

Utvärdering av blandprov för vattenkemi i Vänern, Vättern och Mälaren

**Lars Sonesten
Mats Wallin**



Utvärdering av blandprov för vattenkemi i Vänern, Vättern och Mälaren

**Lars Sonesten
Mats Wallin**

Institutionen för miljöanalys, SLU
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel. 018 – 67 31 10
<http://www.slu.se>

Tryck: Institutionen för miljöanalys, SLU
Januari 2002

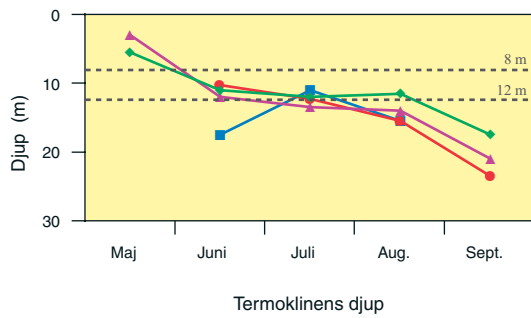
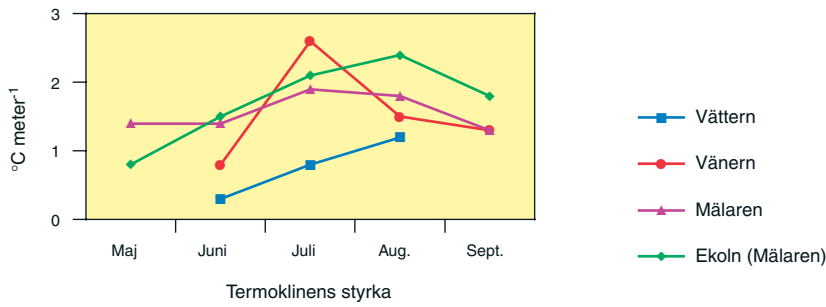
ISSN: 1403-977X

Utvärdering av epilimniska blandprov för vattenkemi

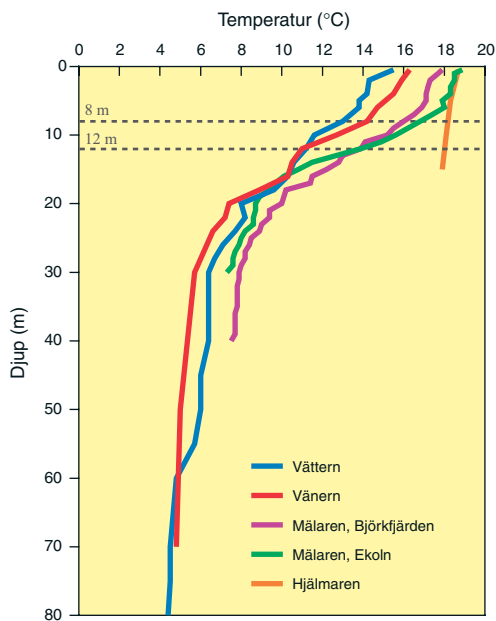
Bakgrund

För att lättare kunna utvärdera växt- och djurplanktonmaterialen från de stora sjöarna har det föreslagits att man successivt skall övergå till epilimniska blandprov (Wallin & Weyhenmeyer 2000). Prov för vattenkemiska analyser tas förnärvarande som yt- och bottenprov i Vänern, Vättern och Mälaren, samt vid varierande nivåer mellan dessa för att täcka in hela vattenpelaren (sedan mitten på 1960-talet för Mälaren & Vättern, samt från 1973 för Vänern). Vattenprov för växt- och djurplankton tas däremot som ett blandprov i den övre vattenmassan (sedan slutet av 1970-talet för Mälaren & Vänern, samt sedan 1970 för Vättern). Dessa blandprov tas i den del av den övre vattenmassan som anses svara för den största delen av såväl växt- som djurplanktonproduktionen, vilket ungefär motsvarar epilimnions utsträckning under slutet av sommaren. Detta innebär att utvärderingar av planktonsammansättningen och -produktionen i de stora sjöarna vanligen görs med utgångspunkt från den vattenkemiska sammansättningen i ytvattenproverna, med förutsättningen att dessa ytvattenprov är representativa för hela den vattenmassa som planktonblandproven representerar. Den vattenkemiska sammansättningen i blandprov anses dessutom vara utsatt för mindre korttidsvariation (Wallin & Weyhenmeyer 2000), genom att effekten av enstaka avvikande prov späds ut av övriga delprov i blandprovet.

