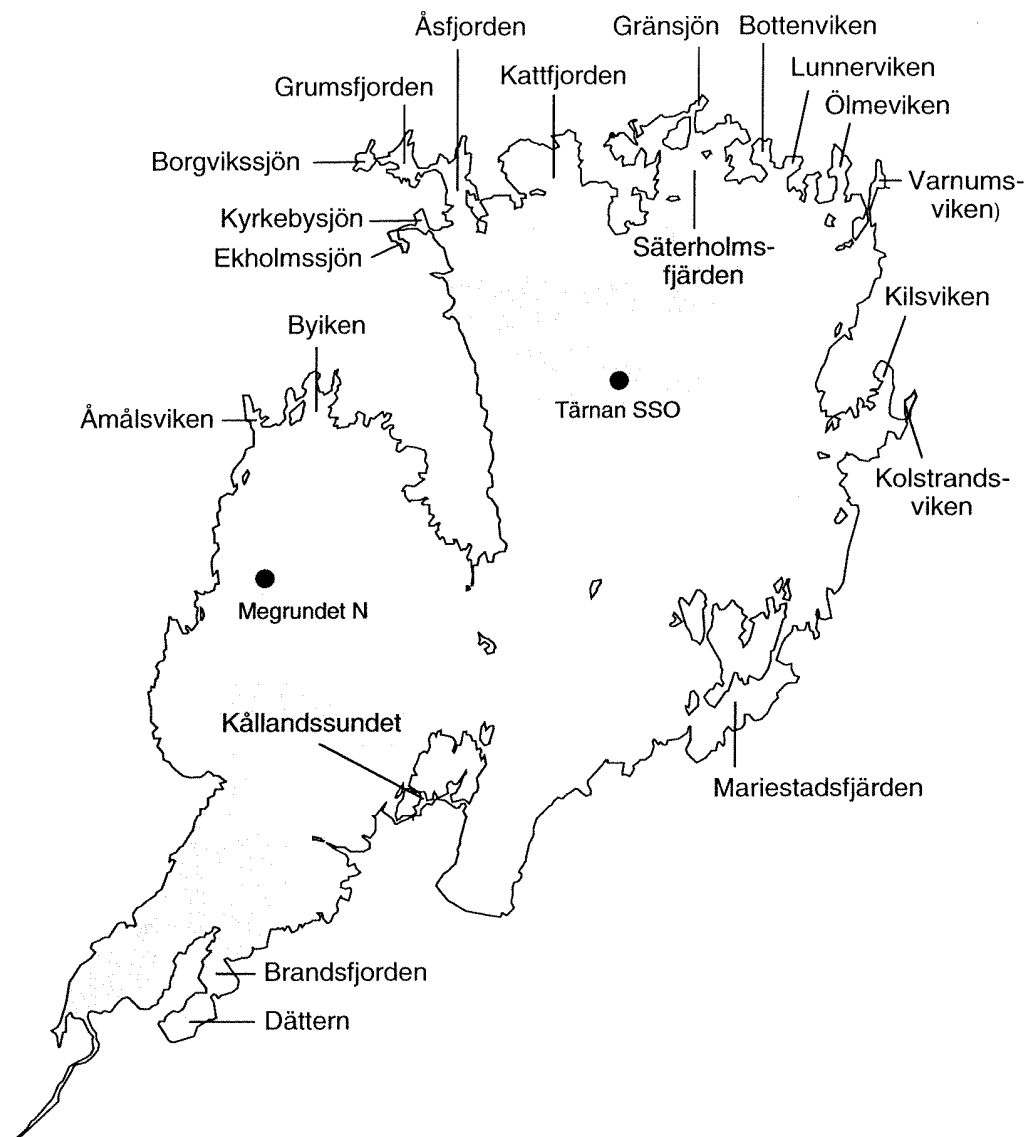


# Övervakning av bottenfauna i Vänern och dess vikar – ett tioårigt perspektiv



Vänerns vattenvårdsförbund



# Övervakning av bottenfauna i Vänern och dess vikar – ett tioårigt perspektiv

*av Willem Goedkoop, Inst. för miljöanalys, SLU*

*Vänerns vattenvårdsförbund  
Rapport nr 12. 2000*

Övervakning av bottenfauna i Vänern och dess vikar – ett tioårigt perspektiv  
Rapport nr 12. 2000. Utgiven av Vänerns vattenvårdsförbund.

