

Utvärdering av biologiska data från Vänern, Vättern och Mälaren med syfte att identifiera trender och trendbrott som kan bero av metod- eller konsultbyte.



Calluna AB 2011-09-20

Towe Holmborn, Calluna AB, Stockholm, huvudförfattare
Anders Grimvall, IDA avdelningen för statistik, Linköpings universitet samt Havsforskningsinstitutet. Ansvarig för statistiska analyser och författare av statistikavsnitt.
Håkan Sandsten, Calluna AB, Malmö, datainsamling och kvalitetsgranskning
Elisabeth Lundkvist, Calluna AB, Linköping, kvalitetsgranskning
Anna Jangius, Calluna AB, Linköping, projektledare

Innehåll

Bakgrund och syfte.....	3
Metoder	4
Statistiska analysmetoder	4
Enkätfrågor till utförare om metodbyten:.....	7
Resultat och diskussion.....	7
Statistik.....	7
Övergripande bild av utförar-, metod- och utrustningsbyten i sjöarna.....	7
Sammanfaller statistiska avvikelser med noterade utförar-, metod-, eller utrustningsbyten?.....	8
Växtplankton klorofyll a.....	8
Växtplankton totalvolym	10
Diskussion växtplankton (klorofyll a och totalvolym)	11
Djurplankton biovolym	12
Djurplankton individtäthet.....	13
Diskussion djurplankton (biovolym och individtäthet).....	14
Bottenfauna biomassa	15
Bottenfauna abundans.....	16
Diskussion bottenfauna (biomassa och abundans)	17
Miljöövervakningshistoria Vänern, Vättern och Mälaren.....	19
Program för miljöövervakning.....	19
Nationell och regional miljöövervakning	20
Sammanfattning av resultat.....	21
Generell diskussion	21
Slutsatser och förslag på vidare arbete	22
Litteratur	24

Bilagor

- Bilaga 1: Statistik, resultat i tabellform
- Bilaga 2: Bilder på utrustning
- Bilaga 3: Enkät svar Vänern
- Bilaga 4: Enkät svar Vättern
- Bilaga 5: Enkät svar Mälaren

Uppdragsgivare

Mälaren, Vänern och Vätterns vattenvårdsförbund. Representanter från samtliga vattenvårdsförbund är: Måns Lindell (Vätternvårdsförbundet, Länsstyrelsen i Jönköping), Agneta Christensen (Vänerns vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen i Västra götlands län), Lars Edenman (och sedan maj 2011 Magnus Svensson; Mälarens vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen i Västmanland).
 Samordnare är Måns Lindell.

Foto framsidan, Calluna AB ©. Provtagning bottenfauna med van Veenhuggare, vinterprovtagning av vattenkemi.

Bakgrund och syfte

År 2012 ska nya program för samordnad miljöövervakning tas i bruk för Vänern, Vättern och Mälaren. Inför det arbetet vill man från vattenvårdsförbundens sida utvärdera data från tidigare provtagningar, för att se hur robusta metoderna som använts/används är och om förtydliganden krävs i programmen för att provtagningar och analyser ska ske så enhetligt som möjligt och därmed minska risken för att fel slutsatser dras. En sådan granskning och utvärdering har tidigare gjorts för flera kemiska parametrar och man upptäckte då t ex att vissa trender och trendbrott som förekom kunde härledas till att en analysmaskin på ett laboratorium blivit utbytt (Wahlin och Grimvall, 2008).

I denna rapport granskas några biologiska parametrar på samma sätt (växtplankton, klorofyll, djurplankton och bottenfauna) för att se om trender eller trendbrott som förekommer i de tre sjöarnas dataserier kan härledas till förändringar i metod, utrustning eller utförare i fält eller på laboratorium.

Calluna AB och Anders Grimvall på Linköpings universitet och Havsforskningsinstitutet har fått i uppdrag att utföra denna analys.

Metoder

Calluna har i samarbete med vattenvårdsförbunden valt ut biologiska variabler, provtagningslokaler och tidsserier och sammanställt data från SLU, Institutionen för vatten och miljö (datavärd) samt från utförarna och länsstyrelser när data saknades hos datavärden. Två separata utredningar har sedan genomförts; Anders Grimvall har, med syfte att granska såväl datakvalitet som trender, analyserat långtidsdataserierna från den nationella miljöövervakningen av Väneren, Vättern och Mälaren. Calluna har via ett frågeformulär till utförarna av miljöövervakningen, utrett när i tid utförar-, metod- och/eller utrustningsbyten har ägt rum. Den statistiska identifieringen av trendbrott har skett helt förutsättningslöst utan hjälp av någon information om när metod- och utförarbyten skett. Detta för att undvika rapporteringsbias.

Analyserna har begränsats till tidsperioden mellan 1980 och 2010 med fokus på de biologiska variablerna: växtplankton (klorofyll a, totalvolym), djurplankton (biovolym, individtäthet) och profundal bottenfauna (biomassa, abundans). Även om denna upplösning inte är optimal för att identifiera alla tänkbara trendbrott är det den nivån som projektets omfattning tillät. Totalt i de tre sjöarna användes data från 11 olika stationer:

- Mälaren (S. Björkfjärden SO, Ekoln Vreta Udd, Granfjärden Djurgårds Udde)
- Väneren (Dagskärsgrund N, Megrundet N, Tärnan SSO)
- Vättern (Edeskvarnaån NV, Jungfrun NV, Omberg, St. Aspön SO, Visingsö NV).

Vid val av stationerna prioriterades stationer med relativt provtagningsintensiva kontinuerliga tidsserier för alla (eller så många som möjligt) aktuella variabler. Detta för att säkra datamängden för de statistiska analyserna.

Statistiska analysmetoder

Trendtester

Förekomsten av långtidstrender i observerade plankton- och bottenfaunadata undersöktes med hjälp av statistiska trendtester. Mann-Kendalltester för monotona trender genomfördes (Hirsch och Slack, 1984; Wahlin och Grimvall, 2010). Dessa tester är konstruerade för att upptäcka upp- eller nedgångar som är mer bestående än de tillfälliga nivåförändringar som av en ren slump brukar uppkomma i tidsserier. De är speciellt lämpade för att upptäcka övergripande upp- eller nedgångar i flera olika tidsserier. Ett Mann-Kendalltest för trend i en enskild tidsserie bygger på att man studerar alla par av observationer och räknar antalet upp- respektive nedgångar. Om skillnaden mellan antalet upp- och nedgångar är tillräckligt stor konstaterar man att det finns en statistiskt signifikant trend. I annat fall avstår man från att dra några slutsatser om trender. För beräkning av p-värden (uppnådda signifikansnivåer) hänvisas till Excelmakrot MULTITEST som kan laddas ner från Linköpings Universitet (<http://www.ida.liu.se/divisions/stat/research/Software/index.en.shtml>).

När insamlade data representerar flera provtagningsdjup eller säsonger kan man sortera data i en matris enligt figur 1. Data i samma kolumn blir då jämförbara eftersom de representerar samma djup och säsong. Vidare kan man med hjälp av multivariata Mann-Kendalltester undersöka förekomsten av uppåt- eller nedåtgående trender som är

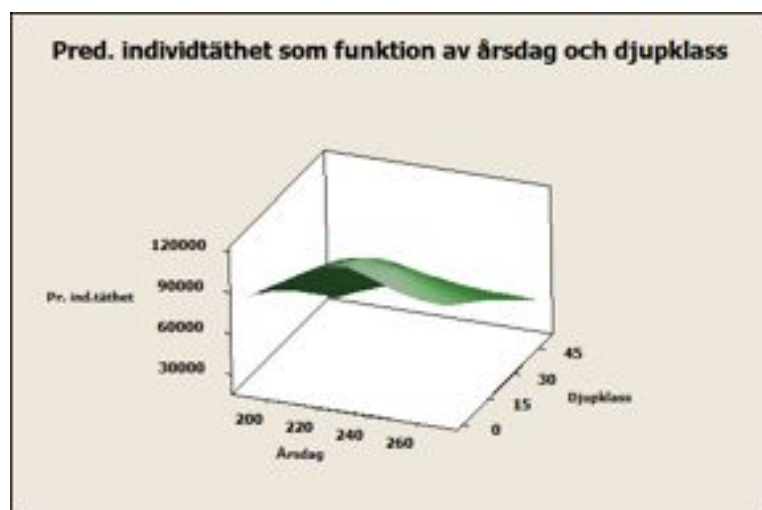
övergripande för alla djup en given säsong, alla säsonger för ett givet djup, eller alla kombinationer av djup och säsong. På samma sätt kan man undersöka förekomsten av trender som är gemensamma för flera stationer. Vid beräkningen av p-värden i multivariata Mann-Kendalltester görs automatiskt en korrektion för att data i olika kolumner kan vara statistiskt beroende. Däremot antas alla permutationer av raderna vara lika sannolika om tidsserierna saknar trend.

År	Säsong 1				Säsong 2								Säsong m			
	D ₁	D ₂		D _k	D ₁	D ₂	...	D _k					D ₁	D ₂	...	D _k
1																
2																
n																

Figur 1. Matris för data som representerar olika provtagningsdjup (D) och säsonger.

