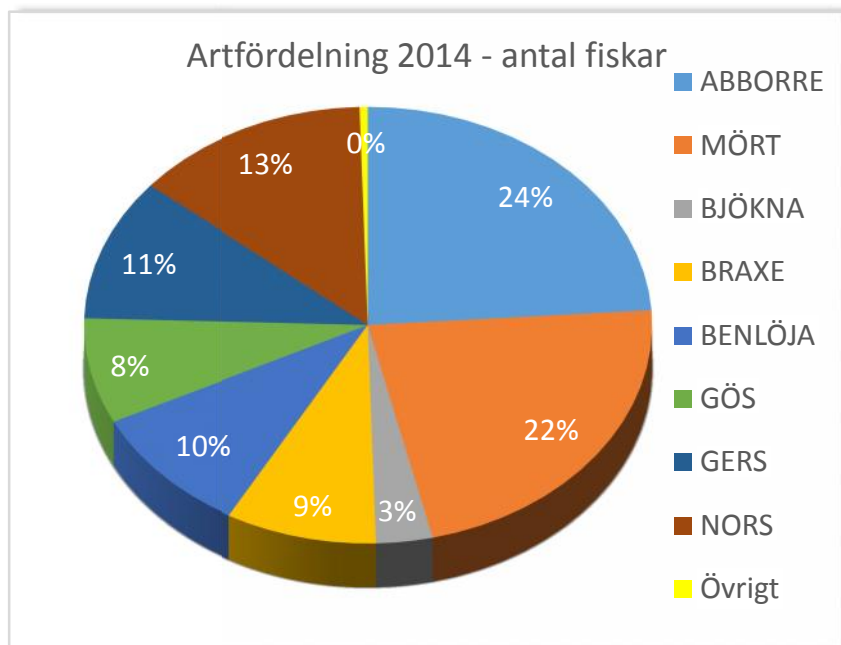
Figur 6. Diagrammet visar att mycket höga värden uppmäts flera gånger. Trendlinjen visar dock på svagt sjunkande koncentration.



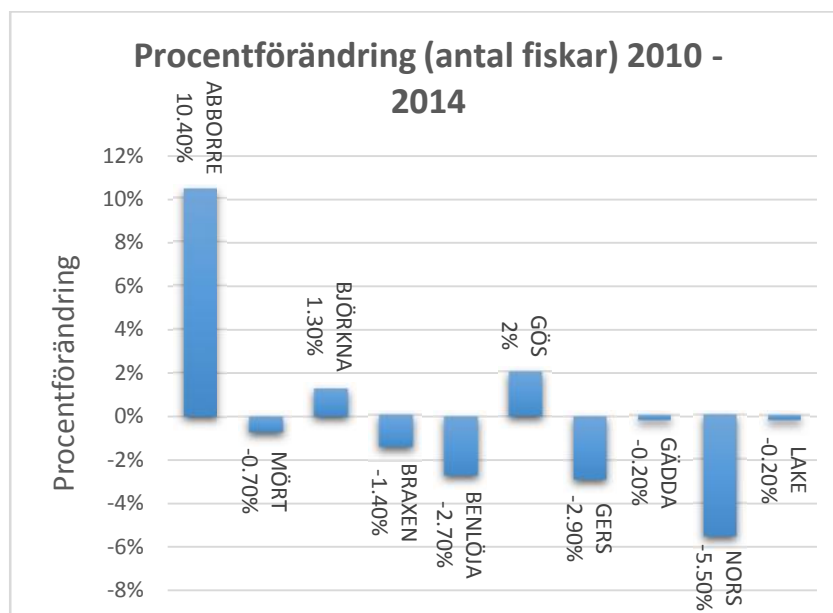
Figur 7. Diagrammets linje för totalkväve har gått upp och ner genom åren med en topp i början av 1980-talet. Efter 1980 börjar nivåerna stabiliseras. Trendlinjen visar att mängden totalkväve har haft en nedåtgående trend sett till hela tidsspannet.



De biologiska data som visas i de två efterföljande diagrammen är hämtade ifrån nätprovfisket 2010 och 2014.