Omslagsbild: De vikar, fjärdar och två stationer ute i Vänern som ingår i denna utvärdering.

Tryck: Länstryckeriet, Länsstyrelsen i Västra Götalands län  
Tryckår: 2000  
ISSN 1403-6134

Beställningsadress: Vänerkansliet, Länsstyrelsen, 542 85 Mariestad. Telefon  
0501-60 53 85. E-post: [agneta.christensen@o.lst.se](mailto:agneta.christensen@o.lst.se).

**Copyright:** Vänerns vattenvårdsförbund.

## Innehåll

Sammanfattning _____	6
Syfte _____	7
Metoder _____	7
Resultat och Diskussion _____	10
Vitmärlor och andra kräftdjur _____	10
Fjädermygglarver och glattmaskar _____	13
Tillståndsbedömning med bottenfauna _____	17
Förslag till förbättringar av bottenfaunaprogrammen _____	23
Miljötillståndet i vikar och fjärdar _____	23
Litteraturförteckning _____	30
Bilaga _____	31

Fotnot: Gränsjön i rapporten kallas också Arnöfjorden (red. anmärkning)

## Sammanfattning

Rapporten beskriver miljökvalitetstillståndet vid 32 stationer inom Vänerns strandnära recipientkontroll under perioden 1989-1998. Bedömningar har gjorts med hjälp av bottenfauna- och sedimentdata. Resultaten visar att den totala tätheten av bottendjur i många vikar och fjärdar är låg ( $< 1000$  ind/m<sup>2</sup>) och att bottenfaunasamhällena består av flera taxa av fjädermygglarver och glattmaskar som indikerar goda syrgasförhållanden. Index visar att bottenfaunan i de flesta av områdena endast avviker något från normala förhållanden (bedömningsklass 2).

Endast i de grunda, inre delarna av några mer näringsrika vikar är djurtätheten högre och faunan består där av taxa som klarar låga syrgaskoncentrationer. Dåligt vattenutbyte och en fortsatt hög närsaltsbelastning bidrar till att näringsrika förhållanden består längst in i dessa vikar. Bottenfaunaindex visar här på en större grad av störning (bedömningsklass 3-4).

De totala tätheten av bottenfaunan vid båda stationerna i Storvänern (Megrundet N & Tärnan SSO) visar ökande trender över perioden 1974-1999. Ökningen beror i huvudsak på en ökning av vitmärlorna (*Monoporeia affinis*) under 1990-talet. Detta beror i sin tur sannolikt på de milda vintrar och varma somrar som har dominerat under 1990-talet. BQI-indexet för båda dessa stationer i Storvänern visar på ostörda förhållanden eller på måttliga effekter av störning.

På ett antal stationer, exempelvis Bottenviken (Bo1), Mariestadsfjärden (M1, M2), den yttre delen av Byviken (By42) och Säterholmsfjärden (Sä47), förekommer vitmärlan i generellt låga populationstätheter med enstaka toppår. I den yttre delen av Åsfjorden (Ås25) har det under senare delen 1990-talet skett en markant ökning av tätheten av vitmärlor, vilket tyder på att deras livsvillkor har förbättrats. Även andra reliktkräftdjur förekommer då och då upp i proverna. Kattfjorden, i norra Vänern, saknar ofta vitmärlor och man kan misstänka att detta beror på att kräftdjuren störs av de ännu höga halterna av kvicksilver i bottarna.

## Syfte

Vänerns vattenvårdsförbund uppdrog åt SLU att genomföra en sammanställning av de bottenundersökningar som har gjorts i Vänerns vikar och skärgårdar under i första hand 1990-talet, samt en kompletterande provtagning av bottenfauna i 5 större vikar och av sediment i 3 av dessa vikar.

Syftet med denna sammanställning är (1) att jämföra olika områdens tillstånd, (2) att jämföra tillståndet med Storvänern och andra relevanta stora sjöar i landet, (3) att få en uppfattning om områdenas betydelse för biologisk mångfald, (4) att föreslå förbättringar och samordning av det befintliga programmet.