Eliminering av säsong och djupeffekter

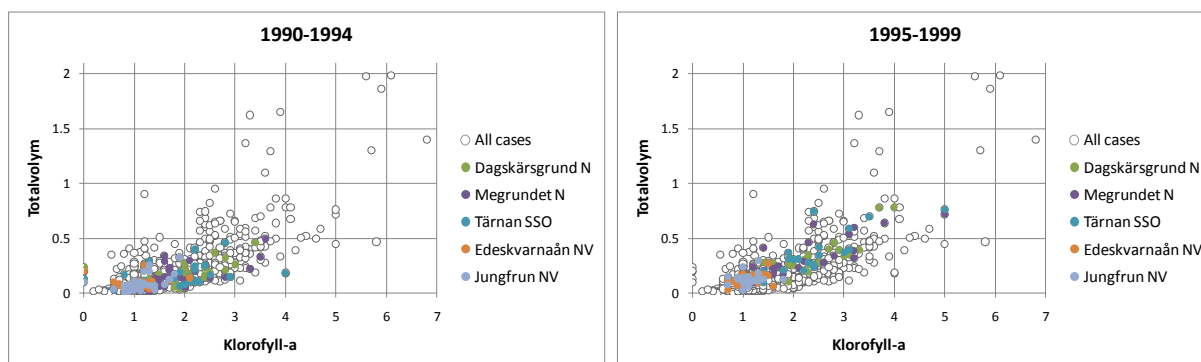
De flesta tidsserier med biologiska variabler har ett säsongsmönster som upprepas varje år. För att tydliggöra trender och annan variation bör man därför utföra en säsongrensning av insamlade data. På i princip samma sätt kan man rensa bort variation som har med provtagningsdjup att göra. Planktondata har ofta en viss regelbundenhet i variationen med tidpunkt på året och provtagningsdjup. Därför har vi först använt alla data för att skatta och eliminera detta mönster i observerade data. Figur 2 illustrerar ett exempel på hur individtäthet för djurplankton kan variera med djup och årsdag. Praktiskt sett är normaliseringen utförd med proceduren GAM i det statistiska programpaketet SAS. Närmare bestämt har årsdag och djup använts som förklaringsvariabler i s.k. "thin plate splines" och antalet frihetsgrader i modellen har bestämts med generaliserad korsvalidering.



Figur 2. Funktionsyta som illustrerar hur individtätheten för djurplankton på en viss plats i genomsnitt varierat med tid på året och provtagningsdjup. Skattning av säsongmönster och funktionsytor av den typ som illustreras i figur 2 utfördes genom att till observerade data anpassa mjukt varierande endimensionella splinefunktioner respektive tvådimensionella s.k. "thin plate splines". Närmare bestämt användes proc GAM i programpaketet SAS (SAS Institute Inc., 2004). För att välja lämplig utjämningsgrad utnyttjades generaliserad korsvalidering (GVC).

Animering av bubbeldiagram

Det mänskliga ögat har en mycket god förmåga att upptäcka rörelse mot en statisk bakgrund. Detta har vi utnyttjat för att upptäcka förändringar i relationen mellan två variabler. Totalvolym och klorofyll är två mått på växtplankton och även om sambandet mellan dem skulle kunna förändras med tiden, bör en sådan förändring inte ske abrupt om den har naturliga orsaker. Figur 3 illustrerar hur sambandet mellan totalvolym växtplankton och klorofyll a ändrats från perioden 1990-94 till perioden 1995-99. De öppna cirkelarna visar observerade data från hela studieperioden 1980-2010, medan de fyllda markörerna avser mätningar som utförts under den i diagrammet angivna tidsperioden. Om man granskar data noggrant ser man att totalvolymen förskjutits uppåt mellan de två perioderna. Denna typ av förändringar framträder tydligare om man i ett enda bubbeldiagram kan låta hela datamaterialet bilda en fix bakgrund av öppna symboler och sedan växla mellan olika tidsperioder för de fyllda markörerna. I en dator kan detta utföras med hjälp av animerade bubbeldiagram. Programvara som kan köras under Excel kan laddas ner från Linköpings Universitet (<http://www.ida.liu.se/divisions/stat/research/Software/index.en.shtml>).



Figur 3. Bubbeldiagram som illustrerar hur sambandet mellan totalvolym växtplankton och klorofyllhalt i Vänern och Vättern förändrats mellan tidsperioderna 1990-1994 och 1995-1999.

Definition av djupklasser

De undersökta variablerna för växt- och djurplankton kan variera mer eller mindre kraftigt med provtagningsdjupet. För att underlätta jämförelser över tiden har därför alla vattenprover hänförs till en viss djupklass. Närmare bestämt har djupklasser definierats enligt tabell 1. För prover som är samlingsprover för ett visst djupintervall har medeldjupet använts för att definiera djupklassen.

Tabell 1. Djupklasser.

Djupklass	Djupintervall m
0	0–2,5
5	2,5–7,5
10	7,5–12,5
15	12,5–17,5
20	17,5–25
30	25–35
40	35–45
50	45–55

Enkätförfrågning till utförare om metodbyten:

En enkät med frågor rörande provtagning och analys av de biologiska parametrarna distribuerades till samtliga utförare (enligt beställares uppgifter) och sammanställdes av Calluna AB. Kompletterande telefonsamtal med utförarna har också skett vid ett flertal tillfällen för att säkerställa/vidareutveckla och komplettera tidigare lämnade uppgifter, speciellt med avseende på provtagning och analys av klorofyll a. Sammanställda enkätsvar för Vänern, Vättern och Mälaren återfinns i bilaga 3-5. För att visuellt klargöra skillnader i provtagningsutrustning återfinns i bilaga 2 bilder på stora delar av rapporterad utrustning (dock inte nödvändigtvis de exakta modellerna som använts av utförarna utan typexemplar).

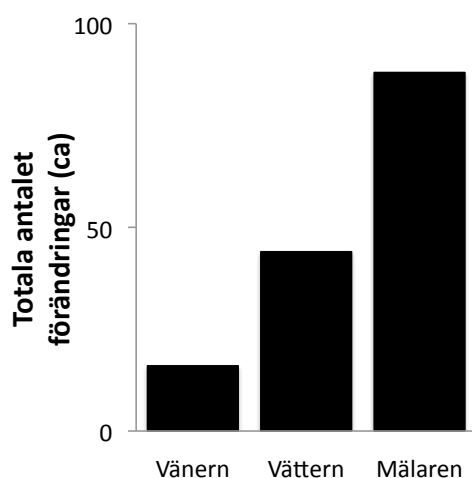
Resultat och diskussion

Statistik

Tabeller med detaljerade statistikresultat återfinns i bilaga 1. Under detta avsnitt som behandlar resultat och diskussion redovisas endast översiktligt de signifikanta resultaten. Observera att en två- ($p \leq 0,01$) eller trestjärnig ($p \leq 0,001$) signifikansnivå behandlas som signifikant, medan en enstjärnig signifikansnivå är att betrakta som mer osäker pga det stora antalet statistiska tester som utförts.

Övergripande bild av utförar-, metod- och utrustningsbyten i sjöarna

Generellt kan sägas att miljöövervakningen i Vänern har haft färre byten av utförare, metoder och provtagningsutrustning än vad de två andra sjöarna haft. (Fig 4). En utförare har varit ansvarig för miljöövervakningen under hela den undersökta perioden i Vänern. Däremot har vissa metod- och utrustningsbyten skett under denna period, totalt ca 16 st. I Vättern har man haft ett utförarbyte 2004. Man har dessutom haft metod- och utrustningsbyten under flera tillfällen inom och mellan utförarperioderna. Totalt har det skett ca 44 förändringar under perioden 1980-2010 (Fig. 4). Flest byten har skett i Mälaren. Här har fyra olika utförare ansvarat för provtagningen sedan 1980 och under deras tid har totalt ca 88 förändringar skett (Fig. 4).



Figur 4. Staplarna symboliserar det ungefärliga totala antalet förändringar som har skett i sjöarna under perioden 1980-2010, med avseende på metod- utrustnings och utförarbyten. Observera att det ibland är svårt att räkna vad som är en förändring då det ibland har varit frågetecken runt eventuella metod- eller utrustningsbyten. Om en metod ändrats men sedan ändrats tillbaka till ursprungsmetoden har det räknats som 2 byten. Pga detta skall resultaten bara tas som en fingervisning snarare än som absoluta värden. För detaljer se bilaga 3-5.

Sammanfaller statistiska avvikelser med noterade utförar-, metod-, eller utrustningsbyten?

Nedan, i en samling tidsaxlar, presenteras resultat från såväl enkätförfrågningen som de statistiska analyserna av trender och trendbrott. I de statistiska analyserna användes säsong- och djupkorrigerade data för att ta bort annuellt återkommande och spatialt förekommande naturliga variationer i dataserierna samt animering av punktdiagram (Fig. 2) för att visuellt påvisa trendbrott. Syftet var att kunna se eventuella trender orsakade av t.ex. ekologiska regimskiften eller utförar-, metod- och utrustningsbyten samt när, i tiden, dessa trendbrott inträffat. Varje tidsaxel sträcker sig från år 1980 till 2010 och representerar noterade förändringar för den specifika biologiska parametern i respektive sjö. Pilar ovanifrån (röda) representerar metodologiska förändringar medan pilar nedifrån (orangea) representerar trendbrottspunkter. I figurerna har endast de metodologiska förändringar som känns rimliga att påverka dataserien tagits upp. Det vill säga, fler inrapporterade metodologiska förändringar kan ha skett, men då de alla har varit av mindre viktig karaktär, enligt Callunas bedömning, har de rensats bort från figurerna för att göra dem mer lättöverskådliga. Noterbart är dock att de flesta bortrensade metodologiska förändringarna sammanföll med andra förändringar. Alla inrapporterade förändringar återfinns i sammanställningarna från enkätundersökningarna (Bilaga 3-5). De olika färgfälten (svart, grått, vitt, ljusblå och mörkblå) på tidsaxlarna representerar olika utförare.

Växtplankton klorofyll a

Allmänt; vattenprover för klorofyllanalys är tagna på två olika men tidsmässigt parallella sett; dels genom ett djupintegrerat prov som tas från samma vatten som övriga växtplanktonanalyser och dels från provtagning på diskret djup (oftast 0,5 m djup). Vid provtagningen har man ibland använt olika utrustning för de båda provtyperna och därför har vi analyserat de båda provtyperna var för sig. Nedan i tidsaxlarna är de dock redovisade tillsammans då inga stora skillnader mellan de olika typerna påträffades i den statistiska analysen av trender och trendbrott.



Analyserade stationer i Vätern: Dagskärsgrund N, Megrundet N, Tärnan SSO.

Resultat trender/trendbrott: På tre (Dagskärsgrund N, Megrundet N och Tärnan SSO) av fem stationer fanns en uppåtgående trend över perioden. På Dagskärsgrund N och Megrundet N (samt i viss mån, om än inte lika tydligt, på Tärnan SSO) iaktogs en brytpunkt omkring 1997 (med generellt högre värden efter brytpunkten) för de djupintegrerade proverna. Samma trendbrott sågs även för prover tagna på diskret djup men tidpunkten för brytpunkten är osäker men inträffade någon gång mellan 1997 och 2001 (inga diskreta prov togs under denna period).