Blandprov kan antingen tas inom ett fastställt vattenskikt som alltid är det samma eller genom att först mäta en temperaturprofil för att bestämma ev. temperaturskiktning för att därefter ta det epilimniska blandprovet endast i epilimnion. Det sist nämnda förfarandet är utan tvekan det mest korrekta eftersom man inte blandar epilimniskt och hypolimniskt vatten, vilka kan ha vitt skilda vattenkemiska sammansättningar. Nackdelarna är framförallt att det blir betydligt mer arbetsamt, samt att det rent datalagringsmässigt och utvärderingsmässigt blir mycket svårare, speciellt eftersom växt- och djurplanktonprov tas inom fasta vattenskikt. Skiktningen är vanligen både starkare och tidigare på säsongen i Mälarens olika delbassänger, eftersom den är den grundare av de tre sjöarna (figur 1). Speciellt i Vättern, som är djupast, är skiktningen mycket svag med vanligen små temperaturskillnader. Både i Vänern och Vättern uppkommer normalt inte temperaturskiktning förrän i juni, med en klar skiktning i juli (figur 2) som ofta kvarstår långt in på hösten. Detta gör att risken för att man blandar in hypolimniskt vatten i blandproverna ffa. är ett problem under vårvintern och försommaren.



Figur 1. Termoklinens median-styrka och omfattning maj – september från 1960-talet t.o.m. 2000 i Mälaren, Vänern och Vättern (efter Kvarnäs 2001).



Figur 2. Långtidsmedeltemperaturer vid olika vattendjup i Mälaren, Vänern, Vättern och Hjälmaren (efter Kvarnäs 2001).

I den senaste genomgången av provtagningsprogrammen i de stora sjöarna föreslogs att för vattenkemin skall två blandprov (epi- & hypolimnion), samt ett ytvattenprov (0,5 m) tas på varje provtagningsplats (Wallin & Weyhenmeyer 2000). En pilotstudie genomfördes under provtagnings säsongen 2001, med epilimniska blandprov som komplement till det ordinarie programmet. Syftet med denna rapport är att, med hjälp av denna pilotstudie, utvärdera effekterna av en permanent övergång till blandprov från nuvarande provtagningsstrategi.

Genomförandet av blandprov 2001

Epilimniska blandprov togs vid de ordinarie provtagningarna under april – september (+oktober i Vänern) vid Megrundet i Vänern, Tärnan i Vättern, samt i Ekoln i Mälaren. Blandprov för vattenkemi togs ur blandprovet för växtplankton, vilka tas med ett två meter långt s.k. Rambergör. Ett vattenprov bestående av ett skikt om två meter vattenpelare tas och dessa delprov blandas sedan i en väl rengjord plastdunk. Större zooplankton tas med en s.k. Clarke-Bumpus håv, medan mindre zooplankton provtas genom att filtrera vatten taget med en vanlig rörhämtare vid olika vattendjup. Blandprov för vattenkemi, växt- och djurplankton togs enligt:

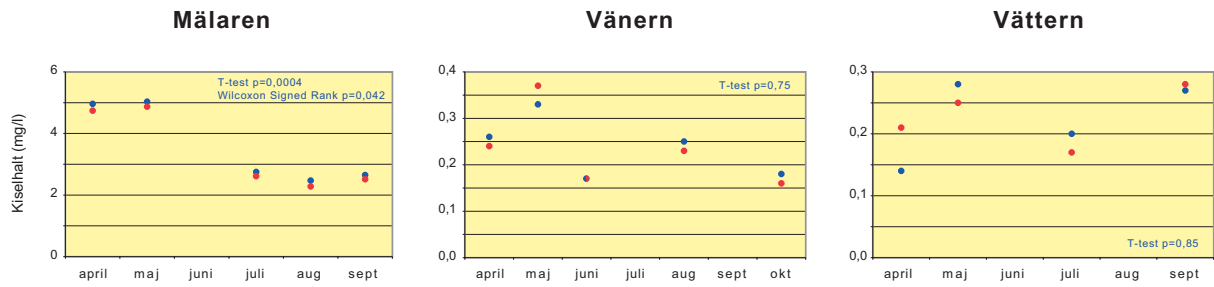
Sjö	Vattenkemi	Växtplankton	Djurplankton
Mälaren	0 – 8	0 – 8	0 – 10, 15 – 40
Vänern	0 – 8	0 – 8	0 – 10, 10 – 20, 20 – 40
Vättern	0 – 12	0 – 24	0 – 10, 10 – 20, 20 – 40

Statistisk bearbetning

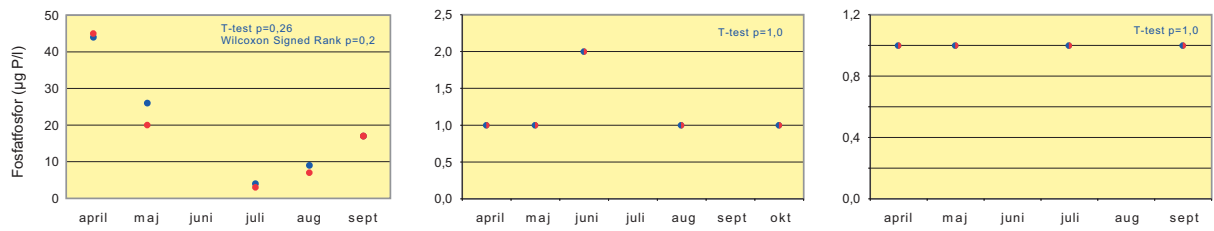
Eventuell skillnad mellan ytprov och blandprov testades med ett parat T-test, samt för Mälaren även med Wilcoxon Signed Rank test, som är en icke-parametrisk variant av parat T-test. Det parade T-testet kräver, förutom naturliga par att jämföra, även att skillnaderna är inte alltför avvikande från en normalfördelning med medelvärdet 0, medan Wilcoxon Signed Rank test endast kräver att skillnaderna är approximativt jämnt fördelade kring ett medelvärde. En icke-parametrisk metod som inte förutsätter någon speciell fördelning av skillnaderna är det s.k. Sign Rank testet, men detta test kan inte ge någon signifikant skillnad vid det låga antal frihetsgrader som det här är fråga om ($n=4$ eller 5 , $p \geq 0,625$ vid 5 observationer).

Resultat

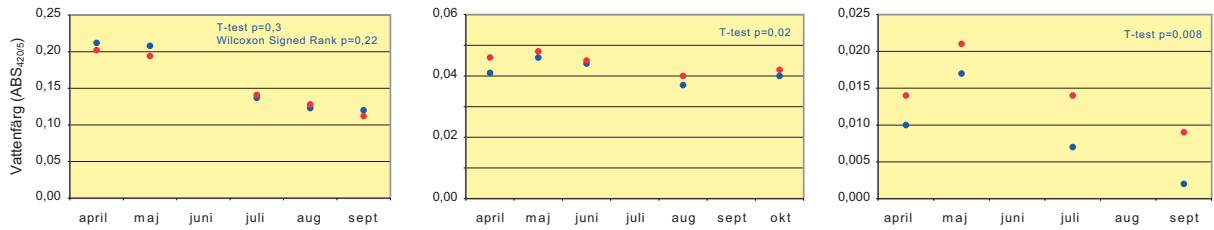
Den vattenkemiska sammansättningen i de epilimniska blandproverna var inte nämnvärt skild från de övriga vattenprov tagna enligt det ordinarie provtagningsprogrammet (figur 3-6, bilaga I). Skillnaderna i sammansättning mellan olika vattennivåer vid de tre provtagningsplatserna var överhuvudtaget mycket små under året. Endast yt- och blandproverna från Ekoln (Mälaren) under sommarmånaderna avvek noterbart från övriga prov, med lite partikulärt material (ABS ofiltrerat prov), låga total- och fosfatfosfornivåer, samt låga kiselhalter (bilaga I). Ekoln är den av de tre undersökta stationerna som hade den tydligaste och längsta temperaturskiktningen under året (figur 7), vilket bidrog till de observerade skillnaderna mellan de översta vattenlagren