Av uppdraget framgick också att vattenvårdsförbundet är särskilt intresserat av vitmär-lans och andra kräftdjurs förekomst. Samtliga stationer som ingår i sammanställningen finns på sidan 3. Koordinater och provtagningsdjup finns i tabell 4 i bilagan.

## Metoder

### Dataharmonisering & kvalitetssäkring av externa data

Ett omfattande arbete har lagts ned på digitalisering (åren 1989, 1990, 1991), harmonisering och kvalitetssäkring av data från olika utförare. Exempelvis förekom i de olika utförarnas digitala protokoll 8 olika beteckningar för fjädermyggan *Chironomus plumosus*. Även diverse taxonomiska felstavningar i datafilerna behövde rättas till innan beräkning av biologiska index kunde göras enligt institutionens beräkningsmallar. Totalt reducerades de 226 olika ”taxa” i datamaterialet till 96 olika taxonomiska enheter som användes i utvärderingen. Även bestämningen av fjädermygglarver till familj i stället för släkte i proverna omöjliggjorde i vissa fall beräkning av BQI-indexet.

### Kompletterande provtagning 1999

Fem bottenfaunaprover togs med Ekmanhämtare i Åmålsviken, Brandsfjorden, Bottenviken, Gränsjön, Kilsviken och Kolstrandsviken. Provtagning skedde den 25 (Brandsfjorden) och 26 oktober 1999 (övriga vikar). Provtagningsmetodik och utrustning följer de som finns beskrivna i svensk Standard SS028190. Koordinater för provtagningarna redovisas i tabell 1 i bilagan.

I Kilsviken och Kolstrandsviken togs dessutom prov på ytsediment (0–5 cm) med rörhämtare (av Willnertyp). Som följd av en hög densitet för sedimentet (sandigt) kunde sedimentprov i Brandsfjorden inte tas med rörhämtare. I stället togs i Brandsfjorden fem sedimentprov med Ekmanhämtaren. Dessa prover samlades i hinkar och sedimentet fick sedimentera i hinkarna över natten (utomhus, temperatur ca 10°C). På morgonen hälldes vattenfasen av och sedimentet överfördes till plastburkar för analys. Ytsedimentet analyserades med avseende på vattenhalt, glödningsförlust, totalkol (total-C), totalkväve (total-N) och totalfosfor (total-P). Analyserna utfördes av Erkenlaboratoriet (Norrtälje) som är ackrediterat för dessa sedimentanalyser.

### Biologiska index för miljö kvalitet

För bedömning av miljö kvalitet på profundalbottnar används 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 indikator taxa bland fjädermygglarver (se även faktaruta). 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 (se även faktaruta). Vid indexberäkning har det sammanslagna resultatet av fem eller tio delprov använts.

## Biologiska index för bedömning av miljötillstånd med profundalfaunan

### BQI

BQI är ett kvalitetsindex baserat på fjädermyggornas (chironomidernas) artsammansättning och deras relativa förekomst i provet. I indexet ingår ett antal indikator taxa av fjädermygglarver med olika krav på vattenkvalitet och bottensubstrat. Vissa arter klarar mycket låga syrgashalter, medan andra fordrar rent vatten och höga syrgashalter. Renvattentaxa bidrar med indikatorvärdet 5, medan tåligare arter bidrar med ett lägre indikatorvärde (se nedan). Indexet byggs upp av indikator taxa som påträffas och deras relativa förekomst i provet. Då fjädermyggorna har en lång generationstid, upp till ett år, innebär det att BQI visar hur förhållandena i sjön har varit under en längre period. Enligt Wiederholm (1980) beräknas BQI som:

$$BQI = \sum_{i=0}^5 \frac{(k_i \cdot n_i)}{N}$$

Där: Vikt för indikatorart eller grupp ( $k_i$ ) = 5 för *Heterotrissocladius subpilosus* (Kieff.), 4 för *Paracladopelma* sp., *Micropsectra* sp., *Heterotanytarsus apicalis* (Kieff.), *Heterotrissocladius grimshawi* (Edw.), *Heterotrissocladius marcidus* (Walker) och *Heterotrissocladius maeaeri* Brundin, 3 för *Sergentia coracina* (Zett.), *Tanytarsus* sp., *Stictochironomus* sp., 2 för *Chironomus anthracinus*-typ och 1 för *Chironomus plumosus*-typ L.;  $n_i$  = antalet individer i varje indikatorgrupp och  $N$  = totala antalet individer i alla indikatorgrupper. BQI får värdet 0 om indikatorarter saknas i provet.