Resultat metodikbyten: Två metodskiften har rapporterats under tidsperioden i fråga. I maj 1980 bytte man analysmetod av klorofyll a på lab och någon gång under perioden (årtal okänt) bytte man provtagningsutrustning, för prover tagna på diskreta djup,

från Kielhämtare till Ruttnerhämtare. Bytet skedde i samband med att SLU's forskningsfartyg Ancylos såldes till Fiskeriverket (runt 1998). Under hela perioden från 1980 och framåt har man även tagit ett integrerat klorofyllprov i samband med växtplanktonprovtagningen. I Vänern har man alltid använt ett Rambergör för detta ändamål.

Kommentar: Kielhämtaren och Ruttnerhämtaren är tämligen lika i sitt utförande och det är tveksamt i vilken utsträckning ett sådant byte påverkar klorofyllvärdena.

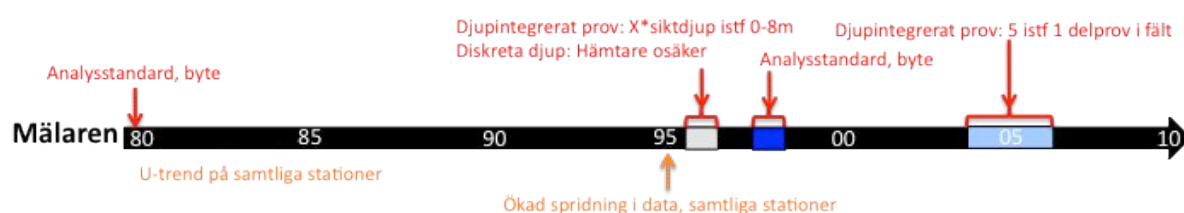


Analyserade stationer i Vättern: Edeskvarnaån NV, Jungfrun NV.

Resultat trender/trendbrott: Ingen tydlig trend. Inga trendbrott men noterbart låga värden på Jungfrun NV under 1997-1998, för både djupintegrerade prover och prover från diskreta djup.

Resultat metodikbyten: Flera metodbyten av olika karaktär har skett under och mellan utförare. I maj 1980 bytte man analysmetod av klorofyll a på lab och någon gång under perioden (årtal okänt) bytte man provtagningsutrustning, för prover tagna på diskreta djup, från Kielhämtare till Ruttnerhämtare. Bytet skedde i samband med att SLU's forskningsfartyg Ancylos såldes till Fiskeriverket (runt 1998). 1996 övergick man till att provta det djupintegrerade provet med Rambergör istället för med Ruttnerhämtare som man använt tidigare. I samband med utförarbytet 2004 gick man dock tillbaka till ruttnerhämtare för det djupintegrerade provet och man började för detta prov ta 5 delprov i fält istället för 1 som man gjort tidigare.

Kommentar: -



Analyserade stationer i Mälaren: Ekoln Vreta Udd, Granfjärden Djurgårds Udde, S. Björkfjärden SO.

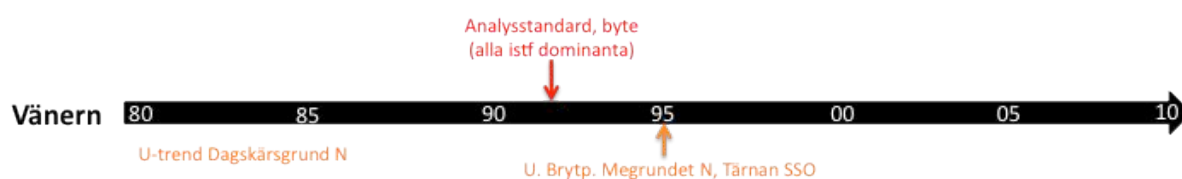
Resultat trender/trendbrott: En stadigt uppåtgående trend återfanns på alla stationer, men inga uppenbara brytpunkter identifierades. Däremot ser man en generellt ökad spridning i data för både djupintegrerade prover och prover från diskreta djup sedan mitten av 1990-talet.

Resultat metodikbyten: Flera metodbyten av olika karaktär har skett under och mellan utförare. I Mälaren har man under hela perioden använt ett Rambergör för den djupintegrerade provtagningen av klorofyll, som utfördes i samband med växtplanktonprovtagningen men under 1996 togs det djupintegrerade provet från ytan till x*siktdjupet jämfört med de 0-8 meter som man tagit övriga år ("x" okänt

enligt utföraren, då ansvarig person slutat). Under perioden 2004-2006 tog man 5 delprov i fält istället för 1, som man gjort övriga år, för det djupintegrerade provet. För provtagning av klorofyll på diskreta djup har man använt en Ruttnerhämtare alla år utom möjligtvis 1996 då utföraren uppgett osäkerhet inför vilket material som användes. I maj 1980 bytte man analysmetod av klorofyll a på lab. Under 1998 använde man en avvikande analysstandardmetod jämfört med övriga år.

Kommentar: Det är osäkert i vilket/vilka avseenden den avvikande analysstandardmetoden som uppgetts skiljer sig från den vanliga metoden. En djupdykning i de olika standarderna samt vidare intervjuer med utförarna kan eventuellt utröna detta vid behov.

Växtplankton totalvolym

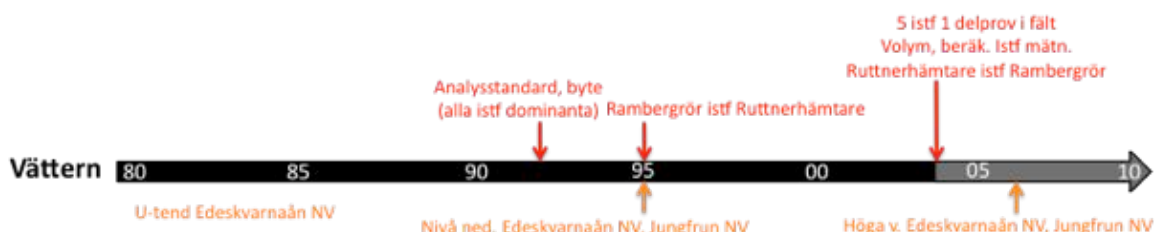


Analyserade stationer i Vätern: Dagskärsgrund N, Megrundet N, Tärnan SSO.

Resultat trender/trendbrott: På alla stationer finns en allmänt uppåtgående trend. På Megrundet N och Tärnan SSO kan man identifiera en brytpunkt runt 1995 (med högre värden efter 1995). Allmänt är spridningen i data större efter 1995.

Resultat metodikbyten: Endast ett metodbyte finns rapporterat. 1992 började man räkna alla arter på lab istället för bara de dominanta arterna.

Kommentar: -



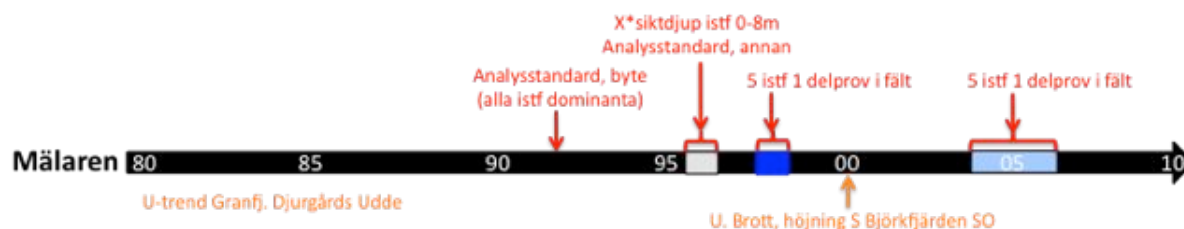
Analyserade stationer i Vättern: Edeskvarnaån NV, Jungfrun NV.

Resultat trender/trendbrott: Edeskvarnaån NV visar en tydlig uppåtgående trend över perioden medan trend saknas på Jungfrun NV. På båda stationerna däremot skedde ett tydligt nivåskifte nedåt runt 1995 och generellt höga värden efter 2005.

Resultat metodikbyten: Flera metodbyten av olika karaktär har skett under och mellan utförare. 1992 började man räkna alla arter på lab istället för bara de dominanta arterna. 1995 bytte man provtagningsutrustning från Ruttnerhämtare till Rambergör. I samband med utförarbytet 2004 bytte man tillbaka till Ruttnerhämtare och man började man ta fem delprov i fält istället för ett Sedan 2004 har även volymskattningen baserats på räkningar istället för faktiska mätningar.

Kommentar: De statistiska analyserna klagör inte exakt när det nedåtgående nivåskiftet inträffade utan anges som runt 1995. Hämtarbytet från Ruttnerhämtare till Rambergör skedde 1996 och det känns som en rimlig orsak till nivåskiftet som skedde på alla analyserade stationer. Det finns också en möjlighet att de höga

värdena på båda stationerna efter 2005 kan härledas till metodförändringen på lab när man började beräkna istället för mäta volymen. Det är oklart hur exakt året 2005 är i de statistiska analyserna, metodförändringen skedde 2004.



Analyserade stationer i Mälaren: Ekoln Vreta Udd, Granfjärden Djurgårds Udde, S. Björkfjärden SO.

Resultat trender/trendbrott: Både Djurgårds Udde och S. Björkfjärden SO visade uppåtgående trender. På Björkfjärden SO kunde man även se en förhöjning av värdena i data sedan omkring år 2000.

Resultat metodikbyten: Flera metodbyten av olika karaktär har skett under och mellan utförare. 1992 började man räkna alla arter på lab istället för bara de dominanta arterna. Under 1996 bytte man analysstandardprotokoll och ändrade troligtvis provtagningsdjupet (Utförare har uppgett att man provtog X ggr siktdjupet, men minns ej vad x innebar. Resten av åren provtog man 0-8 m). 1998 samt 2004-2006 tog man fem delprov i fält istället för ett.

Kommentar: Många metodbyten har skett efter 1995 men inget kan direkt kopplas till något identifierat trendbrott i data.

