

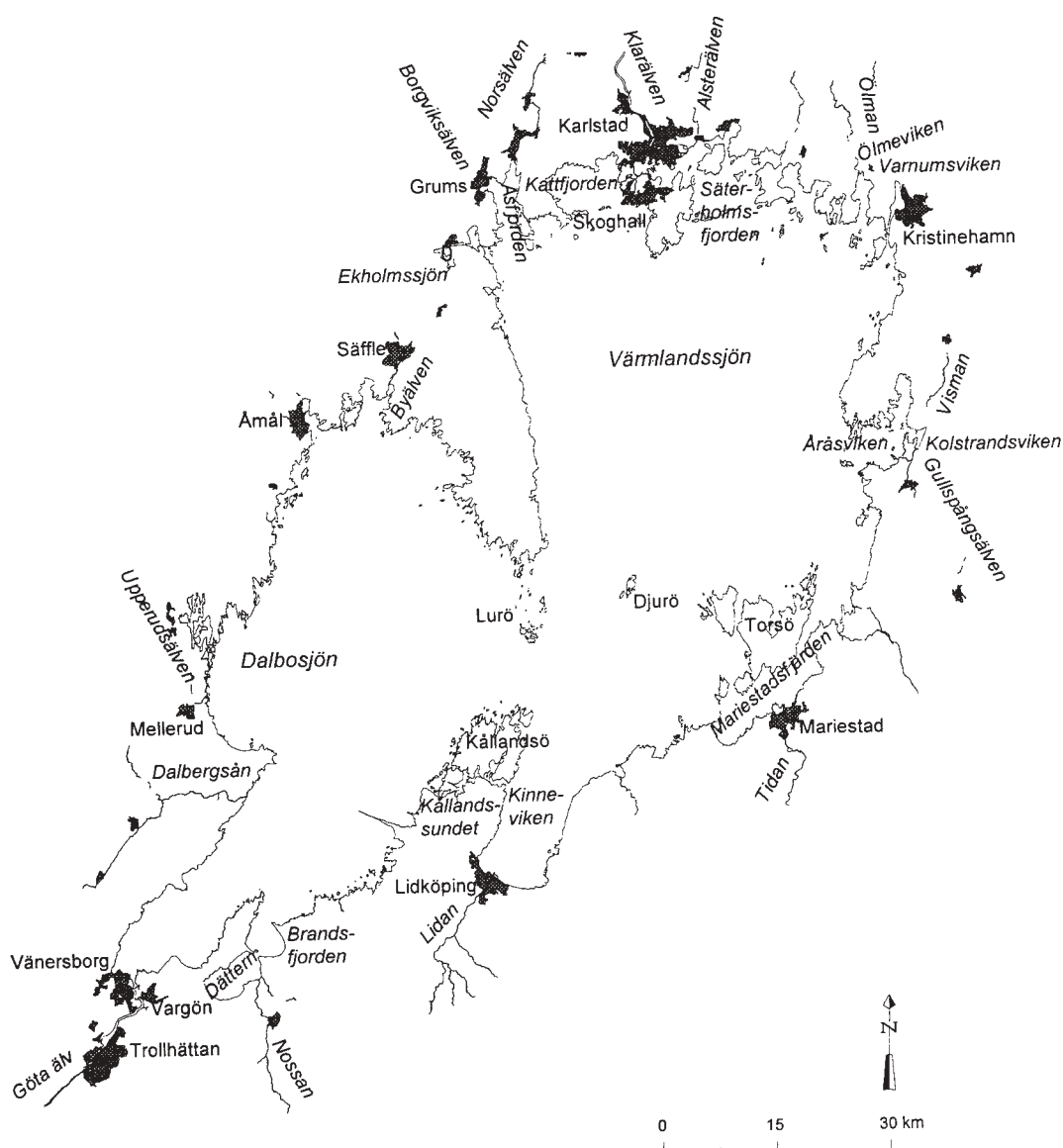
Vänern

- *tema biologisk mångfald*



Årsskrift 2000
Vänerns vattenvårdsförbund

Årsskrift 2000 från
Vänerns vattenvårdsförbund



Vänern – tema biologisk mångfald. Årsskrift 2000 från Vänerns vattenvårdsförbund
Rapport nr 11. 2000. Utgiven av Vänerns vattenvårdsförbund.

Redaktör: Agneta Christensen, Vänerns vattenvårdsförbund.

Layout: Text, bild och sånt...Karlsborg

Foto omslagsbild: Svante Hultengren, Naturcentrum AB

Tryck: Sandbergs Tryckeri AB, Tibro

Tryckår: 2000

Upplaga: 500 ex

ISSN 1403-6134

Beställningsadress: Vänerkansliet, Länsstyrelsen, 542 85 Mariestad.

Telefon 0501-60 53 85.

E-post: agneta.christensen@o.lst.se.

Copyright: Vänerns vattenvårdsförbund. Kopiera gärna artiklarna men ange författare och utgivare. Användande av rapportens fotografier i annat sammanhang kräver tillstånd från fotografen.

INNEHÅLL

Kapitel 3	Förord	5
Kapitel 4	Sammanfattning	6
Kapitel 5	Aktuella miljöfrågor	10
Kapitel 6	Hur har vegetationen vid Vänern förändrats?	13
Kapitel 7	Alger som fastnar på fisknätet	21
Kapitel 8	Förord till kapitel 9 - 15	30
Kapitel 9	Klimat och vattenstånd under 1999	31
Kapitel 10	Vattenkvaliteten i storvänern	34
Kapitel 11	Växtplankton	39
Kapitel 12	Djurplankton	43
Kapitel 13	Bottendjur	46
Kapitel 14	Vattenkvalitet i Vänerns tillflöden och utlopp	49
Kapitel 15	Litteraturhänvisning	58
Kapitel 16	Nors och siklöja	61
Kapitel 17	Statistik för fisket och utsättningar av fisk	65
Kapitel 18	Metaller och stabila organiska ämnen i vänerfisk	68
Kapitel 19	Sjöfåglar i Vänern	78
Kapitel 20	Speciella händelser under året	80
Kapitel 21	Övervakning av bottenfaunan i Vänerns strandnära recipientkontroll - ett tioårigt perspektiv	90
Kapitel 22	Syftet med miljöövervakningen i Vänern	91

Förord



I denna rapport finner du många olika redovisningar från undersökningar och utredningar i Vänern. Bl.a. redovisas resultaten från miljöövervakningen i Vänern. Innehållet består av dels stående redovisningar från löpande program och dels artiklar av mer temakaraktär.

Flera författare har medverkat i årsskriften och ett varmt tack riktas till samtliga. Författarna är ensamma ansvariga för sakinnehållet. Redaktör har varit Agneta Christensen på Vänerkansliet och årsskriften ges ut av Vänerns vattenvårdsförbund.

Vänerns vattenvårdsförbund skickade i somras ut en enkät med frågor på hur medlemmarna vill ha informationen från förbundet. I stort sett samtliga av de som svarade var nöjda med årsrapporten. Förbundet fick många bra förslag på hur informationen kan förbättras och uppslag till artiklar i kommande årsskrifter. Vi vill tacka alla som svarat och kommer att ta med synpunkterna till kommande årsrapporter och annan information från förbundet.

S Anders Larsson
ordf. i Vänerns vattenvårdsförbund

Sammanfattning

Här följer en redovisning av provtagningsverksamheten under 1999 i Vänerns vattenvårdsförbunds regi, nya utredningar och aktuella miljöfrågor för sjön.



Aktuella miljöfrågor

Vänerns vattenvårdsförbund har pekat ut sex miljöfrågor som speciellt viktiga och aktuella för Vänern. De är följande.

Aktuella miljöfrågor	Vad som görs, ex.	Vad som mer behöver göras
Kvävehalten i Vänern är för hög.	En ny åtgärdsplan planeras. En del lokala åtgärder har genomförts.	Många fler åtgärder behövs.
Lokala åtgärder behövs för att åtgärda övergödningen i en del vikar i Vänern.	Åtgärder har genomförts i några områden.	Fler åtgärder behövs.
Miljögifter.	Vänerns vvf har startat ett åtgärdsprojekt. Kontinuerligt åtgärdsarbete pågår inom många områden.	Fler åtgärder behövs. Vad vet vi om miljöeffekter av olika kemikalier?
Igenväxning av skärgårdar, vikar och skär.	Vegetationsprojektet pågår i förbundets regi. Del 1 rapporteras i denna årsskrift.	Utreda varför och ev. föreslå åtgärder.
Hot mot den biologiska och mångfalden.	Åtgärder för att bevara den naturligt lekande laxen och öringen har gjorts och fler planeras.	Fler inventeringar av arter biotoper behövs.
Långsiktiga landskapsförändringar.	Karlstads kommun håller på att ta fram en vattenplan.	Gemensamma planer och strategier för hela Vänern behövs.

Hur har vegetationen vid Vänern förändrats?

I detta kapitel redovisas del 1 av förbundets Vegetationsprojekt. I den första delen har bl.a. nya flygfotografier tagits och jämförts med äldre, för att jämföra utbredningen av bl.a. vass, buskar och träd vid Vänerns stränder.

De preliminära resultaten visar att den totala ytan av vattenväxter i Vänern inte förändrats nämnvärt, men att de lokala variationerna kan vara stora. Vi kan visa på en generell minskning av säv, liksom en motsvarande ökning av flytbladsvegetationen. Arealen vass visar stora lokala skillnader, och har på vissa platser ökat och på andra minskat. På stränder och skär har en tydlig förbuskning skett. Men någon signifikant skillnad mellan stränder i olika lägen eller exponering kan inte ses. Igenväxningen förefaller ha haft en linjär utveckling sedan 1960-talet och påverkar alla öppna ytor oavsett läge.

Alger som fastnar på fisknät

Alger som fastnar på fisknät har under många år varit ett problem för yrkesfiskarna i Vänern, Mälaren och Hjälmaren. Dessa problem har förmodligen funnits så länge man fiskat med redskap. Fiskare i Vänern har intervjuats och något mer än hälften av de tillfrågade fiskarna anser att problemen blivit värre. Roland Bengtsson anser att de frilevande kiselalgerna blivit talrikare och därmed medfört större problem i vissa delar av Vänern. Studien av kiselalger i Vänerns sediment stöder också detta. Mindre mängd fisk och därmed ökad ansträngning för fiskarna, inte minst under senhösten, kan också ha bidragit till att man både får mer kiselalger på näten och irriteras mer av dem.

Kiselalger kan, när det är brist på ljus, övergå i ett vilstadium. Vid själva övergången utsöndrar algerna ett slem. Slemmet är till för att de ska kunna fastna på olika föremål, t.ex. bryggor eller fisknät, där de övervintrar tills det blir ljusare. Störst problem med kiselalger som fastnar på fisknät är det när vattentemperaturen sjunker långsamt och det blåser mycket.

Klimat och vattenstånd under 1999

Året var, liksom 1998, mycket nederbördsrikt. Både i Sätenäs och Karlstad var nederbörds-mängderna betydligt större än normalt under huvuddelen av året. Som ett resultat av det

nederbördsrika året ökade vattenståndet i Vänern och vattennivån var högre än normalt under hela året. I maj och juni var nivån t o m så hög att den översteg det enligt vattendomen tillåtna maximala värdet på 44,85 meter över havet. 1999 uppvisade även rekordvärme i september, samt stormvindar både i början och slutet av året.

Vattenkvaliteten i storvänern

De sista tre åren har bjudit på rekordartat klimat av varierande slag. Produktionssäsongen 1999 var rekordlång med en lång och varm höst. Detta var i skarp kontrast till sommaren 1998 som var rekordkall, medan sommaren 1997 däremot var extremt varm. Dessa tre år indikerar dessutom på ett eventuellt trendbrott för Vänerns vattenkemiska sammansättning. Totalhalterna av kväve och fosfor, samt klorofyllhalten och mängden organiskt material i vattnet har samtliga ökat något under dessa år. Detta har följaktligen inneburit en minskning i siktdjup. Totalkvävehalten har dessutom varierat kraftigt under perioden, med de högsta respektive lägsta noteringarna sedan mätningarnas start 1973. Samtliga dessa förändringar är sannolikt naturliga fluktuationer styrda av klimatfaktorer.

Växtplankton

Årets största mängder av växtplankton påträffades under försommaren vid både Tärnan och Megrundet, dessutom noterades de högsta juni-volymerna sedan provtagningarnas start. Cyanobakterier, främst *Aphanizomenon*, utgjorde en tredjedel av totalvolymen. Ingen stor kiselalgsblomning kunde noteras i april eller maj 1999, vilket däremot var fallet både 1997 och 1998.

Djurplankton

År 1999 förlöpte populationsuppbyggnaden likartat vid båda provstationerna från juni till augusti. Detta gav höga biomassor speciellt av hinnkräftan *Daphnia cristata*. Skillnaderna mellan stationerna bestod framför allt i betydligt svagare hjuldjurspopulationer än normalt vid stationen Tärnan i Värmlandssjön.

Bottendjur

Resultaten av 1999 års provtagning av botten-djur på två stationer i Vänern visar att individ-

tätheten i sjöns djupaste delar översteg medelnivån för åren 1974-98 vid Tärnan i Värmlandsjön, men något under medelnivån vid Megrundet i Dalbosjön. Båda stationerna uppvisade dock lägre individtätheter jämfört med 1998. Den djurgrupp som framförallt bidrog till nedgången i individtäthet från rekordåret 1998 är vitmärlan, *Monoporeia affinis*.

Vattenkvalitet i

Vänerns tillflöden och utlopp

Medelvattenföringen i Vänerns tillflöden och utlopp var 1999 bland de högsta som noterats. Kväveläckaget var under perioden 1997-1999 större än under hela perioden 1968-1999. Fosforförlusterna var större under 1997-1999 jämfört med hela perioden i jordbruksåarna. Fosforförlusterna i skogsälvarna var däremot lika stora eller något mindre än under referensperioden. Halterna av kväve och organiskt material har ökat i tillflödena under perioden 1968-1999, medan halterna har minskat i Vänerns utlopp, Göta älv. Fosforhalterna har generellt minskat i samtliga vattendrag.

Nors och siklöja

Norsen dominerar kraftigt i Vänerns fria vattenmassor och tätheten har genomgående varit högst i Dalbosjön, i medel 2 200 norsar/hektar (1989-99). Vid undersökningen 1999 var norsbeståndet ca 15% lägre än normalt i både Värmlandssjön och Dalbosjön.

Siklöjan är den näst vanligaste arten i Vänerns fria vattenmassor med medeltätheter på ca 380 siklöjor/hektar i Värmlandssjön och 320 i Dalbosjön. Efter 1996 minskade antalet siklöjor radikalt och 1998 uppmättes tätheter på endast drygt 50 individer/hektar i Värmlandssjön och mindre än 80 i Dalbosjön. Siklöjan är visserligen känd för att variera mycket i antal mellan olika år av naturliga orsaker, men den djupa svacka som beståndet befann sig i vid 1998 års provtagning inger ändå stor oro. Till 1999 hade beståndet ökat i relation till föregående år, men var fortfarande svagt och ca 150 resp. 220 individer per hektar uppmättes i Dalbosjön och Värmlandssjön.

Statistik för fisket och utsättningar av fisk

Fångsten av siklöja halverades under 1998 jämfört med året innan. Under 1999 minskade

fångsten ytterligare och var den lägsta som noterats i statistiken sedan 1981. Framförallt sensommaren och hösten 1999 var synnerligen varm och vattentemperatur var hög sent in på hösten. Detta borde ha gynnat fisket efter varmvattenarterna gädda, abborre, gös och ål. Av nämnda arter var det dock bara fångsten av gädda och ål som ökade jämfört med 1998. Ålfångsten var den högsta som noterats.

Metaller och stabila

organiska ämnen i Vänerfisk 1999

Kvicksilverhalten i 1-kg gädda från de minst påverkade delarna av Vänern, Millesviks skärgård, har sedan mitten av 1980-talet legat kring 0,4 mg/kg. Detta är en ganska låg halt jämfört med exempelvis skogssjöar i Mellansverige, men ändå något högre än vad som anses vara "naturligt".

Under senare delen av 1990-talet finns det positiva tecken på att kvicksilverhalten håller på att minska något i Vänern. I Millesvik uppmättes 1999 en kvicksilverhalt i 1-kg gädda kring 0,3 mg/kg. Även i Kattfjorden i norra Vänern har något lägre halt registrerats de senaste åren jämfört med första hälften av 1990-talet. Emellertid är haltnivån här något högre än i Millesvik, kring 0,55 mg/kg i 1-kg gädda. Motsvarande skillnad har uppmätts hos abborre.

När det gäller koncentrationen av övriga analyserade ämnen i vävnader hos abborre, kan det konstateras att zink- och kopparhalten ligger kvar på samma "stabila" nivå som tidigare under 1990-talet. För bly, krom och nickel i lever är mellanårsvariationerna stora. DDT och PCB i abborrkött uppvisar en tendens till lägre halter jämfört med tidigare år vid Torsö och Millesvik. All fisk som undersöktes 1999 får saluhållas enligt de gränsvärden som gäller.

Sjöfåglar i Vänern

För sjunde året i följd inventerades Vänerns fågelskär av ett tjugotal ornitologer. Våren 1999 nådde Vänerns vattenstånd över högsta dämningssgränsen och var klart högre än under något av de tidigare inventeringsåren. Ornitologerna fann att ett antal av tärnornas och skrattmåsarernas vanliga häckningsskär var vattendränkta. Vid utvärderingen av inventeringen måste detta beaktas. Några av arterna inräknades i färre antal än vanligt och detta beror troligen främst

på att färre fåglar häckade vid inventeringstillfället på grund av det höga vattenståndet. Oavsett om så är fallet visar årets inventering att tillståndet för Vänerns kolonihäckande sjöfåglar är gott. Undantag är roskarlen, som häckade i ännu färre antal än tidigare.

Övervakning av bottenfauna i Vänerns kustnära recipientkontroll – ett tioårigt perspektiv

Miljökvalitetstillståndet vid 32 stationer beskrivs under perioden 1989-1998 med hjälp av bottendjur och sedimenten. Många av vikarna och fjordarna har få bottendjur (< 1000 individer/m²). Index visar att bottenfaunan i de flesta av områdena endast avviker något från normala förhållanden (bedömningsklass 2). Bottendjuren i Storvänern visar på ostörda förhållanden eller på måttliga effekter av störning.

I några grunda och mer näringsrika vikar är antalet bottendjur högre. Bottendjuren består här av arter som klarar låga syrehalter. Dessa vikar är Ekholmssjön och Kyrkebysjön, inre Åsfjorden, Grumsfjorden och Borgsvikssjön i Grums kommun, Gränsjön i Karlstads kommun, Ölmeviken, Varnumsviken och Kilsviken och Kolstrandsviken i Kristinehamns kommun, Kållandssundet i Lidköpings kommun, Dättern i Grästorps och Vänersborgs kommuner. Vikarna är instängda, har sämre vattenutbyte med Vänern och är näringsrika p.g.a. en hög fosfor- och kvävebelastning.

Kattfjorden, i norra Vänern, saknar ofta vitmärklor och man kan misstänka att detta beror på att kräftdjuren störs av de ännu höga halterna av kvicksilver i bottnarna. I den yttre delen av Åsfjorden har antalet vitmärklor ökat markant under senare delen 1990-talet, vilket tyder på att deras livsvillkor har förbättrats.



Aktuella miljöfrågor

Agneta Christensen, Vänerns vattenvårdsförbund



Vänerns vattenvårdsförbund har pekat ut sex miljöfrågor som speciellt viktiga och aktuella för Väner. De är följande.

Aktuella miljöfrågor	Vad som görs, ex.	Vad som mer behöver göras
Kvävehalten i Väner är för hög.	En ny åtgärdsplan planeras. En del lokala åtgärder har genomförts.	Många fler åtgärder behövs.
Lokala åtgärder behövs för att åtgärda övergödningen i en del vikar i Väner.	Åtgärder har genomförts i några områden.	Fler åtgärder behövs.
Miljögifter.	Vänerns vvf har startat ett åtgärdsprojekt. Kontinuerligt åtgärdsarbete pågår inom många områden.	Fler åtgärder behövs. Vad vet vi om miljöeffekter av olika kemikalier?
Igenväxning av skärgårdar, vikar och skär.	Vegetationsprojektet pågår i förbundets regi. Del 1 rapporteras i denna årsskrift.	Utreda varför och ev. föreslå åtgärder.
Hot mot den biologiska och mångfalden.	Åtgärder för att bevara den naturligt lekande laxen och öringen har gjorts och fler planeras.	Fler inventeringar av arter biotoper behövs.
Långsiktiga landskapsförändringar.	Karlstads kommun håller på att ta fram en vattenplan.	Gemensamma planer och strategier för hela Väner behövs.

Kvävehalterna i Väner är för höga – en åtgärdsplan planeras

Kvävehalterna i Väner har ökat jämfört med 1970-talet. Kväve är ett växtnäringssämne som finns naturligt i Väner. För höga halter kan troligen ge förändringar i artsammansättningen av växtplankton och gynna vassväxterna i Väner. I Västerhavet orsakar kvävet övergödning, igenväxning av alger, syrebrist och bottendöd. Drygt 60% av kvävetillförseln från svenska källor till

Skagerrak kommer från Väner och Göta älv. Därför är åtgärder för att minska kvävehalterna i Väner mycket angelägna.

En ny åtgärdsplan behövs för att minska tillförseln av kväve till Väner. De två länsstyrelserna runt Väner planerar att, tillsammans med Vänerns vattenvårdsförbund, ta fram en sådan plan. Projektet planeras starta vintern 2000-20001.

Lokala åtgärder behövs för att åtgärda övergödningen i en del vikar i Vänern

Fosforhalterna ute i själva sjön är idag nära Vänerns naturliga tillstånd. Under 1960- och 70-talet var fosforhalterna högre. Halterna har minskat och miljömålet för Vänern har uppnåtts. Men en del skärgårdsområden och vikar har fortfarande för höga fosforhalter. Främst gäller det Dättern - Brandsfjorden, Kållandssundet, Kolstrandsviken, Varnumsviken, Ölmeviken och Ekholmssjön. Jordbruksåarna till Vänern har också för höga halter av kväve och fosfor.

Åtgärder för att minska fosfor- och kvävebelastningen har vidtagits i några av områdena. Nämnas kan åtgärder i Sjøråsån och åtgärdsplaner i Dalbergså och Holmsån och för Kållandssundet.

Miljögifter – ett miljögifts- och kemikalieprojekt har startat

Idag är inte tillförseln av miljögifter till Vänern något akut problem för sjön. Men många av miljögifterna är stabila och finns kvar i sjön under en lång tid och även små halter kan ibland medföra stor skada (t.ex. hormonellt påverkande ämnen). Vänern är naturligt näringsfattig och därför mer känslig för miljögifter än mer näringsrika sjöar. Miljögifter i Vänern bör fortsättas att övervakas också med tanke på de stora mängder av fr.a. kvicksilver som tidigare har släppts ut i sjön.

Riksdagen säger att halterna av ämnen som förekommer naturligt i miljön ska vara nära bakgrundsnivåerna och halterna av naturfrämmande ämnen ska vara nära noll. Detta betyder att användningen av kemiska ämnen på alla områden i samhället måste ses över. Vänerns vattenvårdsförbund har därför startat ett projekt Kemikalier och miljögifter till Vänern. Förbundet vill undersöka användningen av kemikalier inom olika verksamheter vid sjön och där det behövs ta fram konkreta förslag på miljövänligare alternativ.

Arbetet i projektet genomförs i två delar. I del ett ingår att under 2000 ta fram en arbetsplan för projektet och bedöma vilka verksamhetsområden som ska ingå. Två uppstartsmöten med vänerkommunerna, andra vattenvårdsförbund/vattenförbund kring sjön och länsstyrelserna har hållits i höst. Nästa år startar del två då åtgärder föreslås.

Igenväxning av skärgårdar, vikar och skär

Många vikar har växt igen av vassväxter och det har medfört att grunda lekområden för fisk har minskat. Tidigare kala skär och öar har förbuskats och flera fågelskär har övergivits av häckande sjöfåglar. Sjöfåglaorna flyttar längre ut i skärgården, till kala skär. Den biologiska mångfalden påverkas negativt genom att måsfåglaorna kan försvinna från skärgårdsområden. Många fritidsområden har påverkats negativt. Boende vid sjön, fiskare och kommuner har under många år klagat på vassens utbredning. Vasslåtter genomförs bl.a. för att hålla båthamn, farleder och badplatser öppna.

Vänerns vattenvårdsförbund startade 1998 ett projekt för att ta reda på mer om dessa förändringar och hur de ska åtgärdas. Första delen av projektet rapporteras i denna skift i kapitlet: Hur har vegetationen vid Vänern förändrats? och på Vänerdagen 31/10 2000. Efter rapporteringen kommer vi att diskutera fortsättningen av projektet, d.v.s. främst varför Vänerns stränder och skär växer igen av buskar och träd.



*Parti av Brommö utanför Torsö i östra Vänern.
Foto: Svante Hultgren, Naturcentrum AB.*

Hot mot den biologiska mångfalden

Akut hotad är den naturligt lekande laxen och öringen (lax och öring från Gullspångsälven och Klarälven och öring från Tidan). Men även sjöfåglaorna skräntärna och roskarl är akut hotade. Vänern har p.g.a. sin storlek många ovanliga arter och en del av dem är hotade. Vi behöver veta mer om var dessa arter finns och hur vi ska skydda dem.

De åtgärder som vidtagits i Gullspångsälven

och Klarälven för att bevara den naturligt lekande laxen och öringen rapporterades i förbundets årsskrift för 1997 (Vänern 1996, rapport nr 4. 1997). Sedan dess har Regeringen godkänt Gullspångsälvens nedre delar som Natura 2000-område. I och med det har man möjligheter att söka medel ur EU:s Life-fond. En sådan ansökan om medel för åtgärder i Gullspångsälven för att bevara laxen och öringen planeras av Fiskeriverket.

Antalet skräntärnor och roskarlar som häckar räknas varje år inom miljöövervakningen av Vänern. Ungefär hälften av roskarlens häckningslokaler under åren 1993-2000 har funnits inom fågelskyddsområden. Några av lokalerna har röjts på sly. Men inget tyder på att roskarlens minskningar beror på störningar i Vänern utan orsaken är troligen mer storskalig. Läs mer om roskarlen och skräntärnan i kapitlet: Sjöfåglar i Vänern.

Även för skräntärnan har ungefär hälften av häckningslokalerna varit inom fågelskyddsområden. Tärnan häckar gärna i skarvkolonier där den får ett visst skydd mot rovdjur. Därför är det mycket viktigt för skräntärnans överlevnad i Vänern att de skarvkolonier där den häckar inte störs.

Långsiktiga landskapsförändringar

Vänern är av regeringen särskilt utpekad som ett av de områden i landet som har särskilt värdefull natur. Vänerns värden utgörs även av landskapet runt sjön. Förändringar av landskapet som t.ex. nya byggnationer, bryggor, master och vindkraftverk kan negativt påverka Vänerns värden. En långsiktig plan bör tas fram så att samhällets förändringar tar hänsyn till Vänerns stora natur- och kulturvärden.

Karlstads kommun har påbörjat ett arbete med att ta fram en vattenplan för kommunen med syftet att långsiktigt säkerställa en god hushållning med kommunens vattenresurser. Planen kommer att vara klar sommaren 2001.



Hur har vegetationen vid Vänern förändrats?

Lägesrapport från projektet flygbildstolkning
av vegetationsförändringar i Vänern

Lars Granath, Stockholms universitet

De preliminära resultaten visar att den totala ytan av vattenväxter i Vänern inte förändrats nämnvärt, men att de lokala variationerna kan vara stora. Vi kan visa på en generell minskning av säv, liksom en motsvarande ökning av flytbladsvegetationen. Arealen vass visar stora lokala skillnader, och har på vissa platser ökat och på andra minskat. På stränder och skär har en tydlig förbuskningen skett. Men någon signifikant skillnad mellan stränder i olika lägen eller exponering kan inte ses. Igenväxningen förefaller ha haft en linjär utveckling sedan 1960-talet och påverkar alla öppna ytor oavsett läge.



Vattenväxtlighet har överallt och alltid varit föremål för iakttagelser och värderingar. För många i det äldre jordbrukslandskapet har den värderats som en tillgång, för andra i nutiden snarare som en begränsning för utnyttjandet av de fria vattenytorna. Vattenvegetationen kan också vara en indikator på det ekologiska tillståndet i en vattenmiljö, och denna senare synpunkt är kanske idag den mest intressanta.

Under senare år har vi fått många beskrivningar av förändrade förhållanden vad gäller vattenvegetationens utbredning i Vänern och dess skärgårdar. Rapporterna har pekat både på ökningar och minskningar och har inte givit en helt entydig bild, annat än att förändringar uppenbarligen har inträffat. Vänerns vattenvårdsförbund initierade därför ett projekt med målsättningen att om möjligt kvantifiera eventuella förändringar och vari de består.

Förändringar i vatten- och strandvegetationens sammansättning och utbredning under perioden 1975-2000 har undersökts av Lars Granath, vid Stockholms universitets naturgeografiska institution, där man utvecklat metoder för vegetationsanalyser via infraröda flygbilder. Projektet gäller inte bara vattenvegetationens förändring-

ar. En oroande utveckling mot förbuskning och igenväxning av de öppna fågelskären har på senare år blivit tydlig, och frågan är om denna utveckling kan bevisas och kanske orsaksbestämmas.

Flygbilder som tidsmaskin

Det enda objektiva material som duger då ett äldre landskap skall jämföras med ett modernt är flygbilder. Människors minne är kort och färgas med tiden av subjektiv nostalgi. Äldre markfotografier är bra men visar bara detaljer.

Dessbättre förfogar vi i Sverige numera över en guldgruva av information genom de kloka beslut som under 60 års tid lett till uppbyggnaden av ett flygbildsarkiv hos Lantmäteriverket i Gävle. I detta arkiv finns miljontals högkvalitativa flygbilder tillgängliga för såväl forskare som intresserad allmänhet.

För att vaska fram detta guld krävs dock speciella kunskaper och speciella instrument. Bilderna måste analyseras tredimensionellt för att informationen i dem skall få något värde. Lantmäteriverkets flygbilder tas med mycket avancerad teknik och med en film som är oerhört informationstät jämfört med ett normalt

foto. Filmens upplösning är sådan att bilden måste förstöras minst tre gånger för att ett obeväpnat öga skall se all information som finns där. En digital jämförelse säger kanske mer: en enda flygbild i färg innehåller bortåt 1000 Mb information. I en framtid kommer kanske tolkningen av den informationen att kunna göras bra av datorn, men än så länge har bara den mänskliga hjärnan förmågan att sortera och utvärdera de relevanta delarna av informationen.

Bilder över Vänern

Redan på 1950-talet togs de första flygbilderna över Vänern. De är svartvita och i första hand avsedda för framställning av topografiska kartan. De är tagna tidigt på våren och visar inte lövträd och vattenvegetation i sin fulla utbredning. År 1975 gjordes däremot en specialfotografering för just kartläggning av vattenvegetation.



Fig 1a. På IR-färgbilden från 1975 över Vithall i Lurö skärgård syns de stora och massiva vassbältena i rosa-röda färgtoner. De täcker stora arealer av vattenområdet. På land syns växtligheten i olika röda eller rödbruna nyanser, medan det kala berget framträder i blågrå toner.

Godkänd från sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriet 2000-06-26.

Man hade nyligen fått civil tillgång till den speciella IR-färgfilmen som tidigare varit förbehållen militär användning. IR-färgfilmen har egenskapen att särskilja olika slags vegetationstyper med tydligt åtskilda röda nyanser (*se figur 1*), och ger förutsättningar för snabba och korrekta vegetationskarteringar. Dessa bilder över Vänern tolkades och bearbetades till utomordentligt noggranna kartor av dåvarande Naturvårdsverkets Limnologiska undersökning (NLU) numera en del av Lantbruksuniversitetet (SLU). De bilder som fotograferades för detta ändamål har en mycket hög kvalitet och har skalan 1:10 000, vilket gör dem extremt detaljrika. I princip är det möjligt att se en människa i dessa bilder som tagits från 1,5 kilometers höjd.

Under senare år har fler IR-färgbilder tagits, men inte vid optimal årstid för kartering av vattenvegetation. Inför det nu aktuella projektet finansierade Vänerns vattenvårdsförbund 1999



Fig 1b. Den nytagna bilden från 1999 över samma område visar att de öppna vattenytorna vidgats betydligt, och att vassbältena tunnats ut eller retirerat. På land däremot har den rödaktiga vegetationen brett ut sig markant på bekostnad av hållmarkerna.

Godkänd från sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriet 2000-06-26.

en ny flygfotografering över merparten av de områden som ingick i 1975 års fotografering. Filmslaget är IR-färgfilm, men skalan har av ekonomiska skäl höjts till 1:30 000.

Med hänsyn till att kameror och filmer ytterligare förbättrats under åren, blir kvalitetsskillnaden acceptabel, även om de senare bilderna kräver mer avancerade analysinstrument. Det är i 1999 års bilder inte möjligt att se detaljer i människostorlek, men föremål i storleksordningen 1x1 m är fullt synliga.

jämförande kartering av såväl vattenvegetation som igenväxning av öar och skär. Som arbetet har utformats, har det egentligen blivit tre separata undersökningar, vars respektive resultat förhoppningsvis skall samverka till sannolika slutsatser. Se vidare faktarutan på nästa sida.

Projektets uppläggning

Med hjälp av dessa verktyg, IR-bilderna från 1975 och 1999, samt stickprovsbilder från 1960-resp 1980-talet, blir det möjligt att utföra en

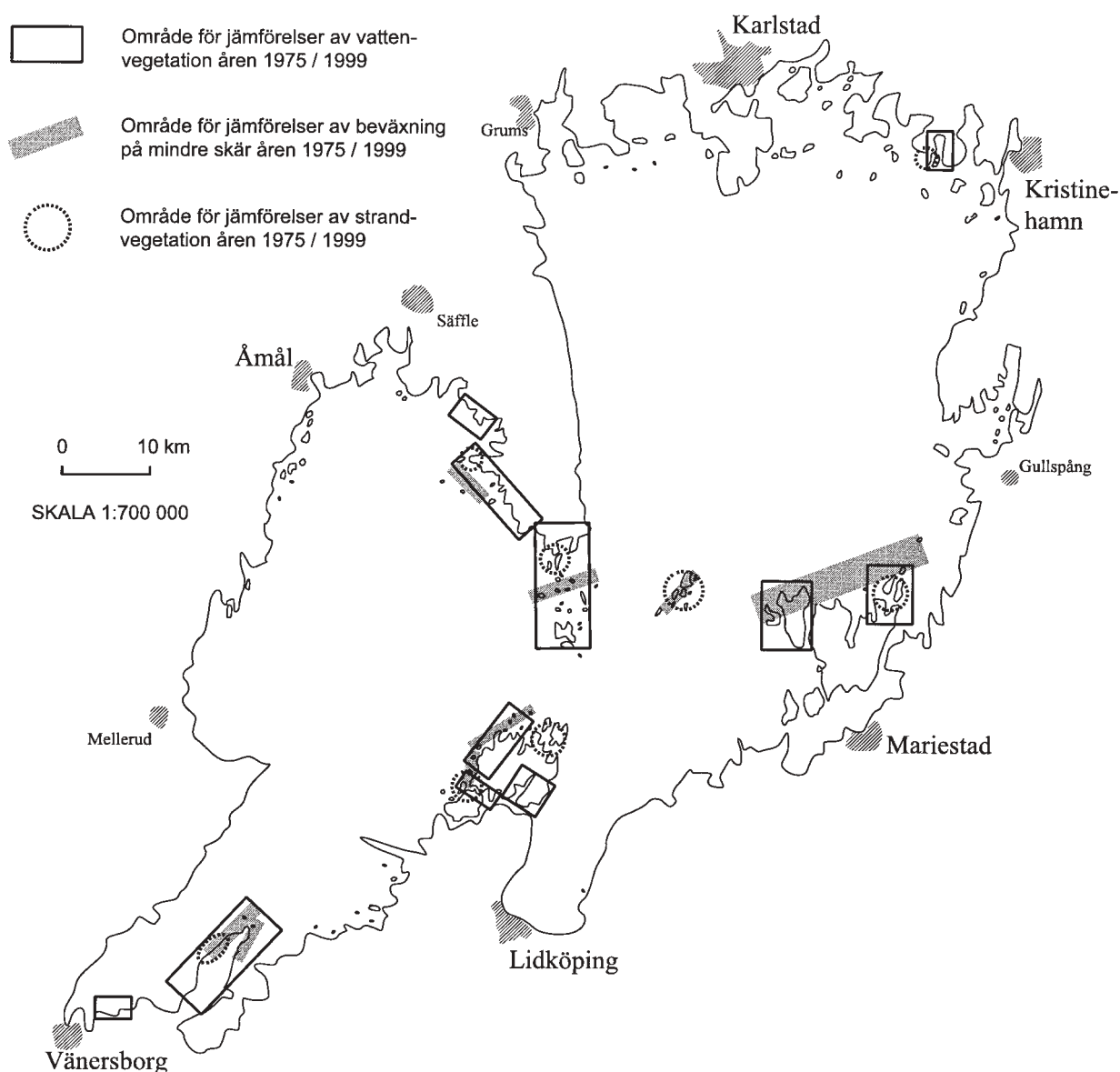


Fig 2. Undersökningen omfattar tre olika metoder, dels en jämförelse av vattenvegetationen år 1975 och 1999, dels en jämförelse av beväxningen på mindre öar och skär under samma period, och dels en motsvarande jämförelse av strandvegetation i skyddade lägen. Av kartan framgår var de olika försöksområdena är belägna.

PROJEKTETS UPPLÄGGNING (FAKTARUTA)

1. Undersökning av vattenväxtligheten

Den största omfattningen har jämförelsen mellan utbredningen av vattenväxter år 1975 respektive 1999. Den utgår från NLU's kartering som är mycket detaljerad. En ny kartering efter samma principer har utförts med hjälp av de nytagna flygbilderna. Här finns en skillnad i det att de senare bilderna är översiktligare, vilket kan innebära tolkningsmisstag på detaljnivå. Genom att undersökningen omfattar så stora arealer, bedöms dock dessa detaljfel vara försumbara i helhetsresultatet. Karteringen omfattar växtlagen vass, säv och flytbladsvegetation, vilka är de grupper som med hög säkerhet kan skiljas åt i flygbilderna. Av *figur 2* framgår vilka områden som karterats. Syftet har varit att inom anslagsramen åstadkomma maximal tolkad area för att säkerställa ett tillräckligt statistiskt underlag. Kring 2/3 av 1975 års kartläggning har kunnat återupprepas, och de tolkade områden är jämnt fördelade över hela området, varför resultatet bör vara representativt.

Eftersom den väsentligaste punkten i denna kartering är den efterföljande ytberäkningen av de kartlagda växtlagen har alla kartor lagrats digitalt i vektorformat. Data från NLU's kartering 1975 föreligger inte digitalt och är heller inte ytberäknade för motsvarande områden. Dessa äldre kartor har därför

måst digitaliseras, ett tidsödande men nödvändigt arbete. Nu föreligger emellertid merparten av 1975 års kartor liksom den nya karteringen i digital form som förhoppningsvis underlättar framtida jämförelser. I *figur 3* och 4 visas exempel på hur dessa kartor ser ut.

2. Undersökning av förbuskning av skär och öar

Med IR-bildernas hjälp blir det också möjligt att kartlägga utvecklingen av landvegetationen, för att om möjligt åstadkomma ett mått på förbuskning och annan förändring av ekologin. Även här utnyttjades 1975 och 1999 års bilder, med den skillnaden att någon tidigare kartering från 1975 inte fanns, och därför måste göras. Kartläggningen utfördes enligt följande metodik:

- I varje skärgårdsområde lokaliserades en provyta för att ge ett genomsnitt av små och storlek varierar, men genomsnittet är ca 10 km².