Ett högt värde på BQI indexet ( $> 4$ ) anger obetydliga effekter av störning (bottenfaunasammansättningen liknar den som normalt förekommer under ostörda förhållanden), medan ett lågt värde ( $\leq 1$ ) indikerar mycket starka effekter av störning (enbart ett fåtal toleranta arter förekommer) enligt bedömningsgrunderna.

### O/C index

O/C(z) indexet beräknas som abundans (individdätheten) av Oligochaeta (glattmaskar, O) dividerat med abundansen av Oligochaeta och sedimentlevande Chironomidae (fjädermyggor, C) (exklusive mer frilevande taxa inom underfamiljen Tanypodinae, ex. *Procladius* spp.). Denna kvot normeras sedan för provtagningsdjupet (z, i meter) enligt:

$$O/C(z) = \frac{O/(O+C)}{z} \cdot 100\%$$

Ett lågt värde på O/C(z) indexet ( $\leq 0,05$ ) anger obetydliga effekter av störning, medan ett högt värde ( $> 13$ ) indikerar mycket starka effekter av störning (enbart ett fåtal toleranta arter förekommer) enligt bedömningsgrunderna.

Vid indexberäkning kan man ibland råka ut för att glattmaskar saknas i provet, vilket ger ett O/C(z) index som är noll (bedömningsklass 1). I extremfallet då både glattmaskar och fjädermygglarver saknas i provet får man en nolla i nämnaren vid indexberäk-



ning, vilket ställer till problem. I detta fall kan inget index beräknas och ingen bedömning göras med O/C(z) indexet.

Båda indexen är framtagna för faunan i profundala ackumulationsbottnar där sedimentet håller en hög vattenhalt (låg halt torrsubstans). Indexen kan också användas för bedömning av miljötillståndet 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.

Miljötillståndsbedömning 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.

Vid bedömning av miljötillståndet med BQI och O/C(z) indexvärden bör man komma ihåg att indexvärdet speglar den sammanlagda effekten av tidigare påverkan genom organisk belastning och/eller eutrofiering, samt eventuell förekomst av miljögifter i sedimentet.

Det är också viktigt att påpeka att biologiska variabler varierar från år till år beroende på naturliga fluktuationer i naturmiljön (nederbörd, solinstrålning, vindverkan) som i sin tur påverkar viktiga processer som avrinning, erosionsprocesser, uppvärmning och omrörning. Att skilja ut en mänsklig påverkan mot bakgrund av dessa naturliga fluktuationer i miljön är en av miljöanalysens stora utmaningar. Mellanårsvariationen gör också att en bedömning av miljötillståndet kan variera från år till år.

Antalet arter eller taxa kan tyckas vara en viktig variabel för bedömning av miljötillstånd och biologisk mångfald. Att man inte har valt antalet arter eller taxa som bedömningsinstrument 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 (olika taxonomer kan identifiera olika många arter och samma taxonom lär sig att identifiera fler arter/taxa med tiden). 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 miljötillstånd ger dock en indirekt bild den biologiska mångfalden.