Diskussion växtplankton (klorofyll a och totalvolym)

Då analyser på sjöarna gjordes oberoende av station (Resultat redovisas i tabell 1:1, bilaga 1) uppvisade både klorofyll a (djupintegrerade prov och prov från diskreta djup) och totalvolym uppåtgående trender i alla sjöar. Trenden var svagast för klorofyll a i Vättern. Observera att pga ett tidigt missförstånd för vilka provpunkter som ingår i den nationella miljöövervakningen respektive recipientkontrollprogram är Mariestadsviken (2 stationer) inkluderade i dessa analyser för klorofyll a på diskreta djup i Vänern. Dessa stationer borde dock inte bidragit så mycket till resultatet då de inte hade några signifikanta trender i sig. I viss mån kan de dock ha försämrat den antydda positiva signifikansen ($p < 0,05$) för klorofyll a (på diskreta djup) i Vänern.

Totalt sett för Vänern och Vättern kunde man under animeringarna se ett tydligt hopp uppåt i totalvolym för växtplankton mellan period 1990-1994, och 1995-1999. Det verkar även råda en större spretighet i data för totalvolym och klorofyll (framförallt i Mälaren och Vänern) från 1995 och framåt, jämfört med tidigare. I Mälaren finner man även generellt högre totalvolymvärden efter år 2000. Inget specifikt metodbyte kan kopplas till dessa förändringar men noterbart är att flera förändringar i metod och utförare sker efter 1995. Det vore dock intressant att utreda om spretigheten i data och hoppet vid 1995 kan förklaras av naturliga variabler såsom pelagiska födointeraktioner, nederbörd, vindstyrka och vindriktning samt temperatur. Det vore även intressant att för volymanalysen av växtplankton dela upp t ex cyanobakterier och övriga växtplankton, då cyanobakterierna ofta inte är beroende av sjöns interna kvävecykel och därmed kan uppvisa andra trender än övriga växtplankton. Noterbart är att

växtplankton i allmänhet uppvisar tydligt uppåtgående trender medan tidigare analyser av vattenkemiska parametrar i samma sjöar har visat på en allmänt nedåtgående trend för totalfosfor (Wahlin och Grimvall 2008).

Alla metodförändringar som gäller provtagning av växtplankton med håv har uteslutits från figurerna då sådan provtagning endast är kvalitativ och till för att säkra taxonomin.

Djurplankton biovolym

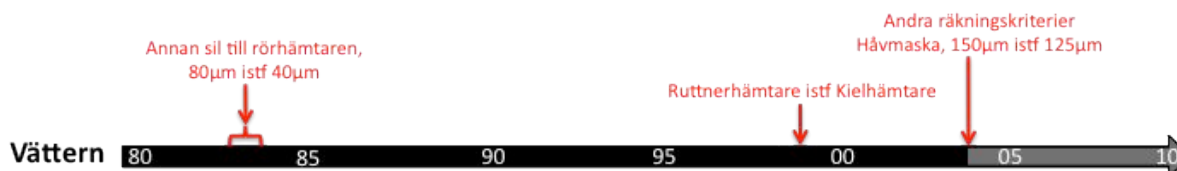


Analyserade stationer i Vänern: Dagskärsgrund N (0-20m), Megrundet N (0-30m), Tärnan SSO (0-50m).

Resultat trender/trendbrott: Enstaka extrema outliers förekom på samtliga stationer, men främst på Dagskärsgrund N. På Tärnan SSO fanns en uppåtgående trend från 1980 till 1995, som endast kan härledas från värdena för djupklass 50m. 2010 var värdena ovanligt låga på station Tärnan SSO.

Resultat metodikbyten: 1998 bytte man från Kielhämtare till Ruttnerhämtare.

Kommentar: Vattenhämtarna användes bara för att provta den mindre fraktionen (rotatorier och nauplier), medans håv har använts för att provta copepoditer och cladocerer. Vad gäller den uppåtgående trenden på Tärnan SSO 1980 till 1995 så vore det intressant att gå in djupare i rådata för att se vad som ligger bakom ökningen. Vid revisionsgenomgången av rapporten upptäckte Lars Sonesten (Skriftligen, augusti 2011; Institutionen för vatten och miljö, SLU, Uppsala) att ett fel har begåtts vid inmatningen av zooplanktondata för Vänern 2007. Ett decimalfel har gjort att rotatorietätheterna och -biovolymerna har blivit en tiondel av de aktuella värdena, vilket vi beklagar. Detta påverkar främst tätheterna och biovolymerna i juni då kräftdjuren ännu inte blivit så många och är förhållandevis små. Ändringar skall enligt Lars Sonesten redan ha gjorts i rådatabasen och i webbdatabasen. Misstaget verkar dock inte ha påverkat resultaten av genomgång av våra tidsserier.

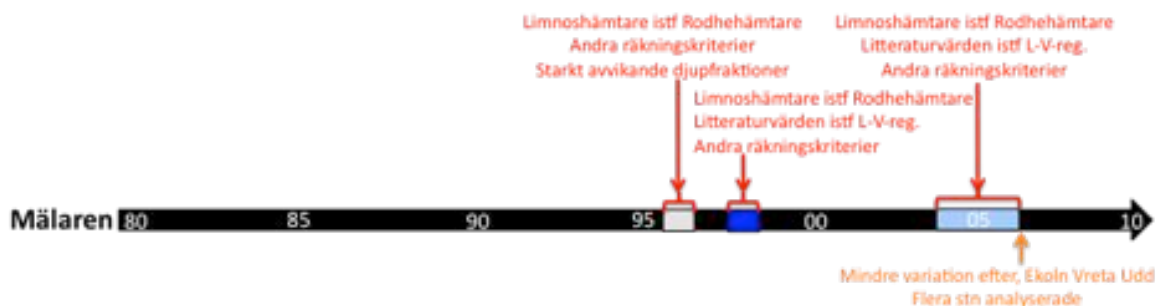


Analyserade stationer i Vättern: Jungfrun NV (0-50m).

Resultat trender/trendbrott: Ingen tydlig trend. Inga trendbrott.

Resultat metodikbyten: Flera metodbyten av olika karaktär har skett under och mellan utförare. Under 1983 användes en sil med större maskstorlek vid filtrering av provet i fält och 1999 bytte man från Kielhämtare till Ruttnerhämtare. I samband med utförrarbytet 2004 bytte man håv, från en Clarke-Bumpushåv med en maskstorlek på 125µm till en WP2-håv med en maskstorlek på 150µm. 2004 ändrade man även räkningskriterierna på lab.

Kommentar: Vattenhämtarna användes bara för att provta den mindre fraktionen (rotatorier och nauplier), medans håv har använts för att provta copepoditer och cladocerer.



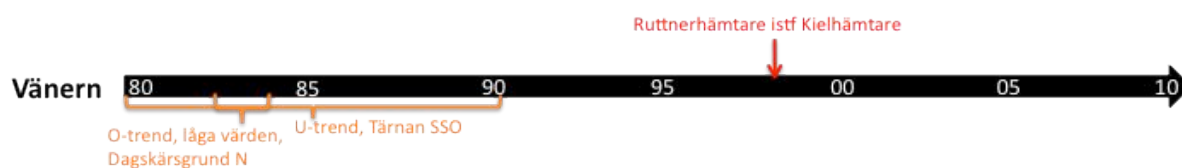
Analyserade stationer i Mälaren: Ekoln Vreta Udd (0-30m), Granfjärden Djurgårds Udde (0-30m), S. Björkfjärden SO (0-40m).

Resultat trender/trendbrott: Inga tydliga trender i data fanns men 2007 och framåt finns en påtagligt minskad spridning i data på en av tre analyserade stationer (Ekoln Vreta udd).

Resultat metodikbyten: Flera metodbyten av olika karaktär har skett i samband med utförlarbyten. Under 1996, 1998, 2004-2006 har man använt en Limnoshämtare istället för Rodhehämtare samt varierande räkningskriterier på lab. Under 1998 och 2004-2006 har man dessutom använt litteraturvärden istället för längd-volym regressioner för att beräkna biovolym. Under 1996 provtog man starkt avvikande djupfraktioner.

Kommentarer: Även om trendbrottet 2007 sammanfaller med metod och utförlarbyten är det inte den troliga orsaken då trendbrottet bara återfanns på en av tre stationer. Vattenhämtarna användes för att provta hela djurplanktonsamhället.

Djurplankton individtäthet

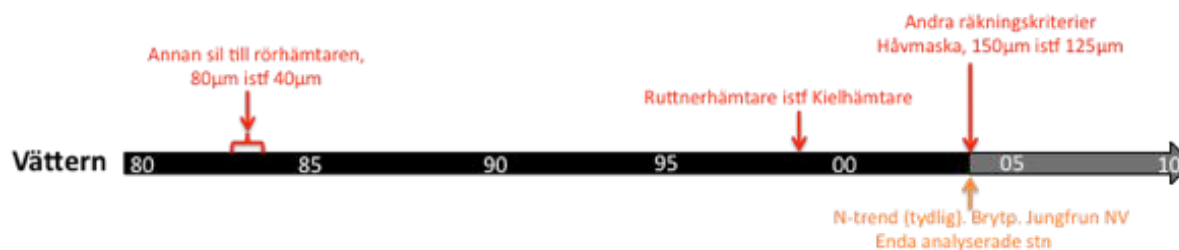


Analyserade stationer i Vänern: Dagskärsgrund N (0-20m), Megrundet N (0-30m), Tärnan SSO (0-50m).

Resultat trender/trendbrott: Allmänt oregelbunden trend och hög variation iakttogets för Dagskärsgrund N. På denna station fanns även noterbart låga värden under 1983-1984. Trenden för Tärnan SSO var uppåtgående under perioden 1980-1990.

Resultat metodikbyten: 1998 bytte man från Kielhämtare till Ruttnerhämtare.

Kommentar: Vattenhämtarna användes bara för att provta den mindre fraktionen (rotatorier och nauplier), medans håv har använts för att provta copepoditer och cladocerer.



Analyserad station i Vättern: Jungfrun NV (0-50m).

Resultat trender/trendbrott: Enda stationen som analyserades, Jungfrun NV, uppvisade en mycket tydlig nedåtgående trend med en brytpunkt 2004 (vart efter värdena blev ännu lägre).