- Samtliga skär upp till storleken 2 ha inom provytan har kartlagts med avseende på den areella andelen av markslagen kalt berg, ris och gräs, buskar resp träd. Kartläggningen har inneburit att den procentuella täckningsgraden av varje klass har noterats och protokollförts. Bestämningen av täckningsgraden är en visuell bedömning vid tolkningen, och rymmer ett visst mått av subjektivitet. Med

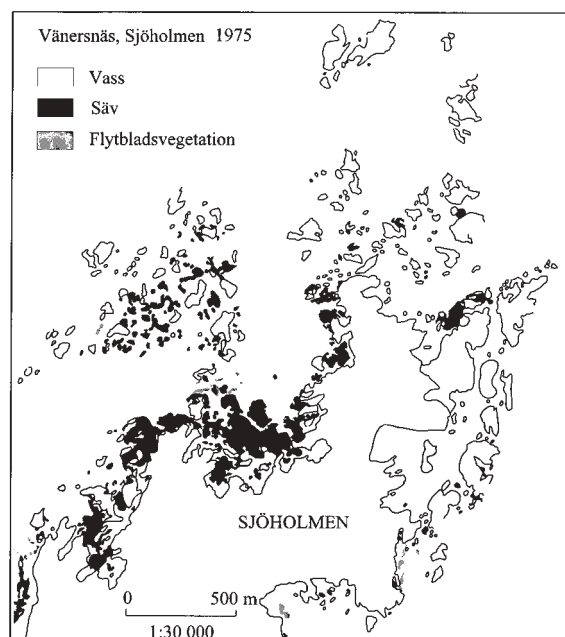


Fig 3. Ett exempel på hur resultaten från vattenvegetationsstudien redovisas i kartform. Här återges ett mindre utsnitt från Vänersnäs såsom det kartlades av Naturvårdsverkets Limnologiska undersökning 1975. Vassarna dominerar, men inslaget av säv är omfattande. Någon flytbladsväxtlighet existerar knappt.

FORTS. FAKTARUTA

tanke på att närmare 400 skär har tolkats och att en tränad tolkare har en hög säkerhet vid arealuppskattning bedöms osäkerheten som acceptabel.

- Dessutom har beväxningen i skärens strandkant bedömts på så vis att en busk- och trädbeväxning i stranden noterats till den procentsats den utgör av skärets totala strandlängd. Vidare har efter samma princip noterats den procentuella standandel som har vattenväxtlighet i omedelbar anslutning till stranden.

- Varje tolkat skär har klassats dels efter storlek, i storleksklasserna 0,25 ha, 0,5 ha, 1 ha resp 2 ha, dels efter höjd, i höjdklasserna låga (lägre än 1 m vid medelvatten, överspolade vid högvatten), medelhöga (1-2 m vid medelvatten, ej helt överspolade vid högvatten), höga (mer än 2 m höga, aldrig överspolade).

Motivet för denna delundersökning är att om möjligt skapa klarhet i huruvida vattenregleringen inverkar på igenväxningen genom att "städa" de lägsta skären vid högvatten.

valts längs fastlandsstränder eller större öar i skyddade lägen. Stränderna har klassificerats enligt ett liknande system som skären, men med något annorlunda metodik. Längs den utvalda stranden har avsatts enhetliga avsnitt med 50 meters intervall, och i varje intervall har den dominerande faktorn noterats. Klasserna som använts är kalt berg, hållmark med vegetationsmosaik, ris och gräs, buskmark, träd, strandäng. Liksom i föregående metod har även träd- och buskbeväxning respektive vass i strandkanten noterats i de fall de utgör ett dominerande inslag i avsnittet. I praktiken innebär det att mer än 50% av avsnittets vattenbryn skall täckas av buskar/träd resp. vass.

Motivet för denna delundersökning är att undersöka om det föreligger skillnader mellan de mer utsatta skären och öarna i föregående delstudie gentemot de skyddade inre stränderna. Skulle vattenregleringen ha en "städande" effekt borde den vara effektivare på de vågutsatta skären, och igenväxningen således kraftigare i de skyddade lägena.

3. Undersökning av strandvegetationen i skyddade lägen

Den tredje undersökningen avser sådana stränder som sällan utsätts för svår vågpåverkan eller isskjutning. Sådana stränder har

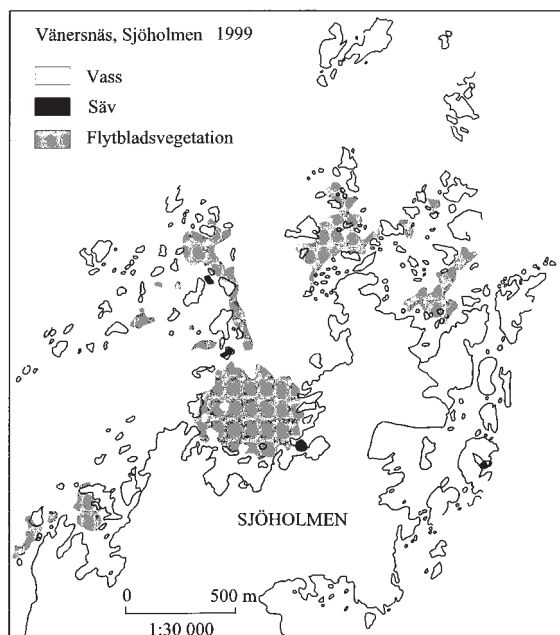


Fig 4. Samma område som i fig 3 år 1999. Säven är nästan försvunnen medan flytbladsväxterna tagit över stora arealer. Mängden vass är i stort sett oförändrad även om växtplatserna ändrat sig något.

Resultat

Undersökningen är ännu inte avslutad, men de preliminära resultat som hittills framkommit redovisas här. Som ofta i forskningssammanhang kan resultaten tolkas på flera sätt, och slutledningarna är av varierande styrka. Men alldeles uppenbart kan en igenväxning konstateras och kvantifieras, och förändringar i vattenvegetationens utbredning och sammansättning är också fullt tydliga. Orsakssammanhangen är dessvärre inte lika entydiga, och resultaten kan ge utrymme för olika slutsatser.

Stora lokala förändringar av vattenvegetationen (del 1)

Från kartläggningen av vattenvegetation föreligger data från nära 2000 hektar beväxt vattenområde. I jämförelse med 1975 har den totalt bevuxna arealen inte förändrats nämnvärt. Däremot finns mycket stora lokala variationer, och vissa allmänna tendenser är tydliga. I *figur 5* redovisas utfallet för undersökningsområdet som helhet, och i *fig 6* har som exempel valts ett delområde där de lokala variationerna är påfallande.

Det är uppenbart att vattenväxtligheten är ett dynamiskt system, med stora variationer beroende på de lokala betingelserna. Fluktuationer i vassbeståndens täthet och utbredning är välkända fenomen sedan tidigare studier, och en del av de variationer som iakttagits kan säkert förklaras som ett led i denna naturliga fluktuation. Andra iakttagelser, som t ex den allmänna nedgången av sävbestånden liksom uppgången av flytbladsväxter, kan inte rymmas inom begreppet naturlig variation utan måste ha andra orsaker.

I materialet som helhet framträder en bild av hur vattenväxtligheten ställvis ökat, ställvis minskat. I de flesta fall har en minskad utbredning av vass ersatts av en ökad utbredning av flytbladsvegetation. Om detta beror på att flytbladsväxterna givits betingelser att konkurrera ut vassen eller enbart invandrat på ledigt område efter en vassreträtt är inte möjligt att avgöra ur detta undersökningsmaterial. Svaret måste sökas genom fältundersökningar och provtagningar. Likaså kan det ur undersökningen konstateras att säven fått vidkännas en kraftig areell minskning, och måste betecknas som studiens "förlorare". Även här krävs fältstudier för att ge svaren på vad som ändrat miljön till den grad att

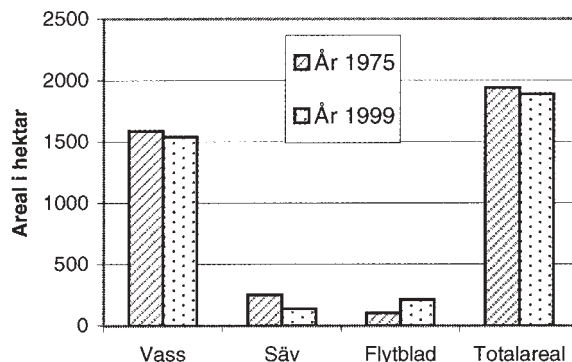


Fig 5. Förändringar i vattenvegetationens sammansättning mellan år 1975 och 1999. Totalarealen är tämligen konstant, men säv har minskat och flytbladsvegetation har ökat.

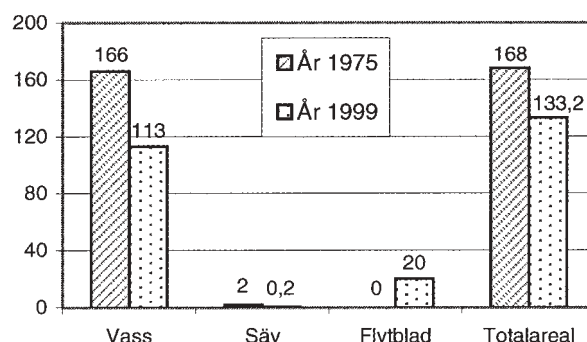


Fig 6. Exempel på lokala skillnader i förändringsmönstret. I Millesviks skärgård har vassarna minskat med ca 30%, och hela området visar en nettominskning av vattenvegetationen sedan 1975.

säven så tydligt tappat fotfästet.

Undersökningen ger också en salomonisk rättvisa åt de iakttagare som kunnat konstatera öknings- eller minskningar av vattenvegetationen. Båda synpunkterna kan nämligen vara helt korrekta, beroende på lokala förhållanden. Nedbrutet till mindre delområden visar t ex undersökningen att Millesviks skärgård fått en mycket påtaglig minskning av växtligheten, särskilt vad gäller vassen. I Hagelviken och längs de undersökta delarna av Brommö-Torsö är förhållandet det motsatta. Där har vattenvegetationen brett ut sig, och det är främst vassen som svarar för ökningen, medan områdena kring Hagön, Vänersnäs visar en ökning av flytbladsvegetation utan att vassen för den skull minskat. Där svarar i stället säven för vegetationsförlusten. Dessa stora lokala variationer bäddar dessvärre inte för några tydliga generella slutsatser, utan måste leda till konstaterandet att de

faktorer som påverkar vattenvegetationen också måste vara lokalt präglade.

Omfattande igenväxning av skär (del 2)

Ur detta material är det lättare att dra entydiga slutsatser. Här uppvisar samtliga delområden en och samma bild av en pågående igenväxning. Figur 7 som redovisar utvecklingen för de nära 400 skären i undersökningen är representativ även för de flesta delområdena. Här framgår att den lågbevuxna ytan med kalt berg och gräs minskat till förmån för högre växtlighet som

buskar och träd. Även andelen bevuxen strandlinje har ökat.

Däremot har andelen vassbevuxna strandlinjer minskat, något som också dokumenterats i den tredje delstudien. Oavsett om materialet analyseras med skären indelade i storleksordning eller i höjd framträder samma statistiska bild. Det föreligger således inga skillnader i igenväxningsgrad på större eller mindre skär, inte heller för höga eller låga. Alla växer igen så det knakar.

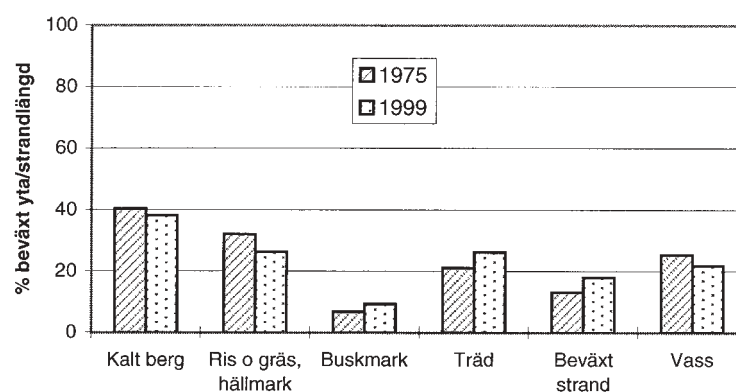


Fig 7. Den procentuella arealandelen av olika växtslag på de undersökta skären 1975 respektive 1999. De öppna ytorna har minskat, och längden beväxt strandlinje har ökat.

Även stränderna växer igen (del 3)

Ett liknande resultat erhålls ur studien av strandförändring. I undersökningen har ca 1200 st avsnitt klassats, representerande 60 km, fördelade på 8 områden. Diagrammet i figur 8 visar ett genomsnitt av förändringarna i samtliga testområden. De lokala skillnaderna är inte särskilt stora, och diagrammet kan representera även delområdena. Liksom ovan visar sig en tydlig minskning av de öppna markerna och en

ökning av framför allt trädskiktet. Vad som tydligt avviker från statistiken över skären är att buskskiktet spelar en underordnad roll i de skyddade strändernas igenväxning. I vissa delområden har andelen buskmark faktiskt minskat. En möjlig orsak diskuteras nedan i samband med slutsatserna. Även i denna studie syns tendenser till en minskning av den strandnära vassen.

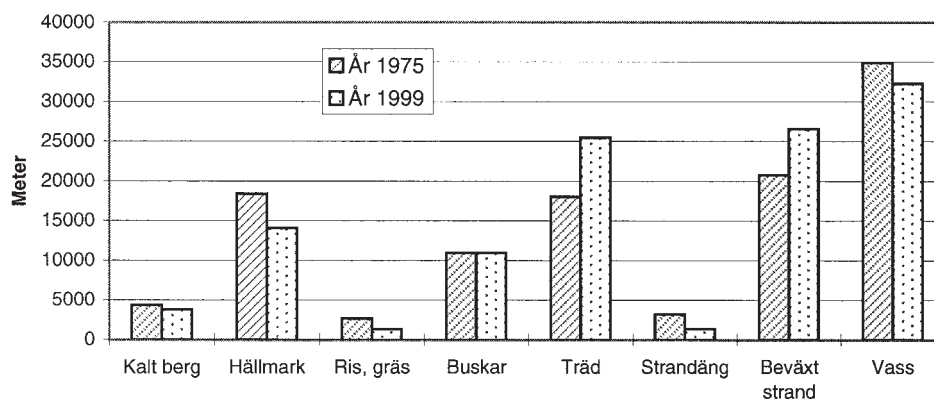


Fig 8. Resultat från jämförelser av strandens vegetation mellan 1975 och 1999. Diagrammet visar helhetsbilden från samtliga undersökningsområden. Trädbevuxningen har ökat kraftigt, och alla öppna markslag har minskat. Mängden buskar håller sig konstant.

Diskussion och slutsatser

Det skall poängteras att studien ännu inte är avslutad, och fältkontroller skall göras för att verifiera tolkningarnas giltighet. Följande slutsatser bör därför hanteras med ett mått av sund skepsis och försiktighet till dess den slutliga rapporten är klar och presenteras på Vänerdagen den 31 oktober 2000.

En viktig slutsats är att vattenvegetationen som helhet inte råkat i en skenande utveckling utan förhåller sig arealmässigt tämligen stabil, med lokala variationer som dock kan uppfattas som stora. Att säven minskat och flytbladsväxterna ökat är tydligt. En mer djupgående ekologisk undersökning kan säkert besvara frågan om orsakerna. Det förefaller som om vassväxtligheten ytmässigt i stort sett är stabil, men att växtplatserna varierar genom åren liksom vassbältenas täthet.

Igenväxningen längs stranden och på land är ett faktum, vilket många kunnat konstatera. Ur undersökningen framträder klara sifferfakta. Några spekulationer om orsakerna må i detta sammanhang vara tillåtna. I och med att ingen tydlig skillnad i igenväxningsgrad framträder mellan höga och låga skär tycks influensen av vattenregleringen vara tämligen liten. För denna slutsats talar också många iakttagelser under flygbildsanalysen som inte direkt avspeglar sig i statistiken. Så har t ex en mycket stor del av vad som nu klassats som träd i strandlinjen anlagts som buskar redan 1975 och tidigare.

Åren före fotograferingen 1975 karakteriserades av mycket låga vattenstånd, och bilderna visar tydligt hur den torrlagda stranden då koloniserats av gräs och buskar. Många av dessa buskar är nu välmående trädjungar, trots åtskilliga högvatten och isskjutningar, under 1990-talet belägna i ett närmast konstant fotbad. Andra delar av den vegetation som koloniserade stranden år 1975 är dock numera utplånad, och en fluktuerande regleringsnivå kan troligen bidra till en konkurrensutsättning och "uppstädning" av strandvegetationen. Huvudorsaken till den ökade beväxningen på skären bör dock enligt min uppfattning sökas på annat håll. Minskningen av den öppna marken är nämligen lika tydlig på fastlandet och de högre öarna som på de låga skären.

I några fall har det också varit möjligt att följa utvecklingen i vissa specifika områden, t ex där

strandängar som betades 1964 hade övergivits och förbuskningen redan startat 1975. I 1986 års bilder är buskmarken heltäckande, och 1999 har vi skog. Förbuskningen har helt uppenbart påbörjats i ett tidigt skede, och den kan konstateras även före överenskommelserna om minskad regleringsamplitud som gjordes under 1980-talet. Det finns heller inga tecken på att igenväxningen har accelererat märkbart under 1990-talet. Som den kan följas i flygbilder från fyra decennier bakåt förefaller utvecklingen att vara tämligen linjär sedan 70-talet.

Sannolikt är igenväxningens orsaker komplexa. En förändrad markanvändning i kombination med en ökande övergödning och kvävenedfall gynnar växtligheten. Även om en intensivare variation av regleringsamplituden teoretiskt borde kunna bromsa något av igenväxningshastigheten i en strandnära zon återstår omfattande arealer utom räckhåll för vattnet, där igenväxningen är lika stor eller större än på de exponerade skären.

Fortsatta arbeten

Den nu redovisade undersökningen kommer att avslutas under hösten 2000. Studiens viktigaste målsättning är att kartlägga och kvantifiera vegetationsförändringarna längs Vänerstränderna. Resultaten skall sedan ligga till grund för fördjupade ekologiska studier på ett mer detaljerat plan.

I en angelägen förlängning av den nu föreliggande kartläggningen kommer emellertid ett tillägg att göras. Från forskningsstiftelsen Tornspiran som stöder naturvetenskaplig forskning har beviljats ett anslag för att upprätta ett nät av kontrollstationer där dagsläget vad gäller vattenvegetation och igenväxning noggrant dokumenteras för att utgöra underlag inför återkommande kontroller. Genom detta nät kan den utveckling som konstaterats i flygbilderna följas upp på ett mer detaljerat och kontinuerligt sätt. Detta arbete kommer att utföras under sommaren/hösten 2000, och vara klart våren 2001.



Alger som fastnar på fisknät

Roland Bengtsson, IVL

-Utdrag ur rapporten Alger som fastnar på fisknät.

Utdraget handlar speciellt om Vänern.



Alger som fastnar på fisknät har under många år varit ett problem för yrkesfiskarna i Vänern, Mälaren och Hjälmaren. Under hösten, vintern och våren får näten ibland en tjock brun eller grön beläggning av kiselalger. Fångsten försämras eller uteblir helt. Dessa problem har förmodligen funnits så länge man fiskat med redskap. De äldsta kända noteringarna i Sverige handlar om beläggningar på fisknät i Ringsjön 1887.

Fiskare i Vänern, Mälaren och Hjälmaren har intervjuats. Något mer än hälften av de tillfrågade fiskarna i Vänern anser att problemen blivit värre. I Mälaren och Hjälmaren tyckte däremot en klar majoritet att problemen inte blivit värre på senare år.

Skal från kiselalger har undersökts från sediment från Säterholmsfjärden i Vänern. Proverna visar att kiselalgen *Aulacoseira* idag utgör en större andel av det totala kiselalgsamhället jämfört



Aulacoseira islandica.

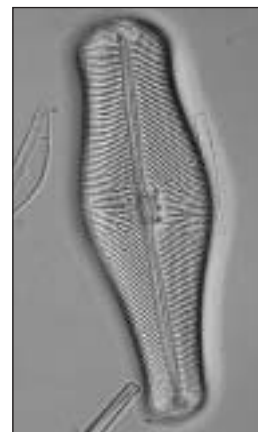
fört med för ungefär 35 – 40 år sedan. Resultaten visar också att *Aulacoseira* är vanligare i plankton idag jämfört med för 80 år sedan. *Aulacoseira* är ett släkte som består av flera arter och är vanligast i beläggningar på fisknät.

Författarens intryck är att de frilevande kiselalgerna blivit talrikare och därmed medfört större problem i vissa delar av Vänern. Studien av kiselalger i Vänerns sediment stöder också detta. Mindre mängd fisk och därmed ökad ansträngning för fiskarna, inte minst under sen-

hösten, kan också ha bidragit till att man både får mer kiselalger på näten och irriteras mer av dem.

Kiselalger kan, när det är brist på ljus, övergå i ett vilstadium. Vid själva övergången utsöndrar algerna ett slem. Slemmet är till för att de ska kunna fastna på olika föremål, t.ex. bryggor eller fisknät, där de övervintrar tills det blir ljusare. Störst problem med kiselalger som fastnar på fisknät är det när vattentemperaturen sjunker långsamt och det blåser mycket. Bildningen av vilceller pågår i detta fall under en lång tid och algerna hålls uppe i vattenmassorna. Omvänt kan man tänka sig minst problem när vattentemperaturen sänks snabbt och det är vindstilla. Då övergår kiselalgerna snabbt i vilstadiet och sjunker till botten.

Utredningen har utförts på uppdrag av Vänerns vattenvårdsförbund, Fiskeriverket, Mälarens vattenvårdsförbund och Länsstyrelsen i Örebro län (för Hjälmaren). Utredningen ska bl.a. öka kunskapen om de alger som fastnar på fisknäten i framför allt Vänern, Mälaren och Hjälmaren. I denna artikel finns en sammanfattning av utredningen och då speciellt av förhållandena i Vänern.



Didymosphenia

Vad är påväxt?

Alger är växter utan rot, stam och blad. Påväxtalger växer på fasta underlag, till skillnad mot planktonalger som svävar fritt i vattenmassan och följer med vattnets rörelser. Gränsen mellan dessa båda grupper är inte alltid klar. Många planktonalger tillbringar en kortare eller längre tid fästade till något underlag i samband med viloperioder. De alger som fastnar på fisknät är i första hand frilevande kiselalger, men även andra alger kan ställa till stora problem.

Organismer som växer på konstgjorda substrat; båtar, hamnanläggningar och fasta fiskkredskap etc, brukar kallas biofouling eller

bara fouling, vilket närmast kan översättas med påväxt. Att kiselalger är särskilt besvärliga beror på att de utsöndrar ett klabbigt sekret (en polymer). Dessa orsakar stora tekniska och ekonomiska problem som man förr försökte lösa med hjälp av giftiga kemikalier. Idag läggs mycket möda och pengar på att forska fram miljövänliga alternativ. Bl a finns försök med olika plastmaterial som skall försvåra vidhäftningen. Det har också presenterats olika apparater som med ultraljud skall lossa de påväxande organismerna.

Algbesvär i Vänern sedan 1930-talet

Enligt en sammanställning av Eva Willén (1999) har olägenheter med beläggningar på fisknät rapporterats och undersökts från Vänern sedan 1930 i olika omgångar. Omfattande nät-påslag har rapporterats från Värmlandssjöns norra fjärdar, i synnerhet Åsfjorden, och från Dättern och Brandsfjorden i södra Dalbosjön. Enligt Willén (op cit) har beläggningar på fisknät varit särskilt besvärliga under följande perioder: 1930-talet, 1943 – 45, 1947 – 1948, 1951, 1956 och 1983. Som regel har inga studier av de besvärsbildande organismerna skett, men klart är att den fastsittande stjälkförsedda stora kiselalgen *Didymosphenia geminata* dominerade 1951 (Wallin 1951) och 1983 (Wiederholm 1983). Vid det senare tillfället förekom också mindre mängder av de trådformiga grönalgerna *Ulothrix* och *Oedogonium*.

Andra historiska noteringar

Problem med kiselalger på fisknät är inte någon ny företeelse. De äldsta av författaren kända uppgifterna om detta kommer från Ringsjön i Skåne (Trybom 1893). ”Lägre alger förekomma åtminstone vissa tider på året i mycket stora massor i Ringsjön. --- I största massor förekommande och för djurverlden viktigast äro de alger, som uppträda fritt kringflytande i vattnet, och som åstadkomma dess blomning. --- En medelstor *Aulacoseira* i sällskap med några andra mindre talrika diatomaceer förekommer stundom i sådana massor, att de rent af blifva hinderliga för fisket. J.Wernberg

skrifver derom i vinter 1887 – 1888: ’Höst- och vinterfisket i Ringsjön har varit mycket dåligt; det förra på grund deraf att ett slags slem fäste sig på näten, så fort de blefvo utsatta. De blefvo alldeles öfverfulla deraf, och när så var förhållandet, fick man ingen fisk...’

Cleve-Euler (1912) studerade kiselalgförekomsten i Mälaren vid Klubban och i Lambarfjärden från slutet av november 1909 till oktober 1910, och konstaterar att *Aulacoseira islandica* har ett utpräglat höstmaximum som varar tills isen lägger sig.

Enligt Alm (1917 s 26) fanns det kolossala mängder *Aulacoseira islandica* under maj månad 1914 i Hjälmarens ”och under hösten uppträdde åter detta släkte, givande vattnet en brun färg.”

Vallin. m fl. skrev 1941: ”Vissa trådformiga kiselalger tillhörande släktet *Aulacoseira* med högproduktion tidigt på våren eller senhösten kunna då försvåra, i undantagsfall för någon kortare tid förhindra detta fiske. Även vattenblomningar av olika blågrönalger i dessa sjöar kunna under sommar och höst ibland bli så starka, att de försvårar nätfisket”. Vidare skriver han: ”Mest markant, när det gäller redskapsförorening utan samband med avloppsvatten, är vår största kiselalg — *Didymosphenia geminata*. Den växer med sitt grenade starka stjälk-system som ljusa fällar på klipphällarna i fall och strömmar, i älvarna i mellersta och norra Sverige samt i bränningszonen i de stora sjöarna, bl. a Vättern och Vänern.”

En förfrågan om erfarenheter av problem med kiselalger på fisknät på Internet, gav ett fåtal svar. Professor E. Stoermer från universitetet i Michigan berättar att alger som fastnade på näten var mycket frustrerande på den tid då man fortfarande yrkesfiskade i stor skala i de stora

sjöarna. Man skilde på "black moss", som var blågrönalgerna *Phormidium spp* och *Tolythrix spp*, och "brown moss" som huvudsakligen var kiselalger.

Något om kiselalgernas biologi

Kiselalgerna är den artrikaste av alla alggrupper. Samtliga arter är encelliga men kan genom kraftig kolonibildning bli synliga för blotta ögat. De har en specifik vikt som överstiger 1 g cm^{-3} , och därför sjunker de när turbulensen upphör eller när temperaturen stiger. Så länge sjöarna är isoterma, det vill säga har samma temperatur från ytan till botten, så länge är förutsättningarna goda för planktiska kiselalger att hålla sig svävande, för då cirkulerar vattenmassorna hela tiden.

När algerna på hösten sjunkit ner till ett djup där det saknas ljus för tillväxt går de in i ett vilstadium. Morfologiskt ser cellerna utvändigt likadana ut som de aktiva cellerna. En temperatursänkning kan i sig utlösa att cellerna övergår i ett vilcellstadium, men mörker i kombination med temperatursänkning ger en fullständig vilcellsbildning. Brist på kisel och kväve kan också spela in.

Vilcellsbildningen konstaterades kunna ske

på tre dagar. En kopiös lipidproduktion är det första som händer när denna inleds. Vilcellerna har också tjockare cellväggar och större oljeinnehåll (Lund 1954).

I avsaknad av ljus och syre kan vilceller hålla sig levande under mycket lång tid. Försök har visat att vilceller av kiselalger (*Aulacoseira granulata*) som legat 20 cm ner i sedimentet kan börja dela sig och bilda nya celler när de överförs till vatten. Algen hade legat i sedimentet i cirka 100 år (Sicko-Goad m fl 1989).

När vilcellerna förs upp i ljuset, t.ex. vid islossning, börjar de åter föröka sig. Man kan säga att algen har grott. Från vilcell till normal vegetativ cell tog det för vissa celler av *Aulacoseira granulata* mindre än 24 timmar (Sicko-Goad & Stoermer 1986). Detta är en viktig del i periodiciteten hos släktet *Aulacoseira*.

Sediment avslöjar vilka kiselalger som fanns förr

Kiselalger har ett hårt skal som består av kisel. När algerna dör sjunker skalen ned till botten och bevaras i sedimenten. För att få reda på vilka arter som var vanliga förr i Väneren togs prover av sedimenten i Säterholmsfjärden. SGU bestämde sedimentationshastigheten med hjälp av cesiummätningar och varje centimeter beräknades representera 2,6 år.

Resultaten i figuren visar att samtliga arter av släktet *Aulacoseira* idag utgör en större andel av

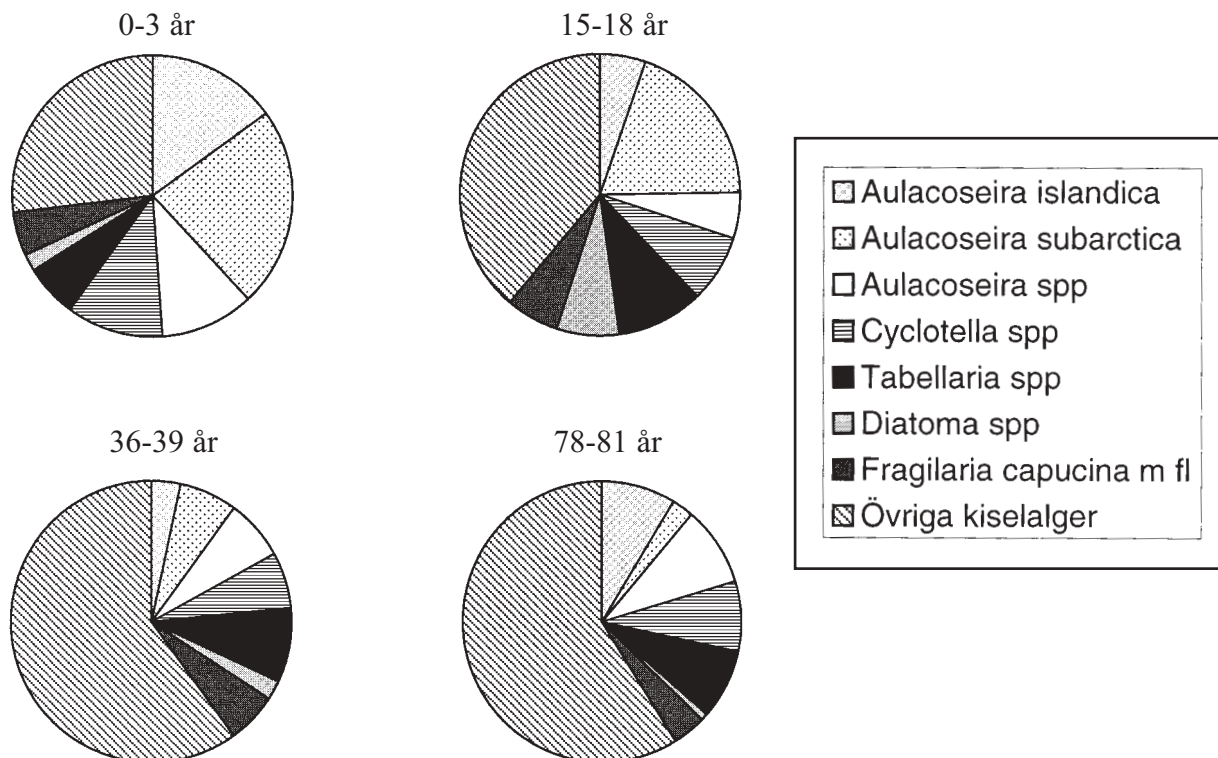
kiselalgbeståndet jämfört med för 35 – 40 år sedan. Arterna *Aulacoseira islandica* och *Aulacoseira subarctica* utgör också en större del idag jämfört med för cirka 80 år sedan.

Släktet *Aulacoseira* är det mest förekommande kiselalgsläktet i beläggningar på fisknät (se vidare faktarutan). I gruppen övriga kiselalger ingår både fastsittande arter och sådana som ständigt lever fritt i vattnet.



Tabellaria

Procentuell fördelning mellan olika kiselalger i sediment från Säterholmsfjärden. Ungefärlig ålder på proverna anges ovanför varje cirkel. Vattendjupet på platsen var 34 m.



Intervjuundersökning av fiskare i Vänern

45 personer har telefonintervjuats en eller flera gånger om problemen med alger på fisknät. Medelvärde för antalet år som de intervjuade personerna sagt sig ha fiskat är 24,7 år. Den kortaste tiden var 4 år medan den med längst erfarenhet har fiskat i mer än 60 år.

En majoritet av de tillfrågade (54 %) anser att problemen har blivit värre på senare år. För en del av dessa är det sannolikt inte kiselalger det gäller, utan en blandning av allt tänkbart som kan fastna på ett fisknät.

Problemen har inte blivit värre svarade 22 %, och 24 % sade sig inte veta. Flera av dem som inte upplevt någon försämring sade istället att problemen blivit mindre.

Fyra personer hade aldrig haft problem med kiselalgbeläggning på fisknäten. Två av dessa fiskade i Kristinehamnsområde, en i Dalbosjön och Kinnevik, och en norr om Mellerud. Deras erfarenhet bestod i 4 till 30 års fiske.

Flera personer säger att de fått olika problem vid rik kiselalgförekomst i vattnet, exempelvis "kli i ögonen," "blir torr i skinnet, och det svi- der om man får det på huden". Andra säger att

de får andningsbesvär och hosta av att arbeta med intorkade nät med kiselalger eftersom det dammar så om dem.

Flertalet uppger att senast det var besvär med kiselalger var hösten 1998. Flera nämner att det är stora problem med grönalger liksom med mossdjur.

Röster från fiskare i Vänern

"Problemen med grönalger har förvärrats. De är det värsta problemet nu." (Har tidigare fiskat i hela sjön, nu enbart i Kinnevik; 58 års erfarenhet).

"På nylonnäten fäster algerna lättare än på de gamla spunna näten, på dem släppte algerna lättare." (15 års fiske i Kristinehamnsområdet.)

"Näten blir som presenningar över en natt. I och med att siktdjupet ökat har kiselalgerna exploderat." (40 års erfarenhet av fiske kring Lurö & Djurö.)

"Det största problemet i sjön är skarven. Den var ett kolossalt problem 1999. Skarvar har fastnat i nät på 18 – 20 meters djup." (Kinnevik; 25 års erfarenhet.)

”Jag är mer bekymrad över de grönbruna alg-trådarna.” (33 års fiske i Kinnevik.)

”Mossdjuren är mycket besvärligare än kiselalgerna, och det finns två eller tre olika typer.” (25 år fiske i Vänersborgsviken.)

”Orsaken till att problemen förvärrats kan vara att isvintrarna försvunnit. Hela Dalbosjön har inte varit islagd på många år (25 års fiske i Dalbosjön).

”Algerna gör utslag på ekolodet – det måste vara sånt.” (20 års fiske i Kinnevik och Dalbosjön.)

”Om det varit is så blir det inte så mycket alger som när det inte varit is. Speciellt kravisen där det är strömt rensar bort algerna från stenarna.” (10 års fiske kring Torsö & Djurö.)

”Utan kiselalger kan näten vittjas var fjärde dag utan problem med att fisken dör - bara ett fåtal fiskar är döda. När det blir mycket kiselalger på näten så dör fiskarna i näten. Vittjar man var fjärde dag är övervägande delen av fisken död, vittjar man var tredje är cirka hälften av fisken död och vittjar man var annan dag så är några stycken döda. Samma tendens för lax, siklöja, lake och sik.” (Fiskare i Dalbosjön och Kinnevik.)

”Det har aldrig varit något problemen med kiselalger i Vänersborgsviken när det kommit ut lergrumlat vatten från åkermarken, för då släcks ljuset ut för algerna.” (25 års erfarenhet.)

DE VANLIGASTE KISELALGERNA SOM FASTNAR PÅ FISKNÄT

Aulacoseira

Aulacoseira islandica är den art som oftast har rapporterats ge problem med beläggning på fisknät. Kiselalgen föredrar temperaturer under 12 °C och har ett optimum vid ca 6 °C (Stoermer & Ladewski 1976). Arten finns både i näringsfattiga till mer näringsrika vatten.

Karaktäristiskt för *A. islandica* är att den bildar stora vintermaxima under december och januari. Genom isläggning kan ett sådant maximum avbrytas och tillintetgöras, varefter ett nytt kan utvecklas strax efter islossningen, skriver Cleve-Euler 1938.

Dr Hedy Kling från universitetet i Winnipeg i USA berättar om förhållandena i Lake Winnipeg (cirka fyra gånger så stor som Vänern): När isen är mer eller mindre snöfri så utvecklas *A. islandica* nästan till renkultur, och biomassan kan bli lika hög eller högre jämfört med den isfria delen av året. Då isen är grumlig ligger maximum direkt under isen, men under en klar is ligger det på 2 meters djup och är cirka 6 meter tjockt. Men det händer också under kiselalgblomningen på hösten att kiselalger fastnar på näten. Då är det *A. ambigua*, *A. subarctica*, *Melosira varians*, *Stephanodiscus (niagare)* och ibland *S. binderanus* samt lite *Fragilaria capucina* och *F. crotonensis*.

Tabellaria

Släktet *Tabellaria* rapporteras då och då ge problem för nätfiskare. I norska sjöar rapporteras (Kjellberg, NIVA muntligen), att den kan ge dålig lukt på fisken (jord- eller fiskluk) samt skapa problem genom att göra översvämmade bryggor och broar mycket hala. Därifrån rapporteras också att problem med beläggningar förekommer vid biomasor över 0,2 gram våtvikt per m³.

T. flocculosa är en vanlig och mycket vitt utbredd art i många typer av vatten. Den förekommer i såväl plankton som i påväxt, och ofta i stora massor. Kiselalgen finns i rent och näringsfattigt vatten och föredrar när pH är något under sju (Kalbe 1973).

Didymosphenia

Didymosphenia geminata betecknas i litteraturen som en kiselalg som föredrar kalla, rena och näringsfattiga vatten (Krammer & Lange-Bertalot 1986). I Skandinavien förekommer den rikligt, huvudsakligen i norr. I våra floder och många av dess tillflöden påträffas den ofta. Vid gynnsamma betingelser bildar den bruna pälslika överdrag på klippor, stenar och annat substrat. Den är funnen mer rikligt i större sjöar så sydligt som Vänern och Vättern.

FORTS. DE VANLIGASTE KISELALGERNA

I Sarek har den setts i stora mängder i de större sjöarna på klippor, överspolade av vågor. En fiske-tillsyningsman som varit verksam i Kalix området berättade vid ett telefonsamtal att han då och då fick in uppgifter om att pappersmassa som flöt i älven men att de aldrig kunde konstatera att det var så. Samma sak meddelade en fiskare i norra Vänern i mitten av maj år 2000, de största ansamlingarna fann han vid Lakhholmarna till Kils udde. Analys av insänt prov visade att det till största delen bestod av *Didymosphenia*'s kraftiga gelestjälkar och en mindre mängd skal av densamma. Lite material fanns också av en annan stjälkproducerande kiselalg nämligen *Gomphonema ventricosum*. Enligt insändaren hade de flutit omkring i allt större mängd sedan början av mars, då vattentemperaturen var + 1 °C; medan temperaturen vid provtagningstillfället var +6°C.