Figur 8. Cirkeldiagrammet synliggör fiskindividernas antal. De tre vanligaste förekommande arterna är abborre (*Percafluviatilis*), mört (*rutilusrutilus*) och nors (*Osmeruseperlanus*). I kategorin övrigt hamnar gädda (*Esoxluclus*) (som dock bir underrepresenterad i nätprovfisken) och lake (*Lotalota*).



Figur 9. De fiskarter som ökat från 2010–2014 visas på den övre delen av diagrammet med positiva värden. De fiskarter som minskats visas på den nedre halvan med negativa värden.

## Diskussion

Från mina resultat av kemiska data kan jag nu få en översiktlig bild av hur vattenkvaliteten har förändrats från 1971. I boken "att mäta vatten"(Stefan Bydén et al. 2003) finns bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag som jag använder för att tolka resultaten. Bedömningsgrunderna i boken bygger på Naturvårdsverkets rapport 4913 som är föregångaren till den aktuella handboken för bedömningsgrunder (Naturvårdsverket Handbok 2007:4 2007).

Alkaliniteten har pendlat kraftigt mellan åren. Varför värdena har pendlat så kraftigt kan ha att göra med surstötar från kraftigt regn. Sett till bara alkalinitet så har ingen tydlig trend skett över hela mätningsserien. Däremot om pH-värdet läggs till i bedömningen har Molkomsjön gått från att ha en god buffertkapacitet till att närma sig en mycket god buffertkapacitet. Anledningen till denna förändring har främst att göra med PH-värdets utveckling som har sett mycket bra ut. Med senare års provtagning så har pH-värdet nått klass 1 i bedömningsgrunderna från Naturvårdsverket. PH-värdet har från 1971 och framåt gått ifrån måttligt surt till nära neutralt. Troliga bakomliggande orsaker till en positiv utveckling kan vara att skogsbruket ökat sina kunskaper gällande körskador. Samtidigt riskerar skogsägare att föreläggas med böter eller få sina miljöcertifikat (FSC och PEFC) indragna om regler bryts återkommande. Kalkningen i sjösystemets övre sjöar kan ha fått mer effekt eller en ökad dos. Marken i avrinningsområdet har troligen påverkats av allt lägre halter svavelsyra från nederbörd. Mätningar av luftens kvalitet visar att utsläpp av svaveloxid har minskats kraftigt sedan 1990 talet som en effekt av övergången till lågsvavliga bränslen (Miljömål 2016). Noterbart är också att berggrunden består utav hyperit vilken har en positiv effekt på pH-värdet men detta skall inte ses som en föränderlig faktor över tid.

De kemiska data som visar på eutrofiering ser enligt diagrammen ut att ha en positiv utveckling i Molkomsjön. Halten fosfor har dock visat sig vara mycket hög under några tillfällen. Toppnoteringen mättes 1981 då nivåerna nådde extremt höga koncentrationer enligt bedömningsgrunder. En expertkommentar angående de höga värdena gavs till MFVOF, där han pekade på att interngödning och läckage av fosfor som följd av syrebrist troligen låg bakom fenomenet(MFVOF. Vattenkvalité. 2014). Efter påtryckningar från MFVOF om att reningsverket måste förbättras, bytte Karlstad kommun år 2000 fällningsmedel i reningsverket från kalk till aluminium (*MFVOF uttryckte i detta sammanhang oro för möjliga negativa konsekvenser kopplat till användning av aluminium, vilket kommunen tillbakavisade med referens till väl fungerande reningsverk med aluminium som fällningsmedel i andra sjöar*). Fosforhalterna har sedan dess gått ner. I nuläget söker MFVOF om bidrag för att göra en internfosforinventering. Man utesluter inte att gamla utsläpp fortfarande finns lagrat i bottensedimentet och bidrar till de relativt höga koncentrationerna. Hur och vida skogsbruket bidragit till att totalfosforkoncentrationerna nu har en nedåtgående trend har hamnat lite i skymundan

av reningsverket. Naturvårdsverket bedömer ändå att skogsbruket har en försummande liten påverkan på sjöar (Naturvårdsverket miljö kvalitetsnormer rapport 5288) så kanske kan inte skogsbruket belastas allt för mycket för de utsläpp som skett.