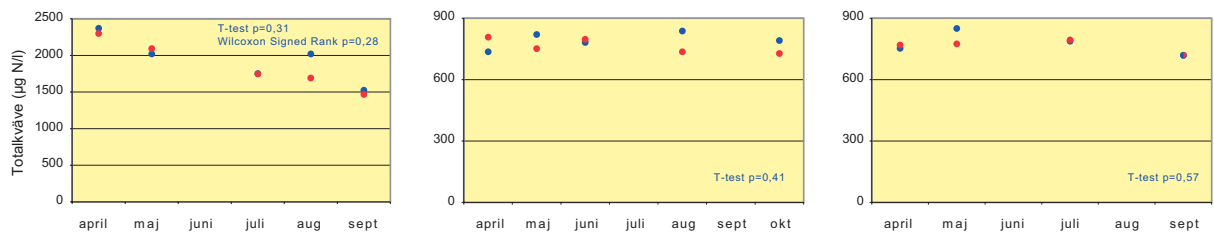
Figur 3. Kiselhalter i ytvatten (●) resp. epilimniska blandprov (●) från Mälaren, Vänern och Vättern 2000. Parvis T-test, samt Wilcoxon Signed Rank har använts för att påvisa ev. skillnad mellan yt- och blandprov.



Figur 4. Fosfatfosforhalter i ytvatten (●) resp. epilimniska blandprov (●) från Mälaren, Vänern och Vättern 2000. Parvis T-test, samt Wilcoxon Signed Rank har använts för att påvisa ev. skillnad mellan yt- och blandprov.

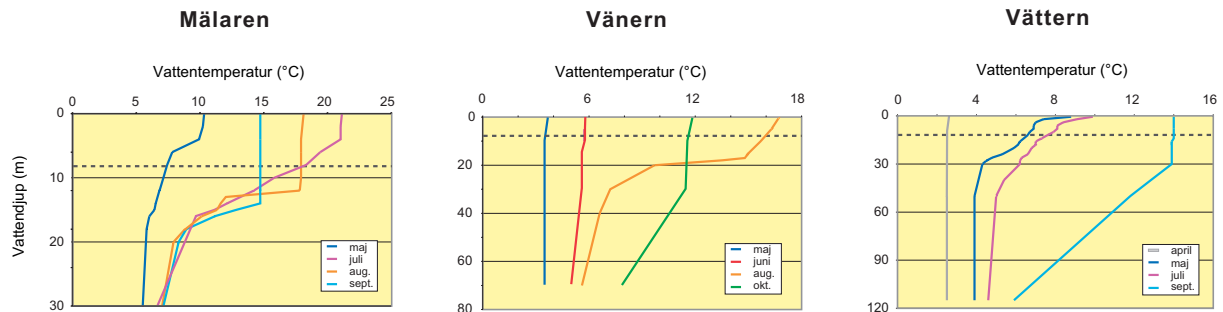


Figur 5. Vattenfärg i ytvatten (●) resp. epilimniska blandprov (●) från Mälaren, Vänern och Vättern 2000. Parvis T-test, samt Wilcoxon Signed Rank har använts för att påvisa ev. skillnad mellan yt- och blandprov.



Figur 6. Totalkvävehalt i ytvatten (●) resp. epilimniska blandprov (●) från Mälaren, Vänern och Vättern 2000. Parvis T-test, samt Wilcoxon Signed Rank har använts för att påvisa ev. skillnad mellan yt- och blandprov.