Resultat metodikbyten: Flera metodbyten av olika karaktär har skett under och mellan utförare. Under 1983 användes en sil med större maskstorlek vid filtrering av provet i fält och 1999 bytte man från Kielhämtare till Ruttnerhämtare. I samband med utförarbytet 2004 bytte man håv, från en Clarke-Bumpushåv med en maskstorlek på 125µm till en WP2-håv med en maskstorlek på 150µm. 2004 ändrade man räkningskriterierna på lab.

Kommentar: Vattenhämtarna användes bara för att provta den mindre fraktionen (rotatorier och nauplier), medans håv har använts för att provta copepoditer och cladocerer. Brytpunkten på Jungfrun NV sammanfaller med utförar- och metodbyten. Det är sannolikt att håvbytet har orsakat trendbrottet. Det vore intressant att utreda vidare om det finns en nedåtgående trend trots brytpunkten, då man har noterat fisksvält i Vättern de senaste 10 åren (Vätternvårdsförbundet 2009).



Analyserade stationer i Mälaren: Ekoln Vreta Udd (0-30m), Granfjärden Djurgårds Udde (0-30m), S. Björkfjärden SO (0-40m).

Resultat trender/trendbrott: Ingen tydlig trend. Inga trendbrott.

Resultat metodikbyten: Flera metodbyten av olika karaktär har skett i samband med utförarbyten. Under 1996, 1998, 2004-2006 har man använt en Limnoshämtare istället för Rodhehämtare samt varierande räkningskriterier på lab. Under 1996 provtog man starkt avvikande djupfraktioner i fält.

Kommentar: -

Diskussion djurplankton (biovolym och individtäthet)

Då analyser på sjöarna gjordes oberoende av station (Resultat redovisas i tabell 1:3, bilaga 1) visade både biovolym och individtäthet uppåtående trender i Vänern (Tärnan SSO och Megrundet N), medan individtätheten i Vättern visade en starkt nedåtgående trend. I Mälaren påvisades inga signifikanta trender för endera variabel.

Vi valde att undersöka trender och trendbrott på totalabundans respektive totalbiovolym. Dessa parametrar kan förvisso vara lite "trubbiga" för att identifiera alla trendbrott orsakat av metodbyten, som ibland kan ha skett på en lägre taxonomisk nivå, men valdes dels för att de genererade stora mängder data för analyserna och dels för att de ger en bra översikt i förståendet. Om man vill gå vidare med analyserna finns det några saker man ha i åtanke: De stora Cladocerernas biovolym är flera gånger större än övriga djurplankton. Det innebär att bara ett fåtal individer i ett prov kan öka spridningen så mycket att trender i övriga taxa inte går att urskilja. På motsvarande sätt kan man resonera att mindre djurplankton, t ex rotatorier, ofta förekommer i stora mängder (pga cykliska "blomnings"-sekvenser) då de förekommer och kan, då man analyserar totalabundans, överskugga även stora förändringar i mindre abundanta taxa. Utgående ifrån detta vore det värdefullt att bryta isär data och analysera långtidsserierna på en annan taxonomisk nivå. Förslagsvis, baserat på ovanstående, kan t ex dessa grupper analyseras: rotatorier+nauplier, copepoder och mindre cladocerer, större cladocerer (T ex. *Bythotrephes*, *Leptodora*, *Cercopagis*?). Genom att analysera data på denna nivå skulle man säkrare kunna uttala sig om metod- och materialbytens effekter på långtidsserien. Man skulle även direkt eliminera flera felkällor för vissa taxonomiska grupper eftersom alla metod- och utrustningsbyten inte drabbar alla taxa. Det är dock tveksamt om tillräckligt med materiel finns för att analysera t ex de sparsamt förekommande stora cladocererna.

Bottenfauna biomassa

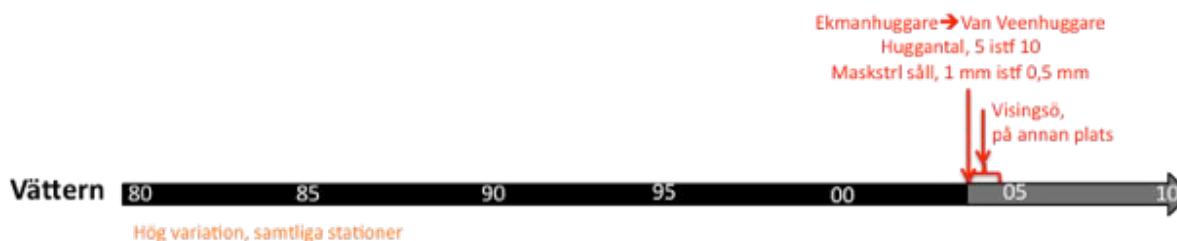


Analyserade stationer i Vänern: Megrundet N, Tärnan SSO.

Resultat trender/trendbrott: Hög variation, inga tydliga trender.

Resultat metodikbyten: 1996 övergick man till att ta 10 hugg per station istället för 5.

Kommentar: De ökade antalet hugg per station borde främst reflekteras i en minskad spridning i data.



Analyserade stationer i Vättern: Omberg, St. Aspön SO, Visingsö SV.

Resultat trender/trendbrott: Hög variation, inga tydliga trender.

Resultat metodikbyten: I samband med utförarbytet 2004 bytte man från Ekmanhuggare till van Veen huggare. Man började även ta 5 hug istället för 10 och man ökade maskstorleken i sållet till 1 från 0,5 mm. Under 2004 provtog man "Visingsö" på annan geografisk plats.

Kommentar: Trots det minskade antalet hugg per station ökade den sammanlagda provtagningsytan från 0,24 till 0,53 m² efter 2004 när man gick från 10 hugg med Ekmanhuggare till 5 hugg med van Veen huggare. Det borde främst reflekteras i en minskad spridning i data. Den större maskstorleken i sållet efter 2004 kan tänkas ge utslag på biomassan om små individer inte längre fastnar sållet. Ett sådant utslag kanske dock först syns med en högre taxonomisk upplösning.



Analyserade stationer i Mälaren: Ekoln Vreta Udd, Granfjärden Djurgårds Udde, S. Björkfjärden SO.

Resultat trender/trendbrott: Hög variation, inga tydliga trender

Resultat metodikbyten: Tre Ekmanhuggare med olika huggytor har använts under perioden. Bytena har skett i samband med utförrarbyten. 1996 var huggytan 0,03 m², 1998 samt 2004-2006 var huggytan 0,02 m² och under resten av tiden var den 0,027 m². Under perioder har det även varit osäkert om man träffat djuphålan (1998, 2004-2006) eller om stationen varit på samma plats (1996) som övriga år.

Kommentar: Variationen mellan de tre olika huggytorna är liten och torde inte ge några påtagliga skillnader i resultat. Men, generellt kan tänkas att man vid mindre huggyta får en mindre totalbiomassa då stora individer (som ofta förekommer glest) i större utsträckning saknas i prover tagna med liten huggare.

Bottenfauna abundans



Analyserade stationer i Vänern: Megrundet N, Tärnan SSO.

Resultat trender/trendbrott: Hög variation, inga tydliga trender.

Resultat metodikbyten: 1996 övergick man till att ta tio hugg per station istället för fem.

Kommentar: De ökade antalet hugg per station borde främst reflekteras i en minskad spridning i data.

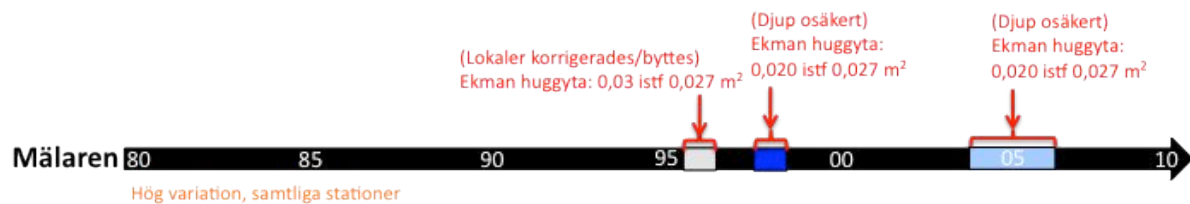


Analyserade stationer i Vättern: Omberg, St. Aspön SO, Visingsö SV.

Resultat trender/trendbrott: Hög variation, inga tydliga trender.

Resultat metodikbyten: I samband med utförarbytet 2004 bytte man från Ekmanhuggare till van Veen huggare. Man började även ta 5 hugg istället för 10 och man ökade maskstorleken i sållet till 1 mm från 0,5 mm. Under 2004 provtog man "Visingsö" på annan station.

Kommentar: Trots det minskade antalet hugg per station ökade den sammanlagda provtagningsytan från 0,24 till 0,53 m² efter 2004 när man gick från 10 hugg med Ekmanhuggare till 5 hugg med van Veen huggare. Det borde främst reflekteras i en minskad spridning i data. Den större maskstorleken i sållet efter 2004 kan tänkas ge utslag på abundansen om små individer inte längre fastnar sållet.



Analyserade stationer i Mälaren: Ekoln Vreta Udd, Granfjärden Djurgårds Udde, S. Björkfjärden SO.

Resultat trender/trendbrott: Hög variation, inga tydliga trender

Resultat metodikbyten: Tre Ekmanhuggare med olika huggytor användes under perioden. Bytena har skett i samband med utförarbyten. 1996 var huggytan 0,03m², 1998 samt 2004-2006 var huggytan 0,02 m² och under resten av tiden var den 0,027 m². Under perioder har det även varit osäkert om man träffat djuphålan (1998, 2004-2006) eller om stationen varit på samma plats (1996) som övriga år.

Kommentar: Den varierande huggytan borde främst reflekteras i variationer i spridningen i data.