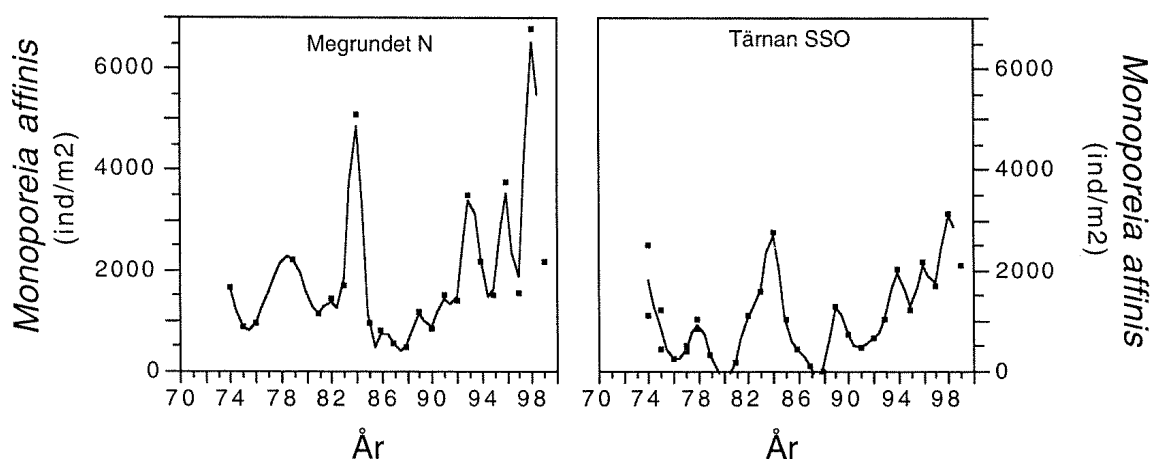
## Resultat och Diskussion

### Vitmärlor och andra kräftdjur

Vitmärlan (*Monoporeia affinis*) är en istidsrelikt och trivs således bäst i relativt kalla bottenar. Blir det varmare än cirka 8 °C så slutar *Monoporeia* att reproducera sig. Mär-lorna 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 *Monoporeia*. *Monoporeia* i sin tur utgör en viktig näringsresurs för fisk. Därmed sker överföringen av näring/energi från primärproducenter till fisk med endast en mellanlig-gande trofisk nivå (*Monoporeia*) och är således mycket effektiv.

*Monoporeia* trivs bäst i finkorniga sediment med hög vattenhalt, sådant som man finner på ackumulationsbottenar. Den är dock också känslig för miljöföroreningar (se t.ex. Sundelin m.fl. 1999), vilka tenderar att ackumulera i sedimentet på ackumulationsbottenar, och för låga syrgaskoncentrationer. Det är således dessa fyra faktorer som framförallt styr utbredningen av *Monoporeia* i Vänerns kustnära vikar – botten temperaturen, sedi-mentets textur och vattenhalt, syrgasklimatet och förekomsten av miljögifter. Sedan är det näringstillgång och predationstryck från fisk som avgör hur stor populationerna kan bli.

Vädret påverkar isläggningens omfattning och längden av omblandningsperioderna under vår och höst och därmed också skiktningförhållanden och längden av perioderna då vattenmassan blandas om eller är skiktad. Under skiktade förhållanden på sommaren och under istäcket på vintern sker ingen ny tillförsel av syrgas till bottenarna. Under det senaste decenniet har vintrarna dominerats av luftströmmar från sydväst som har pum-pat upp relativt varm luft från Atlanten över Skandinavien. Detta har lett till kortare is-läggingsperioder i svenska sjöar (se t.ex. Weyhenmeyer m.fl. 1999). Hur denna föränd-ring i vädermönster har påverkat perioder av omblandning, respektive skiktningför-hållanden är föga känt. Man kan dock spekulera att en kortare isläggning leder till längre perioder av omblandning, vilket i sin tur borde gynna kiselalgerna. Kiselalgerna är