Författaren analyserade prover från algpåväxt på stenar i strandkanten i Vänern 1990-

95. Proverna togs i september och analyserna visade att *Didymosphenia* var vanligare efter kalla somrar än efter varma (Bengtsson 1991 - 1995, Jarlman muntl.). *Didymosphenia* förekom rikligt vid Västra Kållandsö 1990 när temperaturen var 12,8°C; samt i massförekomst vid Åmålsviken 1992 och 1993, temperatur 14,9 °C respektive 12,8 °C (Bengtsson 1990, 1992 & 1993).

I övrigt har *Didymosphenia* endast rapporterats i enstaka fall eller i sparsam förekomst under hela 1990-talet. Det förefaller som att den förorsakat mindre problem under senare år än på 1930-och 1940-talen.

I Michigan, berättar professor Eugene Stoermer från Universitetet i Michigan, har de haft besvär med riklig förekomst av *Didymosphenia*. T.ex. har badande klagat på såriga, röda och rinnande ögon efter att ha simmat i vatten med kraftig utveckling av *Didymosphenia* och att dricksvattnet ibland får lukt- och smakproblem.



*Spikens Fiskeläge
på Kållandsö.
Foto: Bodil Hedin*

Trådformiga alger på fisknät

Ett flertal fiskare har uppgett att trådformiga alger är ett större problem än kiselalger. Trådformiga alger är synliga för blotta ögat som tunna trådar. De flesta av dessa alger sitter fast men kan ibland lossna och fastna på fisknät.

Fasta redskap som står ute under en lång tid, t ex storryssor, kan också koloniserar av fastsittande alger. Redskapen kan bland annat bli helt överväxta av trådalger. Då är det vanligen **grönalger**, **gulgrönalger** eller **blågrönalger** (den sistnämnda kallas också cyanobakterier). De

trådformiga blågrönalgerna producerar inte alls gifter i samma utsträckning som de frilevande (planktiska) formerna. Tyvärr har jag funnit väldigt få analyser av trådformiga alger, men de som kommit till min kännedom redovisas här.

Under 1990 undersökte jag algprover från fisknät från Vänern. Den trådformiga algen som klart dominerade var grönalgen *Ulothrix zonata*. *Ulothrix zonata* kallas också gördelalg på grund av sitt utseende i mikroskopet, där gördeln utgörs av cellens kloroplast. Detta är en kallvattensart som trivs i välbuffrade, inte allt-

för näringsrika sjöar. Det insända materialet kom från Forshemsviken i Vänern och var provtaget 18:e april. Den 3:e maj fanns endast lite problem med nätpåslag kvar och rapporterades från Åråsviken. Gördelalgen anses försvinna ganska snabbt när vattentemperaturen överstiger 15 °C. Förutom kallt, välbuffrat, ej för näringsrikt vatten kräver den en viss vindexponering. Den 3:e maj fanns i Åråsviken också gulgrönalgen *Tribonema sp.*

Ett ökat siktdjup gynnar fastsittade alger, eftersom ljuset då tränger längre ned och därmed gör det möjligt för alger att växa på ett större djup. I synnerhet grönalgerna, som kräver förhållandevis mycket ljus, kan antas ha ökat i samband med att Vänerns vatten blivit klarare.

Diskussion

Problem med kiselalger på fisknät är inte någon ny företeelse, vilket visats under rubriken ”Historiska noteringar”. Inte heller är allt som fastnar på fisknät alger, vilket bland annat framgått av insänt material till författaren under 1999 och 2000.

Problemen börjar oftast i strandnära områden, vilket sannolikt har sin orsak i att dessa är grundare och därmed värms upp fortare på våren och avkyls snabbare på hösten. På våren innebär detta att kiselalgerna i vilofasen lyfts upp tidigare i vattenmassan från sedimentet och på hösten att de går in i den process som leder fram till celler i vilofas. Vilfasbildningen inleds med en kraftig utsöndring av slem, vilket gör algerna extra benägna att fastna på allehanda föremål. Hur varaktiga problemen blir på hösten tror jag beror på en kombination av temperatur- och vindförhållanden under perioden från det att vattentemperaturen gått ned till cirka 7°C och fram till isläggningen. Minst problem med algbeläggning får man om vattentemperaturen sänks snabbt och det är vindstilla. Sådana förhållanden skulle medföra att kiselalgerna snabbt går in i en fullständig vilcellsfas och dessutom sedimenterar. Omvänt kan man tänka sig att en långsam temperatursänkning med mycket vind som hela tiden cirkulerar vattenmassan och därmed gör att kiselalgerna mycket långsamt går in i vilfasen. Uteblir isläggningen kommer sjön att cirkulera tills vattnet skiktat sig på försommaren vilket naturligtvis ger kiselalgerna utmärkta möjligheter att föröka sig under vinterperioden och det finns en större ymp för nästa höstmaxima.

För att testa denna teori skulle det krävas en mer omfattande kontroll av vattentemperaturer och vindförhållanden än vad som finns idag, och dessutom ett mått på hur mycket kiselalger som fastnar. Ett förslag till mätmetod redovisas i utredningen (i tryck).

Försök att jämföra isperiodens längd i Vänern med utvecklingen av kiselalger har gjorts av Stålberg (1951). Han fann ingen korrelation, vare sig mellan biomassans storlek eller tidpunkten för kiselalgernas maximum.

Försök har gjorts att korrelera algbeläggningar på fisknät med klimat och hydrologiska förhållanden har misslyckades på grund av för bristfälligt material. Framför allt finns det för fåtaliga uppgifter om temperaturer, men det saknas också samstämmiga uppgifter om när problemen varit stora. Tidigare undersökningar har visat att det i Vänern inte fanns någon korrelation mellan biomassans storlek av olika kiselalger och isperiodens längd.

Flera vattenverk har kontaktats, huvudsakligen vid Vänern, och det har konstateras att problemen med kiselalger för dem idag är i det närmaste obefintliga.

En vilcell av den planktiska kiselalgen *Aulacoseira granulata* kan enligt Sicko-Goad & Stoemer (1986) övergå i det normala vegetativa tillståndet på mindre än 24 timmar. Det är detta som sker varje vår när isen går upp. Uppenbarligen fastnar en del kiselalger även när de befinner sig i vegetativt tillstånd, annars skulle problemen på våren vara mycket kortvariga. Seth Loberg, som bland annat fiskar i Björkfjärden i Mälaren, har också påpekat att de kiselalger som under våren fastnar på näten ser lite annorlunda ut - bl a är de ljusare - än de som fastnar på hösten.

Mitt intryck är att kiselalgproblemen i Mälaren och Hjälmaren inte har blivit värre på senare år, men att de planktiska kiselalgerna förmodligen blivit talrikare och därmed givit större problem i vissa delar av Vänern. Studien av kiselalger i sedimentet stöder detta. Mindre mängd fisk och därmed ökad ansträngning för fiskarna, inte minst under senhösten, kan också ha bidragit till att man både får mer kiselalger på näten och irriteras mer av dem.



Litteraturhänvisning

- Alm, G. 1917. Undersökningar rörande Hjälmarens naturförhållanden och fiske. – Medd. fr. K. Lantbruksstyrelsen nr 204.
- Bengtsson, R. 1990. Miljöförhållanden i Vänern i Skaraborgs län 1990. Länsstyrelsen, 1991 Meddelande 6/91.
- Bengtsson, R. 1991a. Påväxtalger. I "Vänerns skärgårdsområden, Älvsborgs län. Vattenkemi, plankton och påväxt. – Länsstyrelsen i Älvsborgs län.
- Bengtsson, R. 1991. Påväxtalger på 18 lokaler i Vänern, Skaraborgs län hösten 1990. - Rapport till länsstyrelsen.
- Bengtsson, R. 1992. Påväxtalger på 13 lokaler i Vänern, Skaraborgs län hösten 1991. - Rapport till länsstyrelsen.
- Bengtsson, R. 1993. Påväxtalger på 13 lokaler i Vänern, Skaraborgs län hösten 1992. - Rapport till länsstyrelsen.
- Bengtsson, R. 1994. Påväxtalger i Vänern, Skaraborgs län hösten 1993. - Rapport till länsstyrelsen.
- Bengtsson, R. 1995. Påväxtalger i Vänern, Skaraborgs län hösten 1994. - Rapport till länsstyrelsen.
- Cleve-Euler, A. 1912. Vattnet i sjöar och vattendrag inom Stockholm och i dess omgivning. Avd. II Planktonundersökningar. Diatomacéplankton. – Bih. II till Stockholms stads Hälsovårdsnämnds årsberättelse 1911. Stockholm 1912.
- Cleve-Euler, A. 1938. Våra sjöars Melosira-plankton. Bot. Not. 91:144 – 163.
- Kalbe, L. 1973. Kieselalgen in Binnengewässern. - Wittenberg Lutherstadt. 206 s
- Krammer, K & Lange-Bertalot 1986. Bacillariophyceae I. Teil. Naviculaceae. In Süsswasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. 876s.
- Lund, J. W. G. 1954. The seasonal cycle of the plankton diatom, *Melosira italica* (Ehr.) Kutz. subsp. *subarctica* O. Mull. – J. Ecol., 42., 151 – 179.
- Sicko-Goad, & L., Stoermer, E. F. 1986. Rejuvenation of *Melosira granulata* (Bacillariophyceae) resting cells from the anoxic sediments of Douglas Lake, Michigan. I. Light microscopy and ¹⁴C uptake. – Journal of Phycology 22: 22 – 28.
- Sicko-Goad, L., Stoermer, E. F. & Kociolek, J. P. 1989. Diatom resting cell rejuvenation and formation: time course, species records and distribution. – Journal of Plankton Research 11: 375 – 389.
- Stoermer, E. F & Ladewski, 1976. Apparent optimal temperatures for the occurrence of some common phytoplankton species in southern Lake Michigan. – Univ. Mich., Great Lakes Res. Div. Publ. 18.

Stålberg, G. 1951. Further research into the phytoplankton of the Göta Älv. – Bot. Not. 104: 241–254.

Trybom, F. 1893. Ringsjön i Malmöhus län, dess naturförhållanden och fiske. – Medd. fr Kongl. Landtbruksstyrelsen. 4: 14 – 42.

Vallin. S. 1951. The role played by *Didymosphenia geminata* (Lybbye) in clogging gill nets. – Institute of freshwater Research, Drottningholm. Report 32: 149-152.

Vallin. S. m fl. 1941. Betänkande angående vattenförorening. II. Tekniska och biologiska utredningar. – Statens offentliga utredningar 1941:16 Justitiedepartementet. Stockholm.

Willén, E. 1999. Kiselalger och problem med beläggning på fisknät i Vänern. - Vänern - årsskrift 1999 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 1999. Rapport nr 7.

Förord till kapitel 9-15

av Lars Sonesten (red), Lars Eriksson, Eva Herlitz, Gunnar Persson, Gesa Weyhenmeyer, Anne-Marie Wiederholm & Mats Wallin från Institutionen för miljöanalys, SLU, Box 7050, 750 07 Uppsala.



Institutionen för miljöanalys vid SLU har på uppdrag av Vänerns vattenvårdsförbund utfört undersökningar inom den regionala miljöövervakningen i Vänern, samt dess tillflöden och utlopp, under 1999. I uppdraget ingår provtagning, analys och utvärdering av vattenkemi, växtplankton, djurplankton och bottenfauna.

Provtagning samt kemiska och biologiska analyser har utförts i enlighet med "Program för samordnad regional miljöövervakning i Vänern" (Vänerkansliet 1996), vilken i sin tur bygger på "Handbok för miljöövervakning" (Naturvårdsverket).

Provtagningar har utförts av personal från Institutionen för miljöanalys, samt de kemiska och biologiska analyserna har utförts på institu-

tionens ackrediterade laboratorier

Mats Wallin har varit projektledare. Lars Sonesten har redigerat materialet, samt varit ansvarig för utvärderingen av den vattenkemiska sammansättningen i Storvänern, Vänerns tillflöden och utlopp.

Gesa Weyhenmeyer har sammanställt och utvärderat klimat- och vattenståndsuppgifter. Anne-Marie Wiederholm och Eva Herlitz har utfört artbestämningar och utvärderat växtplanktonmaterialet. Djurplanktonmaterialet har artbestämts av Inger Sjöstedt och utvärderats av Gunnar Persson. Bottenfaunan har artbestämts och utvärderats av Lars Eriksson.



Klimat och vattenstånd under 1999

Året var, liksom 1998, mycket nederbördsrikt. Både i Såtenäs och Karlstad var nederbördsmängderna betydligt större än normalt under huvuddelen av året. Som ett resultat av det nederbördsrika året ökade vattenståndet i Vänern och vattennivån var högre än normalt under hela året. I maj och juni var nivån t o m så hög att den översteg det enligt vattendomen tillåtna maximala värdet på 44,85 meter över havet. 1999 uppvisade även rekordvärme i september, samt stormvindar både i början och slutet av året.



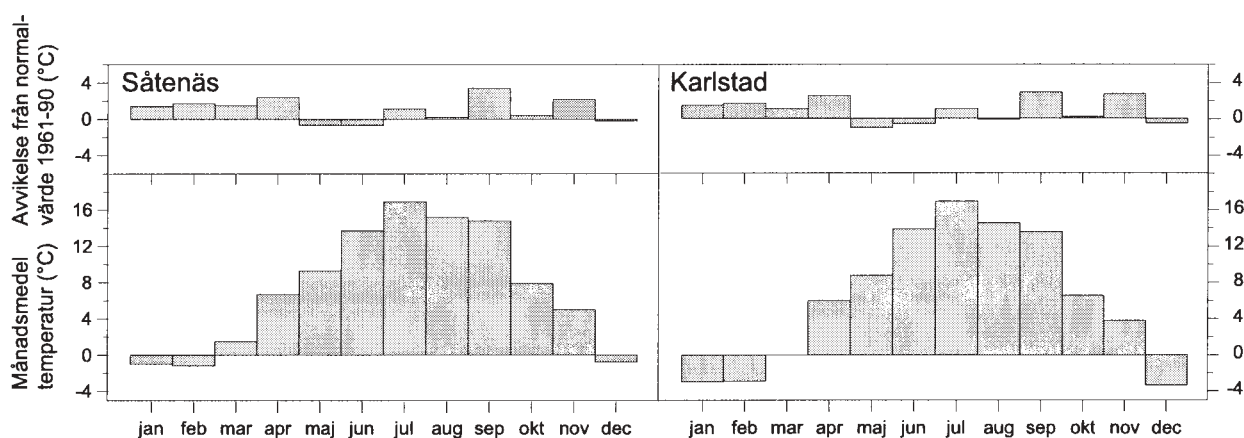
Vinter (januari till februari)

Januari och februari var mycket varmare än normalt (*figur 1*). I Såtenäs ledde detta till att snön blev liggande kvar på marken först i februari (*figur 2*). Den övriga nederbörd som registrerades i januari och i början av februari, och som var större än normalt, föll som regn eller snöblandat regn. Väderleken i februari dominerades av mycket starka vindar.

Vår (mars till maj)

Under våren sker islossningen vilken är mycket viktig för växtplanktonutvecklingen. De senaste åren har islossningen ägt rum tidigare än normalt. Brandsfjorden, vid Såtenäs, var 1999

isfri den 17 mars (*figur 2*), vilket var nästan samtidigt som 1998, men islossningen var båda dessa år ca 9 dagar tidigare än normalt. Den tidiga islossningen beror på den jämförelsevis mycket varmare lufttemperaturen under hela vintern och våren. Liksom för lufttemperaturen var nederbördsmängden under våren högre än normalt (*figur 3*). Lite snö fanns kvar till mitten av mars (*figur 2*). På grund av den stora nederbördsmängden noterades ett extremt högt vattenstånd i Vänern under maj (medel: 44,92 m ö h), trots att Vänern är reglerad och vattenståndet enligt vattendomen inte skall överstiga 44,85 meter över havet (*figur 4*).



Figur 1. Månadsmedeltemperatur i Såtenäs och Karlstad under 1999. Figuren visar även skillnaderna mellan lufttemperaturen 1999 och normaltemperaturvärden 1961-90. Positiva värden anger högre och negativa värden lägre temperatur än normalt. Data från SMHI.

Sommar (juni till augusti)

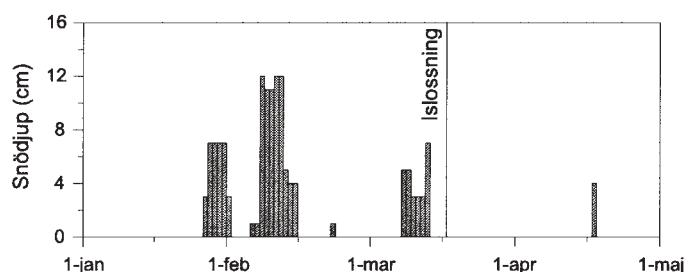
Lufttemperaturen under sommaren 1999 var relativt normal med de högsta temperaturerna i juli (*figur 1*). I Karlstad översteg den globala instrålningen normalvärdet med 40%, förutom i juni som var en mycket nederbördsrik månad (*figur 3*). De stora nederbörds-mängderna i juni förorsakade också ett fortsatt extremt högt vattenstånd i Vänern (medel: 44,87 m ö h) (*figur 4*).

men med mindre nederbörd än normalt. Vattenståndet i Vänern från september till december återtog en mer normal nivå och var endast något högre än normalt (*figur 4*). Både i november och i december blåste det exceptionellt mycket.

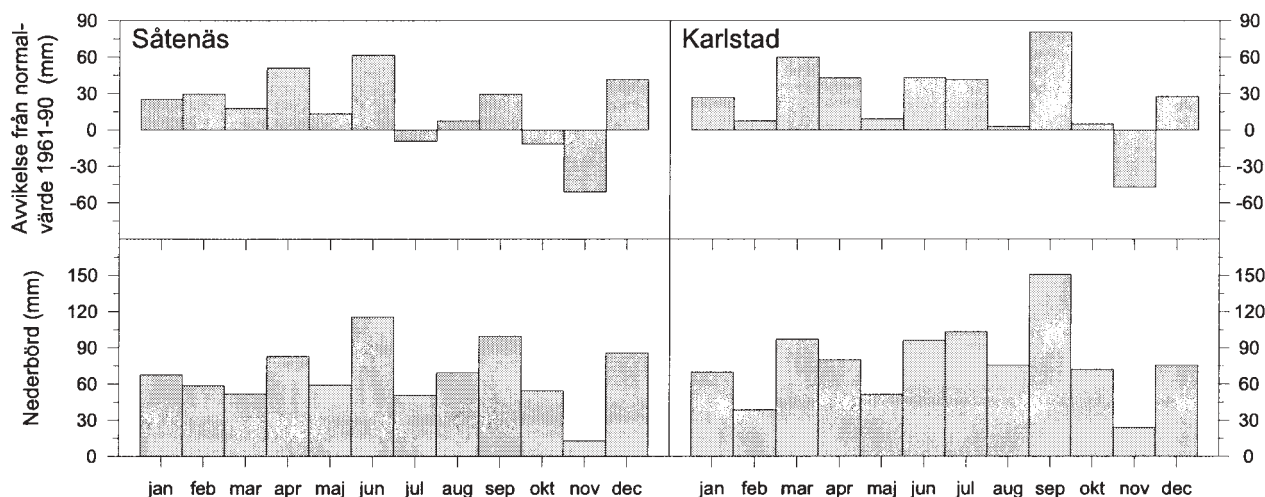


Höst (september till november) och vinter (december)

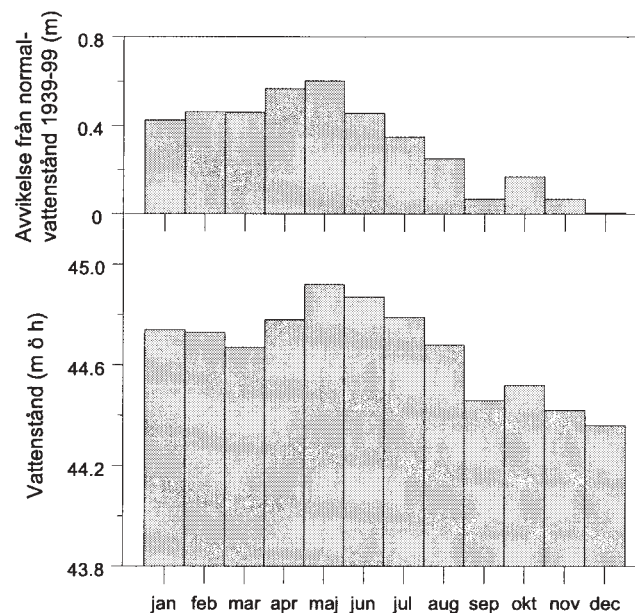
September var en extremt varm månad (ca 3°C varmare än normalt) med mycket nederbörd (*figur 3*). Även november var en varm månad,



Figur 2. Snödjup i Såtenäs, samt tidpunkten för islossning (vertikal linje) i Brandsfjorden vid Såtenäs 1999. Data från SMHI.



Figur 3. Månadsnederbörd i Såtenäs och Karlstad under 1999. Figuren visar även skillnaderna mellan nederbörden 1999 och normalnederbördsvärden 1961-90. Positiva värden anger mer och negativa värden mindre nederbörd än normalt. Data från SMHI.



Figur 4. Månadsmedelvärde för vattenstånd i Vänern 1999. Diagrammet visar även skillnaderna mellan vattenståndet 1999 och normalvattenståndsvärden 1939-99. Positiva värden anger högre och negativa värden lägre vattenstånd än normalt. Referensnivån är 43,80 meter över havet (sjökortets nivå). Vattenståndet får enligt vattendomen för Vänern och Göta älv variera mellan 43,16 och 44,85 meter över havet. Data från SMHI.

Vattenkvaliteten i storvänern

De senaste tre åren har bjudit på rekordartat klimat av varierande slag. Produktionssäsongen 1999 var rekordlång med en lång och varm höst. Detta var i skarp kontrast till sommaren 1998 som var rekordkall, medan sommaren 1997 däremot var extremt varm. Dessa tre år indikerar dessutom på ett eventuellt trendbrott för Vänerns vattenkemiska sammansättning. Totalhalterna av kväve och fosfor, samt klorofyllhalten och mängden organiskt material i vattnet har samtliga ökat något under dessa år. Detta har följaktligen inneburit en minskning i siktdjup. Totalkvävehalten har dessutom varierat kraftigt under perioden, med de högsta respektive lägsta noteringarna sedan mätningarnas start 1973. Samtliga dessa förändringar är sannolikt naturliga fluktuationer styrda av klimatfaktorer.



Inledning

Syfte

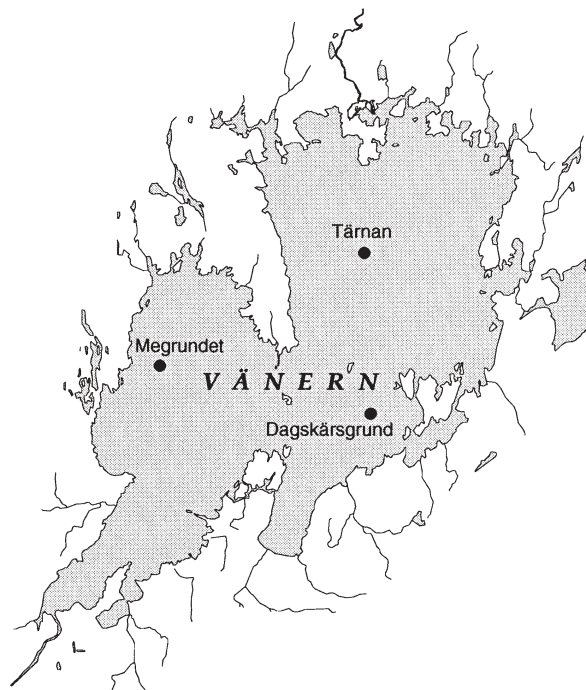
Syftet med undersökningarna är:

- Att beskriva vattenkemiskt tillstånd och förändring i Vänerns huvudbassänger Värmlandssjön, Dalbosjön och Skaraborgssjön.
- Att bedöma Vänerns påverkan av luftföroreningar, olika typer av utsläpp, samt av markanvändning och andra ingrepp eller åtgärder inom avrinningsområdet.

Provtagning och analysmetoder

Vattenprov tas varje år i mitten av april, maj, juni, augusti och oktober vid 3 stationer i Storvänern (figur 1). Proverna tas om möjligt från 0,5 m, 10 m, 30 m, samt 1 m över botten (tabell 1). Temperaturmätningar med termistor utförs med en upplösning på minst två meter från ytan till klart under språngskiktet (ca 30 m). Provtagningsprogrammet är kraftigt reducerat jämfört med de tidigare 3-7 nivåer vid totalt 10 stationer som provtogs fram till 1995. De återstående stationerna representerar vattenkvaliteten i Värmlandssjön (Tärnan), Skara-

borgssjön (Dagskärsgrund) och Dalbosjön (Megrundet). Totalt analyseras 23 vattenkemiska och fysikaliska parametrar (bilaga 1).



Figur 1. Provtagningsstationer för vattenkemi i Storvänern.

Tabell 1. Provtagningsstationer för vattenkemi i Storsjön.

Nr	Namn – läge	Djup (m)	Nivåer (m)	Koordinater (x-y)
1	Tärnan SSO (PMK 7)	70	0,5; 10; 30; bv*	655455 – 136581
2	Dagskärsgrund N (PMK 14)	20	0,5; 10; bv*	651826 – 136762
3	Megrundet N (PMK 19)	70	0,5; 10; 30; bv*	652877 – 132735

bv* = 1 m över botten

Resultat och diskussion

Nedan redovisas ett urval av resultaten från provtagningsstationerna 1999. Den som vill ha tillgång till data för samtliga analyserade variabler och provtagningsnivåer hänvisas till hemsidan för institutionen för miljöanalys på Internet (se faktaruta nedan).

Fakta 1: Vänerdata på Internet

Samtliga vattenkemiska och biologiska provtagningsdata från Vänerna finns tillgängliga på Internet på adressen <http://www.ma.slu.se> (hemsidan för Institutionen för miljöanalys vid SLU). Här finns en länk till databasen för miljöövervakning där data från den nationella miljöövervakningen i sjöar och vattendrag finns lagrade tillsammans med data från en del regionala program, bl.a. Vänerna. Denna databas är i sin tur uppdelad i fyra delar - vattenkemi, växtplankton, djurplankton och bottenfauna. Välj först en av dessa databaser.

Välj sedan det program/projekt du är intresserad av, t.ex. Vänerna. Du erhåller då en lista över aktuella provtagningsstationer. Välj en av dessa stationer genom att klicka på stationsnamnet i stationslistan eller genom att klicka på stationen på kartan. Välj sedan en eller flera parametrar, period (år), säsong (månad) och nivå. Du kan sedan välja att få data redovisat i graf- eller tabellform. Om du vill bearbeta data vidare i andra programvaror, t.ex. i Excel, finns det möjlighet av ladda ner tabellerna direkt som textfiler.

Fakta 2: Att beställa data

Om Du inte har tillgång till en dator ansluten till Internet går det också bra att beställa data till självkostnadspris per telefon eller skriftligen. Ange stationsnamn, nivå, tidsperiod och variabler om Du beställer data

skriftligen. Specialbeställningar som avviker från institutionens ”standardutskrift” görs helst per telefon. Beställningsadressen är: SLU, Inst. för miljöanalys, Box 7050, 750 07 Uppsala, tel.: 018-67 31

Temperatur och syrgas

Temperaturskillnader mellan ytvatten och djupare vatten började 1999 att utvecklas redan i maj, speciellt vid grunda Dagskärsgrund (max provtagningsdjup ca 22 m) där skillnaden redan var drygt 4 °C (10,1 °C vid ytan och 5,8 °C på 10 m djup den 19 maj). Vid de djupare stationerna, Tärnan och Megrundet, var temperaturskillnaden endast ca 1–2 °C (5,3 resp 6,2 °C i ytvattnet och ca 4 °C på 70 m). Temperaturskiktningen var mycket stabilare under samma

ren 1999 jämfört med 1998, som var mycket kallare, och skiktningen fortlöpte åtminstone till och med augusti. Vid Tärnan fanns det en antydning till språngskikt även i oktober.

Under större delen av året omblandas vattenmassan i Storsjön effektivt, vilket gör att syrgashalten var hög (ca 9–14 mg O₂/l) även i det bottennära vattnet.

Kväve, fosfor och kisel

De viktigaste ämnena för algernas tillväxt i Vänern är kväve, fosfor och kisel. Mängden kisel i vattnet är framförallt begränsande för kiselalgernas tillväxt och variationer i kiselhalt under året beror därför till största delen på upp-tag av kiselalger, samt sedimentation och ned-brytning av dessa.

Totalkvävehalten i Vänern ökade kraftigt under 1970-talet, varefter halten successivt minskade något fram till mitten av 1990-talet (*figur 2 och 3*). De senaste tre åren har dock medelhalten ökat något, men framförallt var inomårsvariationen 1997 och 1999 mycket större än vad som tidigare noterats (*figur 2*). Dessa två år med stor säsongsvariation karakteriseras av mycket varm sommar (1997) respektive mycket varm höst (1999). Detta innebar goda förhållanden för växtplanktonproduktion.

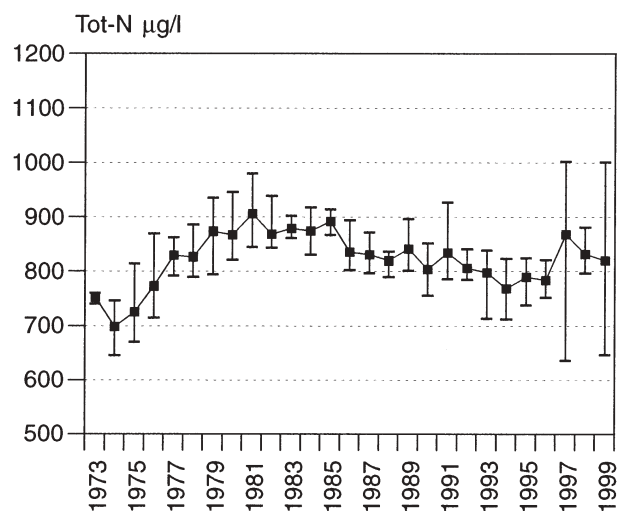
Samtliga tre år (1997–1999) hade växtplanktonbiovolymen som var större än medelvärdet för tidigare år. Om årsmedelhaltsökningen av totalkväve är ett trendbrott, samt om denna ökning i såväl medelhalt som inomårsvariation beror på den ökade växtplanktonbiomassan (se växtplanktonavsnittet), är för tidigt att avgöra. De följande årens provtagningar kommer att säkerställa om detta är ett stadigvarande trendbrott eller naturlig variation orsakad av rådande

klimat och/eller biologisk påverkan.

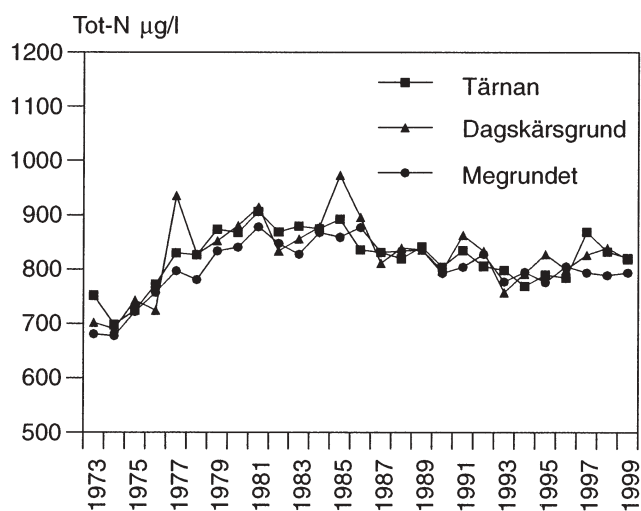
Även för totalfosforhalten kan möjligen ett visst trendbrott skönjas (*figur 4 och 5*). Efter en stadig minskning av totalfosforhalten under 1980-alet och större delen av 1990-talet, har halten de senaste 2–3 åren stabiliserats eller eventuellt t o m ökat något vid Tärnan (*figur 4*) och Megrundet (*figur 5*). Den tidigare stora inomårsvariationen, jämfört med senare års minskade säsongsvariation, gör det dock svårt att fastställa om det verkligen är ett trendbrott med ånyo ökande totalfosforhalter i Vänern. Liksom för totalkvävehalten, kommer framtida studier att få utvisa vad som har orsakat detta eventuella trendbrott.

Klorofyll, organiskt material och siktdjup

Likartade trendbrott som för närsalterna kan urskiljas för klorofyllhalt och mängden organiskt material i vattnet, samt för siktdjupet. Siktdjupet i Vänern har stadigvarande ökat från provtagningarnas start fram till mitten på 1990-talet (*figur 6 och 7*). Detta beror på den minskade mängden organiskt material (uttryckt som KMnO_4) i vattnet (*figur 8 och 9*), vilket i sin tur beror på minskad påverkan från skogsindustrin i tillrinningsområdet. Medelhalten av klorofyll har dock under motsvarande tid varit förhållandevis konstant. (*figur 10 och 11*). Under senare



Figur 2. Medel-, min- och maxhalt av totalkväve i ytvatten (0,5 m) vid Tärnan (Värmlandssjön) 1973–1999.

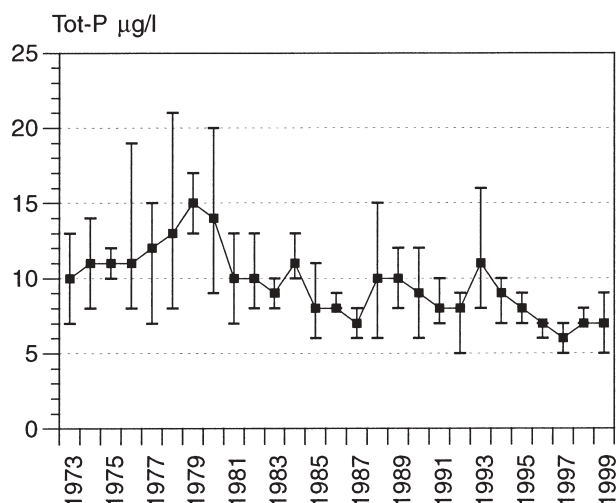


Figur 3. Medelhalt av totalkväve i ytvatten (0,5 m) vid Tärnan (Värmlandssjön), Dagskärsgrund (Skaraborgssjön) och Megrundet (Dalbosjön) 1973–1999.

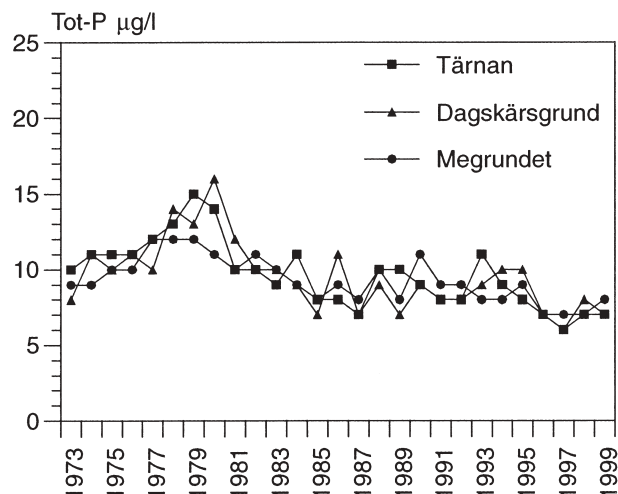
hälften av 1990-talet tycks dock en förändring ha skett och siktdjupet har återigen minskat något, samt halten organiskt material har ökat något. Dessutom har klorofyllmedelhalten ökat under perioden, vilket överensstämmer med ökande växtplanktonbiomassor under samma

tidsrymd (se växtplanktonavsnittet).

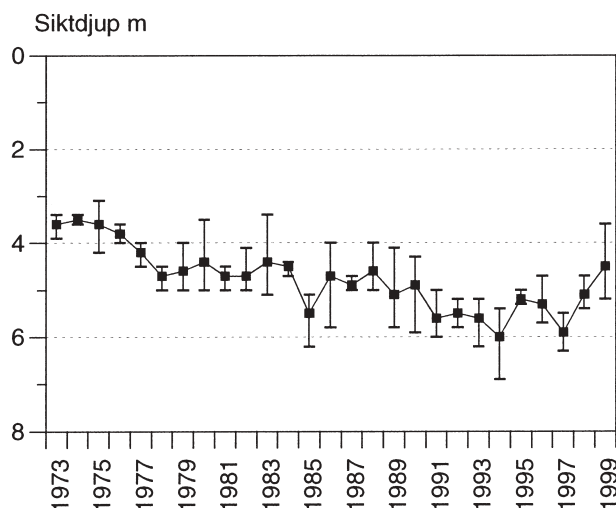
Det förefaller således som om växtplanktonproduktionen ökar i Vänern, vilket troligen beror på gynnsamma väderförhållanden de senaste åren.



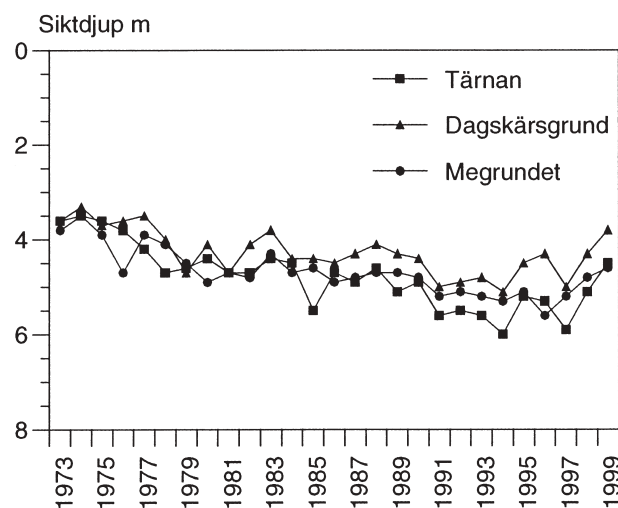
Figur 4. Medel-, min- och maxhalt av totalfosfor i ytvatten (0,5 m) vid Tärnan



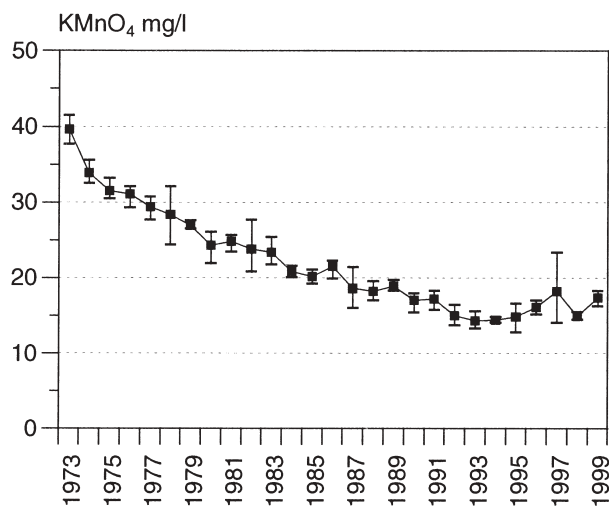
Figur 5. Medelhalt av totalfosfor i ytvatten (0,5 m) vid Tärnan (Värmlandssjön), Dagskärsgrund (Skaraborgssjön) och Megrundet (Dalbosjön) 1973–1999.