Diskussion bottenfauna (biomassa och abundans)

Då analyser på sjöarna gjordes oberoende av station (Resultat redovisas i tabell 1:5, bilaga 1) visade biomassa en signifikant uppåtgående trend i Vänern och för abundans noterades en antydning till signifikant uppåtgående trend ($p < 0,05$) för Vättern (Visingsö SV). I övrigt var alla trender svaga och/ eller icke-signifikanta. På grund av ett tidigt missförstånd för vilka provpunkter som ingår i den nationella miljöövervakningen respektive recipientkontrollprogram är Mariestadsviken (2 stationer) inkluderade i dessa övergripande bottenfaunaanalyser (biomassa och abundans) för Vänern. Dessa stationer borde dock inte bidra så mycket till resultatet då de inte hade några

signifikanta trender i sig. I viss mån kan de dock ha försämrat den övergripande positiva signifikansen för biomassa i Vänern men troligtvis inte påverkat p-värdet för abundansen betydelsevärt.

Om man tittar på sambandet mellan abundans och biomassa för Vänern och Vätterns bottenfauna ser man att de låga mätvärdena försvinner under 1990 talet. Man ser också att det finns större variation i dataserierna under de senaste 10-15 åren. Orsaken kan vara både naturlig eller artificiell som en produkt av alla metodologiska förändringar som skett under perioden i fråga.

På den nivå analyserna är utförda råder hög variation på samtliga stationer i alla sjöar. Följaktligen går det inte att se några tydliga trender som skulle kunna kopplas till metodbyten. Beroende på hur man vill använda sina data från dessa långtidsserier kan det vara intressant att i framtiden plocka ut och djupanalysera vissa taxa som man sett tydliga trender i, alternativt taxa vars abundans/biomassa troligen påverkas av utförda metodbyten. Några tänkbara taxa att titta närmare på skulle kunna vara vitmärlor och glattmaskar och musslor.

I Vättern, i samband med ett utförarbyte 2004 gjordes drastiska förändringar i metodiken. Man införde simultant en ny typ av huggare (från Ekman till van Veen), färre antal hugg (fem istället för tio) samt större maskstorlek i sållet (1mm istället för 0,5 mm). Dessa förändringar borde mycket väl kunna påverka såväl abundans som biomassa åtminstone för vissa taxa. En djupare analys skulle därför vara speciellt intressant för Vättern.

Miljöövervakningshistoria Vänern, Vättern och Mälaren

Program för miljöövervakning

1973-1995: Program för övervakning av MiljöKvalitet (PMK).

Sedan slutet av 1960 och till och med 1995 har Naturvårdsverket ansvarat för omfattande provtagningar i Vänern, Vättern och Mälaren inom det nationella Programmet för övervakning av MiljöKvalitet (PMK-programmet). 1973 kompletterades PMK-programmet med mätningar ute i sjöarna med vattenkemi, växt- och djurplankton och bottenfauna. Vattenkemiska undersökningar ingick för de större tillflödena och utloppen från de tre sjöarna.

1996-2000: Under åren 1996-1999 tillhörde miljöövervakningen i sjöarna den regionala miljöövervakningen. Det innebar att ansvaret flyttades från Naturvårdsverket till länsstyrelserna.

Nya program togs fram av länsstyrelserna. Antalet provtagningsstationer i sjöarna minskades för vattenkemi, liksom frekvens och nivåer. Nya moment tillkom som miljögifter i fisk, sedimentkemi och ekoräkningar av fisk. Sammanställningar ingick i programmen av tillflödenas och utloppens transporter och halter av näringsämnen. Årliga årsrapporter blev standard. Programmen heter:

Vänern: Program för samordnad regional miljöövervakning i Vänern (Vänerkansliet, 1996).

Vättern: Program för samordnad regional miljöövervakning i Vättern och dess tillflöden (Vätternvårdsförbundet, 1996).

Mälaren: ??

2000- 2011 (2011 gäller Vänern, övriga program gäller tills vidare):

Från och med 2000 tillhör sjöarna åter det nationella programmet för miljöövervakning. Naturvårdsverket har ansvaret för nationell miljöövervakning och uppdrar åt Vänerns vattenvårdsförbund, Vätternvårdsförbundet samt Mälarens vattenvårdsförbund via länsstyrelserna att genomföra undersökningar och vid behov revidera program.

Ett samordnat program för Stora sjöarna togs fram 2000 (Christensen *et al.*, 2000a). I projekt ingick att samordna sjöarnas miljöövervakningsprogram, anpassa dem till övrig nationell miljöövervakning och till internationella rapporteringar och EU:s vattendirektiv. Programmen förändrades inte speciellt mycket jämfört med tidigare utan innebar mer en tydligare beskrivning av ingående moment. Varje sjö tog sedan fram ännu mer detaljerade beskrivningar (Christensen, 2000b; Vätternvårdsförbundet, 2001).

Under 2007-2008 gjordes en Delprogrambeskrivning för nationell miljöövervakning i Stora sjöar (Christensen, 2008). Denna kommer att uppdateras under 2012.

Nationell och regional miljöövervakning

Den svenska miljöövervakningen är sedan 1996 uppdelad i en nationell och en regional del. I princip kan man säga att den nationella miljöövervakningen ansvarar för den övervakning som bäst drivs som ett program för hela landet. Den regionala miljöövervakningen svarar för övervakning där kunskapen om de regionala och lokala förhållandena är en stor fördel vid uppläggning och genomförande av arbetet.

Sammanfattning av resultat

Generell diskussion

Enkätsvaren för att bedöma metod-, utförar- och materialskiften har i några fall, avseende vissa parametrar, varit relativt bristfälliga. Ofta har det berott på att ny personal har tagit vid och att tid till att leta reda på gamla dokument och uppgifter inte funnits. Vid enstaka tillfällen har vi i efterhand kunnat leta reda på informationen i rapporter, men oftast har frågan lämnats outredd. I och med detta finns det en risk, om än förhållandevis liten, att fler metod- och materialbyten har skett som vi inte blivit informerade om och som därmed inte korrelerats med de statistiskt säkerställda trendavvikelserna i biologiska data. Det känns dock mest troligt att sådana skiften sammanfaller med utförarbytena och missas därför inte helt i våra analyser.

Under perioder där inga metodskiften skett (enligt uppgifter från utförarna) känns det troligt att man kan lita på sina data och eventuella trender man ser. Det finns dock en risk att perioder av detta slag är mindre "säkra" ju längre tid som har gått sedan dess då utförarna kan ha glömt eller inte informerats om att förändringar skedde för länge sedan.

När metodskiften inte sammanfaller med statistiska trendbrott betyder det nödvändigtvis inte att metodskiftet inte haft någon påverkan på data. Det finns en risk att en naturlig förändring sker samtidigt som en metodförändring och att de båda förändringarna motverkar varandra så att de inte syns i analyserna. Risken är dock liten, men ju fler metodskiften som skett desto högre blir risken för detta oturliga sammanträffande. Det kan även vara så att flera simultana metodbyten kan ha gett upphov till en allmänt större spridning i data som gör det svårt/omöjligt att se eventuella trendbrott orsakade av metodskiften. Ett tredje scenario som kan ha skett då metodskiften inte sammanfaller med statistiska trendbrott är att metodbytet kan ha haft en effekt på en annan nivå än den vi tittat på i analyserna. T ex kan olika taxa ha reagerat i olika riktningar men totalvärdet är det samma, alternativt att förändringar i ett taxa överskuggas av övriga taxa (det är svårt att hitta en nål i en höstack).

Även om vi ser ett metodskifte som sker simultant med ett statistiskt trendbrott i de biologiska variablerna kan vi aldrig vara säkra på att metodbytet i fråga verkligen är orsaken till trendbrottet, man kan bara säga att de korrelerar i tid. Möjligtvis kan man titta närmare på vilka metodskiften som skett för att göra en kvalificerad uppskattning av risken att det metodskiftet borde ha en påverkan. Man kan också försöka hitta ekologiska förklaringar till trendbrotten och se om det verkar mer troligt. Det kan även vara intressant, då flera metodskiften skett simultant, att analysera i vilken riktning summan av metodskiftena borde ha påverkat data för att fastställa hur sannolikt det är att metodskiftena ligger bakom trendbrottet. Då två metodskiften motverkar varandra helt eller delvis är det mindre troligt att metodbytet orsakat trendbrottet. Observera att om trendbrottet bara ses på en av flera analyserade stationer är det inte troligt att ett metodbyte ligger bakom.

Slutsatser och förslag på vidare arbete

Två övergripande slutsatser kan dras från projektet:

- Statistiken som är gjord för att utvärdera om det finns effekter av metod-, utförar- och utrustningsbyten på de biologiska variablerna är bra men bör troligtvis användas också på andra taxonomiska nivåer för att säkert kunna besvara de frågor man vill.
- Provtagningsprogrammets detaljeringsgrad i kombination med de hänvisningar som ges till Naturvårdsverkets rekommendationer och manualer för metod, kan göras mer specifika vad gäller utrustning och utförande. Förtydliganden lämnar utan lämnar för många alternativ. En uppstramning med syfte att få intakta långtidsserier inom miljöövervakningen behöver ske.

Nedan diskuteras de två slutsatserna och några förslag på åtgärder ges.

Statistik

En huvudfråga som behöver besvaras är alltså: vilken upplösning (taxonomisk nivå) är intressant för de frågeställningar som skall besvaras av miljöövervakningsdata? Beroende på svaren bör de statistiska analyserna anpassas efter det. Som resonerats i tidigare diskussioner finns det en risk inom alla undersökta parametrar att man missar signifikanta trendbrott i för frågeställningarna viktiga taxa när man fokuserar på totalvärden. I diskussionerna som rör de specifika biologiska parametrarna ges förslag på vidare statistiska undersökningar som kan vara lämpliga att utföra om frågeställningarna inom miljöövervakningen kräver högre taxonomisk upplösning.

Det bör även vara av intresse i de fall man funnit metodskiften som sammanfaller med trendbrott att utreda om det finns andra naturliga förklaringar (ekologiska eller meteorologiska) som kan förklara trendbrotten. Genom att utföra denna typ av analyser stärker man säkerhetsnivån på vad som orsakat trendbrottet.

För Mälaren som har oerhört många metod- och utförarbyten finns det en möjlighet att bara titta på trender i den dominanta/återkommande utförarens data. De har varit relativt konsekventa över åren och återkommer med provtagningar under flera perioder. Kanske är det bättre med en långtidsserie som saknar vissa år än att ha alla år med inkonsekvent metodik?