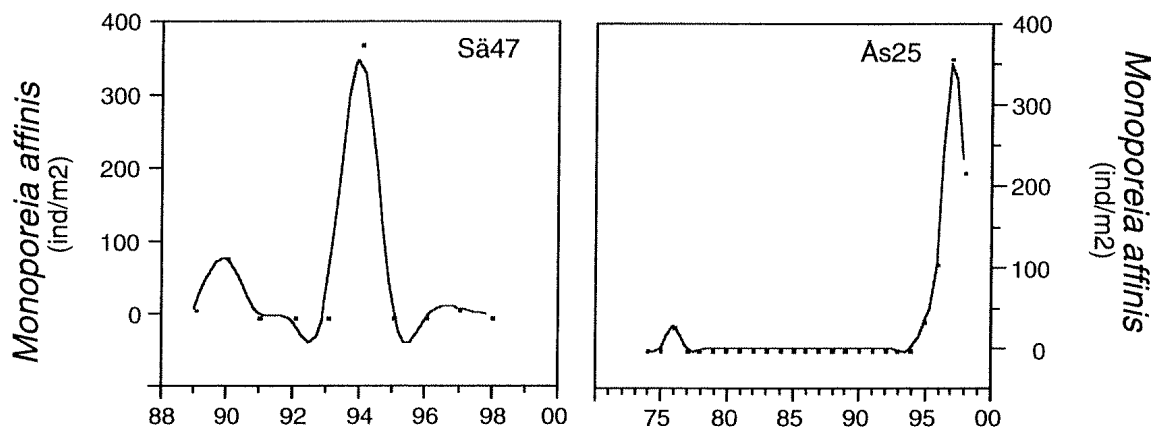


Figur 2. Tidstrender för abundans av vitmärlan *Monoporeia affinis* (augustivärden) på två lokaler (Megrundet N, Tärnan SSO) i Storväneren. Ökande abundanstrender (linjär regression) under 1990-talet är signifikant för Tärnan ( $P = 0.0058$ ) och näst intill signifikant för Megrundet ( $P = 0.077$ ).

som en följd av sitt kiselskal relativt tunga och sedimenterar till botten när vattnet stagnerar under försommaren. Det kan vara denna mekanism som ligger till grund för de ökningarna i *Monoporeia* populationerna som har skett under 1990-talet.

För Vänern har Johnson och Wiederholm (1992) tidigare visat att populationerna av *Monoporeia* i Storsjön är starkt korrelerade med kiselalger (*Aulacoseira*) biovolym året innan. Mellanårsvariationer i sedimentationen av kiselalger är en trolig styrvariabel för tillväxt och reproduktion hos *Monoporeia* i de relativt näringsfattiga djupbottenarna. Sedan 1989 uppvisar abundanserna av *Monoporeia* på båda stationer i Storsjön, Megrundet N och Tärnan SSO, tydligt ökande trender (Figur 2). Dessa trender har sannolikt sin förklaring i de vädermönster med milda vintrar och varma somrar som har dominerat under 1990-talet. Även det faktum att ytsedimentet i Vänern numera har betydligt lägre halter av tungmetaller, framförallt kvicksilver (Torstensson 1999), kan tänkas bidra till denna utveckling.