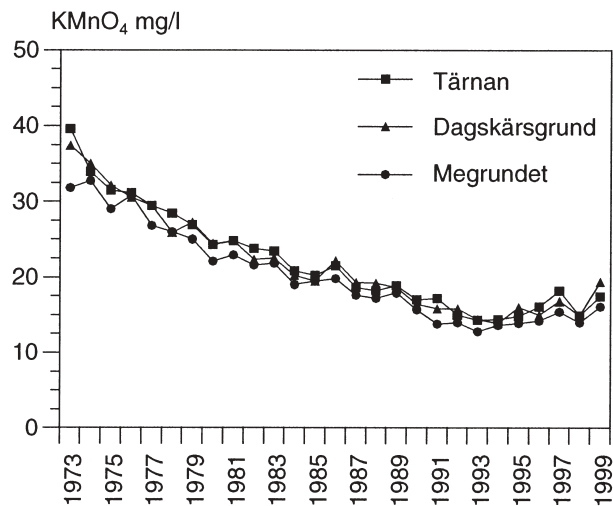
Figur 6. Medel-, min- och maxsiktdjup vid Tärnan (Värmlandssjön) 1973–1999.



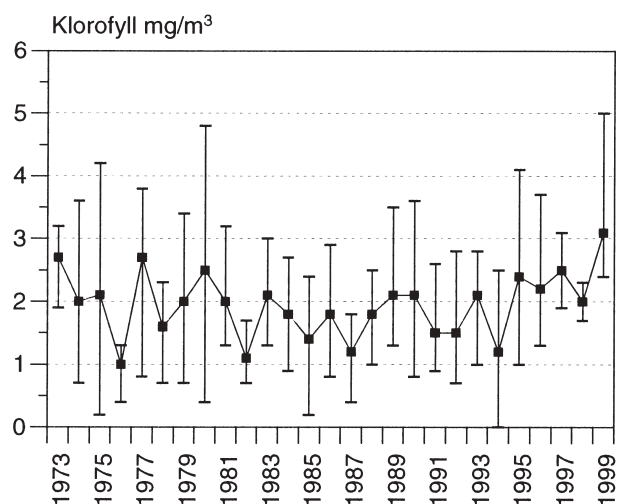
Figur 7. Medelsiktdjup vid Tärnan (Värmlandssjön), Dagskärsgrund (Skaraborgssjön) och Megrundet (Dalbosjön) 1973–1999.



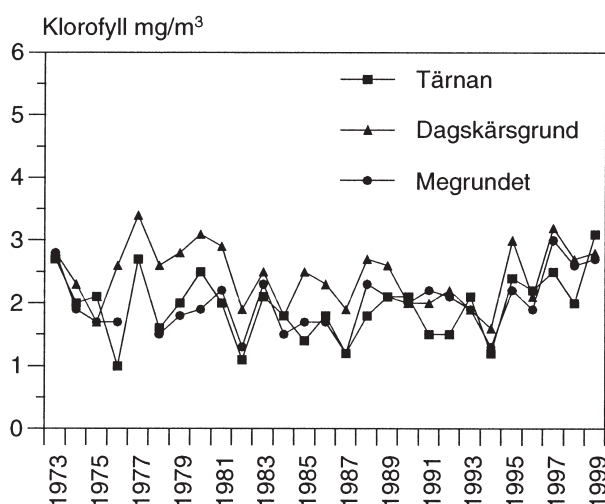
Figur 8. Medel-, min- och maxhalt av organiskt material (KMnO_4) i ytvatten (0,5 m) vid Tärnan (Värmlandssjön) 1973–1999.



Figur 9. Medelhalt av organiskt material (KMnO_4) i ytvatten (0,5 m) vid Tärnan (Värmlandssjön), Dagskärsgrund (Skaraborgssjön) och Megrundet (Dalbosjön) 1973–1999.



Figur 10. Medel-, min- och maxhalt av klorofyll i ytvatten (0,5 m) vid Tärnan (Värmlandssjön) 1973–1999.



Figur 11. Medelhalt av klorofyll i ytvatten (0,5 m) vid Tärnan (Värmlandssjön), Dagskärsgrund (Skaraborgssjön) och Megrundet (Dalbosjön) 1973–1999.

Växtplankton

Årets största mängder av växtplankton påträffades under försommaren vid både Tärnan och Megrundet, dessutom noterades de högsta juni-volymerna sedan provtagningarnas start. Cyanobakterier, främst *Aphanizomenon*, utgjorde en tredjedel av totalvolymen. Ingen stor kiselalgsblomning kunde noteras i april eller maj 1999, vilket däremot var fallet både 1997 och 1998.



Inledning

Provtagning och biologiska analyser har utförts i enlighet med "Program för samordnad regional miljöövervakning i Väner- kansen 1996", vilket i sin tur bygger på Naturvårdsverkets "Handbok för miljöövervakning.

(www.environ.se/dokument/omverket/mo/overvak.htm).

Syfte

Undersökning av växtplankton i Storsjön syftar till att beskriva tillstånd och förändringar i den öppna vattenmassan med avseende på växtplanktonsamhällets artsammansättning, relativ förekomst av olika arter, samt individtäthet och biomassa av växtplankton. Speciellt är det biologiska effekter av förändringar i Väners sikt- förhållanden och näringsnivå som följs med

växtplanktonundersökningarna. Dessutom har växtplankton en fundamental roll i ekosystemet som primärproducenter. Information om biomassa och artsammansättning hos växtplankton är nödvändig för att tolka förändringar på andra trofivåer (t ex djurplankton, bottenfauna och fisk).

Provtagningsstationer

Växtplanktonprov tas med vattenhämtare vid samma tre stationer där den vattenkemisk provtagningen görs (se figur 1 i vattenkemikapitlet).

Ett växtplanktonprov insamlas från respektive station (tabell 1) och dessa analyseras kvantitativt med avseende på frekvens och biomassa av ingående arter. Parallellt med den kvantitativa provtagningen insamlas ett kvalitativt håvprov (maskstorlek 25 µm) för att möjliggöra kontroll av artbestämningar.

Tabell 1. Provtagningsstationer och -nivåer för växtplankton i Storsjön.

Nr	Namn – läge	Djup (m)	Nivåer (m)	Koordinater (x-y)
1	Tärnan SSO (PMK 7)	70	0 - 8 (blandprov)	655455 – 136581
2	Dagskärsgrund N (PMK 14)	20	0 - 8 (blandprov)	651826 – 136762
3	Megrundet N (PMK 19)	70	0 - 8 (blandprov)	652877 – 132735

Provtagningsnivåer och -frekvens

Från varje provpunkt tas prov med rörhämtare från 0-2, 2-4, 4-6 och 6-8 m vattendjup. En lika stor vattenvolym från varje vattennivå hålls i ett gemensamt kärl, och efter noggrann omblandning tas ett prov ut. Detta blandprov anses representera epilimnion (vattenvolymen ovanför tem-

peratursprångskiktet).

Provet konserveras med surgjord jodjodkali-umlösning. Provtagning av växtplankton utförs årligen i mitten av april, maj, juni och augusti.

Metoder

Provtagningsmetodik och nödvändig utrustning för kvantitativ och kvalitativ provtagning av växtplankton (BIN PR066 resp. BIN PR061) finns beskrivna av Naturvårdsverket (1986). Den kvantitativa analysen av växtplankton utförs med omvänt mikroskop enligt Utermöhls metod. Metoden beskrivs i detalj i Naturvårdsverkets "Handbok för miljöövervakning. (www.environ.se/dokument/omverket/mo/overvaka.htm), kapitlet om undersökningstypen "Växtplankton i sjöar".

Resultat och diskussion

Nedan följer en redovisning av ett urval av resultaten från provtagningarna 1999. Samtliga rådata finns att tillgå via Internet på Institutionen för miljöanalys hemsida. (www.ma.slu.se, se faktaruta i vattenkemikapitlet).

Den totala mängden växtplankton under provtagningssäsongen 1999 var större vid Tärnan och Megrundet jämfört med medelvärdet för perioden 1979-1998, medan däremot mängden vid Dagskärsgrund var nära referensperiodens medelvärde (fig. 1). Årets högsta växtplanktonmängder noterades i juni vid såväl Tärnan som Megrundet. Dessa biovolymen är de högsta juni-mängder som påträffats sedan provtagningarna startade på 1970-talet.

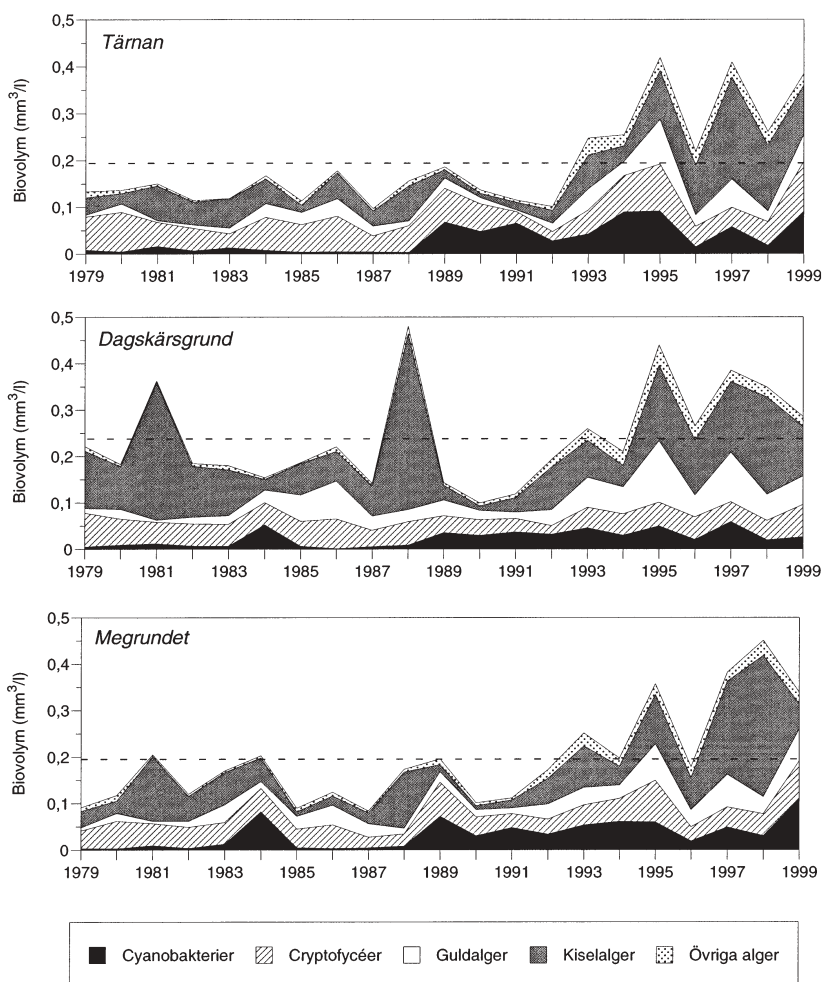
Trots att mängderna var ovanligt höga var såväl grupp- som artsammansättningen förhållandevis normal jämfört med referensperioden 1979-1998 (fig. 2). Drygt halva volymen upptogs av cryptofycéer och guldalger, medan kiselalger endast förekom i små mängder i detta år. I stället var det en rikligare förekomst av cyanobakterier, främst *41*, än normalt, vilka utgjorde en tredjedel av totalvolymen.

De högsta växtplanktonvolymerna påträffas vanligtvis under våren, då kiselalgerna har sitt utvecklingsmaximum i Vänern. Mellanårsvariationerna är dock

stora eftersom tidpunkt för islossning, vattnets uppvärmning och tillgång på näring är viktiga faktorer för utvecklingen av kiselalger.

Under 1999 var det ingen utpräglad kiselalgsblomning i april eller maj, vilket däremot var fallet både 1997 och 1998. Detta kan bero på den varma vintern som orsakade en tidig islossning, vilket kan ha resulterat i att kiselalgsblomningen hade ägt rum före den första provtagningen i april. De kiselalger som förekom i april och maj var framförallt de trådformade *Aulacoseira subarctica* och *A. islandica ssp. helvetica*.

Utvecklingsmönstret på Dagskärsgrund skilde sig något från de övriga stationerna. Här uppmättes den högsta volymen i maj, vilket överensstämmer med referensperiodens mönster, men fördelningen av grupper och arter var mer varierad än normalt. Kiselalger, cryptofycéer och guldalger upptog vardera ungefär en tredje-



Figur 1. Säsongsmedelvärden av biovolym (mm³/l) under perioden 1979-1999 för dominerande växtplanktongrupper på tre stationer i Vänern. Den streckade horisontella linjen anger långtidsmedelvärde för totalvolymen under perioden 1979-1998.

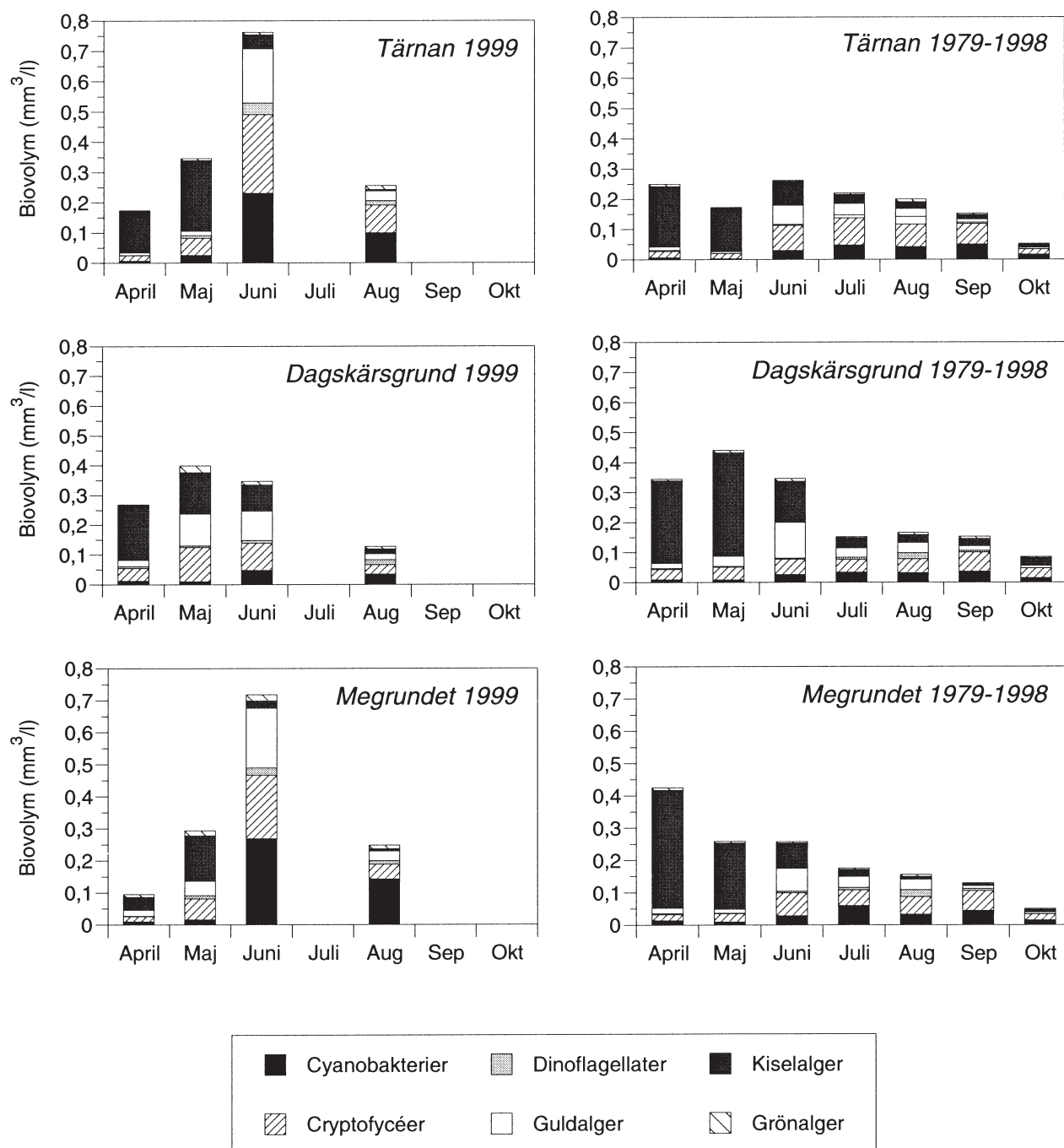
del av totalvolymen mot den normala dominansen av ca 80% kiselalger.

I augusti hade algvolymerna vid samtliga provtagningsstationer återtagit mer normala nivåer efter de stora juni-mängderna och i jämförelse med referensperioden. Cyanobakterier och cryptofycéer var de viktigaste grupperna, främst representerade av släktena *Aphanizomenon* respektive *Rhodomonas*.

Sedimenterande kiselalger efter vårens blom-

ning är en viktig födokälla för bottenfaunan. En bedömning av tillståndet med avseende på vårförekomst av kiselalger 1999, visar att samtliga stationerna i Vänern hade en liten kiselalgsbiomassa, klass 2, (tabell 2). Vid en bedömning av tillståndet med avseende på den totala algvolymen i augusti var biomassan mycket liten (klass 1) vid de tre stationerna, vilket motsvarar oligotrofa (näringsfattiga) förhållanden.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder



Figur 2. Biovolym av växtplankton (mm^3/l) under provtagningssäsongen 1999 vid tre stationer i Vänern. För jämförelse visas även medelvolymer under perioden 1979-1998.

bör underlaget för tillståndsbedömning utgöras av medelvärdet av 3 års undersökningar. Om man använder medelvärdet för 1997-1999 vid bedömning av tillståndet i Vänern med avseende på planktiska alger, erhålls samma resultat som när endast 1999 utgör underlaget.

Tabell 2. Bedömning av tillståndet vid tre stationer i Vänern 1999 med avseende på vårförekomst av kiselalger, totalvolym planktiska alger i augusti och vattenblommande cyanobakterier i augusti. Årets biovolym i parentes. Bedömningen enligt Naturvårdsverket bedömningsgrunder (1999).

Provtagningsstation	Volym kiselalger i maj (mm ³ /l)	Totalvolym i augusti (mm ³ /l)	Volym cyanobakterier i augusti (mm ³ /l)
Tärnan	Liten (0,23)	Mycket liten (0,26)	Mycket liten (0,10)
Dagskärsgrund	Liten (0,14)	Mycket liten (0,13)	Mycket liten (0,04)
Megrundet	Liten (0,14)	Mycket liten (0,25)	Mycket liten (0,14)



Djurplankton

*År 1999 förlöpte populationsuppyggnaden likartat vid båda provstationerna från juni till augusti. Detta gav höga biomassor speciellt av hinnkräftan *Daphnia cristata*. Skillnaderna mellan stationerna bestod framför allt i betydligt svagare hjuldjurspopulationer än normalt vid stationen Tärnan i Värmlandssjön.*



Syfte

Undersökning av djurplankton i Storvänern syftar till att beskriva tillstånd och förändringar i den öppna vattenmassan med avseende på djurplanktonsamhällets artsammansättning, relativ förekomst av olika arter (indikatorarter), samt individtäthet och biovolym av djurplankton.

Det viktigaste skälet till att inkludera djurplankton i Vänerprogrammet är deras strategiska position i mitten av näringskedjan. Övervakning av djurplankton ger därför möjligheter att bedöma effekten av växelverkan mellan

olika trofinivåer på ekosystemet. Information om biovolym och artsammansättning hos djurplankton är också ofta nödvändig för att tolka förändringar i växtplankton- och fisksamhället.

Provtagningsstationer

Djurplankton samlas in från provtagningsstationerna Tärnan och Megrundet (*tabell 1*). Stationernas läge framgår av figur 1 i vattenkemikapitlet.

Tabell 1. Stationer och nivåer för provtagning av djurplankton i Storvänern.

Nr	Namn - läge	Djup (m)	Nivåer (m)	Koordinater (x-y)
1	Tärnan SSO (PMK 7)	70	0-10, 10-20, 20-40	655455 – 136581
3	Megrundet N (PMK 19)	70	0-10, 10-20, 20-40	652877 – 132735

Provtagningsnivåer och frekvens

Djurplankton provtas på nivåerna 0-10, 10-20 och 20-40 m. Provtagningen genomförs varje år i mitten av juni och augusti.

Metoder

Vid insamling av större djurplankton (hopp- och hinnkräftor) på angivna nivåer (0-10, 10-20 och 20-40 m) används en Clarke-Bumpus-håv. Provtagning görs så att varje delprov/nivå representerar lika stora vattenvolymer. Hjuldjur (rotatorier) samlas in genom filtrering (nät med 40

µm maskvidd) av vattenprov tagna med vattenhämtare från samma nivåer (blandprov av 3 prov från varje nivå; 0,5+5+10 m; 10+15+20 m, etc.). Metod för kvalitativ och kvantitativ provtagning av djurplankton (BIN PR016) beskrivs i detalj av Naturvårdsverket (1986).

Resultat och diskussion

Detta är en sammanfattning av resultaten från provtagningarna 1999. Samtliga rådata finns tillgängliga på Institutionen för miljöanalys hemsida på Internet (se faktaruta i vattenkemikapitlet).

Vid provtagningen i juni fångas individer som övervintrat i olika utvecklingsstadier. Dessutom fångas individer kläckta från bottenvilande övervintringsägg, samt sådana som kläckts från ägg burna av övervintrande vuxna individer. Mängden individer i juni visar således ett normalt år utgångsläget inför den kommande produktionssäsongen. I jämförelse med den 23-åriga mätserien från provtagningarna vid Tärnan var det en normal utvecklingen av populationerna i juni. Möjligen fanns det något färre hjuldjur

än normalt. Vid Megrundet har prov endast tagits under 4 år och juniproven har under alla dessa år haft högre individtäthet och biovolym än motsvarande prov från Tärnan. Skillnaden 1999 var ca fyra gånger högre individtäthet och ca dubbelt så hög biovolym vid Megrundet (Figur 1). Skillnaden skapas av att både fler hjuldjur och kräftdjur finns vid Megrundet, vilket skulle kunna tyda på en konstant stationsbetingad skillnad.

Antalet påträffade arter var i juni totalt 14 stycken vid Tärnan och 21 vid Megrundet, vilket är i nivå med föregående år, men drygt dubbelt så många som under det kalla året 1996. Fler arter hade med andra ord hunnit utvecklats och etablerat populationer i juni 1999.

Tabell 2. Individdensitet (ind/l) och biovolym (mm³/l) av de tre huvudgrupperna av djurplankton i skiktet 0–20 m i juni och augusti på två stationer i Vänern. För stationen Tärnan redovisas även medelvärden för perioden 1976–98.

	Antal individer per liter				
	Totalt	Hjuldjur	Hjuldjur korr*	Hinnkräftor	Hoppkräftor
Tärnan, juni 1999	22,2	17,7	16,3	0,0	4,5
Tärnan, juni 1976-1998	47,1	41,1	41,1	0,1	5,8
Tärnan, aug 1999	37,4	19,7	19,3	2,0	15,8
Tärnan, aug 1976-1998**	84,7	68,0	67,9	0,7	16,0
Megrundet, juni 1999	80,6	68,0	66,0	0,3	12,
Megrundet, aug 1999	153,8	99,0	98,7	3,1	51,7

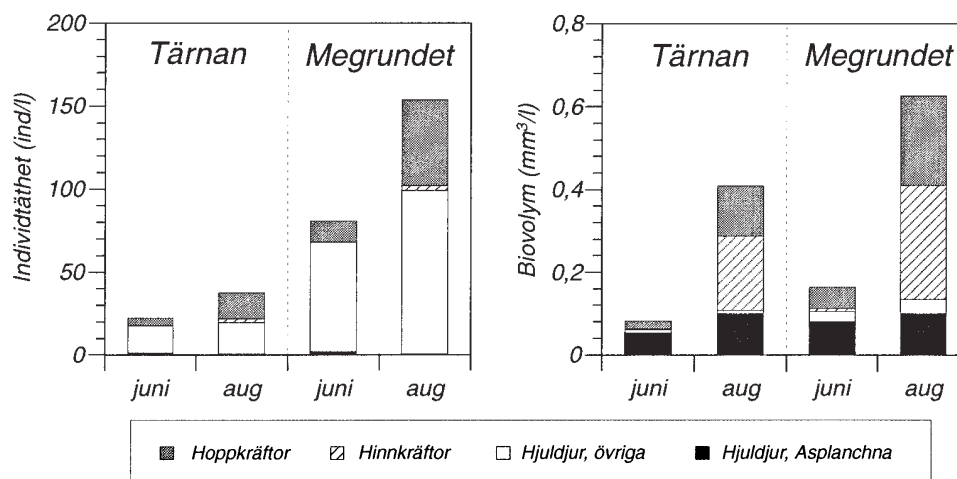
	Biovolym (mm ³ per liter)				
	Totalt	Hjuldjur	Hjuldjur korr*	Hinnkräftor	Hoppkräftor
Tärnan, juni 1999	0,081	0,061	0,008	0,001	0,019
Tärnan, juni 1976-1998	0,043	0,020	0,017	0,004	0,020
Tärnan, aug 1999	0,408	0,107	0,007	0,180	0,121
Tärnan, aug 1976-1998**	0,210	0,074	0,026	0,079	0,057
Megrundet, juni 1999	0,163	0,104	0,024	0,007	0,053
Megrundet, aug 1999	0,625	0,134	0,034	0,276	0,216

* Hjuldjur exkl *Asplanchna*

** Inkl 5 sept 1998

Proverna från Tärnan i mitten av augusti visar på en fördubbling av individtätheten och en ökning med 5 gånger av biovolymen sedan juli (figur 1). I jämförelse med långtidsmedelvärdet (tabell 2) är detta en förhållandevis hög biovolym, medan individtätheten definitivt är lägre än långtidsmedelvärdet. Det är endast hjuljurstät-

heten som ger den lägre totala individtätheten genom att vara kvar på samma låga nivå som i juni. Hinnkräftorna har däremot ökat med några få individer per liter, men eftersom djuren är storvuxna räcker denna ökning för att ge den – i jämförelse med långtidsmedelvärdet – högre totalbiovolymen.



Figur 1. Individdensiteter och biovolymen för olika djurplanktongrupper vid provtagningarna i juni och augusti på stationerna Tärnan och Megrundet.

Vid Megrundet var individdensiteten dubbelt så hög i augusti som i juni och biovolymen var ca fyra gånger högre jämfört med situationen i juni. Totalmängderna av djur har med andra ord utvecklats på identiskt sätt vid båda stationerna och de högre augustimängderna vid Megrundet beror på att populationsuppbyggnaden där hade nått betydligt längre redan i juni.

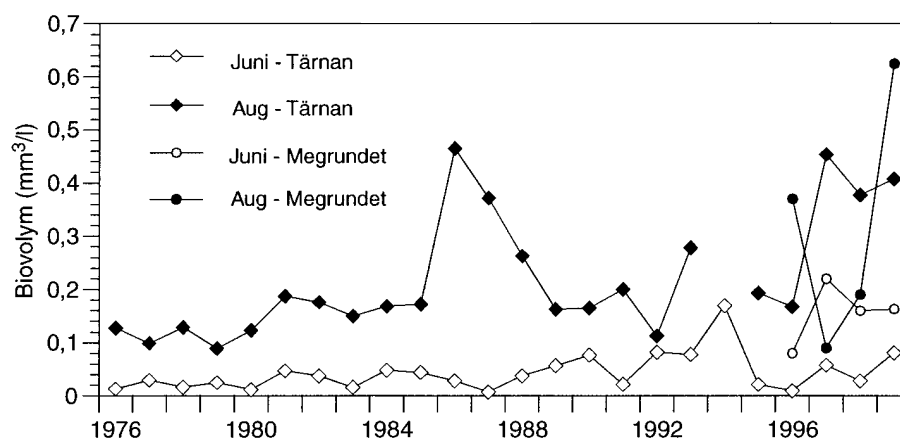
I augusti 1999 fanns ca åtta gånger fler hoppkräftor än hinnkräftor. Detta kan jämföras med långtidsmedelvärdet på ca 22 gånger, och beror på ett något högre antal av hinnkräftan *Daphnia cristata*, medan copepodtätheten var konstant. Vid Megrundet var både hoppkräfts- och hinnkräftstätheterna högre, medan kvoten på 17 var förhållandevis lika långtidskvoten för denna station.

Även vid Megrundet var *Daphnia*-populationen större än vad den har varit under de fyra föregående åren. Även om skillnaderna mot

”normala” år endast var mindre än 10 individer per liter, kan detta vara av betydelse för den planktonätande fisken och därigenom påverka sjön. Man kan därför möjligen tala om 1999 som ett ”*Daphnia*-år” i Vänern.

I de långtidsanalyser som gjorts (figur 2) har framförallt augustiproverna från Tärnan uppvisat höga biovolymen under de senaste åren. Vid Megrundet var mot förväntat augusti-mängderna 1997 och 1998, lägre eller ungefär de samma som juni-mängderna. Däremot var djurplanktonmängderna i augusti 1996 och 1999 högre än motsvarande mängder i juni.

Huruvida de stora störningarna 1997 och 1998 beror på t.ex. fiskpredation eller annan typ av påverkan är ännu för tidigt att säga. Eftersom Megrundet endast har undersökts dessa fyra år är det svårt att bedöma vad som är ett normalt mönster på lång sikt.



Figur 2. Tidsutvecklingen för den totala biovolymen djurplankton i djupintervallet 0-20 m i juni och augusti vid stationerna Tärnan (1976-1999) och Megrundet (1996-1999).

Bottendjur

Resultaten av 1999 års provtagning av bottendjur på två stationer i Vänern visar att individtätheten i sjöns djupaste delar översteg medelnivån för åren 1974-98 vid Tärnan i Värmlandssjön, men något under medelnivån vid Megrundet i Dalbosjön. Båda stationerna uppvisade dock lägre individtätheter jämfört med 1998. Den djurgrupp som framförallt bidrog till nedgången i individtäthet från rekordåret 1998 är vitmärlan, *Monoporeia affinis*.



Syfte

Undersökning av bottenfauna i Storzvännern syftar till att kvalitativt och kvantitativt beskriva status, samt eventuella förändringar i bottenfaunasamhällets sammansättning i sjöns djupaste delar.

Artsammansättningen förändras vid miljöpåverkan, och resultaten kan därför användas för att bedöma sjöekosystemets samlade påverkan från luftföroreningar, utsläpp och markanvändning, samt andra ingrepp eller åtgärder inom avrinningsområdet. Undersökningstypen är speciellt lämplig för att bedöma status och förändringar i sjöars trofegrad.

Provtagning

Bottenfauna provtas i regel varje år i mitten av augusti vid Tärnan i Värmlandssjön och vid Megrundet i Dalbosjön (tabell 1). Tio stycken prov tas jämnt fördelat inom 200 m radie från respektive provtagningsstations mittpunkt. Provtagningen utförs på mjukbotten (ackumulationsbotten) med Ekmanhämtare (automatisk utlösning och möjlighet att variera vikter). Samtliga enskilda prov analyseras separat. Provtagningsmetodik och utrustning finns beskrivna i Svensk Standard SS 028190.

Tabell 1. Provtagningsstationer för bottenfauna i Storzvännern.

Nr	djup (m)	Namn – läge	Koordinater (x-y)
1	70	Tärnan SSO (PMK 7)	655455 – 136581
2	70	Megrundet N (PMK 19)	652877 – 132735

Resultat och diskussion

Individtätheten i 1999 års bottenfaunaprovtagning var högre än medelvärdet för perioden 1974-98 vid Tärnan (Värmlandssjön), medan tätheten vid Megrundet (Dalbosjön) var strax under medelnivån (tabell 2 och 3). Individtätheterna var dock lägre vid båda stationerna 1999, än motsvarande undersökning 1998. Vitmärlan, *Monoporeia affinis*, var den djurgrupp som framförallt bidrog till nedgången i

individtäthet från rekordåret 1998 (figur 1). Enligt Johnson (1996) speglar individtätheten av *Monoporeia affinis* kiselalgsproduktionen under maj året innan. En hög kiselalgsproduktion innebär god tillgång på föda för nykläckt *Monoporeia* och således en hög individtäthet efterföljande år eller tvärt om, låg produktion av kiselalger medför en låg individtäthet av *Monoporeia* året efter.

Tabell 2. Individtäthet (ind/m²) och biomassa (g/m²) för de fyra vanligaste taxa i augusti på djupbottnar vid Tärnan (Värmlandssjön) 1999, samt individtätheter för referensperioden 1974-98.

Tärnan SSO	Antal ind/m ²	% av totala antalet ind/m ²	Biomassa g/m ²	Antal ind/m ² 1974-98
Glattnmaskar	742	25	2,42	406
Vitmärsla	2 109	72	4,89	1 039
Fjädermygglarver	44	2	0,08	54
Ärtmussla	16	1	0,01	121
Övrigt	8	0	0	14
Totalt	2 919		7,44	1 634

Tabell 3. Individtäthet (ind/m²) och biomassa (g/m²) för de fyra vanligaste taxa i augusti på djupbottnar vid Megrundet (Dalbosjön) 1999, samt individtätheter för referensperioden 1974-98.

Megrundet N	Antal ind/m ²	% av totala antalet ind/m ²	Biomassa g/m ²	Antal ind/m ² 1974-98
Glattnmaskar	369	14	1,21	736
Vitmärsla	2 177	81	3,10	1 858
Fjädermygglarver	84	3	0,12	92
Ärtmussla	24	1	0,02	145
Övrigt	41	1	0,11	42
Totalt	2 695		4,56	2 873

En viss tendens till ökade tätheter av *Monoporeia* under 1990-talet kan skönjas för båda provtagningsområdena (figur 1). Orsaken till denna ökning kan vara den påtagliga ökningen av kiselalger under det senaste decenniets vårar (Willén 1999), vilket därigenom har inneburit en ökad tillgång på föda för bl a *Monoporeia*. Dessutom har 1990-talets milda vintrar resulterat i tidigare islossningar än normalt (se klimatavsnittet) och således förlängt produktionssäsongen.

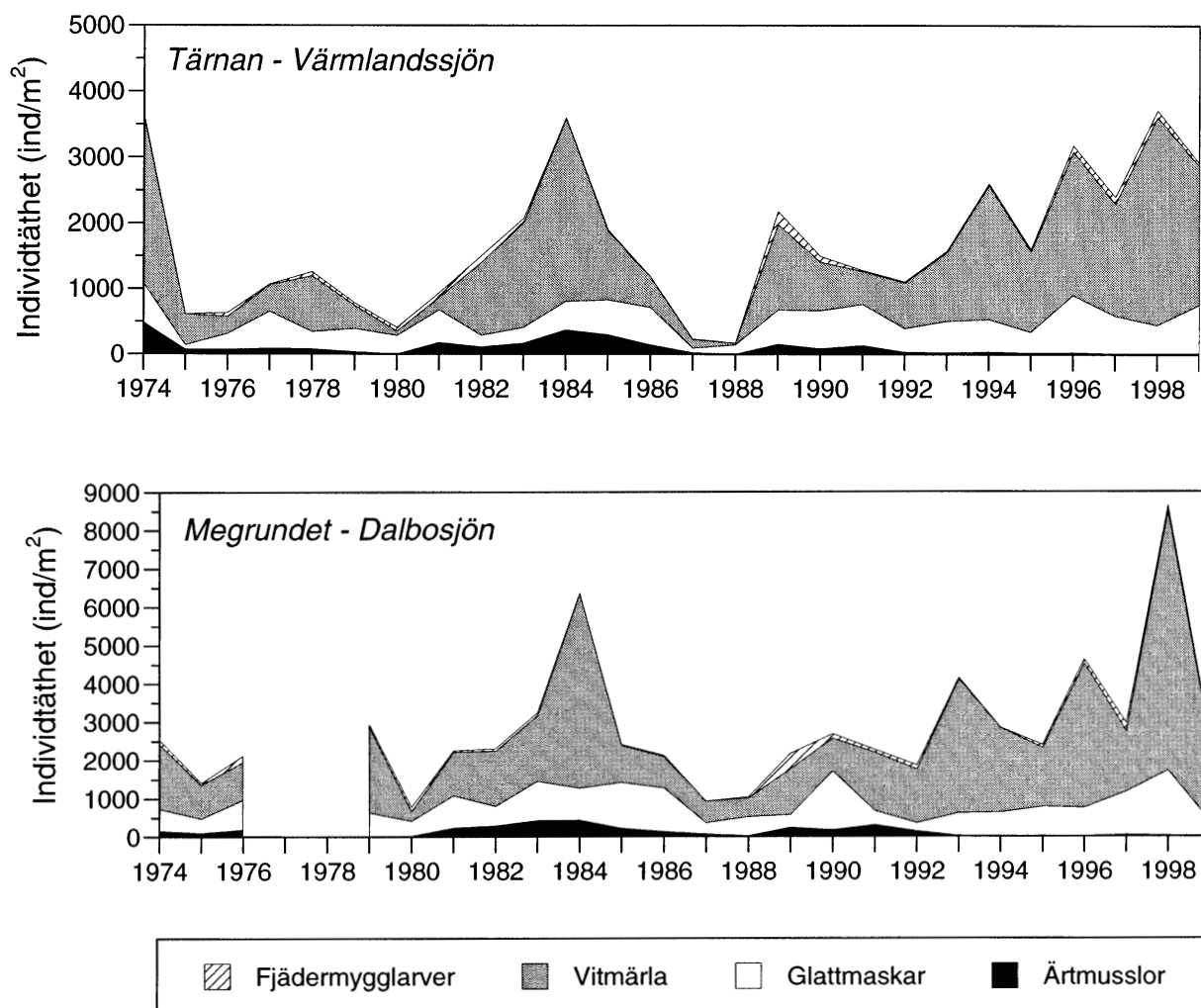
Gruppen "Övrigt" i tabellerna 2 och 3 består av taxa vilka endast förekommer som enstaka individer per kvadratmeter på djupbottnarna. Vanligt förekommande av dessa taxa är *Turbellaria* (virvelmaskar) och crustacéerna *Mysis relicta* (pungträka), *Pallasea quadrispinosa* (taggmärsla) och *Saduria entomon* (ishavsgråsugga/skorv). Flera av dessa crustacéer förekommer i stort sett vid varje provtagningsstillfälle men endast som enstaka exemplar. På grund av dessa låga individtätheter är det dock svårt att urskilja några trender för dessa arter/taxa.

Gruppen Fjädermygglarver, *Chironomidae*,

innehåller ett antal arter av vilka en del ingår i det biologiska kvalitetsindexet BQI (Johnson 1996), exempelvis *Heterotrissocladius subpilosus* och *Paracladopelma* sp. Båda arterna karaktäriserar, med en viss gradskillnad, näringsfattiga förhållanden. *H. subpilosus* indikerar mer oligotrofa (ultraoligotrofa) förhållanden än *Paracladopelma* sp. BQI-indexet varierar mellan 1 och 5, där index 5 indikerar arter som fordrar rent vatten och höga syrgashalter, medan mycket tåliga arter får indexsiffran 1.

Under de år provtagningarna pågått i Vänern har inga trender i BQI kunnat spåras och inte heller årets resultat visar inte på någon förändring av BQI, som i år var 5 för Tärnan (Värmlandssjön) och 4,9 för Megrundet (Dalbosjön). Detta innebär att sammansättningen av botten djur tyder på näringsfattig miljö med höga syrgashalter.





Figur 1. Individtäthet (ind/m²) för de fyra vanligaste profundaltaxa i aug./sept. vid Tärnan (Värmlandssjön) och Megrundet (Dalbosjön) 1973-99. Anm. Inga provtagningar utfördes vid Megrundet 1977 och 1978.

Vattenkvalitet i Vänerns tillflöden och utlopp

Medelvattenföringen i Vänerns tillflöden och utlopp var 1999 bland de högsta som noterats. Kväveläckaget var under perioden 1997-1999 större än under hela perioden 1968-1999. Fosforförlusterna var större under 1997-1999 jämfört med hela perioden i jordbruksåren, medan förlusterna i skogsälvarna var lika stora eller något mindre än under referensperioden. Halterna av kväve och organiskt material har ökat i tillflödena under perioden 1968-1999, medan halterna har minskat i utloppet. Fosforhalterna har generellt minskat i samtliga vattendrag.