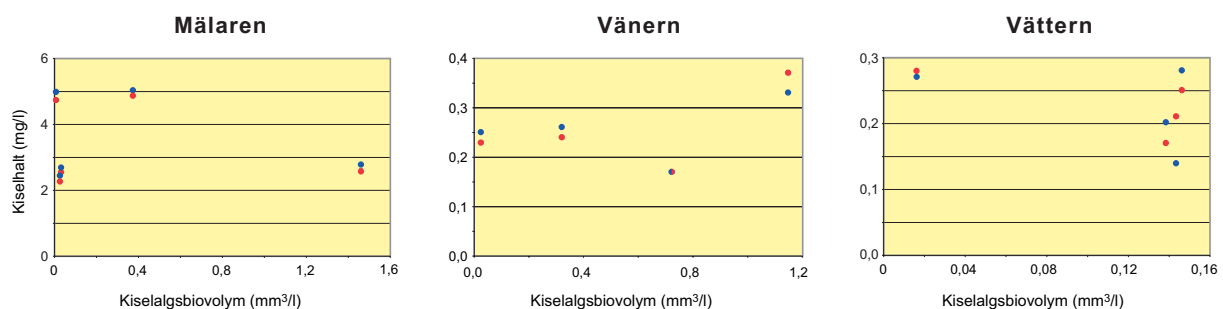
och djupare vattenskiikt. Vid Tärnan i Vänern uppkom skiktningen först någon gång mellan provtagningarna i juni och augusti, medan Edeskvarna i Vättern uppvisade en svag temperaturskiktning redan vid majprovtagningen (figur 7).



Figur 7. Temperaturprofiler i Mälaren, Vänern och Vättern 2000. Vågrät streckad linje markerar de epilimniska blandprovets utsträckning. OBS! Olika skalor.

Vid en statistisk jämförelse med parat T-test mellan yt- och blandprov av samtliga mätta vattenkemiska parametrar vid de tre olika lokalerna hade endast 6 st. av totalt 75 testade kombinationer ett p-värde understigande 0,05, vilket innebär att yt- och blandproverna skulle kunna anses vara signifikant skilda från varandra. Om man tar hänsyn till att eg. 75 st. statistiska test har genomförts bör däremot signifikansnivån justeras till $0,05/75 = 0,00067$ (s.k. Bonferroni-korrigerings), vilket medför att endast kiselhalterna i yt- resp. blandproverna i Ekoln kan anses vara statistisk skilda från varandra ($p=0,0004$).

Likheten i vattenkemisk sammansättning mellan yt- och blandproverna gör att förhållandet mellan de olika provernas vattenkemi och växtplanktonbiovolymerna blir mycket likartad (figur 8).



Figur 8. Förhållandet mellan kiselalgsbiovolym i epilimniska blandprov och kiselhalter i ytvatten (●) resp. epilimniska blandprov (●) från Mälaren, Vänern och Vättern 2000. OBS! Olika skalor.

Ekonomiska jämförelser

En övergång till två blandprov (epi- & hypolimnion) och ett ytvattenprov per provtagningslokal skulle enbart påverka antalet prov som tas i Vänern och Vättern. För Vättern, som är den djupare av sjöarna, skulle antalet prov per år reduceras från dagens 77 till 57, medan reduktionen för Vänern skulle bli från dagens 54 till 32. Kostnadsbesparingen per år och sjö skulle bli ca. 15 400 resp. 12 800 kr om man endast tar hänsyn till att analyskostnaden blir lägre då ett färre antal prov skall analyseras. Den kostnadsökning som den ökade arbetsbelastningen vid provtagningen skulle utgöra uppskattas till ca. 1 600 resp. 3 000 kr (ca. en timma per provplats), vilket gör att den totala besparingen per år och sjö skulle bli i storleksordningen 14 000 kr för Vättern och 10 000 kr för Vänern.

Synpunkter

Provtagare

Erfarenheterna från de provtagare som utförde vattenprovtagningarna med blandprov var varierande. Ett flertal synpunkter rörande den ökade risken för kontaminering har framförts, då insamlingen bl.a. innebär fler moment och blandning av provet i ett extra kärl, samt flera provtagningar ur samma kärl. För övrigt innebär själva provtagningsmomentet en något ökad arbetsbelastning/tidsåtgång (ca. en timma per provplats om två blandprov skall tas).