Vad gäller totalkvävet i Molkomsjön liknar diagrammet totalfosfor. Om Molkomsjöns tillstånd gällande övergödning skall utredas så bedöms totalkvävekoncentrationen tillsammans med totalfosforkoncentrationen. Molkomsjön hamnar då i klass 3 som benämns som "höga koncentrationer". Då ska jag åter igen tillägga att Molkomsjön haft mycket höga toppar som gett alarmerande signaler. Som synes så tycks totalkvävet stabiliseras med tiden och trendlinjen pekar på en positiv utveckling.

Artsammansättningen bland fiskar i Molkomsjön ger också information om tillståndet och kan indikera försurning eller annan påverkan i vattnet. Den vanligt förekommande mörten är exempelvis känslig för försurning och skulle ha svårt att reproducera sig i ett allt för surt vatten. Bristen på biologiska data är dock för stor och det är därför allt för svårt att spekulera i hur föroreningar orsakade av människor påverkat fiskbestånden. Serier av prover från ex. vis bottenfaunan eller växtplankton kan också vara ett bra komplement till att öka kunskapsläget gällande Molkomsjön. Fler biologiska data är alltså önskvärt för att ytterligare bekräfta min hypotes.

## Källor

Bydén, S. Larsson, A. Olsson, M (2003). *Mäta vatten:undersökningar av sött och salt vatten* (3 uppl.). Göteborgs universitet:Bohuslän´5

Lindberg, N. (2008). *Dödsgift från bruket dumpat vid Blombacka. Molkomtidningen*. 17 december.

Skogsaktuellt (2016.) *Fortsatt kraftigt försurad mark i Sverige*. [Elektronisk]

Tillgänglig:<http://www.skogsaktuellt.se/Default.asp?p=48572&pt=108&m=1422>[2016-12-18]

Naturvårdsverket (2009).*Mark och avvattning, handbok för tillämpningen av 11 kapitlet i miljöbalken*. [Tillgänglig]

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0163-6.pdf>[2017-01-11]

Johan Hagström. Skogsstyrelsen (2013.) *Skogsbruket och kvicksilver*.

Tillgänglig:<http://www.vattenmyndigheterna.se/SiteCollectionDocuments/sv/vasterhav-et/moten-och-seminarier/2013/vattenradens-dag/johan-hagstorn.pdf>[2017-01-19]

Swecoinfrastructure AB (2010). *Kompletterande miljöteknisk undersökning*. Tillgänglig: <http://viss.lansstyrelsen.se/ReferenceLibrary/51940/Kompletterande%20milj%C3%B6teknisk%20unders%C3%B6kning.pdf> [2017-01-13]

Naturvårdsverket (2005). *Branschfakta, fordonstvättar*:utgåva 1. Tillgänglig:

<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-8207-8.pdf>[2017-01-19]

MFVOF (2014) *Vattenkvalité Molkomsjön*.

Tillgänglig:<http://www.mfvof.com/wordpress/wp-content/uploads/2014/08/Vattenkvalite-Molkomsj%C3%B6n-word97-v0.8.pdf>[2017-01-17]

Havs och vattenmyndigheten (2013). *Provfiske i sjöar: version 1:3*. Tillgänglig:

<https://www.havochvatten.se/download/18.2a9b232013c3e8ee03e828c/1369232502309/undersokstyp-provfiske-i-sjoar.pdf> [2017-01-09]

Naturvårdsverket (2016). *Luften i Sverige*. [Elektronisk] Tillgänglig:

<http://www.naturvardsverket.se/luftenisverige>[2017-01-19]

Havs och Vattenmyndigheten 2016. *Vattenkemi i sjöar: version 1:2*

Tillgänglig: <https://www.havochvatten.se/download/18.2a9deb63158ceb2b44f254/1481199087449/vattenkemisjoar.pdf> (2017-01-05)

Naturvårdsverket (2007). *Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag: handbok 2007:4.*

Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-0148-3.pdf> [2017-01-17]

Miljömål (2016). Svaveldioxidutsläpp: *övergång till bränslen med lågt svavelinnehåll gav kraftig minskning.* [Elektronisk] Tillgänglig: <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=126&pl=1> [2016-11-16]

Naturvårdsverket (2003). *Miljö kvalitetsnormer för fosfor i sjöar: rapport 5288.* Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5288-8.pdf> [2017-01-16]