Mål och syfte

Syftet med undersökningarna är:

- Att beskriva vattenkemiskt tillstånd och förändringar i Vänerns tillflöden och utlopp,
- Att ta fram underlag för massbalansberäkningar för olika ämnen som tillförs Vänern,
- Att ta fram underlag för beräkning av ämnestransporter i Vänerns tillflöden och utlopp.

Provtagning och analysmetoder

Provtagning görs i mitten av varje månad, dvs. 12 ggr per år, i den centrala delen av strömfåran på 0,5 m djup. Provtagning sker i alla

större tillflöden, samt i Vänerns utlopp (*tabell 1 och figur 1*). Totalt analyseras 23 vattenkemiska och -fysikaliska parametrar (*bilaga 1*). Tidigare, när stationerna ingick i PMK-programmet, analyserades Kjeldahl-kväve istället för totalkväve (persulfat-uppslutning) vid bestämningen av halten totalkväve.

Dessutom analyserades permanganatförbrukning (KMnO_4) istället för TOC vid bestämningen av halten lösta organiska ämnen. Tills vidare analyseras samtliga metoder parallellt för att inte förlora möjligheterna att göra trendanalyser för hela tidsperioden.

Tabell 1. Provtagningsstationer för vattenkemi i Vänerns tillflöden och utlopp.

Vattendrag	Station	SMHI nr	Koordinater (x-y)	Anmärkning
Dalbergsån	Dalbergså	130	650164 – 131327	Nationellt referensvattendrag O län.
Upperudsälven	Köpmannebro	131	652205 – 130917	Regionalt referensvattendrag. O län.
Byälven	Säffle V	132	656355 – 133435	Regionalt referensvattendrag. S län.
Borgviksälven	Borgvik	133	658521 – 133774	Regionalt referensvattendrag. S län.
Norsälven	Norsbron	134	658981 – 135383	Regionalt referensvattendrag. S län.
Klarälven	Almar	135	659439 – 136626	Regionalt referensvattendrag. S län.
Alsterälven	Alster	136	658873 – 137512	Regionalt referensvattendrag. S län.
Ölman	Hult	136/137	658834 – 139524	Regionalt referensvattendrag. S län.
Visman	Nybble	137	655387 – 140605	Regionalt referensvattendrag. S län.
Gullspångsälven	Gullspång	138	654151 – 140275	Regionalt referensvattendrag. O län.
Tidan	Mariestad	140	648892 – 134530	Nationellt referensvattendrag O län
Lidan	Lidköping	142	648892 – 134530	Nationellt referensvattendrag O län.
Nossan	Sal	143	647568 – 131469	Nationellt referensvattendrag O län.
Göta älv	Vargön	108	647577 – 129929	Regionalt referensvattendrag. O län.
	(Vänerns utlopp)			



Figur 1. Provtagningsstationer i Vänerns tillflöden och utlopp.

Resultat och diskussion

Nedan följer ett urval av resultaten från provtagningarna 1999. Resultatredovisningen fokuserar på tillstånd och tidsutveckling i vattendragen med avseende på kväve, fosfor och organiskt material. Den som vill ha tillgång till samtliga rådata hänvisas till hemsidan för Institutionen för miljöanalys på Internet (*se faktaruta i Vattenkemi-avsnittet*).

Vattenföring

Medelvattenföringen 1999 var bland de högsta som registrerats i samtliga vattendrag under hela tidsperioden som mätningar pågått sedan 1968. Speciellt i vattendragen på Vänerns västra sida var medelvattenföringen bland de två - tre högsta noteringarna. Även i utloppet (Göta älv vid Vargön) var flödet det tredje största. Året var således ett av de allra blötaste åren sedan mätningarna startade 1968.

Näringstillstånd

Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (*se bilaga 2*) har använts för att bedöma tillståndet för kväve och fosfor i Vänerns tillflöden och utlopp. Dessa bedömningsgrunder baseras på arealspecifika förluster av kväve och fosfor, jämfört med tidigare

bedömningsgrunder som utgick från kväve- och fosforhalter. Den arealspecifika förlusten fokuserar på vattendragens betydelse för transport av näringsämnen i vattendragen, samt belastningen på sjöar och kustområden. Den utgör också ett indirekt mått på växt- och djursamhällets produktionsförutsättningarna i såväl vattendragen som i sjöar och kustområden.

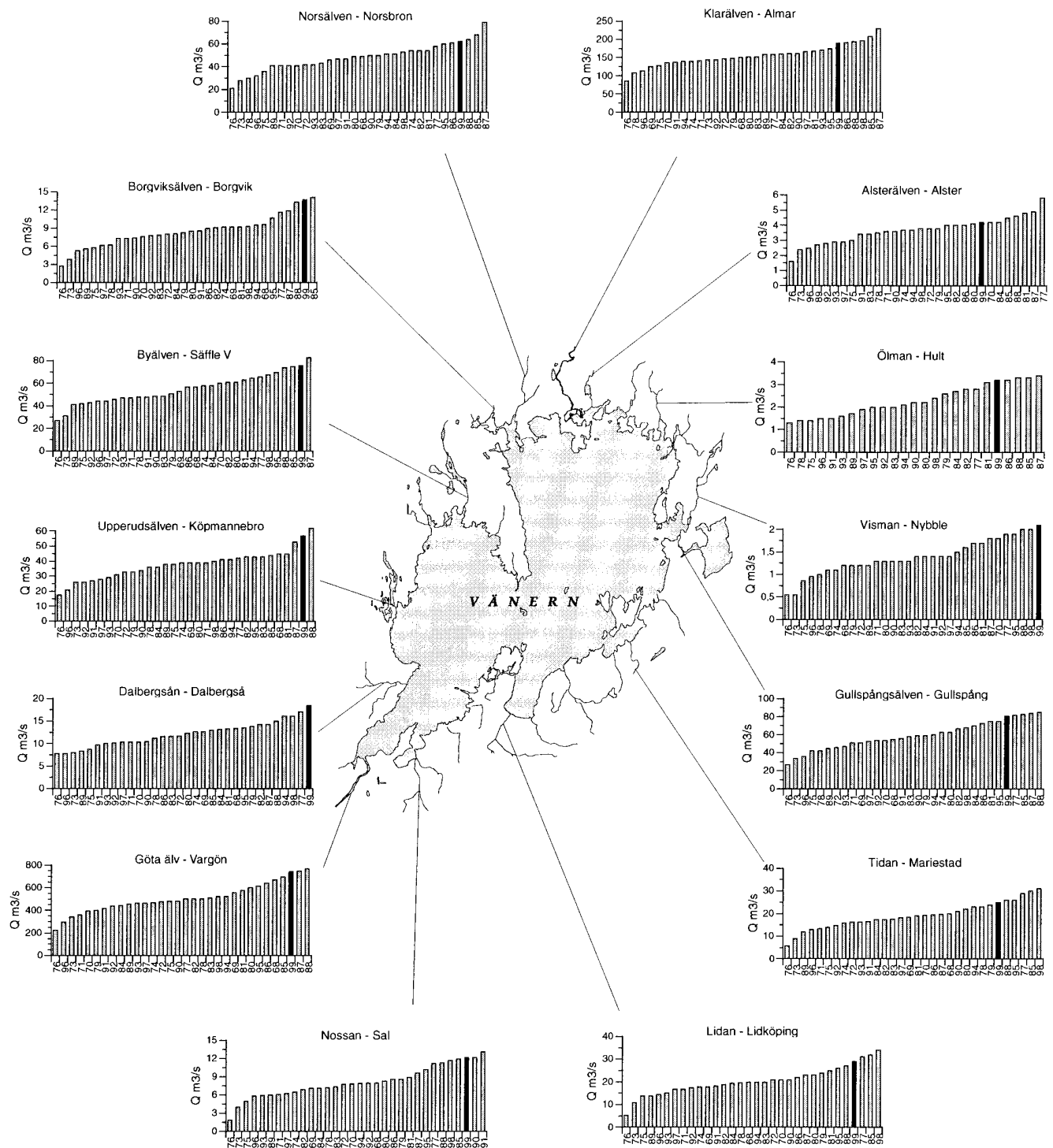
Så har vi räknat

– arealspecifika förluster

Arealspecifika förluster baseras på haltmätningar 12 ggr/år under 3 år, samt uppmätt eller beräknad dygnsvattenföring. För Vänerns tillflöden och utlopp har uppgifter om dygnsvattenföring multiplicerats med motsvarande koncentrationer som erhållits genom linjär interpolering mellan mättillfällena. De framräknade dygnstransporterna har summerats årsvis för att erhålla årstransporten. Arealspecifika förluster har sedan erhållits genom division med avrinningsområdets yta. Treårsmedelvärden används sedan vid utvärderingen av närsaltsförlusterna (aktuellt år, samt de två föregående åren).

De arealspecifika förlusterna av kväve för perioden 1997-99 översteg det långsiktiga medelvärdet för perioden 1968-1999 i de flesta vattendragen (*figur 3*). Fosforförlusterna i skogsälvarna var i allmänhet lägre under perioden 1997-1999 än långtidsmedelvärdet (*figur 3*). De jordbruksdominerade älvarna i södra delen av Vänern (Tidan, Lidan, Nossan och Dalbergsån) hade dock större förluster av fosfor 1997-1999 jämfört med perioden 1968-1999.

Skogsälvarnas arealspecifika fosfor- och kväveläckage under perioden 1997-99 motsvarar klass 1-3 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (*bilaga 2*), medan jordbruksälvarnas läckage under samma period motsvarar klass 4-5. I tre av de fyra jordbruksälvarna når fosforläckaget klass 5, dvs. mycket höga fosforförluster, under 1997-99. Punktutsläpp (Nobelverken och Bäckhammars bruk) gör att skogsälvarna Gullspångsälven och Visman har ett något högre kväveläckage än andra jämförbara vattendrag.

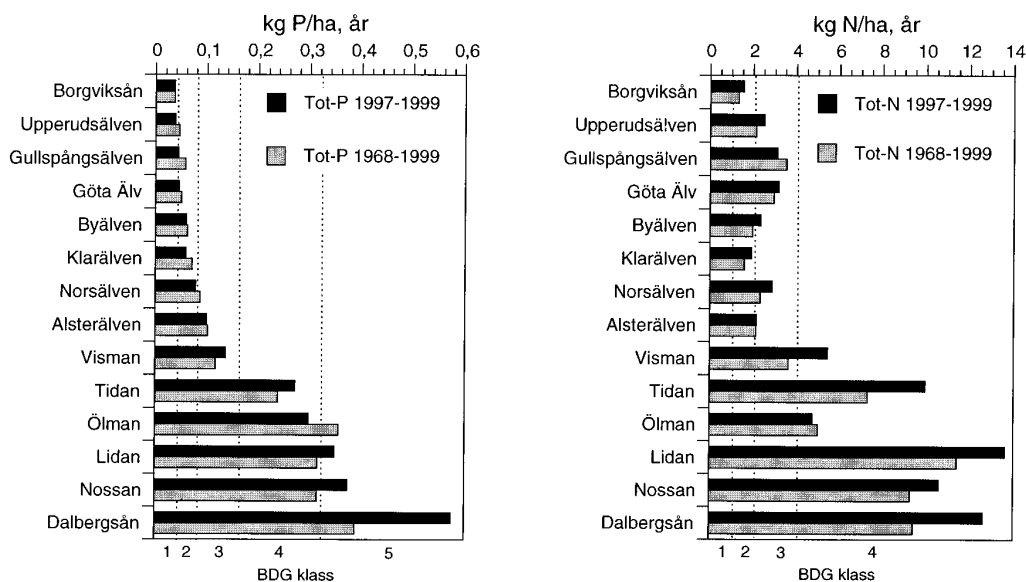


Figur 2. Årsmedelvattenföring i Vänerns tillflöden och utlopp rangordnade från det lägsta till det högsta registrerade värdet för resp vattendrag. Svart stapel markerar 1999.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder bör avrinningsområden med extremt stora kväve- och fosforförluster (>32 kg N/ha, år respektive $>0,64$ kg P/ha) prioriteras i åtgärdsarbetet. Inget av Vänerns större tillflöden har dylika extrema närsaltsförluster. Endast i Dalbergsån är fosforläckage nära gränsen för extrema

förluster.

De flesta vattendrag uppvisar ett cykliskt mönster i tidsutvecklingen av den arealspecifika uttransporten av kväve och fosfor (figur 4 resp 5). Närsaltsläckaget var litet under mitten av 1970-talet, samt under mitten av 1990-talet, dvs perioder med förhållandevis litet vattenflöde,



Figur 3. Arealsspecifika förluster av kväve och fosfor uttryckt som medelvärden för perioden 1997-1999, samt för referensperioden 1968-1999. Tillståndsklassgränser (BDG-klass) enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder markeras med streckade linjer.

medan läckaget har varit större under perioder med större vattenflöden (jfr med figur 2). Utvecklingen under senare hälften av 1990-talet antyder att en ny klimatperiod med ökat närsaltutflöde kan ha påbörjats. Visman avviker dock från denna periodicitet i kväveläckage, då de arealspecifika förlusterna i detta vattendrag stadigt har ökat sedan mitten av 1970-talet (figur 4). Kvävetransporten i Visman är till stor del beroende på utsläpp från Bäckhammars bruk. Inga ökade utsläpp av kväve från bruket har dock rapporterats, varför den ökade uttransporten bör undersökas vidare.

Tidsutveckling av närsaltshalter och organiskt material

Kvävehalterna i Vänerns tillflöden har i de flesta fall tenderat till att öka något under perioden 1968-1999 (figur 6). Den största ökningen har skett i Visman, där även den totala transporten av kväve har uppvisat en ökning under perioden (se ovan). Som tidigare nämnts bör orsaken till denna ökning undersökas vidare.

En del av den observerade ökningen i kvävehalter i vattendragen kan tillskrivas en samvariation med en tendens till ett ökande vattenflöde under tidsperioden. Kvävehalten i Vänerns utlopp (Göta älv vid Vargön) har däremot minskat sedan början av 1980-talet (figur 6), vilket överensstämmer med haltvecklingen i sjön (se figur 2 och 3 i vattenkemi-avsnittet). Denna haltminskning kan bero på minskade direktutsläpp till sjön och/eller en minskad deposition direkt

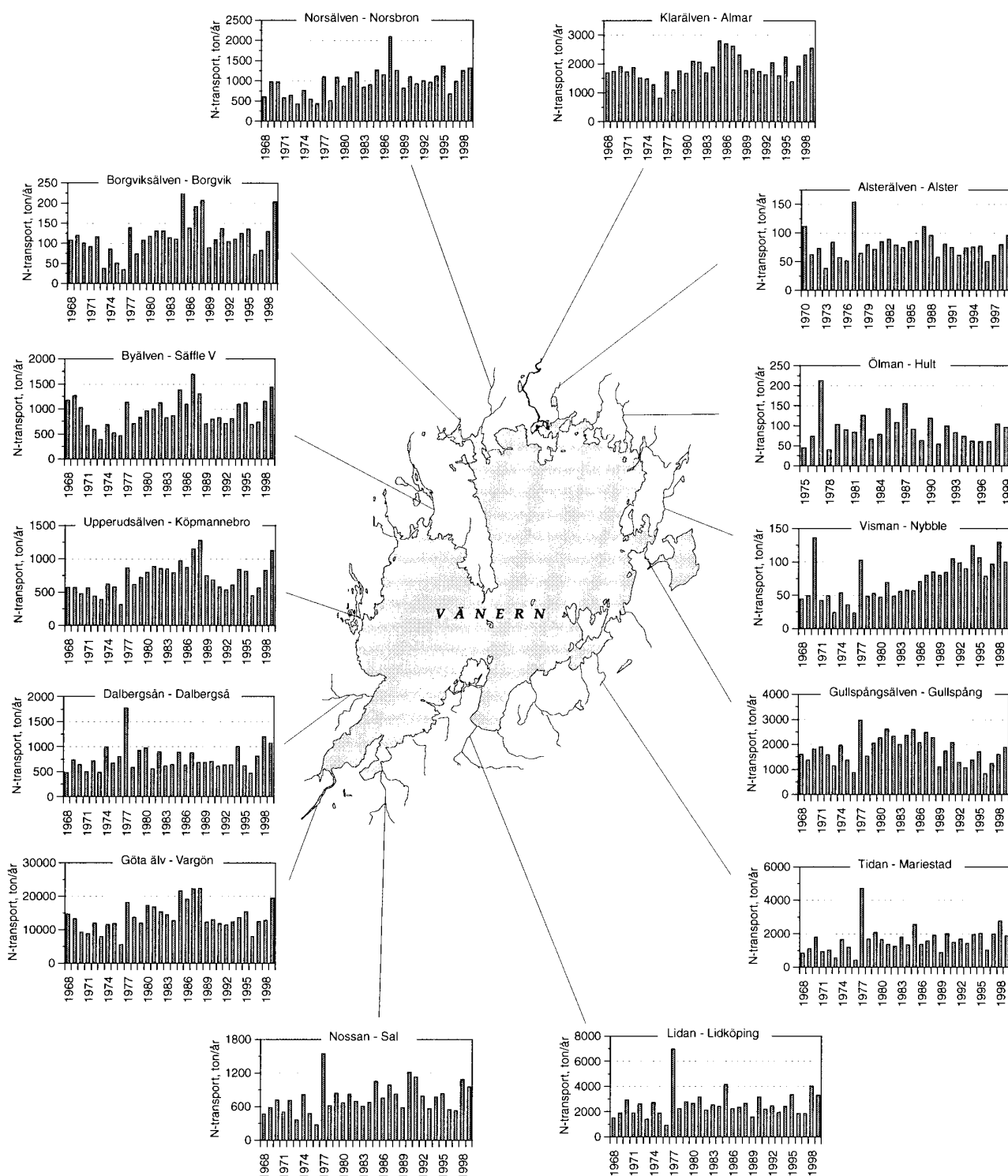
på sjöytan. Bidragande orsaker till minskningen kan också vara förändringar i den interna kväveomsättningen i sjön, t ex genom ökad sedimentation och/eller ökad denitrifikation. En viss skillnad mellan tillflödande vattendrag och utloppet kan förväntas genom den fördröjningseffekt som orsakas av Vänerns långa omsättningstid (ca 9 år), vilken gör att ökade transporter i tillflödena späds ut i sjön.

För att kunna säkerställa vad som är orsaken till denna skillnad i kvävehalt, mellan tillrinnande vatten och utflödet, krävs dock en detaljerad kvävebudget för sjön där bl a belastningsförändringar beaktas. Ett färdigt underlag för en dylik budget finns dessvärre inte för tillfället, men borde sammanställas och utvärderas för att ge klarhet i frågan.

De flesta tillflödena, samt utflödet, uppvisar en minskning av fosforhalter under perioden 1968-1999 (figur 7). Speciellt kraftig var minskningen i början av mätperioden då många kommunala avloppsreningsverk anlades och/eller kompletterades med kemisk fällning. I motsats till den generella minskningen i fosforhalter har halten i Dalbergsån däremot tenderat till öka under tidsperioden.

Även i Alsterälven ökade fosforhalter fram till 1993, men har därefter reducerats till nivån i början av tidsserien. En möjlig orsak till ökningen i Alsterälven kan vara internbelastning från sjöar inom vattensystemet.

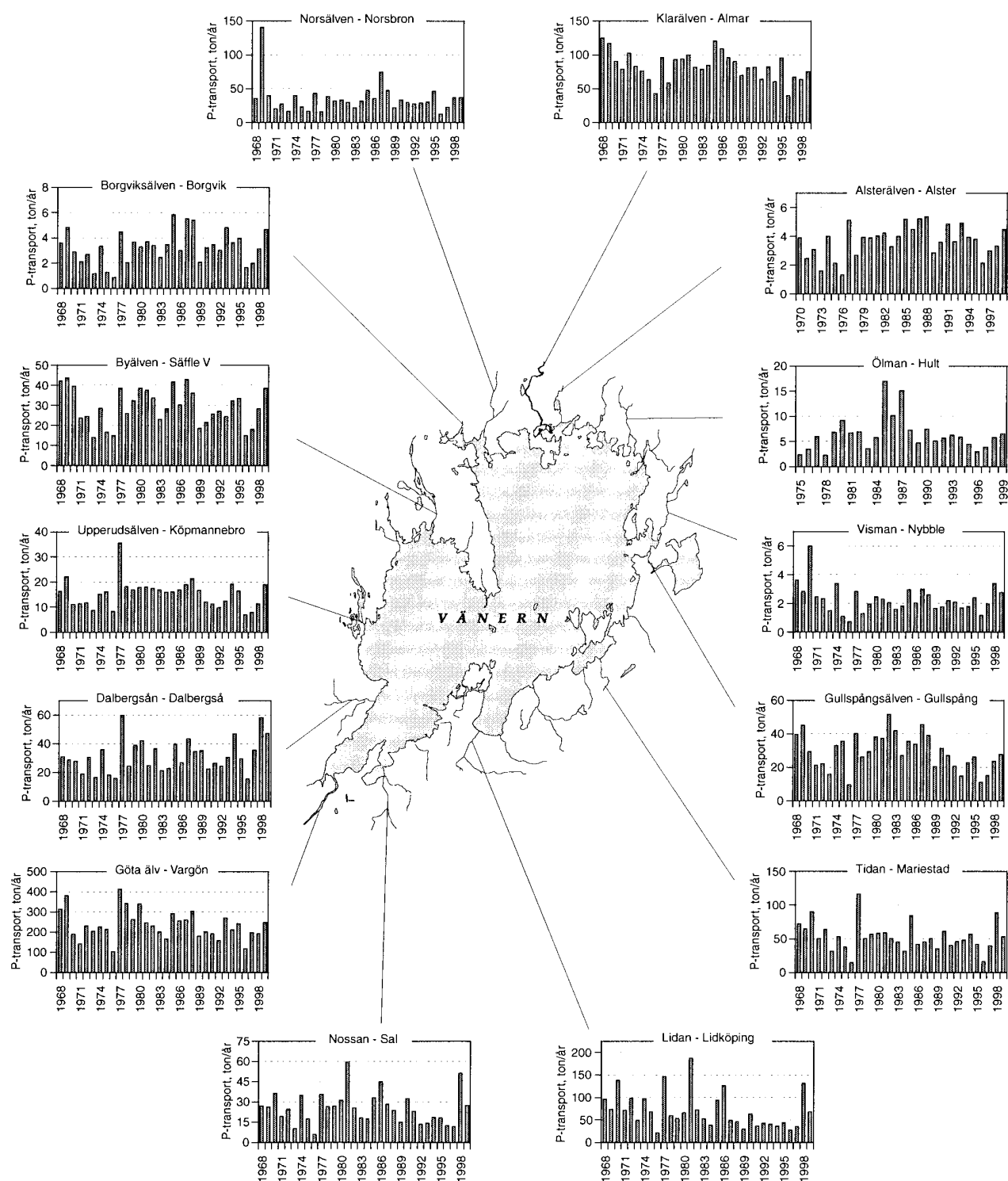
Mängden organiskt material i tillflödena (uttryckt som permanganatförbrukning,



Figur 4. Arealspecifik förlust av kväve för Vänerns tillflöden och utlopp uttryckt som löpande treårsmedelvärden, bestående av aktuellt år samt de två föregående åren. OBS! De olika diagrammen har olika skalor.

KMnO₄), regleras till stor del av variationer i vattenföring i älvarna. (figur 8). På grund av denna samvariation har mängden organiskt material ökat något under mätperiodens senare del till följd av att vattenflödet i många tillflöden

har ökat under tidsperioden. Samvariationen mellan halten organiskt material och vattenflödet var dock mindre god i början av mätperioden. Detta beror på kraftiga haltminskningar till följd av nedläggning av många skogsindustrier,

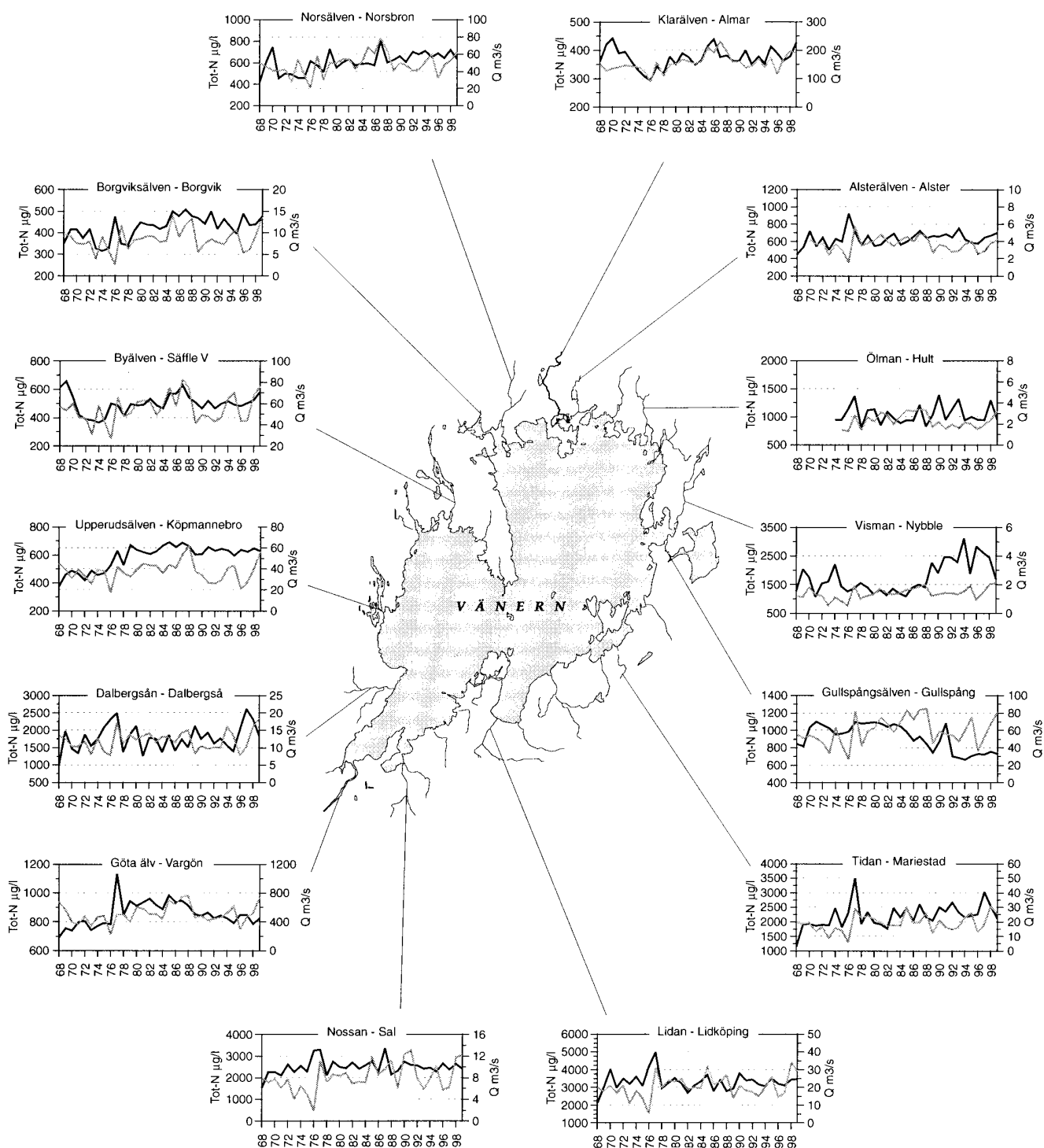


Figur 5. Arealspecifik förlust av fosfor för Vänerns tillflöden och utlopp uttryckt som löpande treårsmedelvärden, bestående av aktuellt år samt de två föregående åren. OBS! De olika diagrammen har olika skalor.

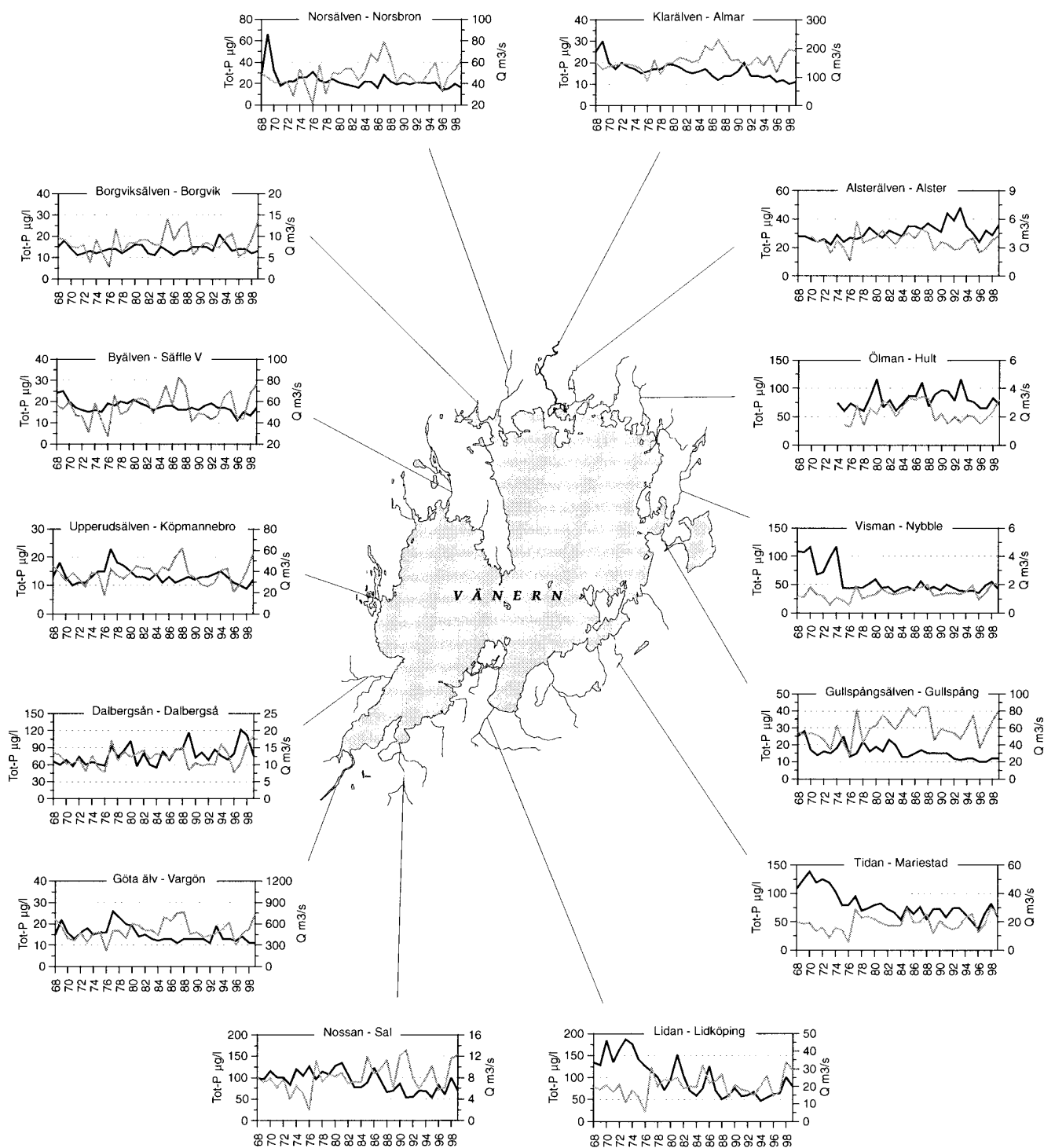
samt förbättrad rening under denna period. Tydligast är denna haltminskning i början av tidsserierna i Klarälven, Visman, Byälven och Upperudsälven (figur 8). Även i utloppet (Göta älv vid Vargön) har det skett en kraftig minskning i halten organiskt material, men denna

minskning har däremot fortlöpt under hela perioden 1968-1999. I utloppet har förutom minskad påverkan från skogsindustrier i tillrinningsområdet, även minskande direktutsläpp bidragit till haltminskningen.

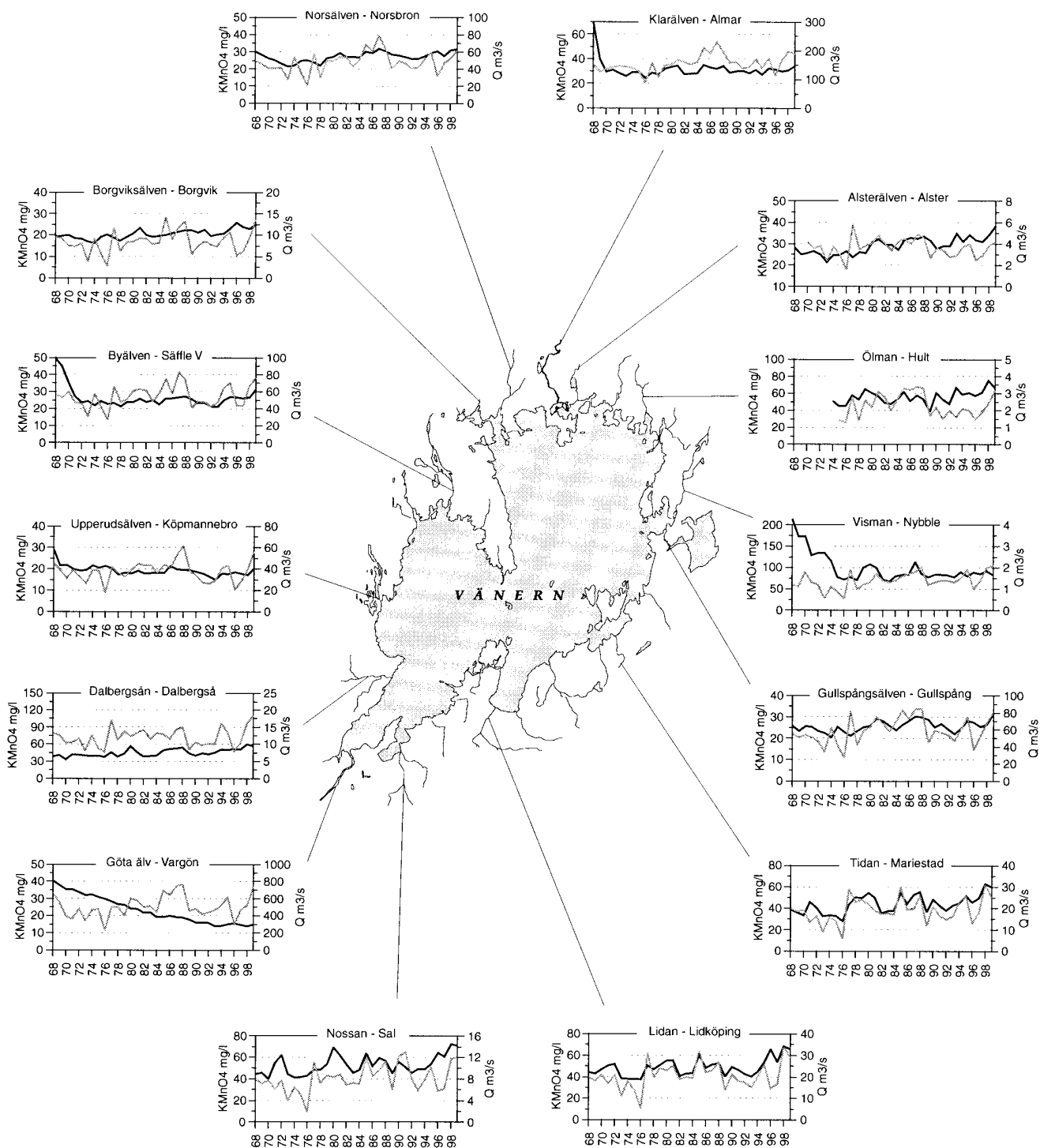




Figur 6. Tidsutvecklingen för totalkväve (svart linje), samt vattenföring (grå linje) i Vänerns tillflöden och utlopp. Skalorna har anpassats så att de båda kurvorna ska ligga så nära varandra som möjligt för att kunna avgöra graden av samvariation.



Figur 7. Tidsutvecklingen för totalfosfor (svart linje), samt vattenföring (grå linje) i Vänerns tillflöden och utlopp. Skalorna har anpassats så att de båda kurvorna ska ligga så nära varandra som möjligt för att kunna avgöra graden av samvariation.



Figur 8. Tidsutvecklingen för organiskt material (permanganat-förbrukning) (svart linje), samt vattenföring (grå linje) i Vänerns tillflöden och utlopp. Skalorna har anpassats så att de båda kurvorna ska ligga så nära varandra som möjligt för att kunna avgöra graden av samvariation.

Litteraturhänvisning



Johnson, R. K. 1996. Mjukbottnarnas fauna i Vänern. - I: Wallin, M. (red) 1996. Vänerns miljö tillstånd och utveckling 1973-1994. - Naturvårdsverket, Rapport 4619 s. 49-53.

Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning. Uppdateras kontinuerligt och finns tillgänglig via Internet på adressen <http://www.environ.se/verket/mo/handbok.htm>.

Naturvårdsverket, 1986. Recipientkontroll vatten, metodbeskrivningar, Del1, undersökningsmetoder för basprogram. - Naturvårdsverket, Rapport 3108.

Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Sjöar och vattendrag. - Naturvårdsverket, Rapport 4913.

Willén, E. 1999. Kiselalger och problem med beläggning på nät. I: Christensen A. Vänern – Årsskrift 1999. Vänerns vattenvårdsförbund. s 98-102.

Vänerkansliet, 1996. Program för samordnad regional miljöövervakning i Vänern. - Vänerkansliet, Meddelande 1996:1.

Bilaga 1

Vattenkemiska och -fysikaliska parametrar som analyseras inom provtagningsprogrammet för Vänern.

Analysvariabel	Förkortning	Metod (referens)	Mätområde ^a	Enhet	Mätosäkerhet ^b
Temperatur	Temp	Termometer i provtagare, samt termistor		°C	
Siktdjup		Siktskiva från båtens skuggsida		m	
pH		SS 028122-2 (modifierad)	3–10		1
Konduktivitet	Kond	SS-EN 27888-1	0,1–100	mS/m	2
Kalcium	Ca	Deutsche Einheitsverfahren DIN 38 406 Teil 2 Jobin Yvon Instrumentmanualer	0,01–5,0	mekv/l	4
Magnesium	Mg	Deutsche Einheitsverfahren DIN 38 406 Teil 22 Jobin Yvon Instrumentmanualer	0,002–0,8	mekv/l	4
Natrium	Na	Deutsche Einheitsverfahren DIN 38 406 Teil 22 Jobin Yvon Instrumentmanualer	0,005–2,2	mekv/l	3
Kalium	K	Deutsche Einheitsverfahren DIN 38 406 Teil 22 Jobin Yvon Instrumentmanualer	0,002–0,26	mekv/l	4
Alkalinitet	Alk	SS-EN ISO 9963-2 utg.1 (modifierad)	0,01–1	mekv/l	2
Sulfat	SO ₄	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 (modifierad)	0,01–1,7	mekv/l	4
Klorid	Cl	Manual till supressorkolonn. SS-EN ISO 10304-1 utg.1 (modifierad) Manual till supressorkolonn.	0,004–0,6	mekv/l	4
Ammoniumkväve	NH ₄ -N	SIS 028134-1	1–1200	µg/l	6
Nitrat+nitritkväve	NO ₃ -N + NO ₂ -N	SIS 028133-2 (modifierad) Bran Luebbe Method No.: J-002-88B	1–700	µg/l	8
Kjeldahlkväve	Kjeldahl-N	Jönsson, E. Vattenhygien Nr 1,1966, s10-14. SIS 028134-1 (modifierad)	50–1000	µg/l	10
Totalkväve	Tot-N	SIS 028131-1 (modifierad) Bran Luebbe Method No.: J-002-88B	50–4000	µg/l	9
Fosfatfosfor	PO ₄ -P	SS 028126-2 modifierad för AAll	1–25	µg/l	15
Totalfosfor	Tot-P	SS 028127-2 modifierad för AAll	2–50	µg/l	15
Kemisk syreförbr.	COD-Mn alt. KMnO ₄	SS 028118-1 (modifierad)	1–10	mg/l	9
Absorbans	Abs/5cm	Chalupa, Jiri, 1963. Humic acids in water. SS-EN ISO 7887 utg.1	0,001–1,0		6
Kisel	Si	Bran Luebbe Industrial Method No. 811-86T	0,5–8	mg/l	7
Totalt org. kol	TOC	SS 028199-1, Shimadzu Instrumentmanualer	0,3–50	mg/l	3
Klorofyll a		SS 028146-1	>0,5	mg/m ³	5
Syrgas	O ₂	SS 028114-2	0–20	mg/l	3

^a Mätområde – Analysbart haltområde utan spädning

^b Mätosäkerhet – Bestämt som CV i %

Beräknade variabler:

Organiskt-N = Kjeldahl-N - NH₄-N (mg/l)

Övrig-P = Tot-P - PO₄-P (mg/l)

Bilaga 2

Klassificering av tillstånd i vattendrag med avseende på arealspecifika förluster av kväve och fosfor enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999).