Datavärd

Införandet av blandprov i databasen kräver att man använder sig av fasta vattenskikt för att effektivt kunna hantera materialet. Förfarandet med fasta skikt är dock mindre lämpligt rent statistiskt och det ställer till med problem dels genom avbrutna tidsserier, dels komplicerar utvärderingar då man ibland blandar in hypolimniskt vatten i de epilimniska blandproven.

Utvärderare

Ett ev. införande av blandprov kommer knappast underlätta utvärderingen och ge en rättvisare bild av planktonsituationen, genom att den vattenkemiska sammansättningen i blandproverna vanligen är mycket lik den i ytvattenproverna. Rent vetenskapligt är det tvivelaktigt att införa blandprov med fasta djupintervall, då man riskerar att i blandprovet få en "medelsituation" som inte är relevant i verkligheten genom att man i vissa fall blandar olika proportioner av epi-, meta- och hypolimniskt vatten. Att i stället införa varierande blanddjup kräver att man även varierar provtagningsdjupet för de olika planktonproverna, vilket inte är förenligt med

deras syften då dessa skall uppskatta biomassorna i hela vattenpelaren. Införandet av blandprov riskerar dessutom att man reducerar den variation i vattenkemi som finns i vattenmassan genom att prov med en avvikande sammansättning spåds ut med andra delprov. Om det är önskvärt att få en bättre uppfattning om den vattenkemiska sammansättning i de övre vattenslagren är det därför bättre att öka antalet prov som tas i dessa lager och att i efterhand beräkna någon sorts ”medelsammansättning” om detta anses nödvändigt för utvärderingen av planktonsituationen.

Slutsatser och rekommendationer

Blandprov har onekligen vissa fördelar, men eftersom det även finns negativa effekter av att införa denna provtagningsstrategi.

Fördelar med blandprov

- Exakt samma prov för vattenkemi och växtplankton
- Billigare om antalet prov reduceras

Nackdelar

- Ökad risk för kontaminering
- Problem vid databashantering och utvärdering
- Risk att man blandar olika typer av vatten om man har fasta skikt

Det är därför av yttersta vikt att man noga tänker igenom syftet med de olika undersökningarna så att dessa inte tillintetgörs genom att man byter strategi. Om syftet med de vattenkemiska undersökningarna endast är att stödja och förklara den aktuella planktonsituationen är det lättare att motivera införandet av blandprov. Svårare att motivera att införande blir det om de vattenkemiska undersökningarna även har som syfte att man skall kunna övervaka förändringar i tid och rum av vattnets sammansättning. Genom att fortsätta att ha en god bild över samtliga vattennivåer, ”håller man alla dörrar öppna” och man har alltid möjlighet att i efterhand kunna beräkna ev. ”medelsammansättningar” vid behov.

För att miljöövervakningen i dessa sjöar skall vara långsiktig är det mycket viktigt att man har långa och obrutna tidsserier, vilket gäller speciellt Vänern och Vättern som har mycket långa vattenuppehållstider och det därigenom kan ta mycket lång tid att upptäcka ev. förändringar. Det är därför av yttersta vikt att man mycket noga överväger så kraftiga förändringar i provtagningsprogrammet som införandet av blandprov skulle innebära. Vi föreslår därför att provtagningsprogrammen skall fortsätta i oförändrat skick, dels för att inte tillintetgöra de

befintliga tidsserierna, dels för att övervakningen och utvärderingen av såväl den vattenkemiska sammansättningen som växt- och djurplankton kan fortsätta.

Litteratur

Kvarnäs H. 2001. Morphometry and hydrology of the four large lakes of Sweden. *Ambio* **30**(8), s 467–474.

Wallin M. & Weyhenmeyer G. 2000. Samordning av miljöövervakningen i de stora sjöarna. Institutionen för miljöanalys, *SLU Rapport 2000:2*.