Metodanvisningar

Problemet med osäkra tidsserier som uppkommer i och med att många olika utförare varit engagerade i en sjö beror troligtvis inte på utförarbytet i sig utan på kommunikationen/informationen mellan gamla utförare - nya utförare samt mellan utförare - beställare, vilket gett upphov till flera onödiga metod- och utrustningsbyten. Huvudorsaken till detta är troligen att provtagningsprogrammen varit relativt otydligt skrivna och ofta ges bara en hänvisning till en metod. I många av dessa metoder eller handledningar fastslås inte detaljer som är viktiga för att bibehålla en konsekvent tidsserie. Sådana detaljer kan t ex omfatta exakt utrustningslista (där t ex den specifika typen av vattenhämtare/håv/bottenhuggare bör specificeras) eller en tydligare redogörelse för när, var, hur, och hur många prov (eller delprov) som skall tas. Dock bör det tilläggas att alla metodskiften inte enbart behöver vara negativa. T ex kan ett

metodskifte innebära en bättre säkerhet och upplösning av data för framtiden. Exempel på sådana förändringar/förbättringar innefattar ofta att man minskar "felet" från verkligheten genom att man tar större volym, större yta, fler prov eller prov från fler djup. Det vill säga, man ökar stickprovsstorleken i förhållande till sjöns storlek. Trots den positiva förbättringen denna typ av förändringar medför, bör man vara lite aktsam så att inte allt för många förändringar sker allt för ofta. De orsakar ju trots allt brott i kontinuiteten i tidsserien.

Fyra möjliga vägar, som med fördel kan kombineras, för att säkra kvalitén på miljöövervakningen är att:

1. beställare kräver att tidigare utövare går dubbelt med nya utövare under ett eller ett par tillfällen för att "skola in" de nya utövarna. Detta gäller förstås såväl i fält som på lab. En budgetvariant på ovanstående förslag är att beställaren träffar de båda utförarna (gamla+nya) där man steg för steg går igenom varje moment (inklusive utrustning och utförande).
2. beställaren bör definiera och specificera val av metod och material. Man bör även skapa förutsättningar för en öppen, tydlig och kontinuerlig dialog med utföraren.
3. i det fall materialbyte är oundvikligt (eller kanske till och med önskvärt då den nya metoden medför bättre datakvalitet för framtiden, se diskussion ovan) bör simultan provtagning med båda utrustningstyperna ske under en period för att kalibrera den nya utrustningen. Det är även av största vikt att en tydligare bokföring av metod och material kommer till stånd och lagras tillammans med data så att man lätt kan se varje enskild mätningens förutsättningar. Det vore även bra om beställaren förde en logbok över använt material och använda metoder som överlämnas till beställaren vid avslutat arbete.
4. nationellt driva på uppstramningar av Naturvårdsverkets handledningar och andra standarder så att inga (åtminstone färre) valmöjligheter och alternativ ges i de olika metodbeskrivningarna. Ett par problem uppstår dock då och behöver utredas:
 - Om nya metoder utarbetas behöver de vara konsekventa och inte förändras (alls, i en optimal värld). Men hur väger man nyttan av att inte förfina metoder utifrån nya forskningsrön och teknikutvecklingar mot nyttan att få enhetliga långtidsserier man kan "lita" på?
 - Om man utarbetar nya striktare metoder, är det då viktigare att alla befintliga långtidsserier anpassar sig till dem (nollställer tidsserien) eller att man fortsätter med sin gamla metod (som då orsakar problem med jämförelser mellan vattenområden)?

Litteratur

- Christensen *et al.* (2000a) Rapport från projektet samordning av miljöövervakningen i Vänern, Vättern och Mälaren. Vänerns vattenvårdsförbund, Vätternvårdsförbundet och Mälarens vattenvårdsförbund.
- Christensen, A. (2000b) Program för samordnad nationell miljöövervakning i Vänern. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 10.
- Christensen, A. (2008) Delprogrambeskrivning (f.d. Kvalitetsdeklaration) för nationell miljöövervakning i Stora sjöar (Vänern, Vättern och Mälaren). Rapport till Naturvårdsverket från Stora sjöarna.
- Hirsch, R.M. och Slack, J.R. (1984) A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research*, 20:727-732.
- Vänerkansliet (1996) Program för samordnad regional miljöövervakning i Vänern. Vänerkansliet Meddelande 1996:1.
- Vätternvårdsförbundet (1996) Program för samordnad regional miljöövervakning i Vättern och dess tillflöden. Vätternvårdsförbundet, Rapport 38. 1996.
- Vätternvårdsförbundet (2001) Program för samordnad miljöövervakning i Vättern och dess tillflöden 2001-2006. Vätternvårdsförbundet, Rapport 61: 2001.
- Vätternvårdsförbundet (2009) Kan införandet av fiskefria områden vända trenden för fisken i Vättern? Resultat från övervakningsprogram och inventeringar i Vättern 2005-2007. Rapport 96: 2009.
- Wahlin, K. och Grimvall A. (2008) Uncertainty in water quality data and its implications for trend detection: lessons from Swedish environmental data. *Environmental Science and Policy* II, 115-124.
- Wahlin, K. och Grimvall, A. (2010) Roadmap for assessing regional trends in ground water quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 165:217-231.

Bilaga 1

Övergripande trender i rapporterade data

För att få en överblick över förekomsten av tydliga upp- och nedgångar i rapporterade data genomfördes multivariata Mann-Kendalltester för olika grupper av tidsserier. Först gjordes en gruppering efter biologisk kvalitetsfaktor och mätvariabel. Därefter utnyttjades mätstation, djupklass och provtagningsmånad för att definiera mindre grupper av tidsserier. I tabellerna nedan har uppåtgående trender markerats med röd färg medan nedåtgående trender har blåmarkerats. Antalet plus- eller minustecken visar hur starkt signifikant trenden är. Den informationen ges också av de uppnådda signifikansnivåerna (p-värdena).

Vid tolkningen av de redovisade trenderna bör noteras att de avser rådata utan någon korrigering. De kan alltså i princip ha orsakats av verkliga förändringar i miljön eller förändringar i provtagnings- och analysmetodik. De avser vidare den övergripande tendensen under hela undersökningsperioden 1980-2010. Testresultaten säger alltså inget om när under denna period som förändringarna inträffat.

Växtplankton

Trender per sjö

Såväl klorofyllhalten som totalvolymen växtplankton uppvisar en uppåtgående trend i alla de tre undersökta sjöarna (tabell 1:1). Speciellt tydlig är uppgången för klorofyll i Mälaren och totalvolymen växtplankton i samtliga sjöar. På grund av ett tidigt missförstånd för vilka provpunkter som ingår i den nationella miljöövervakningen respektive recipientkontrollprogram är Mariestadsviken (2 stationer) inkluderade i nedanstående analyser för klorofyll a på diskreta djup i Vänern. Dessa stationer borde dock inte bidragit så mycket till resultatet då de inte hade några signifikanta trender i sig. I viss mån kan de dock ha försämrat den övergripande positiva signifikansen för klorofyll a (på diskreta djup) i Vänern.

Tabell 1:1. Mann-Kendalltester avseende övergripande trender i alla klorofyll- och totalvolymserier från respektive sjö.

Responns- variabel	Sjö	Namn	Månad	Djupklass	p-värde (dubbelsidigt)	Signifikans	Trend (ändring/år)	Median
Totalvolym	Mälaren	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0000	+++	0,014966667	0,6359
Totalvolym	Vänern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0001	+++	0,006925	0,20945
Totalvolym	Vättern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0007	+++	0,004826667	0,0916
Prover på diskreta djup								
Klorofyll-a	Mälaren	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0001	+++	0,1045	5,7
Klorofyll-a	Vänern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0178	+	0,015384615	2,8
Klorofyll-a	Vättern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0741		0	1,1
Djupintegrerade prover								
Klorofyll-a	Mälaren	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0000	+++	0,110791925	5,9
Klorofyll-a	Vänern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0033	++	0,016666667	2,1
Klorofyll-a	Vättern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0468	+	0	1

Trender per station

Testresultaten per station bekräftade de övergripande resultaten per sjö (tabell 1:2). Det finns uppåtgående trender för ett flertal stationer och trenderna är genomgående starkare för totalvolym än för klorofyll-a. Det bör dock noteras att trenderna inte är statistiskt säkerställda för alla stationer.

Tabell 1:2. Mann-Kendalltester avseende övergripande trender i alla klorofyll- och totalvolymserier från respektive mätstation.

Responsvariabel	Sjö	Namn	Månad	Djupklass	p-värde (dubbelsidigt)	Signifikans	Trend (ändring/år)	Median
Totalvolym	Mälaren	Ekoln Vreta Udd	Alla kategorier	Alla kategorier	0,2490		0,003	0,5
Totalvolym	Mälaren	Granfj. Djurgårds Udde	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0001	+++	0,042	1,2
Totalvolym	Mälaren	S. Björkfjärden SO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0010	+++	0,014	0,5
Totalvolym	Vänern	Megrundet N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0001	+++	0,007	0,2
Totalvolym	Vänern	Tärnan SSO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0001	+++	0,007	0,2
Totalvolym	Vänern	Dagskärsgrund N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0010	++	0,006	0,2
Totalvolym	Vättern	Edeskvarnaån NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0030	++	0,004	0,1
Totalvolym	Vättern	Jungfrun NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0006	+++	0,005	0,1
Prover på diskreta djup								
Klorofyll-a	Mälaren	Ekoln Vreta Udd	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0208	+	0,100	6,0
Klorofyll-a	Mälaren	Granfj. Djurgårds Udde	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0007	+++	0,179	8,2
Klorofyll-a	Mälaren	S. Björkfjärden SO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0023	++	0,078	4,1
Klorofyll-a	Vänern	Dagskärsgrund N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0647		0,015	2,3
Klorofyll-a	Vänern	Megrundet N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0791		0,012	1,9
Klorofyll-a	Vänern	Tärnan SSO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0068	++	0,025	2,0
Klorofyll-a	Vättern	Edeskvarnaån NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,5939		0,000	1,1
Klorofyll-a	Vättern	Jungfrun NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0234	+	0,009	1,1
Djupintegrerade prover								
Klorofyll-a	Mälaren	Ekoln Vreta Udd	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0021	++	0,140	6,0
Klorofyll-a	Mälaren	Granfj. Djurgårds Udde	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0018	++	0,164	8,0
Klorofyll-a	Mälaren	S. Björkfjärden SO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0101	+	0,078	4,5
Klorofyll-a	Vänern	Dagskärsgrund N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0349	+	0,015	2,3
Klorofyll-a	Vänern	Megrundet N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0108	+	0,015	1,9
Klorofyll-a	Vänern	Tärnan SSO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0022	++	0,020	2,1
Klorofyll-a	Vättern	Edeskvarnaån NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,5307		0,000	1,0
Klorofyll-a	Vättern	Jungfrun NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0091	++	0,014	1,0

Djurplankton

Trender per sjö

Mängden djurplankton mätt som biovolym visar en starkt signifikant uppgång i Vänern medan trenden är icke signifikant i Mälaren och Vättern (tabell 1:3). Individentheten har också en uppåtgående trend i Vänern, medan Vättern avviker kraftigt med en starkt nedåtgående trend.