KVÄVE

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust	Normalläckage – olika marktyper
1	Mycket låga förluster	$\leq 1,0$	Fjällhed och fattiga skogsmarker
2	Låga förluster	1,0 – 2,0	Ikke kvävemättad skogsmark i norra och södra Sverige
3	Måttligt höga förluster	2,0 – 4,0	Opåverkad myrmark, påverkad skogsmark, ogödslad vall
4	Höga förluster	4,0 – 16,0	Åkermark i slättbygd
5	Mycket höga förluster	> 16	Odlade sandjordar, ofta i kombination med djurhållning

FOSFOR

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust	Normalläckage – olika marktyper
1	Mycket låga förluster	$\leq 0,04$	Lägsta förlust från opåverkad skogsmark
2	Låga förluster	0,04 – 0,08	Vanlig skogsmark
3	Måttligt höga förluster	0,08 – 0,16	Hyggen, myr/torvmark, mindre erosionsbenägen åkermark
4	Höga förluster	0,16 – 0,32	Åkermark i öppet bruk
5	Mycket höga förluster	> 32	Erosionsbenägen åkermark

Nors och siklöja

Per Nyberg, Fiskeriverket

Norsen dominerar kraftigt i Vänerns fria vattenmassor och tätheten har genomgående varit högst i Dalbosjön, i medel 2 200 norsar/hektar (1989-99). Vid undersökningen 1999 var norsbeståndet ca 15 procent lägre än normalt i både Värmlandssjön och Dalbosjön.

Siklöjan är den näst vanligaste arten i Vänerns fria vattenmassor med medeltätheter på ca 380 siklöjor/hektar i Värmlandssjön och 320 i Dalbosjön. Efter 1996 minskade antalet siklöjor radikalt och 1998 uppmättes tätheter på endast drygt 50 individer/hektar i Värmlandssjön och mindre än 80 i Dalbosjön. Siklöjan är visserligen känd för att variera mycket i antal mellan olika år av naturliga orsaker, men den djupa svacka som beståndet befann sig i vid 1998 års provtagning inger ändå stor oro. Till 1999 hade beståndet ökat i relation till föregående år, men var fortfarande svagt och ca 150 resp. 220 individer per hektar uppmättes i Dalbosjön och Värmlandssjön.



Nors



Siklöja

Fiskarna i Vänerns fria vattenmassa (pelagiska bestånden) övervakas genom trålning och ekoräkning. Vid ekoräkningen används ett ekolod som är anslutet till en dator för inspelning. För att bestämma vilka fiskarter som registreras på ekolodet utförs samtidigt trålningar med vissa intervaller.

Liten ökning i norsbeståndet 1999 jämfört med året innan

Nors är helt klart den vanligaste arten i Vänerns fria vattenmassor. Tätheterna av nors har genomgående varit något högre i Dalbosjön än i Värmlandssjön och detta förklaras främst av stora mängder ensamrig nors i de södra delarna

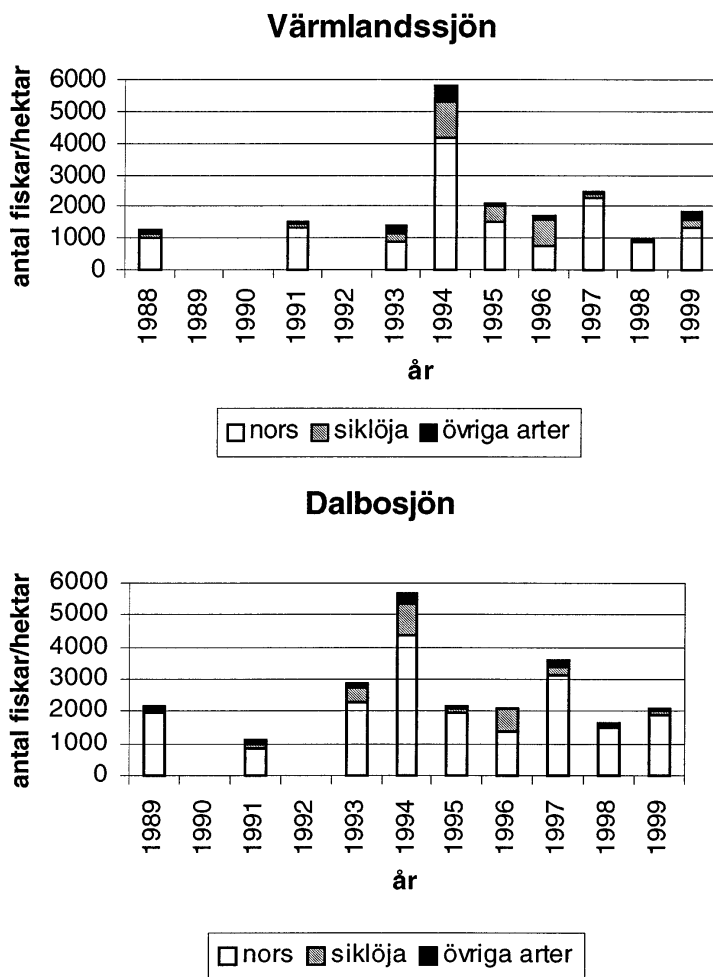
av Dalbosjön.

Bortsett från 1991 har tätheterna överstigit 1 000 norsar per hektar (1 hektar=100*100 m) i Dalbosjön. Starka årsklasser noterades 1994 och 1997 då tätheten var ca 4 400 respektive 3 100 norsar/hektar (se diagrammet på nästa sida). Vid ekoräkningen 1998 var bestånden av nors lägre än normalt under perioden 1989-1998, ca 1 500 individer/hektar. En liten ökning noterades 1999 (1 900 ind/ha).

Värmlandssjön har ett glesare bestånd av nors än Dalbosjön. Medelvärdet för de nio ekoräkningarna som är gjorda under perioden 1988-99 är 1 560 norsar/hektar i Värmlandssjön och 2 150 i Dalbosjön.

Även i Värmlandssjön noterades starka årsklasser 1994 och 1997, då tätheten var ca 4 100 respektive 2 300 norsar/hektar. Värmlandssjön hade också 1998 färre (890 ind/ha) norsar än

normalt för 1988-98, men liksom i Dalbosjön ökade tätheterna något till 1999 (1 330 ind/ha).



Antal fiskar per hektar av nors, siklöja och övriga arter i Värmlandssjön respektive Dalbosjön. Tätheten undersöks med hjälp av ekoräkningar (metoden förklaras närmare i faktarutan på nästa sida).

Siklöjebeståndet har minskat påtagligt under senare år

Siklöjan har uppvisat en motsatt fördelning mellan de båda delbassängerna jämfört med norsen - de största mängderna av siklöja har vanligtvis uppmätts i Värmlandssjön. Enda undantaget från detta utgjorde 1997.

I Värmlandssjön var tätheterna 100-220 siklöjor per hektar under 1988-93. 1994 uppstod emellertid en mycket stark årsklass (se tabellen på nästa sida) och den totala tätheten av siklöja ökade till nästan 1 200 fiskar/hektar. Sedan dess har föryngringen varit dålig och tätheten minskade till drygt 100 siklöjor/hektar under 1997. Vid räkningen 1998 fanns endast 55 siklöjor/hektar, vilket är det lägsta som uppmätts under perioden 1988-1998. Till 1999 hade dock beståndssituationen förbättrats något, tack vare

en starkare årsklass samma år (se också diagrammet ovan).

I Dalbosjön var tätheten av siklöja mycket låg (ca 50 individer/hektar) 1989, men ökade successivt fram till 1994, då drygt 1 000 siklöjor/hektar uppmättes. Beståndet utgjordes detta år huvudsakligen av ensomriga siklöjor. Beståndet var åter svagt 1995 (ca 100 individer/hektar), men 1996 uppstod en skaplig årsklass (se tabellen nedan) och beståndstätheten ökade åter.

Även i Dalbosjön var beståndet radikalt mindre vid ekoräkningen 1998, då endast ca 80 siklöjor/hektar uppmättes. Beståndet ökade emellertid, i likhet med i Värmlandssjön, till 1999, då ca 150 individer per hektar noterades.

Andel ensamriga siklöjor i Dalbosjön respektive Värmlandssjön. Värdena är i procent av totala antalet siklöjor och erhålls vid trålningen som sker vid ekoräkningarna.

År	1988	1989	1991	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Dalbosjön	-	24	90	0	70	40	76	40	42	27
Värmlandssjön	0,2	-	93	25	65	36	42	2	1	37

Kommentarer till det svaga siklöjebeståndet

Såväl siklöja som nors är naturligt relativt kortlivade arter och bestånden domineras oftast av ensamriga individer. Bestånden kan därför variera mycket. I Vänern är dessa arter eftertraktade bytesfiskar för främst lax, öring, gös och abborre. Av siklöja fångades varje år fram till 1997 dessutom strax under 1 kg/hektar och det sker huvudsakligen på hösten för romberedning. Under 1998 och 1999 halverades fångsten.

Nedgången i siklöjebeståndet sedan 1996 är förvånade och oroväckande. 1996 uppstod en relativt stark årsklass, som 1998 fortfarande borde ha varit individrik. Men uppenbarligen har dödligheten varit hög redan under de knappa tre första levnadsåren. Detta är svårförklarligt, bl a med tanke på att de ännu inte beskattats i fisket, vilket skulle skett först under hösten 1998.

En beräkning av hur mycket siklöja som kan ha konsumerats av lax och öring visar att dödligheten till följd av predation är av samma storleksordning som uttaget var genom fisket fram till 1997. En sammanlagd "beskattning" av siklöjebeståndet på ca 1,5-2 kg/ha och år borde inte påverka beståndet i den omfattning som resultaten från ekoräkningarna visar. Att beståndet är svagt visar även yrkesfiskarnas statistik för 1998 och 1999, som visar på en motsvarande kraftig nedgång i fångsten av siklöja (se nästa kapitel om statistik för fisket).

En analys av förändringar som har skett i sjön under senare år och diskussioner med yrkesfiskarna pekar på tre möjliga orsaker till den dåliga beståndssituationen:

1. Ett ökande skarvbestånd. Yrkesfiskarna har observerat att skarvarna ofta kan rensa hela nät på siklöja. Detta behöver dock inte betyda att skarvarna äter särskilt mycket frisimmande siklöja.

2. För stora utsättningar av öring under några år. Genom att tillgången på utsättningsmaterial av lax var dålig under några år, så kompenserades detta med större mängder öring. Detta har dock kunnat rättas till under senare år. Öringen är möjligen en allvarligare predator på siklöja än laxen, genom att den uppträder mer bottennära och på djup där siklöjestimmen står på dagarna under sommarhalvåret.
3. Fisket. Årsuttaget är inte oroväckande stort om man jämför med sjöar i t ex Finland. Till skillnad från i Finland bedrivs fisket i Vänern som ett rent romfiske på det köns mogna beståndet, varför det kanske kan vara vanskligt att jämför avkastningen i Vänern med andra sjöar.

Av faktorerna ovan går öringutsättningarna och fisket att påverka relativt snabbt. Utsättningarna har minskat och fisket kommer att regleras till fiskesäsongen 2000 genom att fisketiden och redskapsmängderna reduceras. Den fortsatta utvecklingen i beståndet kommer att följas genom årliga undersökningar.

Gers vanligaste övriga arten i trålfångsten

Tätheten av övriga arter har uppgått till mellan 3 och 490 individer per hektar i Värmlandssjön under perioden 1988-99. Högst antal uppmättes även här 1994 och märkligt nog utgjordes merparten av dessa av gers. Detsamma var förhållandet i Dalbosjön.

Möjligen kan den stora andelen gers bero på att trålen vid något tillfälle kommit nära botten. I Dalbosjön var tätheten av övriga arter mellan 9 och 320 individer per hektar under perioden 1988-98.

Ekoräkning

En utförlig beskrivning av fisksamhället i Vänerns fria vattenmassa och metodiken för att undersöka bestånden finns i 1996 års årsskrift. Vid ekoräkningar räknas antalet fiskar över 4 cm längd i hela vattenmassan. Artsammansättningen och storleken på fiskarna bestäms genom att analysera trålfångsten. I det pelagiska fisksamhället dominerar nors mycket påtagligt, följd av siklöja.

Av övriga pelagiskt förekommande arter (sik, lax, öring, gös, gers, spigg m fl) fångas oftast endast fåtaliga individer och vanligtvis yngre exemplar. Det beror på att bestånden inte är så individrika och att trålen är finmaskig och trålfarten därför låg. Detta medför att större fiskar hinner simma undan. Osäkerheten i beräkningen av antalet fiskar av respektive art bland de övriga arterna är därför relativt stor, varför dessa slagits samman till "övriga arter" i redovisningen.

Undersökningarna startade inom ramen för Fiskeriverkets resursövervakning i Värmlandssjön 1988 och Dalbosjön undersöktes för första gången 1989. Åren 1991 och årligen från 1993 tills nu har båda delbassängerna undersökts. Sedan 1996 ingår ekoräkning-

ar och trålningar också som en del av den samordnade regionala miljöövervakningen i Vänern och delfinansieras av Vänerns vattenvårdsförbund. 1988-91 utfördes trålningarna som partrålningar med hjälp av en inhyrd båt. Men fr.o.m. 1993 har undersökningarna utförts som trålningar med en båt och med en större trål, tack vare att Fiskeriverket förvärvade undersökningsfartyget Ancylus. Trålresultaten från åren 1988-91 är därför inte helt jämförbara med resultaten från åren 1993-97. Ekoräkningar utfördes till en början längs 8 transekter i respektive delbassäng och fr. o. m. 1994 längs 9 transekter i Värmlandssjön. Trålningar utförs i 3 djupintervall, ytligt samt i och under språngskiktet, längs sammanlagt 4 transekter i norra och södra delarna av Dalbosjön och Värmlandssjön.



Statistik för fisket och utsättningar av fisk

Per Nyberg, Fiskeriverket

Fångsten av siklöja halverades under 1998 jämfört med året innan. Under 1999 minskade fångsten ytterligare och var den lägsta som noterats i statistiken sedan 1981. Framförallt sensommaren och hösten 1999 var synnerligen varm och vattentemperatur var hög sent in på hösten. Detta borde ha gynnat fisket efter vattentemperaturerna gädda, abborre, gös och ål. Av nämnda arter var det dock bara fångsten av gädda och ål som ökade jämfört med 1998. Ålfångsten var den högsta som noterats.



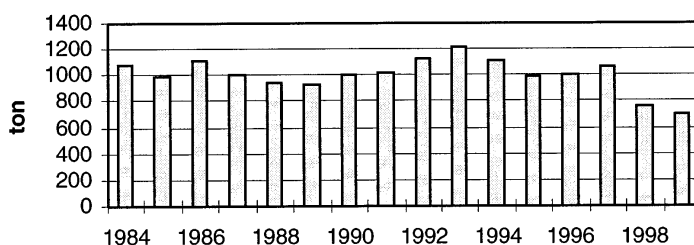
Lägre totalfångst än normalt

Vänern är landets betydelsefullaste sjö för yrkesfisket. Antalet licensierade yrkesfiskare i Vänern är knappt 100. Yrkesfiskarna för statistik över sina fångster och dessa data redovisas översiktligt i detta kapitel.

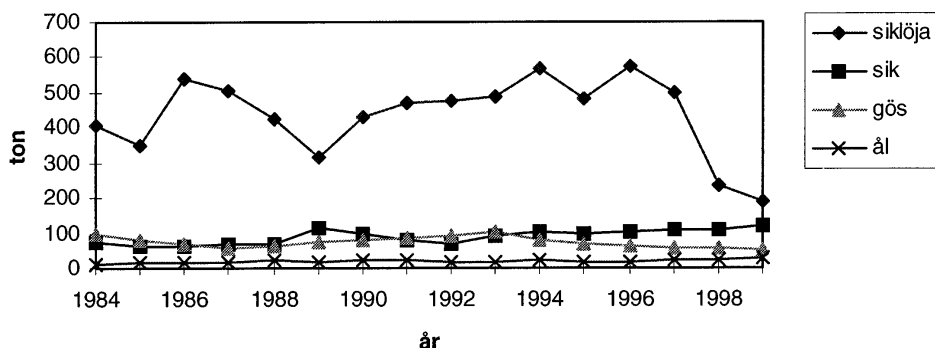
Den totala mängden fisk som inrapporteras av yrkesfiskarna har tidigare inte varierat särskilt mycket mellan olika år. Den totala avkastningen har varit låg under de senaste två åren, p.g.a. minskad fångst av siklöja. 1998 fångades ca

1060 ton och 1999 ca 700 ton. Av totalfångsten dominerade siklöja med 28 procent (47 % 1997) och därpå följde sik med 17 procent. Medelfångsten under perioden 1984-98 är 997 ton.

Vänern har knappt 1800 husbehovs- och fritidsfiskare med utestående redskap, vilka därmed är registreringspliktiga. För 1999 inrapporterades från dessa fiskare en sammanlagd fångst på 138 ton varav gädda dominerade med 26 %.



Redovisad totalfångst för yrkesfisket.



Mängden fisk som fångas av yrkesfisket av de fyra ekonomiskt viktigaste fiskarna siklöja, sik, gös och ål.

Siklöjefångsten minskade ytterligare

Fångsten av siklöja har minskat radikalt sedan rekordåret 1996, då 576 ton fångades till endast 238 respektive 188 ton för 1998 och 1999. Medelfångsten för perioden 1984-99 är 436 ton. Beståndet är svagt, vilket även de utförda ekoräkningarna utvisade.

Siklöjan är den ekonomiskt mest värdefulla arten för yrkesfisket. Genom att fångsten av siklöja under 1999 minskade ytterligare, minskade yrkesfiskets totala fångstvärde till 11,8 miljoner kronor (1998:13,6 miljoner). Totala fångstvärdet var för 1997 17,4 mkr (1996: 20,8 mkr). Siklöjan (rommen) var dock fortfarande den värdefullaste arten och rommen svarade för 28% (3,3 mkr) av det infiskade värdet. Därefter följde sik (2,0 mkr), gös (2,0 mkr) och ål (1,5 mkr).

Gädda, gös, sik och abborre

Fångsten av gädda och sik ökade något under 1999 medan fångsten av gös var i stort sett oförändrad jämfört med året innan. Sikfångsten är den högsta som noterats. Fångsten av abborre minskade kraftigt från 97 till 74 ton. Orsak till detta var sannolikt en dålig vår, vilken medförde att det så viktiga vårfisket nästan uteblev. Nedgången var av samma storleksordning även i Mälaren och Hjälmaren.

Rekordfångst av ål

Genom att även ålen är en utpräglad varmvattenart, påverkas årsfångsten i hög grad av hur sommaren varit. Det förklarar delvis de mycket goda fångsterna 1997 och 1999, då vattentemperaturen var hög på sommaren och vattnet varmt långt in på hösten. Hög temperatur ger mer rörlig ål och därmed högre fångster. Med undantag för vissa år med låg sommarvatten-

temperatur pekar fångstkurvan stadigt uppåt, tack vare de omfattande utsättningarna.

Utsättningar av ål

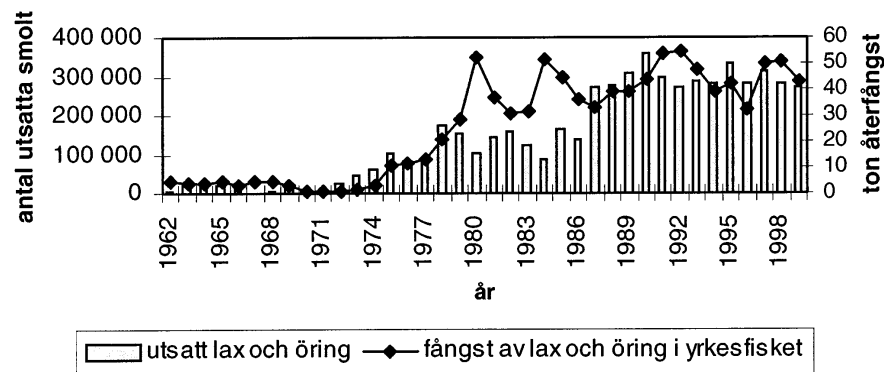
Under 1998 sattes över 685 000 karantänsiserade glasålar ut på åtta platser (1998:556 000 och 1997:804 000). Utsättningarna görs av yrkesfiskarna och finansieras med olika typer av medel. Ålutsättningarna startade redan 1957 och såväl utsättningsmaterial som mängder har varierat under åren. Utsättningarna har varit relativt omfattande under främst 1990-talet. Syftet med ålutsättningarna är att öka lönsamheten för det yrkesmässiga fisket. Ålfångsterna för yrkesfisket har mer än fördubblats sen 1960-talet.

Utsättningar av lax och öring

Under 1999 sattes som vanligt lax- och öringssmolt ut i Vänern. 196 800 laxungar och 76 600 öringungar (1998:101 000 respektive 179 500) utsattes på sex ställen utefter Vänern och i Klarälven. Planeringen och kontrollen av utsättningarna görs av personal från länsstyrelsen i Värmlands län och ägde rum i maj.

Utsättningarna betalas av Gullspångs Kraft AB, Laxfond Vänern, statliga fiskevårdsmedel och av yrkesfiskarna via s k prisregleringsmedel. De utsättningar som görs av Gullspångs Kraft är kompensationsutsättningar för kraftverksföretag i Klarälven och Gullspångsälven.

Utsättningarna av lax- och öringssmolt startade under 1960-talet. Utsättningarna var i början av liten omfattning men har ökat till omkring 300 000 två-åriga ungar per år.



Utsättning av lax- och öringsmolt i Vänern (staplar) och fångsten av lax och öring i yrkesfisket (linje).

Så här samlas statistiken in

Statistiken över det licensierade yrkesfisket insamlas och sammanställs av Fiskeriverkets Örebrokontor, som har det övergripande ansvaret för resursövervakningen i de stora sjöarna. Yrkesfiskarna måste månadsvis insända fiskestatistik på särskilda blanketter.

Statistiken över Vänerns husbehovs- och

fritidsfiske med utestående redskap insamlas av Länsstyrelsen i Värmlands län. I denna statistik ingår alltså inte trollingfisket eller fisket med handredskap p.g.a. att det inte finns någon registreringsplikt för denna typ av fiske.



Metaller och stabila organiska ämnen i Vänerfisk

Caroline Grotell & Lennart Lindeström
MiljöForskarGruppenⁱ

Kvikksilverhalten i 1-kg gädda från de minst påverkade delarna av Vänern, Millesviks skärgård, har sedan mitten av 1980-talet legat kring 0,4 mg/kg. Detta är en ganska låg halt jämfört med exempelvis skogssjöar i Mellansverige, men ändå något högre än vad som anses vara "naturligt".

Under senare delen av 1990-talet finns det positiva tecken på att kvikksilverhalten håller på att minska något i Vänern. I Millesvik uppmättes 1999 en kvikksilverhalt i 1-kg gädda kring 0,3 mg/kg. Även i Kattfjorden i norra Vänern har något lägre halt registrerats de senaste åren jämfört med första hälften av 1990-talet. Emellertid är haltnivån här något högre än i Millesvik, kring 0,55 mg/kg i 1-kg gädda. Motsvarande skillnad har uppmätts hos abborre.

När det gäller koncentrationen av övriga analyserade ämnen i vävnader hos abborre, kan det konstateras att zink- och kopparhalten ligger kvar på samma "stabila" nivå som tidigare under 1990-talet. För bly, krom och nickel i lever är mellanårsvariationerna stora. DDT och PCB i abborrkött uppvisar en tendens till lägre halter jämfört med tidigare år vid Torsö och Millesvik. All fisk som undersöktes 1999 får saluhållas enligt de gränsvärden som gäller.



Inledning

Metaller och stabila organiska ämnen i Vänerfisk undersöks årligen inom ramen för Programmet för samordnad regional miljöövervakning i Vänern¹.

Undersökningarna genomförs som ett samarbetsprojekt där Miljöforskargruppen (MFG) svarar för projektledning och koordination. Övriga medverkande företag och organisationer är Lantbruks- och fiskeenheten i Karlstad samt Lillängshamnens Fiskrökeri (insamling av fisk),

Allumite i Fors (åldersbestämning), MeAna-Konsult i Uppsala (metallanalyser) samt SIN-TEF i Oslo (analyser av PCB och DDT). SIN-TEF har under 1999 tillfälligtvis fått hjälp av ett annat laboratorium, AnalyCen i Lidköping, eftersom de håller på att förnya sin analysutrustning. Båda laboratorierna är ackrediterade för PCB-analyser.

För provberedning och vissa bestämningar, resultatsammanställning, utvärdering och rapportering svarar MFG.

ⁱFryksta Sjöleden 9, 665 91 KIL.

Tel: 0554 - 405 50, fax: 0554 - 405 59

caroline.grotell@mfg.se,

lennart.lindestrom@mfg.se

Syfte

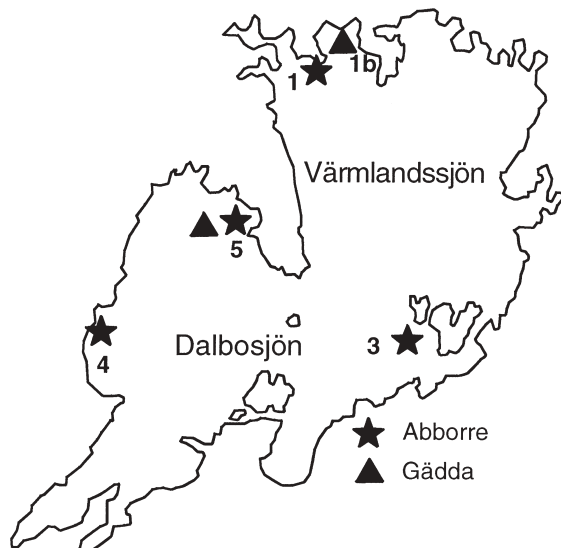
Syftet med undersökningarna av fisk i Vänern är:

- Att följa förändringar i fiskesamhällets exponering för metaller och vissa stabila organiska ämnen som komplement till de i tiden glesare sedimentkemiska undersökningarna.
- Att genom mätning på gädda och öring följa substanser för vilka livsmedelshygieniska gränsvärden och/eller regionala miljömål finns.
- Att tjäna som referens till mätningar av mer direkt exponerade lokala recipientutsläpp.
- Att möjliggöra framtida analyser av ämnen som inte ingår i den löpande övervakningen genom lagring av fiskprov i provbank.

Provtagningslokaler

Under det första undersökningsåret 1996 infångades abborre från fem stationer. Baserat på undersökningsresultaten utvaldes fyra av dessa för efterföljande års studier. Dessa fyra provtagningslokalers lägen i Vänern framgår av *Figur 1*. Referenslokalen är densamma för abborre och gädda, Station 5, Millesvik.

Utanför den samordnade kontrollen har från och med 1998 även gädda från Kattfjorden i norra Vänern insamlats för analys av kvicksilver. Stationen är utmärkt som 1b i *Figur 1*.



Figur 1. Lokaler för insamling av abborre och gädda från Vänern 1999. Koordinater redovisas i bilagedelen.

Omfattning 1999

Insamlingen av fisk har skett genom Lantbruks- och Fiskeenhetens försorg på Länsstyrelsen i Karlstad samt av lokala fiskare. Gäddan infångades på våren 1999, och abborren under sensommaren - hösten samma år.

Ambitionen har enligt programmet varit att, på var och en av de fyra stationerna, insamla 60 abborrhonor mellan 18 och 20 cm. Tio av dessa skall analyseras, medan övriga tills vidare skall förvaras i en provbank för eventuella framtida analysbehov.

Vid genomgången av fisken för uttag av prover konstaterades att fisk från Åsunda (stn 1) inte var i representativt skick (tecken på för långsam infrysning), varför denna station utgick för vidare analyser 1999. Vidare har längdintervallet för Millesvik (stn 5) måst utvidgats (17,3-20,6 cm) för att tio fiskar skulle kunna genomgå analys på denna station. Totalt har således 30 abborrar analyserats från tre stationer.

Från Millesvik har även 10 gäddor analyserats. Det bör dock påpekas att hälften av dessa fiskar tyvärr översteg det rekommenderade intervallet; $1 \pm 0,2$ kg). Den största fisken vägde närmare 1,4 kg.

Som en fortsättning på tidigare års undersökningar av gädda från norra Vänern (se bl.a. Lindeström, 1995⁶) har fr.o.m. 1998 tio gäddhonor kring 1 kg även insamlats från Kattfjorden väster om Hammarön. Denna undersökning görs utanför den samordnade regionala miljöövervakningen men redovisas tillsammans med övriga fiskundersökningsresultat i föreliggande rapport. Gäddorna har fångats i västra Kattfjorden NO om Åsunda och stationen har i denna redovisning fått beteckningen 1b, Åsunda/Kattfjorden.

Metodik

Samtliga fiskar som analyserats har även bestämts avseende längd, vikt och ålder. För åldersbestämning utnyttjas skilda delar för olika arter, i dessa fall gällock för abborre och vingben för gädda. Åldersbestämningen sker genom att antalet "årsringar" avläses efter lämplig preparering.

Vidare har leverns vikt bestämts på alla fiskar och med ledning härav det leversomatiska indexet, LSI. Detta index beskriver leverns relativa storlek i förhållande till den somatiska

kroppsvikten (utan inälvor). På motsvarande sätt beskrivs könsorganens, eller gonadernas, relativa storlek genom indexet GSI.

En annan storhet som beräknats är konditionsfaktorn, CF, som beskriver fiskens rundhet ($((\text{vikt}/\text{längd}^3) \cdot 100; (\text{g}/\text{cm}^3) \cdot 100)$). Även gonadernas (könsorganens) vikt har bestämts.

Kvicksilver och de aktuella stabila klorerade

organiska ämnena har analyserats på prov från fiskarnas ryggmuskulatur. Övriga metaller har analyserats på lever. Individuella analyser har gjorts på varje enskild fisk.

Torrsubstanshalten har bestämts på både lever och muskelprover medan fetthalten endast bestämts i muskelvävnad.

Om provtagningsprogrammet

Undersökningen har utförts i enlighet med de riktlinjer som gäller för den nationella miljöövervakningen¹. Såväl olika fiskarter som skilda organ har undersökts beroende på deras varierande förmåga att anrika de aktuella ämnena. Valet av undersökningsobjekt har även styrts av såväl konsumtionsaspekter som krav på statistisk säkerhet vid uttalanden om skillnader i tid och rum. Detta fjärde undersökningsår innefattar undersökningen enbart abborre och gädda.

Abborre provtas och analyseras årligen på fyra lokaler i Vänern. Abborre används inom den nationella miljöövervakningen för bl.a. kontroll av vissa metaller och stabila organiska ämnen i mindre sjöar¹. Likaså provtas och analyseras abborre i andra av landets stora sjöar, exempelvis Vättern². Det kommer därför med tiden att finnas ett betydande jämförelsematerial till undersökningarna av Vänerns abborrpopulation. Genom att välja

relativt små, likstora och likkönade individer minskar risken för att olika omgivningsfaktorer ska vara styrande för resultaten.

Även **gädda** från Millesvik skärgård kommer att provtas och analyseras årligen enligt programmet (öring undersöks vart femte år). Gädda är viktig för Vänerfisket, både yrkes- och fritidsfisket, och omfattas samtidigt av allmänna gränsvärden för saluhållning³ & ⁴ och av kostrekommendationer⁵. Gädda undersöks (utanför detta program) även på andra platser i Vänern såsom i Kattfjorden väster om Skoghall, till vilken Millesvik-lokalen kan tjäna som referens. Undersökningarna i Kattfjorden finansieras av StoraEnso men samordnas med övriga undersökningar på fisk och redovisas i föreliggande rapport. Gädda har, jämfört med andra arter, visat sig vara särskilt effektiv att anrika kvicksilver.

Om analyser

Följande ämnen har analyserats.

Fiskkött (muskulatur).

Abborre: Hg, PCB (10 kongener) & DDT (2 st).

Gädda: Hg.

Lever.

Abborre: Cu, Pb, Cd, Zn, As, Cr & Ni.

Ämnenas beteckningar beskrivs i en separat faktaruta.

Proverna för metallbestämning har frystorkats, uppslutits i salpetersyra (för Hg och As i en blandning av salpeter- och svavelsyra) och därefter bestämts i en atomabsorptionspektrofotometer, som för kvicksilver och arsenik varit kopplad till en flödesinjektor.

Som standard har använts Bovine Liver 1577b resp. DORM-2.

Proverna för bestämning av de stabila organiska föreningarna har genomgått en serie av extraktioner, tvättningar och koncentreringsförfaranden före analysen i gaskromatograf (GC-EC med två olika kolonner).

Ytterligare detaljer kring upparbetnings- och analysförfaranden respektive använda standards framgår av analysrapporterna från de anlitade laboratorierna. Dessa finns redovisade i en särskild bilagedel, som kan rekvideras från Vänerkansliet.

Analysresultaten har behandlats statistiskt genom beräkning av aritmetiskt medelvärde, standardavvikelse (SD) och 95 % konfidensintervall för samtliga variabler (exklusive ålder), stationer och fiskarter.

Använda förkortningar		As	arsenik
CF	konditionsfaktor	Cr	krom
LSI	leversomatiskt index	Ni	nickel
GSI	gonadsomatiskt index	Hg	kvicksilver
ts	torrsubstans		
vv	våtvikt (färskvikt)	PCB	polyklorerade bifenyl
fv	fettvikt	PCB _{sum10}	summan av 10 enskilda PCB-föreningar, s.k. kongener
Cu	koppar	CB-153	den PCB-kongen som utgör basen för det svenska gränsvärdet
Pb	bly	DDT	dikloridfenyldikloretan
Cd	kadmium		
Zn	zink		

Resultat 1999

Sammanställning av resultaten

Samtliga enskilda analysresultat finns samlade i en särskild bilagedel (kan rekvideras från Vänerkansliet). I Tabell 1 och Figur 2 nedan sammanfattas resultaten i form av medelvärden och spridningsmått.

Tabell 1. Sammanfattning av analysresultaten för abborre och gädda från 1999 års undersökning, hämtat från bilagedelen. Aritmetiska medelvärden med 95 % konfidensintervall. För ålder är medianvärdet angivet.

Område Enhet*		ABBORRE			GÄDDA	
		Torsö 3	Köpmannebro 4	Millesvik 5	Kattfjorden 1b	Millesvik 5
Längd	cm	19,5 ± 0,5	19,3 ± 0,4	18,8 ± 0,8	52,9 ± 1,5	56,1 ± 1,9
Vikt	gram	82 ± 6	75 ± 5	74 ± 11	936 ± 84	1200 ± 68
ålder	år	5+/6+	5+	4+/5+	4+	4+/5+
CF		1,10 ± 0,03	1,04 ± 0,03	1,10 ± 0,05	0,63 ± 0,03	0,68 ± 0,04
LSI	%	1,48 ± 0,23	1,08 ± 0,12	1,16 ± 0,10	2,18 ± 0,56	2,85 ± 0,51
GSI	%	1,06 ± 0,45	0,52 ± 0,11	0,79 ± 0,31	±	±
Fett	%	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	-	-
Zn	µg/g ts	112 ± 8	117 ± 6	118 ± 8	-	-
Cu	µg/g ts	8,3 ± 1,2	11,4 ± 5,7*	8,5 ± 1,3	-	-
Cd	µg/g ts	1,0 ± 0,4	1,7 ± 0,6	1,4 ± 0,8	-	-
Pb	ng/g ts	48 ± 7	65 ± 15	67 ± 19	-	-
Cr	ng/g ts	20 ± 13	42 ± 15	32 ± 11	-	-
Ni	ng/g ts	18 ± 6	39 ± 11	31 ± 14	-	-
As	µg/g ts	<2	<2	<2	-	-
Hg	ng/g vv	155 ± 33	201 ± 52	120 ± 35	519 ± 70	349 ± 74
Hg 1-hg	ng/g vv	190	270	170	-	-
Hg 1-kg	ng/g vv	-	-	-	560	290
PCB ^{sum 10}	µg/g fv	0,45 ± 0,09	1,00 ± 0,46	0,39 ± 0,15	-	-
CB-153	µg/g fv	0,14 ± 0,03	0,28 ± 0,13	0,11 ± 0,04	-	-
DDT	µg/g fv	0,10 ± 0,02	0,20 ± 0,12	0,13 ± 0,07	-	-

1 µg = 1/1000 000 g, 1 ng = 1/1000 000 000 g

* = vid uteslutning av ett högt värde (troligen artefakt) blir medelvärdet 8,6 µg/g ts

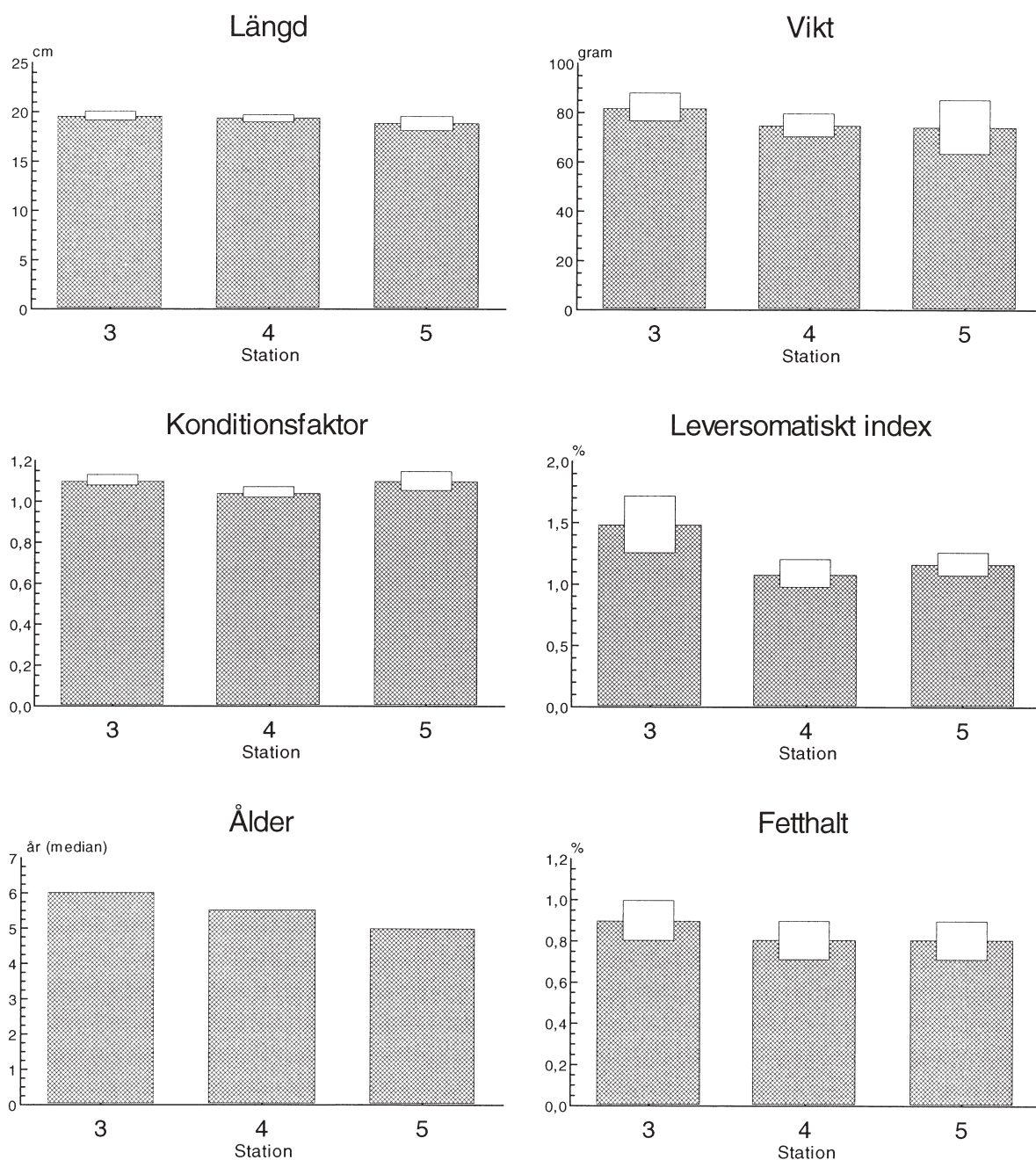
Längd, vikt, ålder och fetthalt

Varken längden eller vikten hos de insamlade abborrarna skilde sig statistiskt sett inte åt mellan stationerna (Tabell 1 & Figur 2). Fiskarna från Millesvik (stn 5) var dock generellt sett något mindre och yngre, medan de från Torsö (stn 3) tenderade att vara större och äldre. Denna smärre skillnad i ålder och storlek återspeglas även något i fetthalten, men speciellt i de lever- och gonadsomatiska indexen, dvs i leverns och gonadernas relativa vikt.

Andledningen till ett högre GSI-värde hos de äldre individerna, är att dessa är mogna för lek kommande vår, vilket den yngre fisken inte är.

Det högre LSI-värdet hos de äldre fiskarna vid Torsö beror i sin tur troligen på att dessa hunnit ansamla mer energi i levern än sina yngre fränder. Dessa skillnader kan ha viss betydelse för tolkningen av analysresultaten.

Däremot förekommer ingen skillnad mellan de största och minsta fiskarna, dvs mellan station 3 och 5, vad gäller fiskens relativa rundhet som beskrivs i konditionsfaktorn. Fisken från Köpmannebro (stn 4) hade däremot ett något lägre CF-värde jämfört med de två andra stationerna, dock inte onormalt lågt eftersom en konditionsfaktor kring 1,0 anses tyda på en välmående fisk.



Figur 2. Morfometriska variabler samt ålder hos abborre från olika delar av Vänern 1999. Aritmetiska medelvärden med 95 % konfidensintervall (median för ålder).

Kvicksilver i fiskkött

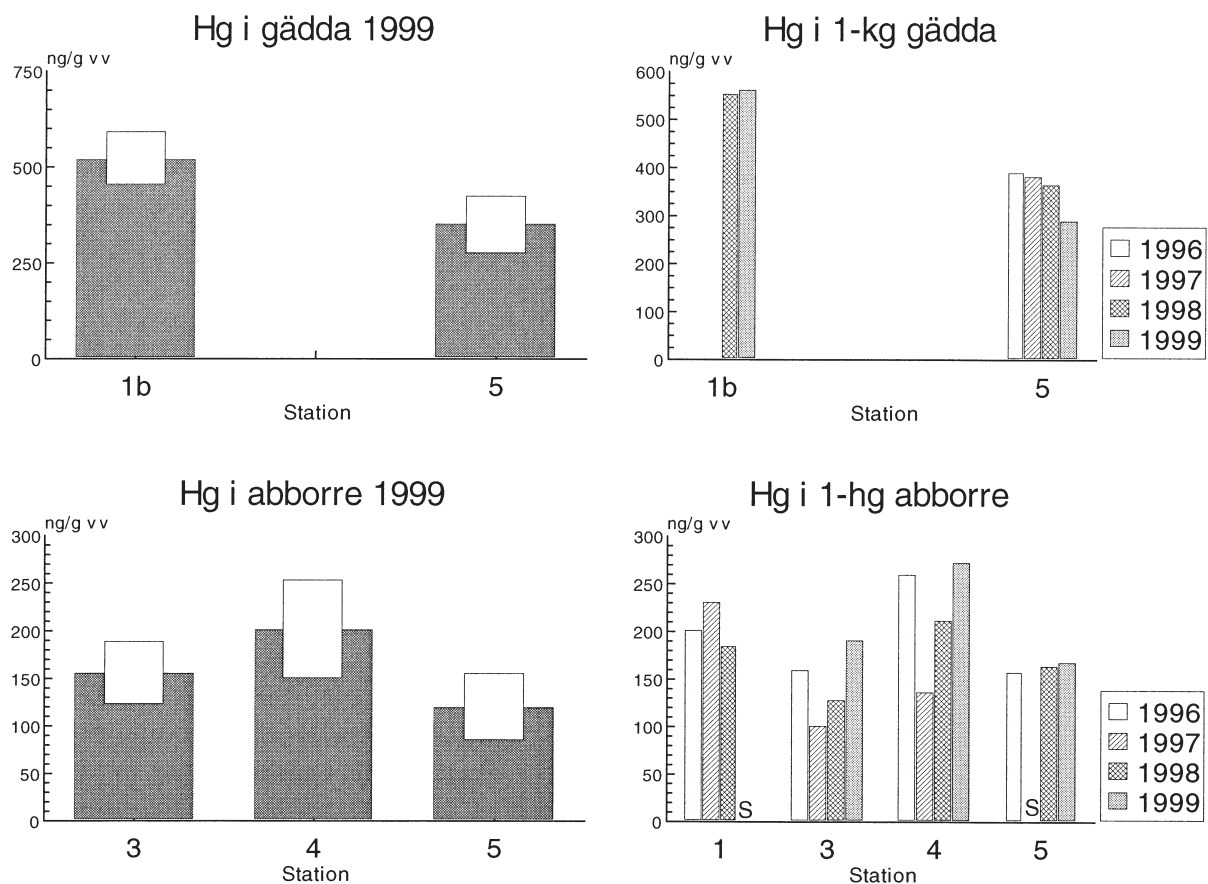
En rad tidigare studier har visat att kvicksilverhalten i fisk har koppling till fiskens roll i näringskedjan liksom till dess storlek och ålder. Kvicksilver tillhör en av de få metaller som biomagnifieras, dvs halten ökar uppåt i näringskedjan. Detta märks även tydligt i denna studie där exempelvis kvicksilverhalten i gädda från Millesvik var ca 3 gånger högre än i abborre från samma lokal (*Tabell 1*).

Vidare har större och äldre fiskar vanligtvis en högre halt av kvicksilver i sina vävnader än mindre och yngre individer. Därför är det vanligt att standardisera de uppmätta kvicksilverhalterna i fisk till att representera en viss storlek, exempelvis 1-hg för abborre och 1-kg för gädda. Härigenom kan man lättare jämföra olika platser och tidpunkter med varandra.

Kvicksilverhalten i gädda och abborre från olika delar av Vänern 1999 framgår av Figur 3.

Signifikant högre kvicksilverhalter registrerades i gädda från Kattfjorden (stn 1b) än i referensområdet Millesvik (stn 5). I abborre tenderade kvicksilverhalten vara högre på station 4 jämfört med station 3 och 5. Bilden har varit ungefär densamma under hela undersökningsperioden 1996-99. De år abborre från station 1 i norra Vänern kunnat undersökas har även dessa haft högre kvicksilverhalt jämfört med station 3 och 5, Torsö och Millesvik.

Tolkningen av dessa och övriga resultat görs med reservation för att den statistiska behandlingen egentligen har relevans endast i de fall mätresultaten är normalfördelade. Koncentrationer i biologiska vävnader av metaller och organiska ämnen är dock vanligen snedfördelade med en mer eller mindre lång svans i det högre koncentrationsintervallet².



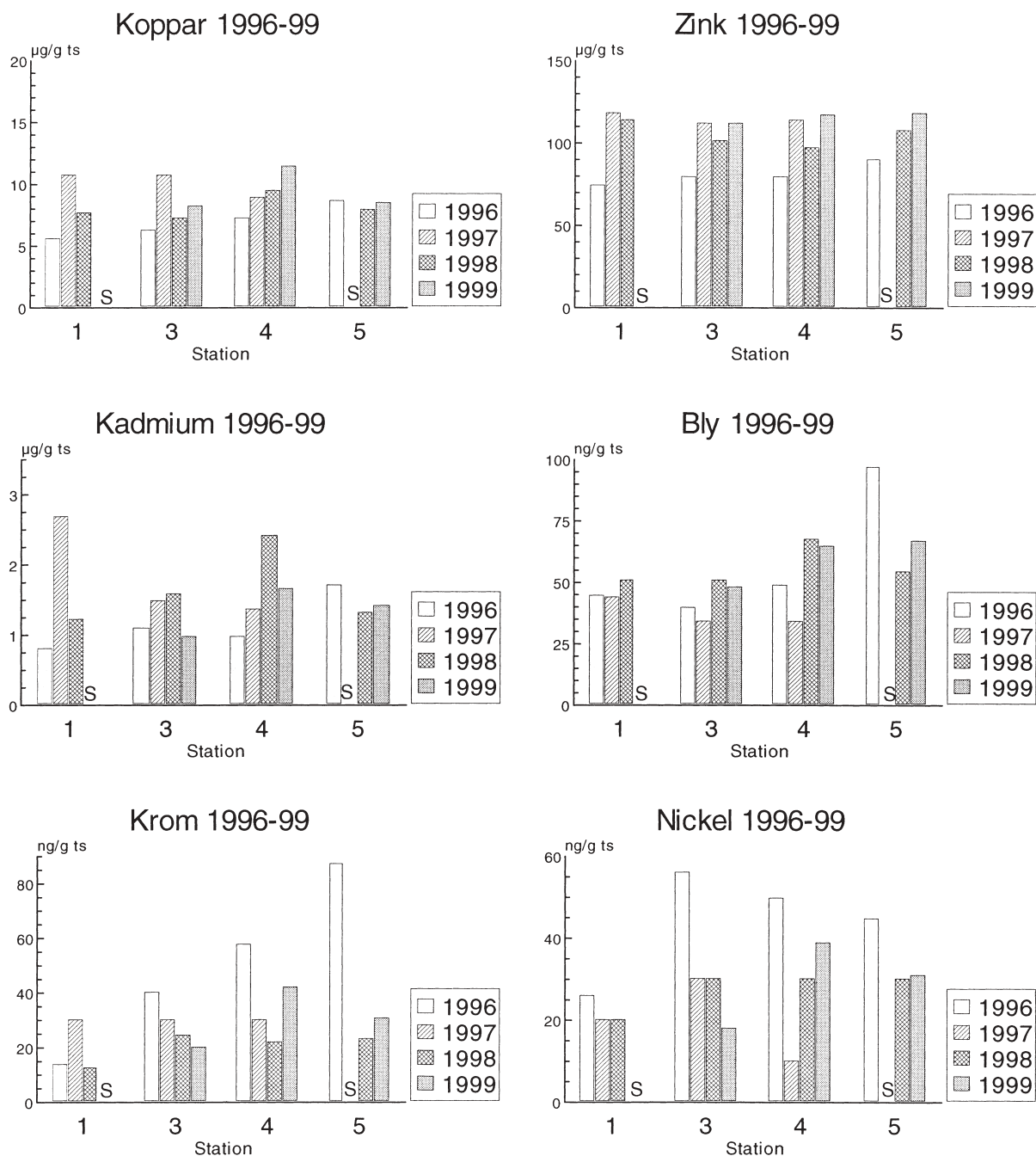
Figur 3. Kvicksilverhalter i gädda och abborre från Vänern 1999 avseende medelhalt med 95 % konfidensintervall (vänster), respektive standardiserade Hg-halter för 1-hg abborre respektive 1-kg gädda för åren 1996-99 (höger). Alla värden är uttryckta i våtvikt. S=värde saknas.

Övriga metaller i abborrlever

Andra metaller än kvicksilver har endast analyserats i abborre (levervävnad). Resultaten redovisas i Tabell 1 och Figur 4. I den bilaga som kan beställas via Vänerkansliet finns rådata från undersökningen. I Figur 4 kan även en jämförelse göras med tidigare års undersökningsresultat, förutom för arsenik.

Kopparhalten vid Köpmannebro (stn 4) kan tolkas som att en ökning sker i lever. Det bör

dock påpekas att av de tio analyserade proven erhöles ett avvikande högt värde (37 $\mu\text{g/g ts}$), vilket tyder på en artefakt. Utesluts detta värde erhålls ett medelvärde på 8,6 $\mu\text{g/g ts}$ för station 4, d.v.s. samma nivå som de övriga två stationerna år 1999 och lägre än de två föregående åren på station 4.



Figur 4. Metallhalter i abborrlever från olika delar av Vänern åren 1996-1999 avseende medelhalt (aritmetiskt medelvärde). Alla värden är uttryckta i torr vikt. S = värde saknas.

När det gäller koppar och zink i fisklever är bilden således densamma som tidigare; små skillnader märks mellan lokalerna och de mellanårsvariationer som förekommer beror troligen på skillnader i fiskens vikt, temperaturvariationer m.m. Denna situation är att förvänta för koppar och zink eftersom dessa metaller är essentiella, dvs de ingår i en rad enzymer och andra beståndsdelar. Fisken har därmed utvecklat en god förmåga att reglera dessa metaller vilket gör att de oftast förekommer i relativt konstanta halter i fiskvävnader.

En tendens till ökande kadmiumhalter i abborrlever registrerades fram till år 1998 på station 4, Köpmannebro. Denna ökning har brutits 1999, men fortfarande finns en tendens i materialet till något högre kadmiumhalter på denna lokal än på övriga.

Även blyhalten tenderar att vara högre vid Köpmannebro, liksom i Millesvik skärgård (stn 4 och 5), jämfört med övriga lokaler. Mellanårsvariationerna är dock relativt stora. Orsaken till den förhållandevis höga blyhalten på referensstationen Millesvik kan tyckas märklig, men beror sannolikt på att området är näringsfattigt vilket kan leda till en förhöjd metallanrikning hos fisken.

Ännu större mellanårsvariationer än bly uppvisar haltena av krom och nickel i fisklever. Dessa ligger dock generellt sett på en mycket låg nivå som är strax över, eller i vissa fall på, analysmetodens detektionsgräns. För nickels del understiger de angivna halterna i några fall detektionsgränsen, men då denna är definierad med en viss marginal (se bilagedelen) har vi valt att ändå presentera dessa värden. Trots att nickel och kromhalterna är låga kan man eventuellt

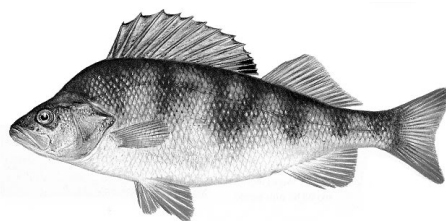
skönja en viss haltnedgång under perioden vid Torsö (stn 3). Om detta är tillfälligt eller bestående får framtida analyser visa.

Arsenikhalten 1999 understiger i samtliga fall metodens detektionsgräns; 2,0 µg/g ts. Det har inte varit möjligt att gå vidare med en känsligare analysmetod eftersom det biologiska materialet i form av de små leverna inte räckt till för detta. Av de tidigare utförda arsenikanalyserna är enbart resultaten från 1998 tillförlitliga, p.g.a. analysproblem. Arsenikhalten 1998 låg för de fyra studerade stationerna mellan 2,0-3,2 µg/g ts.

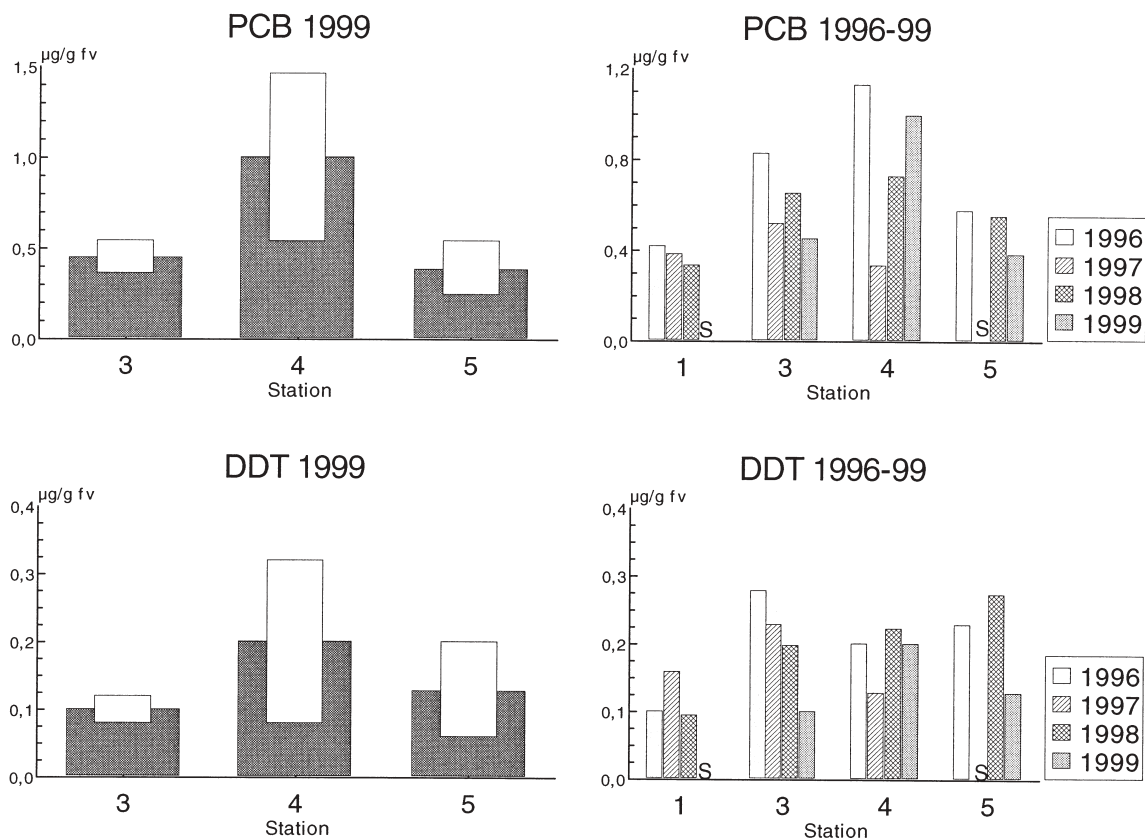
PCB och DDT i abborrkött

Halten PCB i fiskkött (muskelvävnad) har bestämts genom att analysera tio enskilda PCB-föreningar, s.k. kongener. En av dessa kongener, CB-153, utgör numera basen för det svenska gränsvärdet för PCB⁶. Tidigare bestämdes PCB med en annan metodik varvid man erhölet ett mått på den totala summan av olika kongener (sPCB). Eftersom dessa föreningar är fettlösliga redovisas resultaten huvudsakligen på basis av vävnadernas fetthalt.

Uppmätta PCB- och DDT-halter i abborre från olika delar av Vätern framgår av *Figur 5*. PCBhalten tenderar att ligga på en högre nivå vid Köpmannebro (stn 4) jämfört med de övriga stationerna. Vidare kan noteras att PCB- och DDT-halten 1999 vid station 3 och 5 var den lägst registrerade för respektive station av de fyra undersökningsåren. En tendens till nedåtgående halter under perioden av framför allt DDT kan skönjas vid Torsö (stn 3).



Abborre



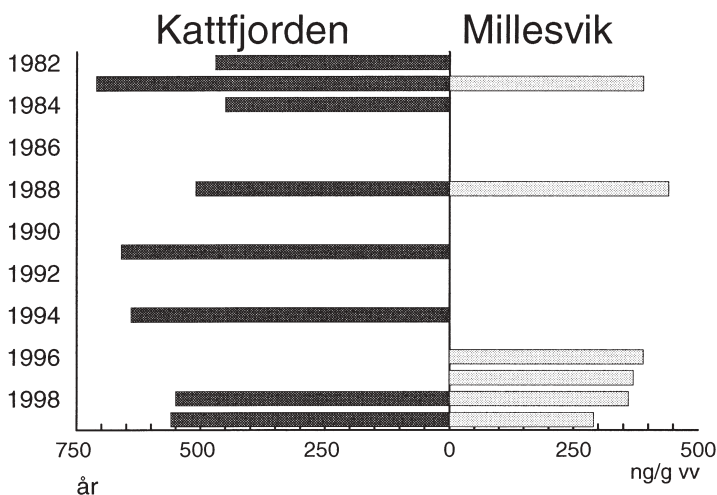
Figur 5. Halter av PCB och DDT i fiskkött från abborre från olika delar av Vänern 1999 avseende medelhalt med 95 % konfidensintervall (vänster) respektive motsvarande medelhalter för åren 1996-99 (höger). PCB avser summan av 10 kongener (enligt bilagedelen). Alla värden är uttryckta i fettvikt. S=värde saknas.

Kommentar

Under en femtonårsperiod har kvicksilverhalten i 1 kg-gädda från de minst påverkade delarna av Vänern, Millesviks skärgård väster om Värmlandsnäs i Dalbosjön, legat kring 0,4 mg/kg (Figur 6). Under senare delen av 1990-talet kan dock en svag positiv tendens skönjas mot en lägre haltnivå kring 0,3 mg/kg, som registrerades 1999. Förhoppningsvis är detta en utveckling som håller i sig. En "naturlig" kvick-

silverhalt för 1-kg gädda anses ligga kring 0,2 mg/kg⁷.

I Kattfjorden i norra Vänern ligger kvicksilverhalten i 1-kg gädda kvar på samma nivå som 1998, 0,56 mg/kg, vilket dock är något lägre än vad som uppmättes i området under första halvan av 1990-talet⁶. Denna halt överensstämmer istället med den nivå som noterades i slutet av 1980-talet.



Figur 6. Kviksilver i 1-kg gädda från referensområdet Millesvik (stn 5) i nordöstra Dalbosjön under perioden 1983-99 samt från Kattfjorden i norra Värmlandssjön åren 1982-1999.

Abborren har endast undersökts under en kortare period varför någon liknande trend som för gädda inte kan registreras. Kvicksilverhalten i 1 hg-abborre från Millesvik under perioden 1996-1999 har istället legat stabilt vid 0,16-0,17 mg/kg färskvikt. Vidare kan påpekas att kvicksilverhalten tenderar att ligga på en något högre nivå, både vid Köpmannebro och utanför Kattfjorden (stn 4 och 1), jämfört med de övriga stationerna.

Gällande svenska gränsvärden för saluhållning av fisk ligger för kvicksilver på 1 mg/kg i gädda³ respektive 0,5 mg/kg i abborre⁸. Inget gränsvärde för DDT existerar för närvarande⁹ men för några år sedan gällde 0,5 mg/kg⁴, vilket idag används som "riktvärde" (P-O Danerud, SLV). Det aktuella gränsvärdet för PCB (gäller endast kongenen CB-153) ligger på 0,1 mg/kg⁴. Alla halter är uttryckta i färskvikt (våtvikt).

Den högsta kvicksilverhalt som i denna under-

sökning uppmättes i gädda, var 0,73 mg/kg i Kattfjorden respektive 0,58 mg/kg i Millesvik. I abborre låg den högsta enskilda på 0,39 mg/kg (i Köpmannebro). Dessa fiskar underskrider således gällande gränsvärde. Högre kvicksilverhalter kan dock förväntas i större fiskar. För DDT och PCB gäller att halterna generellt sett är låga i mager fisk som abborre. Som högst uppmättes 3,7 µg/kg (0,0037 mg/kg) DDT och PCB (CB-153) i abborre från Torsö (stn 3), vilket således är långt under både tidigare och nu gällande gränsvärden för saluhållning.

Emellertid säger Livsmedelsverkets allmänna kostråd om konsumtion av insjöfisk⁵, att gravida och ammande kvinnor helt ska avstå från att äta abborre och gädda samt att övriga kvinnor och män bör äta dessa fiskar högst en gång per vecka.



Litteraturhänvisning

Bilaga till artikeln med rådata. Beställs via Vänerkansliet, Länsstyrelsen, 542 85 Mariestad.

¹Naturvårdsverket (1995). Övervakning av hälso- & miljöfarliga metaller och organiska miljögifter. Rapport 4436.

²Bignert, A. (1997). Miljögifter i Röding och Abborre från Vättern 1996. Vätternvårdsförbundet, rapport nr 45.

³Livsmedelsverket (1994). SLV FS 1994:17.

⁴Livsmedelsverket (1995). SLV FS 1995:11.

⁵Livsmedelsverket (1996). Kostråd om fisk. SLV rapport nr 9/1996.

⁶Lindeström, L. (1995). Metaller och stabila organiska ämnen i Vänern. Tillstånd, utveckling, källfördelning, risker. Åtgärdsgrupp Vänern, rapport nr 2.

⁷Alm, G. m.fl. (1999). Metaller. I: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 1. NV rapport 4920.

⁸Livsmedelsverket (1998). SLV FS 1998:40.

⁹Livsmedelsverket (1998). SLV FS 1998:31.

Sjöfåglar i Vänern

Sammanfattning av rapporten Fågelskär i Vänern 1999
av E. Landgren och T. Landgren

För sjunde året i följd inventerades Vänerns fågelskär av ett tjugotal ornitologer. Våren 1999 nådde Vänerns vattenstånd över högsta dämningssgränsen och var klart högre än under något av de tidigare inventeringsåren. Ornitologerna fann att ett antal av tärnornas och skrattnåsarnas vanliga häckningsskär var vattendränkta. Vid utvärderingen av in-venteringen måste detta beaktas. Några av arterna inräknades i färre antal än vanligt och detta beror troligen främst på att färre fåglar häckade vid inventeringstillfället på grund av det höga vattenståndet. Oavsett om så är fallet visar årets inventering att tillståndet för Vänerns kolonihäckande sjöfåglar är gott. Undantag är roskarlen, som häckade i ännu färre antal än tidigare.



Vänerns två talrikaste måsfåglar **fiskmå**s och **gråtrut** inräknades i större antal än något tidigare år sedan inventeringsstarten 1993. Detsamma gäller den sparsamt förekommande **silvertärnan**. Skrattnåsarna var betydligt färre jämfört med närmast föregående år, men ändå mer än dubbelt så många som de två första inventeringsåren. Förekomsten av **fisktärna** låg nära genomsnittet för inventeringsåren. Endast en av Vänerns måsfåglar, **havstruten**, uppvisade en direkt svag förekomst jämfört med tidigare år.

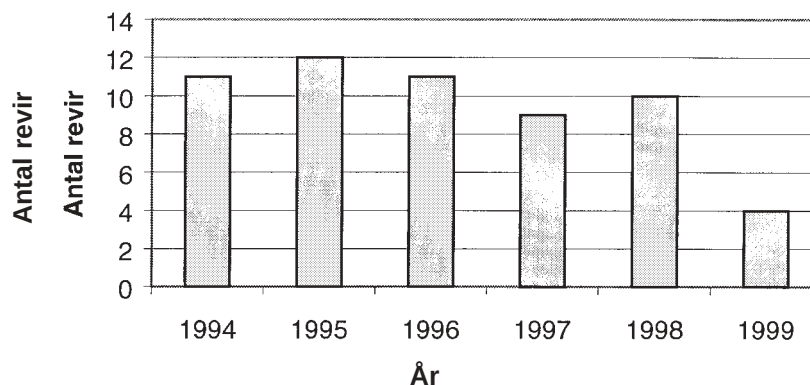
Silltrut och **skräntärna** är två måsfåglar som, förutom i Vänern, nästan enbart häckar vid havskusterna. För andra året i rad ökade antalet silltrutar kraftigt. På fågelskären inräknades närmare 200 individer. Liksom de tre föregående åren häckade skräntärna med tre par, två i Västergötland och ett i Värmland. Vänerns få par häckar oftast troget i samma skärgårdar år efter år.

Mellanskarven är en ny häckfågel på Vänerns fågelskär. Arten konstaterades för första gången häcka 1989 och har därefter successivt ökat i antal och bildat nya kolonier. År 1999 fanns totalt knappt 1 100 par fördelade på 15 kolonier i olika delar av sjön. Ökningstakten har dock mer än halverats de senaste åren, och ingen ny koloni tillkom 1999. Kanske är artens expansionsfas i Vänern snart till ända.

Det förefaller som om skarvarna söker sig till fågelskär med trutkolonier för att häcka. Trutarnas antal och den övriga fågelfaunan på skarvskären tycks i genomsnitt inte ha förändrats påtagligt jämfört med på andra fågelskär sedan skarvarna dök upp. Speciellt skyddsvärda fågelarter som **storlom** och **skräntärna** har regelbundet häckat i anslutning till skarvkolonier i Vänern.

Vitkindad gås var tidigare känd som en rent arktisk fågelart, men har under senare år börjat häcka längre söderut, främst i Östersjöområdet. Sedan 1993 har häckning årligen konstaterats i Vänern. Vid 1999 års inventering inräknades totalt 19 vuxna fåglar. Häckningar konstaterades på tre lokaler, därav en i norra Vänern och två i Dalbosjön. Liksom sina artfränder i Arktis häckar Vänerns vitkindade gäss gärna kolonivis i anslutning till trutar som ger ett visst skydd mot rovdjur.

För **roskarlen**, en vadare som i Vänern alltid häckar i måsfågelkolonier, är läget nu katastrofalt. Arten påträffades endast på fyra fågelskär jämfört med tio år 1998. Även från delar av östkusten, som förutom Vänern är artens enda nuvarande häckningsområde i Sverige, kommer rapporter om en minskning. Från västkusten har arten försvunnit. Mot denna bakgrund är det inte självklart att huvudorsaken till roskarlens nuvarande situation står att finna i häckningsområ-



Antal revir av roskarl i Vänern åren 1994-1999.

Våren 1999 nådde Vänerns vattenstånd över högsta dämningsskär och var klart högre än under något tidigare inventeringsår. Ett antal tidigare häckningsskär för tärnor och skrattnås var vattendränkta. Vid utvärderingen av inventeringsresultatet måste detta beaktas. De lägre inventeringssiffrorna för några av arterna kanske främst avspeglar förändrade häcknings-

förhållanden på grund av högt vattenstånd. Oavsett om så är fallet visar årets inventering att tillståndet för Vänerns kolonihäckande sjöfåglar, med undantag för roskarl, för närvarande är gott.

Inventeringen

Inventeringen av Vänerns fågelskär, dvs. skär med kolonihäckande sjöfåglar, ingår som en del av miljöövervakningen i Vänern. Ett tjugotal ornitologer inventerade knappt 640 fågellokaler i mitten av juni.

Inventeringen utförs på uppdrag av Länsstyrelsen i Värmlands län, Länsstyrelsen i Västra Götalands län samt Vänerns vattenvårdsförbund. Uppgifterna från åren 1993-1999 finns inlagda i en speciell databas som byggts upp för detta ändamål. Samordnare för inventeringarna är Thomas Landgren från Gullspång.

Metoden har tagits fram speciellt för att räkna kolonihäckande sjöfåglar i Vänern. Inventeringen sker genom att på avstånd, utan

landstigning, räkna antalet uppskrämda fåglar på de olika skären. Räkningarna görs i mitten av juni när flertalet sjöfåglar häckar. Metoden är framtagen för att inventeringen ska kunna genomföras utan att fåglarna störs allvarligt i häckningen.

De årliga inventeringarna används för att studera långsiktiga förändringar hos Vänerns sjöfågelbestånd. Vi får reda på vilka arter som finns och var de häckar, vi får viktig kunskap om de hotade och sällsynta arter som finns i Vänern, och vi får löpande information om hur en viktig del av Vänerns ekosystem fungerar.



Här kan du läsa mer

Fågelskär i Vänern. Inventering av fågelskär i Vänern 1999. Landgren, E. och Landgren, T. 2000. Vänerns vattenvårdsförbund, rapport nr. 9. 2000. Rapporten finns i sin helhet på Internet under adressen: www.vanern.s.se

Speciella händelser under året

Agneta Christensen, Vänerns vattenvårdsförbund



FÖRÄNDRINGAR HOS FÖRETAGEN

Kväverening vid Götene avloppsreningsverk

Det kommunala avloppsreningsverket i Götene fick under 1999 tillstånd till utbyggnad av kväverening. Byggnationerna påbörjas under 2000 och halterna i utgående avloppsvatten kommer att uppfylla villkoret 15 mg kväve per liter beräknat som årsmedelvärde.

OLYCKOR OCH UTSLÄPP UNDER ÅRET

Mariestads avloppsreningsverk

Under året medförde trasiga rör att avloppsvatten kom orenat ut i Vänern vid några tillfällen.

JAS-plan i Vänern

I september 1999 störtade ett JAS-plan från flygflottiljen F7 i Såtenäs. Detta skedde i vatten utanför Djurö och planet bärgades.

SJÖFARTEN

Godstransporterna på Vänern har minskat med 7% jämfört med föregående år. Ca 2 600 fartyg (1998: 2 700) i nyttotrafik passerade under 1999 genom Trollhätte kanal till och från Vänern. Totalt transporterades 2 800 milj. ton (1998: 3 000 milj. ton) gods till vänerhamnarna. Under 1999 skedde ingen olycka med något handelsfartyg inblandat som har haft betydelse för Vänerns miljö. Mer information finns i Vänerns seglationsstyrelses årsberättelse för 1999.

NATURRESERVAT

Naturreseptatet i Tösse skärgård

Naturreseptatet i Tösse skärgård har under året invigts efter att beslutet vunnit laga kraft.



Lastfartyget Mangen passerar en av slussarna i Trollhättan. Foto: Bodil Hedin

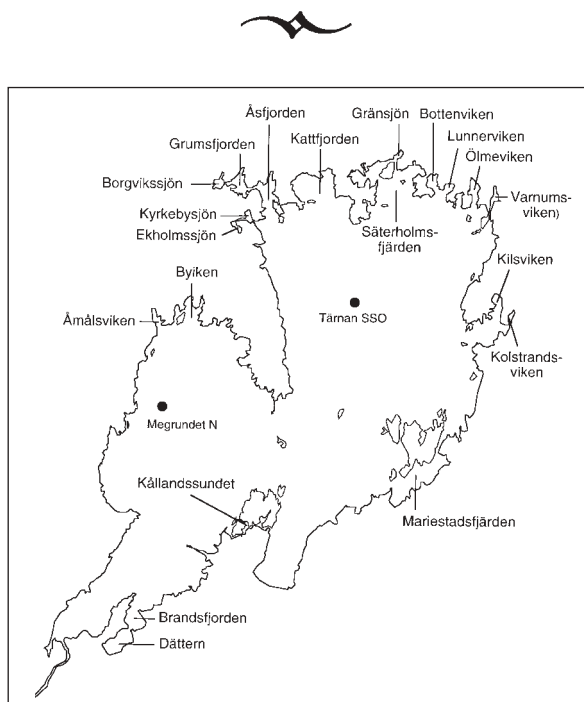
Övervakning av bottenfauna i Vänerns strandnära recipientkontroll – ett tioårigt perspektiv

En sammanfattning av rapporten

Rapporten beskriver miljökvalitetstillståndet vid 32 stationer inom Vänerns kustnära recipientkontroll under perioden 1989-1998. Bedömningar har gjorts med hjälp av bottenfauna- och sedimentdata. Många av vikarna och fjordarna har få bottendjur (< 1000 individer/m²). Index visar att bottenfaunan i de flesta av områdena endast avviker något från normala förhållanden (bedömningsklass 2). Bottendjuren i Störvätern visar på ostörda förhållanden eller på måttliga effekter av störning.

I några grunda och mer näringsrika vikar är antalet bottendjur högre. Bottendjuren består här av arter som klarar låga syrehalter. Dessa vikar är Ekholmssjön och Kyrkebysjön, inre Åsfjorden, Grumsfjorden och Borgvikssjön i Grums kommun, Gränsjön i Karlstads kommun, Ölmeviken, Varnumsviken och Kolstrandsviken i Kristinehamns kommun, Kilsviken i Kristinehamns och Gullspångs kommuner, Kållandssundet i Lidköpings kommun, Dättern i Grästorps och Vänersborgs kommuner. Vikarna är instängda, har sämre vattenutbyte med Vänern och är näringsrika p.g.a. en hög fosfor- och kvävebelastning.

Kattfjorden, i norra Vänern, saknar ofta vitmärlor och man kan misstänka att detta beror på att kräddjuren störs av de ännu höga halterna av kvicksilver i bottarna. I den yttre delen av Åsfjorden har antalet vitmärlor ökat markant under senare delen 1990-talet, vilket tyder på att deras livsvillkor har förbättrats.



Figur 1. Vikar och fjärdar från den strandnära recipientkontrollen som ingår i denna sammanställning samt de två stationerna i Störvätern.

Vitmärlor som indikatorart

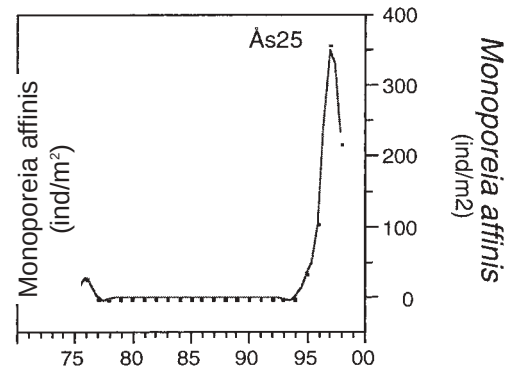
Vitmärlor trivs bäst i finkorniga sediment med hög vattenhalt, områden som man finner på djupbottenarna (s.k. ackumulationsbottenar). Märslorna är känsliga för miljöföroreningar (se t.ex. Sundelin m.fl. 1999), vilka brukar ackumuleras i sedimentet på djupbottenarna, och för låga syrehalter. Det är fyra faktorer som framförallt styr utbredningen av vitmärslorna i Vänerns strandnära vikar – botten temperaturen, sedimentets struktur och vattenhalt, syrehalten och förekomsten av miljögifter. Storleken på vitmärslorbeståndet styrs däremot av näringstillgången och predationstrycket från rovfiskar.

Tätheten av vitmärslor har sedan 1989 tydligt ökat på båda stationerna i Störvännern (läs mer i kapitlet Bottendjur). Dessa trender har sannolikt sin förklaring i de vädermönster med milda vintar och varma somrar som har dominerat under 1990-talet. Ytsedimenten i Vänern har numera betydligt lägre halter av tungmetaller, framförallt kvicksilver (Torstensson 1999) och detta kan ha bidragit till att vitmärslorna har blivit fler.

Vitmärslor finns i ett antal av vikarna och fjärdarna. I flertalet fall är det frågan om generell låga tätheter med enstaka toppar. Detta gäller Bottenviken (Bo1), Mariestadsfjärden (M1, M2), den yttre delen av Byviken (By42) och Säterholmsfjärden (Sä47).