Tabell 1:3. Mann-Kendalltester avseende övergripande trender i alla biovolym- och individenthetserier från respektive sjö.

Responsvariabel	Sjö	Namn	Månad	Djupklass	p-värde (dubbelsidigt)	Signifikans	Trend (ändring/år)	Median
Biovolym	Mälaren	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,7748		-0,882352941	627
Biovolym	Vänern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0006	+++	1,325757576	46
Biovolym	Vättern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,2053		2	188
Ind_täthet	Mälaren	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0720		500	49000
Ind_täthet	Vänern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0025	++	755,2166667	24097
Ind_täthet	Vättern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0001	---	-4345,75	61732

Trender per station

Trendtesterna per station visar att den uppåtgående trenden i biovolym i Vänern kan tillskrivas mätserierna från Tärnan SSO och Dagskärsgrund N (tabell 1:4). Dessa två stationer har också en uppåtgående trend i individenthet. Vidare kan noteras att den nedåtgående trenden i individenthet i Vättern syns både vid Edeskvarnaån NV och Jungfrun NV.

Tabell 1:4. Mann-Kendalltester avseende övergripande trender i alla biovolym- och individenthetserier från respektive mätstation.

Respon- variabel	Sjö	Namn	Månad	Djupklass	p-värde (dubbelzijdigt)	Signifikans	Trend (ändring/år)	Median
Biovolym	Mälaren	Ekoin Vreta Udd	Alla kategorier	Alla kategorier	0,2553		-3,85714286	480
Biovolym	Mälaren	Granfj. Djungårds Udd	Alla kategorier	Alla kategorier	0,8999		0,51923077	879
Biovolym	Mälaren	S. Björkfjärden SO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,6538		2,03125	594
Biovolym	Vänern	Megrundet N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,1174		-3,05	122,5
Biovolym	Vänern	Täman SSO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0003	+++	1	30
Biovolym	Vänern	Dagskärsgrund N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0007	+++	3	84
Biovolym	Vättern	Edeskvämsån NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,4234		7,9	213,5
Biovolym	Vättern	Jungfrun NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,2591		1,72727273	180
Individlighet	Mälaren	Ekoin Vreta Udd	Alla kategorier	Alla kategorier	0,2367		342,857143	22400
Individlighet	Mälaren	Granfj. Djungårds Udd	Alla kategorier	Alla kategorier	0,3862		876,388889	114733,5
Individlighet	Mälaren	S. Björkfjärden SO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0254	+	553,837363	34500
Individlighet	Vänern	Megrundet N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,2803		-1064,96429	57021,5
Individlighet	Vänern	Täman SSO	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0012	++	622,722222	14847
Individlighet	Vänern	Dagskärsgrund N	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0047	++	1929,71818	44658,5
Individlighet	Vättern	Edeskvämsån NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0083	-	-7032,87917	48683,5
Individlighet	Vättern	Jungfrun NV	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0002	---	-3946,06078	75045

Bottenfauna

Trender per sjö

Trenderna i bottenfaunaserierna (tabell 1:5) är inte alls lika tydliga som för växt- och djurplankton. Detta beror dels på att antalet observationer är betydligt mindre, dels på att variationen är stor i de rapporterade värdena. Det bör dock noteras att det finns en uppåtgående trend i biomassa i Vänern och abundans i Vättern. Pga ett tidigt missförstånd för vilka provpunkter som ingår i den nationella miljöövervakningen respektive recipientkontrollprogram är Mariestadsviken (2 stationer) inkluderade i nedanstående bottenfaunaanalyser (biomassa och abundans) för Vänern. Dessa stationer borde dock inte bidragit så mycket till resultatet då de inte hade några signifikanta trender i sig. I viss mån kan de dock ha försämrat den övergripande positiva signifikansen för biomassa i Vänern men troligtvis inte påverkat p-värdet för abundansen betydelsevärt.

Tabell 1:5. Mann-Kendalltester avseende övergripande trender i alla biomassa- och abundansserierna från respektive sjö.

Respon- variabel	Sjö	Namn	Månad	Djupklass	p-värde (dubbelzijdigt)	Signifikans	Trend (ändring/år)	Median
Biomassa	Mälaren	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,5692		-0,2575	23,93
Biomassa	Vänern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0019	++	0,200642857	5,86
Biomassa	Vättern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0665		0,217916667	6,96
Abundans	Mälaren	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,1086		-196,4415584	6554,5
Abundans	Vänern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0917		29,47744361	1676
Abundans	Vättern	Alla kategorier	Alla kategorier	Alla kategorier	0,0321	+	107,9901961	2808

Trender per station

Frånvaron av tydliga övergripande trender i bottenfauna är påfallande också när data utvärderas per station. Detta framgår av tabell 1:6.

Tabell 1:6. Mann-Kendalltester avseende övergripande trender i alla biomassa- och abundansserierna från respektive mätstation.



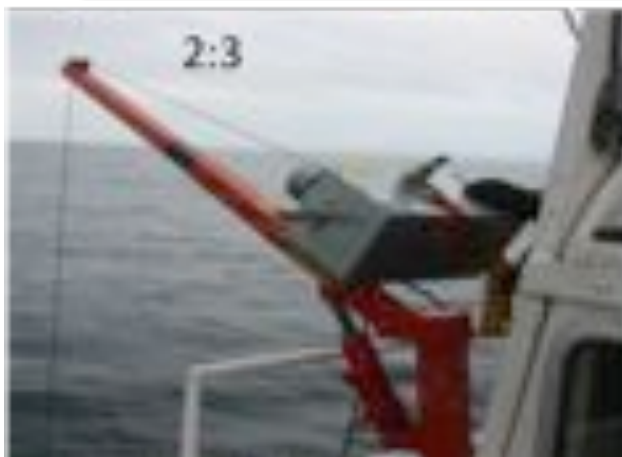
Respon- svariabel	Sjö	Namn	Månad	Djupklass	p-värde (dubbelstidigt)	Signifikans	Trend (ändring/år)	Median
Biomassa	Mälaren	Ekoln Vheta Udd	Alla kategorier	Alla kategorier	0.8389		-0.03888889	10.73
Biomassa	Mälaren	Granfj. Djurgårds Udde	Alla kategorier	Alla kategorier	0.0137	-	-1.50166667	30
Biomassa	Mälaren	S. Björkfjärden SO	Alla kategorier	Alla kategorier	0.2482		1.25611111	29.67
Biomassa	Vänern	Megrundet N	Alla kategorier	Alla kategorier	0.0503		0.24877778	7.895
Biomassa	Vänern	Täman SSO	Alla kategorier	Alla kategorier	0.0156	+	0.19857143	4.57
Biomassa	Vättern	Omberg	Alla kategorier	Alla kategorier	0.5172		0.0925	6.31
Biomassa	Vättern	St. Aspön SO	Alla kategorier	Alla kategorier	0.1804		0.143	5.88
Biomassa	Vättern	Visingsö SV	Alla kategorier	Alla kategorier	0.0186	+	0.332	9.38
Abundans	Mälaren	Ekoln Vheta Udd	Alla kategorier	Alla kategorier	0.0890		-238.733333	5307
Abundans	Mälaren	Granfj. Djurgårds Udde	Alla kategorier	Alla kategorier	0.0745		-400.111111	8381
Abundans	Mälaren	S. Björkfjärden SO	Alla kategorier	Alla kategorier	0.2164		304.666667	10739
Abundans	Vänern	Megrundet N	Alla kategorier	Alla kategorier	0.0462	+	50.7063492	2420
Abundans	Vänern	Täman SSO	Alla kategorier	Alla kategorier	0.1333		52.3857143	1592
Abundans	Vättern	Omberg	Alla kategorier	Alla kategorier	0.8062		22.7083333	2664
Abundans	Vättern	St. Aspön SO	Alla kategorier	Alla kategorier	0.1635		63	1969.5
Abundans	Vättern	Visingsö SV	Alla kategorier	Alla kategorier	0.0037	++	174.722222	3833.5

Bilaga 2

Bilder på utrustning:

Bilder från Pelagia:

Bilderna visar en planktonhåv använd för kvalitativ analys av växtplankton (Figur 2:1), Pelagias djurplanktonhåv (150µm, WP2-typ?; figur 2:2), Pelagias kran (Figur 2:3) samt deras VanVeen hämtare använd vid bottenfaunaprovtagning (Figur 2:4).



Bilder på diverse provtagningsutrustning som uppgivits i enkätundersökningen:

Alla bilder är hämtade från www.swedeq.se, med deras och grossisternas medgivande. Figur 2:5 visar en Clarke-Bumpus håv (zooplankton) från Kahlsico. Ekmanhuggaren (bottenfauna, Figur 2:6), van Veen huggaren (Bottenfauna, Figur 2:7) och Ruttnerhämtaren (Växtplankton/Vattenprov/klorofyll a, Figur 2:8) kommer från Hydro-Bios, Rambergsröret (Växtplankton/Klorofyll a, Figur 2:9) kommer från KC.