I Åsfjorden (Ås 25) har, under den senare delen av 1990-talet, skett en markant ökning av antalet vitmärslor. Fram till 1995 hittade man inga vitmärslor, utom vid ett tillfälle (1976). Från och med 1996 fann man vitmärslor i tätheter högre än 100 ind/m² (Figur 2). Detta tyder förmodligen på att livsvillkoren för vitmärslorna har förbättrats i den yttre delen av Åsfjorden. Troligen är det en effekt av högre syrehalter i bottenvattnet. Detta i sin tur beror på minskade utsläpp samt kortare perioder som vikarna var islagda och vattnet var skiktat under det relativt varma 1990-talet. På de andra stationerna i Åsfjorden saknas vitmärslor helt eller påträffas då och då i låga abundanser (≤ 27 ind/m²).

Även i den yttre delen av Byviken (By42) påträffades 1998 iögonfallande många vitmärslor, i medel 320 ind/m². Även här kan förhållanden goda syreförhållanden under 1990-talet ha bidragit till att vitmärslorna blivit fler.



Figur 2. Vitmärslan (*Monoporeia affinis*) har ökat i Åsfjorden, station Ås25.

Vitmärslor

Vitmärslan (*Monoporeia affinis*) är en istidsrelikt och trivs således bäst i relativt kalla bottenar. Blir det varmare än cirka 8 °C så slutar vitmärslorna att föröka sig. Märslorna livnär sig på att äta organiska partiklar i sedimentet. Både i USA och i Sverige har man visat att sedimentande alger, framförallt kiselalger, utgör en viktig födokälla för vitmärslor. Vitmärslor i sin tur utgör en viktig näringsresurs för fisk. Därmed sker överföringen av näring/energi från primärproducenter till fisk med endast en mellanliggande trofisk nivå (vitmärslor) och är således mycket effektiv.

Andra ovanliga kräftdjur

I 22% av bottenproverna förekom andra kräftdjur. Bland dessa var taggmärslan (*Pallasea quadrispinosa*) vanligast. Men även enstaka exemplar hittades på grunda bottenar av pungräkan (*Mysis relicta*) och vattengråsuggan (*Asellus aquaticus*). Man fann dock få individer och de utgjorde aldrig mer än några få procent av den totala tätheten. På de båda stationerna i Störvännern fann man regelbundet även enstaka exemplar av skorven (*Saduria entomon*).

Bland de kustnära vikarna har Mariestadsfjärden flest fynd av taggmärslor och pungräkor. Även på stationerna i Kattfjorden (Ka44, Ka63), Lunnerviken (Lu1), Säterholmsfjärden (Sä24, Sä32) och Åsfjorden (Ås5, Ås18, Ås25, Ås503) påträffades enstaka individer av taggmärslor och/eller pungräkor.

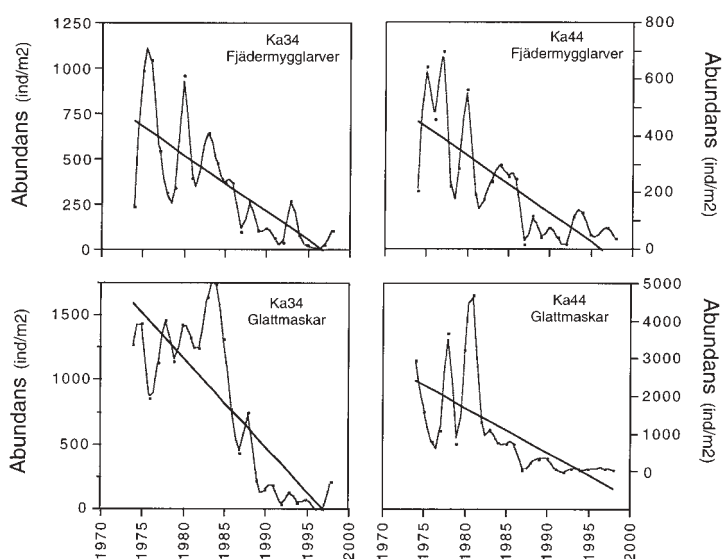
Fjädermygglarver och glattmaskar

Fjädermygglarver och glattmaskar finns generellt i relativt glesa bestånd på de djupa bottenarna i de näringsfattiga fjärdarna. Längre in i vikarna och fjärdarna ökar dock vanligtvis tätheterna av dessa djur, då vikarna blir grundare och mera näringsrika.

När man analyserar längre tidstrender (1974–1998) får man i många fall signifikant minskande tätheter av fjädermygglarver och glattmaskar över tiden. Exempel är stationerna Ka34 och Ka44 i Kattfjorden. Typiskt är också att en snabb minskning skedde i mitten av 1980-talet, vilket visar på effekter av tidigare minskningar av närsaltsbelastningen.

används i Bedömningsgrunderna (Bilaga 2, NV 1999) med tillägg av de fjädermygg taxa som ingår i BQI indexet. Även standardiserade inmatningsrutiner bör eftersträvas, för att få fram en en-hetlig stavning av artnamnen. Detta underlättar framtida utvärderingar av data från olika källor. Lämpligen bör initiativet till en sådan standardisering komma från Naturvårdsverket.

Det är svårt att dra slutsatser om olika områdens betydelse för den biologiska mångfalden med hjälp av botten djur. Grunda vikar med en lång kustlinje, en rik flora, olika naturtyper m.m. ger mycket goda förutsättningar för en hög biologisk mångfald. Många av dessa aspekter



Figur 3. Fjädermygglarver (överst) och glattmaskar (underst) har minskat i Kattfjorden (stationerna Ka34 och Ka44). Regressionslinjen visar signifikant minskande trender (linjär regression, $P < 0,0004$). Observera skillnaden i skalorna.

Tofsmyggor

Tofsmygglarver är framgångsrika i sjöar med långvarig syrebrist i bottenvattnet därför att de kan simma upp i vattnet. I vatten med syrebrist kan tofsmygglarver i det närmaste totalt dominera bottenfaunan. Djupbottenarna i Gränsjön hade vid 1999 års provtagning en hög täthet av tofsmygglarverna *Chaoborus flavicans* (>4000 ind/m², 70% av den totala tätheten). Höga tätheter av tofsmygglarver påträffades också i Ekholmssjön (Ås513) under 1996–98.

Mer enhetliga artlistor behövs

I uppdraget med att sammanställa olika undersökningar av bottenfauna fann utredaren ofta olika artlistor och artbestämningar till olika taxonomiska nivåer. Ett sätt att förbättra jämförbarheten av data från olika utförare är att i varje uppdrag ställa taxonomiska krav. En standardiserad artlista bör användas, förslagsvis den som

vägs samman vid en naturvärdering med hjälp av System Aqua, som för närvarande omarbetas.

Att göra kvalificerade bedömningarna av områdenas betydelse för biologisk mångfald kan därför företrädesvis göras med System Aqua.

Tillståndsbedömning av Vänerns vikar och fjärdar

Nedan följer en analys av miljötillståndet med hjälp av botten djur i de vikar och fjärdar som ingår i denna sammanställning. Där sedimentdata har varit tillgängliga har dessa används i analysen. Vid tolkning av dessa data bör man komma ihåg att det är svårt att jämföra sediment med starkt avvikande vattenhalt, eftersom det just är skillnaden i sedimentets densitet (sandhalt) som styr halten uttryckt per gram torrsustans..

Biologiska index för miljö kvalitet

För bedömning av miljö kvalitet på profundbotten används i Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket 1999) två biologiska index, BQI och O/C(z). BQI (Benthic Quality Index) (Wiederholm 1980) baseras på förekomst och abundans av indikatorer bland fjädermygglarver. Ett högt BQI värde indikerar opåverkade förhållanden, medan ett lågt värde tyder på tydliga eutrofieringseffekter, alternativt naturligt näringsrika förhållanden. Kunskapen att den relativa andelen glattmaskar (Oligochaeta) i bottenfaunan ökar med ökande halt organisk substans i sediment ligger till grund för O/C(z) indexet. O/C(z) beräknas utifrån kvoten mellan antalet glattmaskar och summan av antalet glattmaskar och sedimentbundna fjädermygglarver. Eftersom kvoten ökar med ökande djup görs vid indexberäkningen en normering för provtagningsdjupet. Vid indexberäkning har det sammanslagna resultatet av fem eller tio delprov använts.

Båda indexen är framtagna för bottenfauna i profundala ackumulationsbotten där sedimentet håller en hög vattenhalt (låg halt torrsubstans). Indexen kan också användas för bedömning av miljö tillståndet med hjälp av bottenfaunan i sublitoralen (4–6 m) om sedimentet består av finkornigt material. Även i relativt grunda vikar som fungerar som grunda sedimentationsbassänger och där sedimentet består av finkornigt bottenmaterial kan båda index tillämpas, dock med viss försiktighet.

Att man inte har valt antalet arter eller taxa som bedömning av miljö tillstånd och biologisk mångfald beror på att denna variabel är starkt beroende av provtagningsintensiteten

(fler prover ger fler arter/taxa) och den taxonomiska kunskapen hos den som utför analysen.

Antalet arter eller taxa blir därmed ett svävande begrepp. För att kunna jämföra antalet arter/taxa är det nödvändigt att standardisera antalet prover och få samtliga taxonomer i landet att arbeta med en standardiserad artlista. De biologiska index som används för bedömning av miljö tillstånd ger dock en indirekt bild den biologiska mångfalden.

Miljö tillståndsbedömning baserad på dessa ovanstående sker enligt en femgradigt skala (Naturvårdsverket 1999). På denna skala indikerar

klass 1 - inga eller obetydliga effekter av störning. Ingen eller enbart obetydlig mänsklig påverkan på organismsamhällena och deras miljö. Bottenfaunan liknar den som normalt förekommer i miljötypen under ostörda förhållanden.

klass 2 - måttliga effekter av störning, bottenfaunan visar tecken på störning, men avviker enbart något från den som förekommer under ostörda förhållanden,

klass 3 - tydliga effekter av störning, en avsevärd påverkan på organismsamhällena eller deras miljö och ett bottenfaunasamhälle som avviker måttligt från den som normalt förekommer under ostörda förhållanden,

klass 4 - starka effekter av störning, Bottenfaunan visar stora avvikelser från den som normalt förekommer under ostörda förhållanden.

klass 5 - mycket starka effekter av störning, en avsevärd påverkan på organismsamhällena, samt ett bottenfaunasamhälle som består av enbart ett fåtal toleranta taxa.

Bottenviken (Bo1)

Faunan i denna grunda lokal (5 m) uppvisar inslag av litoralfauna. Bland annat påträffas ibland dagsländelarver av släktena *Ephemera* och *Caenis* och nattsländelarven *Cyrnus trimaculatus* som alla tillhör faunan i strandzonen, men som också kan påträffas på lite större djup. Taxa som indikerar en god ekologisk kvalitet (t. ex. fjädermygglarver av släktet *Heterotris-socladius* och glattmasken *Spirosperma ferox*) och sådana som visar på dåliga syrgasförhållanden (t. ex. fjädermygglarven *Chironomus plumosus* och glattmasken *Potamotrix hammoniensis*) förekommer i Bottenviken sida vid sida. Relativt många arter (≥ 7) av fjädermygglarver finns i bottensedimenten och BQI indexet uppvisade stor variation mellan åren (BQI 1–3,6; klass 2–5). Oregelbunden vattenomsättning och/eller varierande längd på perioden då viken är skiktad är sannolika orsaker till dessa fluktuationer. Iögonfallande är också de markant högre abundanserna av fjädermygglarver för perioden 1989–1991 (160–370 ind/m²) jämfört med 1992–1995 (28–49 ind/m²). Vitmärlan *Monoporeia affinis* fanns i samtliga prover mellan 1989 och 1995, utom 1990, i medelabundanser varierande mellan 124 och 1829 ind/m².

Brandsfjorden

Stationen i Brandsfjorden är exponerad för en kraftig vind- och vågpåverkan från Dalbosjön. Här sker en effektiv syresättning av vattnet och en kraftig erosion av bottenmaterial, vilket resulterar i ett fast, sandigt sediment med den klart högsta halten torrsubstans (48,7%) och den lägsta glödningsförlusten (1,7%) och fosforhalten (0,59 g/kg ts) av samtliga sediment (Tabell 3). Fosforhalten kan i vis mån vara en underskattning, eftersom en del lättabsorberat fosfor och fosfor i interstitiellt vatten kan ha spolat ut under det avvikande provtagningsförfarande. Huvuddelen av fosfor i sediment är dock partikelbunden. Sedimentet uppvisar också den lägste C/N kvoten (6,8), vilket tyder på att det organiska materialet som finns utgör bra föda och härstammar primärt från algproduktion.

Bottenfaunaresultatet för 1999 visar på tydliga till starka effekter av störning. Denna bedömning är dock förmodligen en underskattning av miljötillståndet i Brandsfjorden. Både BQI och O/C(z) indexet är utvecklade för mjuka profun-

dalsediment och underskattningen kan vara en artefakt av det fasta bottensubstratet. Faunan i Brandsfjorden utgjordes till 55% av glattmaskar (1813 ind/m²), men även 10 taxa av fjädermygglarver, varav *Polypedilum* med 353 ind/m² var vanligast, fanns i proverna.

Byviken

Bottenfaunasammansättningen på båda stationerna tyder generellt på goda syrgasförhållanden i bottnarna med BQI- och O/C-indexvärden som indikerar måttliga effekter av störning (klass 2). BQI baseras här på fjädermyggläktena *Paracladopelma* (indikatorvärde 4) och *Tanytarsus* (indikatorvärde 3). När indikator-taxa saknas, som var fallet under 1991 och 1997, blir BQI-indexet noll, vilket ger det något missvisande resultat att provet hamnar i bedömningsklass 5 (mycket starka effekter av störning). Anledningarna till detta kan vara olika och har diskuterats ovan.

Båda stationerna By12 och By42 uppvisar likstora totala abundansvärden, 222–1005 ind/m² och 231–1031 ind/m² för By12 och By42, respektive. Vitmärlan *Monoporeia* förekom endast i proverna från By42 i den yttre delen av viken under 1994, 1995 och 1998. Under 1998 utgjorde dock *Monoporeia* med en medelabundans på 230 ind/m² hela 39% av den totala abundansen. Dessa iakttagelser kan tyda på en spridning av detta kräftdjur från Störvätern, där den har ökat i abundans under 1990-talet, till vikarna/fjordarna.

Dättern

Dättern är ett grunt, näringsrikt system (provtagningsdjup 2 m). Förekomst av indikator-taxorna *Chironomus plumosus*, *Chironomus anthracinus* och *Tanytarsus* bidrar till ett BQI som varierar mellan 1,2 och 1,9, vilket tyder på starka effekter av störning och en bottenfauna som visar stora avvikelser från den som förekommer under ostörda förhållanden (klass 4). Glattmaskarna dominerar faunan och bland dem finns flera taxa som indikerar näringsrikedom, t.ex. *Potamotrix hammoniensis* och *Limnodilus hoffmeisteri*. Sedimentdata saknas. Även rolevande fjädermygglarver av släktet *Procladius*, som bland annat livnär sig på glattmaskar, är vanligt förekommande (142–595 ind/m²). Dessa larver är frilevande i eller på ytsedimentet och är där-

med mindre känsliga för syrgasfria förhållanden i sedimentet.

Gränsjön

Gränsjön hamnar med ett BQI-index på 2,0 i bedömningsklass 4 (starka effekter av störning). *Chironomus anthracinus* och *Procladius* är de enda förekommande taxa av fjädermyggor. O/C(z)-indexet på 2,6 indikerar i stället måttliga effekter av störning (klass 2). Denna skillnad i bedömning kan vara en följd av den höga abundansen av planktonmygglarven *Chaoborus* som kraftigt dominerar bottenfaunan i Gränsjön med en medelabundans av 4018 ind/m², eller 70% av det totala individantalet. Höga abundanser av rovtlevande planktonmygglarver kan påverka fjädermyggfaunan negativt genom predation och därmed påverka det kvantitativa O/C(z)-indexet (högre värden). Förmodligen ger BQI-indexet en sannare bild av föroreningsläget i viken.

Faunasammansättningen ansluter väl till de kemiska analyserna av sedimentet som visar på en hög halt av organisk substans (glödningsförlust 12,1%) och en hög fosforhalt (1,9 g/kg). Kvoten mellan kol- och kväve-halten är 10,9, vilket tyder på att en relativt stor andel av det organiska materialet i sedimentet härstammar från alloktona källor (t. ex. blad- eller vedres-ter).

Kattfjorden

Kattfjorden har en mycket god vattenomsättning och är därmed mindre känsligt för föroreningar. Avlastningen under 1980-talet har lett till betydligt lägre abundanser av bottenfaunan, som för samtliga fyra stationer (Ka34, Ka44, Ka63, Ka76) uppvisar en dramatiskt minskning i totalabundansen under mitten av 1980-talet. På stationerna längst in i Kattfjorden (Ka34 och Ka44) var totalabundansen konsekvent högre än 1000 ind/m² fram till mitten på 1980-talet, för att sedan minska snabbt till värden lägre än 500 ind/m² under perioden 1988–1998. Båda biologiska indexen visar på inga eller obetydliga till måttliga effekter av störning (bedömningsklass 1 eller 2). Faunasammansättningen visar den som man kan normalt kan förvänta sig under ostörda förhållanden. Flera taxa av glattmaskar, t. ex. *Spirosperma ferox* och *Stylodrilus heringianus*, och fjädermygglarver, t. ex. *Heterotrissocladius subpilosus*, *Heterotrissocladius marcidus* och

Paracladopelma, är vanligt förekommande i proverna även om abundanserna är relativt låga. De låga abundanserna gör också att vissa indikatorer saknas i proverna, vilket ger 0-värden för BQI som i sin tur är orsaken till de kraftiga svängningarna i tidseriediagrammen för BQI.

Att faunan i Kattfjorden speglar ostörda förhållanden är dock en sanning med modifikation, eftersom kräftdjur i det närmaste saknas helt under perioden 1989–1998 (endast 2 fynd av *Monoporeia affinis* och *Pallasea quadrispinosa* vardera). Man kan misstänka att avsaknaden av vitmärlan *Monoporeia* i Kattfjorden är en följd av de ännu höga halter av kvicksilver i sedimentet. Sedimentprovet som är tagen i närheten av Ka34 visar på måttligt höga halter av kvicksilver (0,3–1,0 mg/kg ts.) i ytsediment och höga halter (≥2,9 mg/kg ts.) en bit ned i sedimentet. Dessa gamla föroreningar kan tänkas störa reproduktionen hos *Monoporeia* och motverka en återkolonisering av bottenarna i Kattfjorden (se t. ex. Sundelin m. fl. 1999).

Kilsviken

Bottenfaunan i Kilsviken (2 m) domineras helt av små fjädermygglarver av släktet *Cladotanytarsus* som med 11100 ind/m² utgjorde hela 89% av den totala abundansen. Den rika förekomsten av *Cladotanytarsus* och av dagsländan *Leptophlebia marginata* visar att botten är av sublitoralkarakt. Förekomst av *Chironomus plumosus* och ett BQI-värde på 1 visar att bottenarna under långa perioder utsätts för syrgasbrist. Kombinationen av en hög halt av organisk substans i sedimentet (glödningsförlust 14,6%) och en grund bassäng (2 m) leder till en snabb syrgaskonsumtion och syrgasbrist. Den höga abundansen av fjädermyggor bidrar till ett förhållandevis lågt O/C(z)-värde, vilket därför bör tolkas med en viss reservation. Den grunda, skyddade Kilsviken med sina utsträckta vassområden utgör en rik övergångszon mellan vatten- och landekosystemet, vilket ger goda förutsättningar för en hög biologisk mångfald.

Sedimentet i Kilsviken har en förhållandevis låg totalfosforhalt (0,89 g/kg ts.) och en låg C/N-kvot (8,7). Den senare indikerar att en stor del av den organiska fasen i sedimentet härstammar från algmaterial som är producerat i viken och ger sedimentet ett högt näringsvärde.

Kolstrandsviken

I proverna från Kolstrandsviken bidrar fjädermygglarver av släktet *Micropsectra* till ett BQI-indexvärde på 3 (bedömningsklass 3). O/C(z)-indexet på 14 indikerar sämre förhållanden, men det är troligtvis något missvisande. Sedimentet på de grunda transportbottarna har en relativt låg vattenhalt (hög halt ts.). En låg halt av organisk substans (glödningsförlust 5,6%) och en låg fosforhalt i ytsedimentet (0,90 g/kg ts.) visar på näringsfattiga förhållanden.

Kållandssundet

Från Kävelstocken och Ullersund fanns endast bottenfaunadata från 1993 tillgängligt. För Kävelstocken visar dessa data på näringsrika förhållanden med en kraftig dominans av mycket toleranta *Chironomus plumosus* larver (43,5% av den totala faunan). BQI indexet på 1 visar på mycket starka effekter av störning (klass 5) i Kävelstocken. Även förekomst av glattmasken *Potamotrix hammoniensis* (21% av faunan) indikerar näringsrikedom. Det höga värdet för sedimentets glödningsförlust (13,8%) visar att sedimentet håller en hög halt av organiskt material.

I bottenfaunan vid Ullersund påträffades hela 13 taxa av fjädermyggor (i 10 prover) och BQI-indexet var 3,4. Indikatortaxa bland fjädermyggor var *Heterotrissocladius marcidus* och *Chironomus plumosus*.

Lunnerviken

Förekomst av vitmärlan *Monoporeia affinis*, glattmaskarna *Spirosperma ferox* och *Stylodrilus heringianus* i den grunda Lunnerviken visar på en goda syrgasförhållanden i bottenarna. Detta är en följd av att viken är exponerad för vind- och vågpåverkan från Storvänern, vilket leder till en hög vattenomsättning. När ytvatten pressas in från Storvänern sker sannolikt en kraftig erosion av de grunda bottenarna. Detta bekräftas av att sedimentet håller en hög torrsubstanshalt (29,9%) och en låg glödningsförlust (4,7%) och kolhalt (23 g/kg ts.), vilket är typiskt för sediment på transportbottar. BQI och O/C(z) visar på tydliga till starka effekter av störning (klass 3–4), men de bör tolkas med försiktighet för dylika grunda bottenar. Bottenfaunaproverna innehåller som följd av det ringa provtagningsdjupet även syrgaskrävande litorala/sublitorala

taxa som *Ephemera* (ett släkte av dagsländor) och *Ceratopogonidae* (svidknott).

Mariestadsfjärden

Båda bottenfaunaindex visar på måttliga till tydliga effekter av störning enligt bedömningsgrunderna (klass 2–3). Bottenfaunan avviker därmed måttligt från den som normalt förekommer under ostörda förhållanden. O/C(z)-indexet för station M1 uppvisar en signifikant minskande trend mellan 1983 och 1998, vilket kan tyda på en tendens mot förbättrade bottenförhållanden. O/C(z)-indexet för station M1 varierade mellan 6,8 och 7,8 mellan 1983 och 1987, men var konsekvent lägre än 6,9 efter 1987. Samtliga O/C(z)-värden hamnar i bedömningsklass 3.

Totalabundansen på station M1 är med undantag för 1989 konsekvent högre än på M2. Faunan på båda stationerna domineras av fjädermygglarver (16–64% av totalabundans) och/eller glattmaskar (10–73%). Bentiska kräftdjur är vanligt förekommande i proverna från Mariestadsfjärden, även om abundanserna är låga (≤ 198 ind/m²). Vitmärlan *Monoporeia affinis* dominerar denna grupp, men även pungräkan *Mysis relicta* och taggmärlan *Pallasea quadrispinosa* påträffas regelbundet. Det tycks dessutom som om förekomsten av kräftdjur i proverna har ökat under 1990-talet. Det senare följer den ökande abundanstrend av *Monoporeia* i Storvänern och kan bero på naturliga klimatvariationer.

Sedimentet som är taget i närheten av station M2 håller en hög halt av torrsubstans (26,3%) och en relativt låg glödningsförlust (7,0%) och kolhalt (29 g/kg ts.). Dessa siffror visar att sedimentet är av näringsfattig karaktär.

Storvänern (Megrundet N & Tärnan SSO)

De totala bottenfaunatätheten på båda stationerna visar signifikant ökande trender över perioden 1974–1999. Denna ökning beror i huvudsak på en ökning av vitmärlan *Monoporeia affinis* under 1990-talet. Sedan 1989 uppvisar abundanserna av *Monoporeia* på båda stationer i Storvänern tydligt ökande trender. Dessa trender har sannolikt sin förklaring i de vädermönster med milda vintrar och varma somrar som har dominerat under 1990-talet. *Monoporeia* förekommer i relativt höga abundanser (>1000 ind/m²) på stationerna i Storvänern.

Medelabundansen för perioden 1989–1998 var 2152 ind/m² (variationsvidd 585–6797) på Megrundet N och 1301 ind/m² (365–3168) på Tärnan SSO. Vitmärlan utgör på dessa stationer 29–88% av bottenfaunans numeriska sammansättning.

Även andra reliktkräftdjur dyker då och då upp i proverna. Det är endast på dessa djupa stationerna i Störvätern som skorven *Saduria entomon* påträffas.

Heterotrissocladius subpilosus, den arten som har indikatorvärde 5 vid beräkning av BQI, dominerar på båda stationerna, även om abundanserna är låga (< 400 ind/m²). BQI-indexvärdena (augustivärden) ligger följaktligen nära eller strax under 5 (bedömningsklass 1). För Megrundet N varierar BQI mellan 4,3 och 5,0, medan samtliga värden för Tärnan SSO är 5,0. O/C(z)-indexet indikerar också en god ekologisk kvalitet för bottenarna. O/C(z)-värdena varierar 0,7–1,4 för Megrundet N och 0,9–1,3 för Tärnan SSO, d.v.s. att samtliga värden hamnar i bedömningsklass 2.

Sedimentet på båda stationerna har låg torrsubstanshalt (hög vattenhalt), vilket visar att det är frågan om utpräglade ackumulationsbottnar. Väterns oligotrofa karaktär gör att bottenvattnet håller relativt höga syrgaskoncentrationer, vilket leder till ett oxiderat ytsediment. Det är just i sådana sediment som *Monoporeia* trivs bäst.

Säterholmsfjärden

Bottenfaunan på de tre stationerna i Säterholmsfjärden (Sä24, Sä32, Sä47) visar generellt på måttliga effekter av störning (klass 2). Vissa år ligger BQI-värdena nära gränsvärdet för bedömningsklass 1, vilket indikerar inga eller obetydliga effekter av störning enligt Bedömningsgrunderna. Ett flertal fjädermyggtaxa med indikatorvärde 4 förekommer i Säterholmsfjärden, *Heterotrissocladius marcidus*, *Micropsectra* och *Paracladopelma*. I Hammarösjön (Sä32) leder dock förekomst av *Chironomus* taxa till lägre BQI-värdensom hamnar i bedömningsklass 3–4, även om utvecklingen under 1990-talet tycks gå åt det bättre.

Även förekomst av glattmaskarna *Spirosperma ferox* på stationerna Sä24 och Sä47 och *Stylodilus heringianus* på Sä47 indikerar en god ekologisk kvalitet i bottenarna. I Hammarön (Sä32) saknas dessa taxa, men här påträffas i stället den tåligare glattmasken *Limnodrilus*

hoffmeisteri. Den indifferent arten *Potamotrix hammoniensis* är vanligast på samtliga stationerna, men förekommer i låga abundanser (≤ 506 ind/m²). Vitmärlan *Monoporeia affinis* påträffades endast vid enstaka tillfällen (1994, 1997) på den yttre stationen Sä47.

Sedimentet, som är insamlat nära station Sä24, håller hög vattenhalt (92%) och är förhållandevis rikt på organiskt material (glödningsförlust 11,8%).

Varnumsviken

Varnumsviken (Va2) uppvisar låga BQI-indexvärden (1,0–1,1) för samtliga fem år då prover har samlats in, vilket innebär starka till mycket starka effekter av störning (klass 4–5). Fjädermyggfaunan domineras nästan helt av *Chironomus plumosus* och rolevande *Procladius* arter. Även larver av tofsmyggan *Chaoborus flavicans*, som migrerar upp i vattnet när syrgasbrist råder i bottenvattnet, var vanligt förekommande i proverna. Bland glattmaskarna dominerar *Limnodrilus hoffmeisteri* (89–1012 ind/m²), en art som tål mycket låga syrgaskoncentrationer. O/C(z)-indexet tyder också på tydliga till starka effekter av störning (klass 3–4). En hög belastning med syreförbrukande ämnen och ”gamla synder” som ligger lagrade i sedimentet leder till en hög syrekonsument i bottenvattnet (och sedimentet). Detta tillsammans med stabila skiktningförhållanden och ett dåligt vattenutbyte med Störvätern i denna isolerade vik leder till relativt långa perioder med syrgasbrist i bottenarna. Sedimentet har en låg torrsubstanshalt (11,6%), vilket visar att viken fungerar som en sedimentationsbassäng där sediment ackumulerar. Halterna av kol, kväve och fosfor i ytsediment hamnar på något högre värden än de för Värmlandssjön.

Åmålsviken

Vid provtagning i Åmålsviken under 1999 påträffades både fjädermyggtaxa *Stictochironomus rosenschoeldi* och *Micropsectra* sp. BQI-indexvärdet blev följaktligen 3,5, vilket är ett högt värde (klass 2). Denna bedömning bekräftades av O/C(z)-indexet. Den totala abundansen av bottenfauna var mycket låg (602 ind/m²). Glödningsförlusten och halterna av kol, kväve och fosfor var något högre än sediment taget från större djup i Dalbosjön (Dalbosjön N).

Åsfjorden

Problem föreligger fortfarande i de inre delarna av Åsfjorden där förutom Ekholmssjön (Ås513) även Borgvikssjön (Ås 410) har låga BQI-värden och höga O/C(z)-indexvärden och hamnar i bedömningsklass 3–4. Borgvikssjön uppvisar dessutom en signifikant minskande trend för BQI och en tendens till ökande O/C(z)-värden under 1990-talet. *Chironomus* arter är vanligt förekommande och även de glattmaskar som förekommer är taxa som tål mycket låga syrgaskoncentrationer. Det dåliga vattenutbyte med övriga delar av Åsfjorden som gör dessa stationer känsliga för föroreningar med syreförbrukande ämnen och/eller närsalter. För Borgvikssjön bidrar bassängens morfometri med en liten djuphåla till att förstärka effekter av syrgasbrist på bottenfaunan. Båda dessa stationer har en kraftig dominans av tofsmyggan *Chaoborus flavicans* som undviker långvarig exponering till låga syrgashalter i bottarna genom att migrera upp i vattnet.

I Grumsfjorden (Ås15), en bit längre ut i den norra delen av Åsfjorden, är miljötillståndet betydligt bättre. Här saknas *Chironomus* arterna, men i stället bidrar fjädermygglarver av släktena *Stictochironomus* och *Micropsectra* till BQI-indexvärden som varierar mellan 3 och 4 under perioden 1989–1998. Dessa värden innebär tillståndsklass 2 och ger samma bild som O/C(z)-indexet. Den högsta koncentrationen av fosfor (2,3 g/kg ts.) uppmättes i Grumsfjorden.

För stationen Ås9 utanför Gruvöns bruk visar BQI på tillståndsklass 4 eller 5, medan O/C(z) tyder på bättre miljöförhållanden - klass 2. Station Ås9 uppvisar mycket låga abundanser av sedimentbundna fjädermygglarver. De fjädermygglarver som påträffas i proverna från Ås9 tillhör i huvudsak släktet *Procladius* som inte ingår i O/C(z)-indexet. O/C(z)-indexet ger således en felaktig bedömning av miljötillståndet i Ås9. Även om utsläppen av syrförbrukande ämnen från Gruvöns bruk har minskat kraftigt sedan mitten av 1980-talet, så finns ”gamla synder” kvar i sedimentet.

Ännu längre ut i den norra delen av Åsfjorden (Ås5 och Ås18) ändrar bottenfaunasammansättningen karaktär med ett större inslag av renvattentaxa som fjädermyggorna *Heterotrissocladius marcidus*, *Micropsectra* och *Paracladopelma*, samt enstaka fynd av vitmärlan

Monoporeia affinis (Ås18, 1997) och taggmärlan *Pallasea quadrispinosa*. (Ås5, 1998). Sedan 1995 påträffas också renvattenindikatorn *Spirosperma ferox* (glattmask) på station Ås18. Även referensstationen Ås25 visar sedan 1993 regelbundna fynd av *Monoporeia affinis* med abundanser som successivt har ökat till fler än 200 ind/m² under 1997 och 1998. BQI-indexvärden för dessa stationer är generellt mellan 3 och 4 och hamnar i bedömningsklass 2. BQI-värden för Ås5 faller vissa år till noll som följd av att indikatorntaxan *Heterotrissocladius marcidus* saknas dessa år. Sedimentet på Ås18 har något lägre torrsustanshalt och fosforkoncentration än proverna från Grumsfjorden.

I Kyrkebysjön (Ås503) varierar BQI-indexet mellan 0 och 3. Fjädermyggfaunan i Kyrkebysjön domineras av *Chironomus plumosus*, men vissa år leder förekomst av *Chironomus anthracinus*, *Heterotanytarsus apicalis*, eller *Heterotrissocladius marcidus* till ett högre BQI-indexvärde. Tofsmyggan *Chaoborus flavicans* är vanligast i Kyrkebysjön med abundanser som varierar mellan 0 (1994) och 768 ind/m² (1998).

Ölmeviken

I den grunda, relativt näringsrika Ölmeviken är fjädermygglarverna *Procladius* och *Chironomus plumosus* vanligast, även om abundanserna är låga (< 300 ind/m²). Båda index visar på starka effekter av störning (klass 4).



Litteraturhänvisningar

- Willem Goedkoop, 2000. Övervakning av bottenfauna i Vänerns strandnära recipient-kontroll – ett tioårigt perspektiv. I tryck.
- Naturvårdsverket. 1999. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Rapport 4913.
- Sundelin, B., A-K. Eriksson & E. Håkansson. 1999. Embryonalutveckling hos vitmärla i fyra sjöar – Väner, Vättern, Vågsfjärden och Rogsjön. Vänerns vattenvårdsförbund, Rapport 8.
- Torstensson, H. 1999. Miljögifter och metaller i Vänerns sediment. Kapitel 8 i Väner – Årsskrift 1999. Vänerns vattenvårdsförbund.
- Wallin, M., M. Östlund & H. Kvarnäs. 2000. Näringsbelastning på Vänerns vikar inom Karlstads kommun. Institutionen för miljöanalys, Rapport 2000:6.
- Wiederholm, T. 1980. Use of benthos in lake monitoring. Journal of the Water Pollution Control Federation 52: 537–547.

Syftet med miljöövervakningen i Vänern



Miljöövervakningen i Vänern syftar till att:

- beskriva Vänerns kemiska och biologiska tillstånd och utveckling och därmed ge underlag för uppföljning av miljömål och miljöförbättrande åtgärder,
- att ge underlag för nationella och regionala miljöanalyser, miljökvalitetsnormer, framtagande av miljömål och beslut om åtgärder, underlag för regional och lokal planering, miljökonsekvensbedömningar och vattenvårdsprogram,
- i samverkan med andra program ge underlag för beräkning av ämnestillförsel från olika källor samt för upprättande av materialbalanser för beskrivning av olika ämnens omsättning i Vänern,
- att vara referens för regionalt och lokalt miljövårdsarbete samt stödja samordning och gemensam kvalitetssäkring av olika övervakningsinsatser i Vänern,
- informera och öka kunskapen hos allmänheten och övriga intressenter om tillståndet i Vänern.



Aktuella rapporter om Vänern

Rapporter utgivna av Vänerns vattenvårdsförbund:

4. Vänern 1996 - årsskrift från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 1997. Rapport nr 4 1997.
5. Metaller och stabila organiska ämnen i Vänerfisk 1996/-97. Vänerns vattenvårdsförbund 1998. Rapport nr. 5.
6. Vänern 1997 - årsskrift från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 1998. Rapport nr 6.
7. Vänern - årsskrift 1999 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 1999. Rapport nr 7.
8. Embryonal utveckling hos vitmärta i fyra sjöar – Vänern, Vättern, Vågsfjärden och Rogsjön. Utgiven av Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 7, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 1999.
9. Fågelskär i Vänern 1999. E. Landgren & T Landgren. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 9.
10. Program för samordnad nationell miljöövervakning i Vänern. A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 10. (i tryck)
11. Vänern – tema biologisk mångfald. Årsskrift 2000 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 11.

Vänern - natur och miljö. 16 sidor broschyr. Utgiven av Vänerns vattenvårdsförbund 1998.

Andra aktuella rapporter om Vänern

Dokumentation av fågelskär enligt "Kristinehamnsmodellen". Metodbeskrivning - Anvisningar för inventerare. Landgren, T. 1997b. Länsstyrelsen i Skaraborgs län, meddelande 2/97.

Program för samordnad regional miljöövervakning i Vänern. Vänerkansliet, 1996. Meddelande 1996:1.

Vänerns miljötillstånd och utveckling 1973-1994. Naturvårdsverket, 1996. Naturvårdsverket, Rapport 4619.

Recipientundersökningar i Norra Vänern 1998. AnalyCen Nordic AB, 1999.

Tillförsel av kväve och fosfor till Vänern 1992 - samt förslag till mål och åtgärder. Åtgärdsgrupp Vänern, 1994. Åtgärdsgrupp Vänern, Rapport nr 1.

Metaller och stabila organiska ämnen i Vänern - tillstånd, utveckling, källfördelning, risker. Åtgärdsgrupp Vänern, 1995 a. Åtgärdsgrupp Vänern, Rapport nr 2.

Kväveretention i Vänern - Underlag för beslut om kväverening vid fyra kommunala avloppsreningsverk. Åtgärdsgrupp Vänern, 1995 b. Rapport nr 3.

Åmålsviken 1999. Alcontroll Laboratories, 2000.

Vattenkemi och mjukbottenfauna i Mariestadsfjärden 1999. L. Sonesten och L. Eriksson. Inst. för Miljöanalys SLU, 2000.

Vänerns vattenvårdsförbund

Vänerns vattenvårdsförbund är en idéell förening med totalt 59 medlemmar varav 24 stödjande medlemmar. Medlemmar i förbundet är alla som nyttjar, påverkar, utövar tillsyn eller i övrigt värnar om Vänern.

Förbundet skall verka för att Vänerns naturliga miljöförhållanden bevaras genom att:

- fungera som ett forum för miljöfrågor för Vänern och för information om Vänern
- genomföra undersökningar av Vänern
- sammanställa och utvärdera resultaten från miljöövervakningen
- formulera miljömål och föreslå åtgärder där det behövs. Vid behov initiera ytterligare undersökningar. Initiera projekt som ökar kunskapen om Vänern.
- informera om Vänerns miljötillstånd och aktuella miljöfrågor
- ta fram lättillgänglig information om Vänern
- samverka med andra organisationer för att utbyta erfarenheter och effektivisera arbetet.

Medlemmar

Medlemmar är samtliga kommuner runt Vänern, industrier och andra företag med direktutsläpp till Vänern, organisationer inom sjöfart och vattenkraft, landsting, region, intresseorganisationer för fiske, jordbruk, skogsbruk och fritidsbåtar, naturskyddsföreningar, andra vattenvårdsförbund och vattenförbund vid Vänern, Vänermuseet, universitet m.fl. Länsstyrelserna kring Vänern, Naturvårdsverket och Fiskeriverket deltar också i föreningsarbetet.

Mer information

Mer information om Vänern och Vänerns vattenvårdsförbund finns på förbundets hemsida på Internet: www.vanern.s.se. En 16 sidig broschyr finns om Vänern och den kan beställas via Vänerkanliet.

Förbundets kansli, Vänerkansliet, kan också svara på frågor. Vänerkansliet finns på Länsstyrelsen i Mariestad och på kansliet jobbar Agneta Christensen. Telefonnummer till Agneta är 0501-60 53 85.