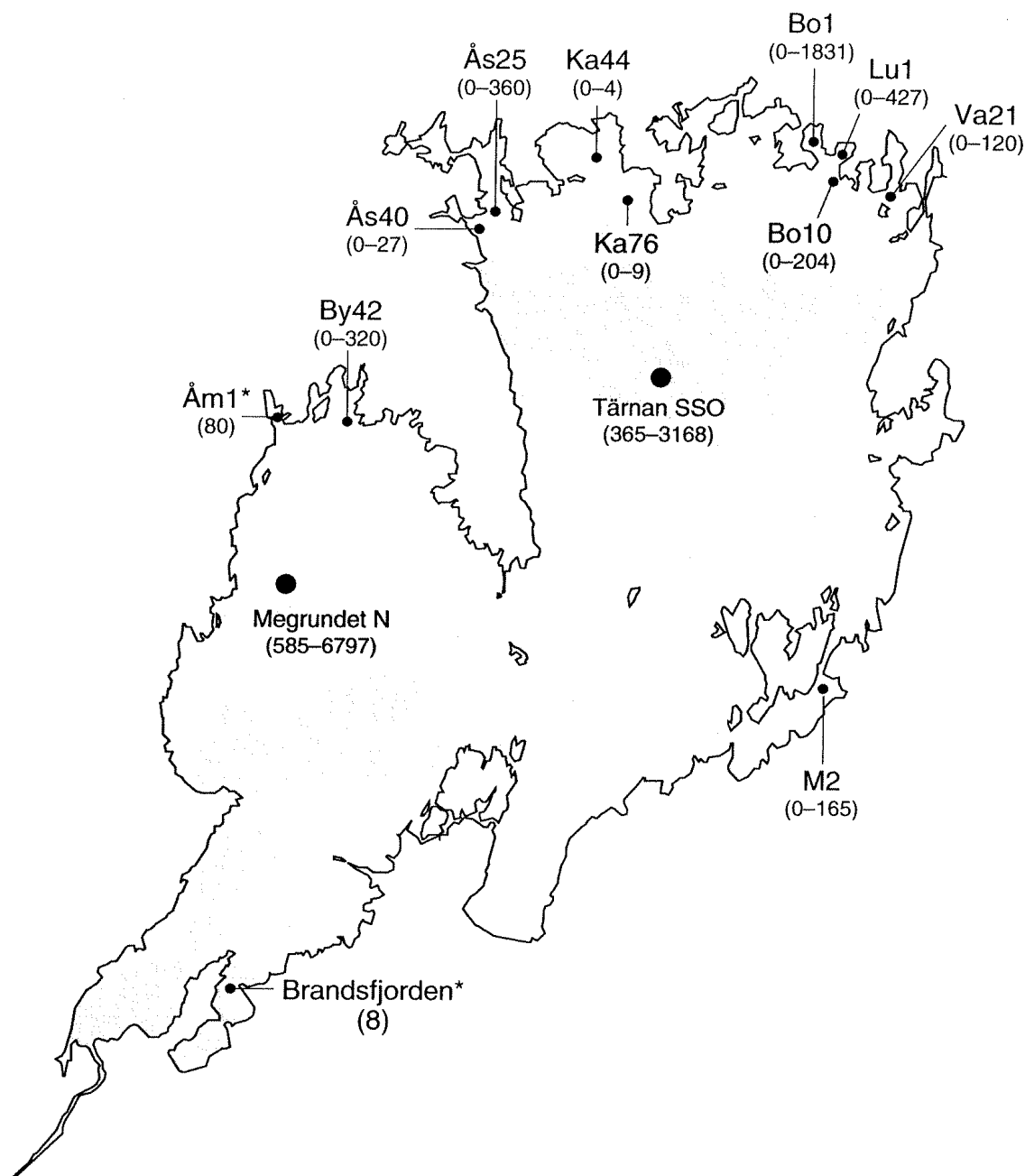
I ett antal av vikarna förekommer populationer av *Monoporeia*. I flertalet fall är det frågan om generellt låga abundanser med enstaka toppår (Figur 3). Detta gäller Bottenviken (Bo1), Mariestadsfjärden (M1, M2), den yttre delen av Byviken (By42) och Säterholmsfjärden (Sä47).



Figur 3. Tidstrender för vitmärlan *Monoporeia affinis* på stationerna Sä47 i Säterholmsfjärden och Ås25 i Åsfjorden. Flera stationer uppvisar generellt låga abundanser med enstaka år med höga abundanser.

I Åsfjorden, station 25, har det under senare delen 1990-talet skett en markant ökning av *Monoporeia* abundansen. Fram till 1995 hade inga vitmärlor påträffats i proverna, utom vid ett tillfälle (1976), men sedan 1996 har abundansen varit konsekvent högre än 100 ind/m<sup>2</sup> (Figur 3). Detta tyder förmodligen på att livsvillkoren för *Monoporeia* har förbättrats i den yttre delen av Åsfjorden. Troligen är det en effekt av bättre syrgastillgång i bottenvattnet som en följd av minskade utsläpp och kortare isläggnings- och stratifieringsperioder under det relativt varma 1990-talet.

På de andra stationerna i Åsfjorden saknas *Monoporeia* helt eller påträffas då och då i låga abundanser ( $\leq 27$  ind/m<sup>2</sup>). Även i den yttre delen av Byviken (By42) påträffades iögonfallande höga abundanser av *Monoporeia* under 1998, i medel 320 ind/m<sup>2</sup>. Även här kan förhållandevis goda syrgasförhållanden under 1990-talet (se ovan) ha bidragit till en populationsutveckling av vitmärlor. Samtliga stationer där *Monoporeia* påträffades under perioden 1989–1998 visas i figur 4.



Figur 4. Stationer med förekomst av vitmärlan *Monoporeia affinis* i kustnära vikar och på två stationer i Storsjön. I parentes ges variationsvidden av abundansen i provtagna mellan 1989 och 1998 (1999 för Storsjön). \* anger att data kommer från den kompletterande provtagningen som gjordes inom ramen för uppdraget.

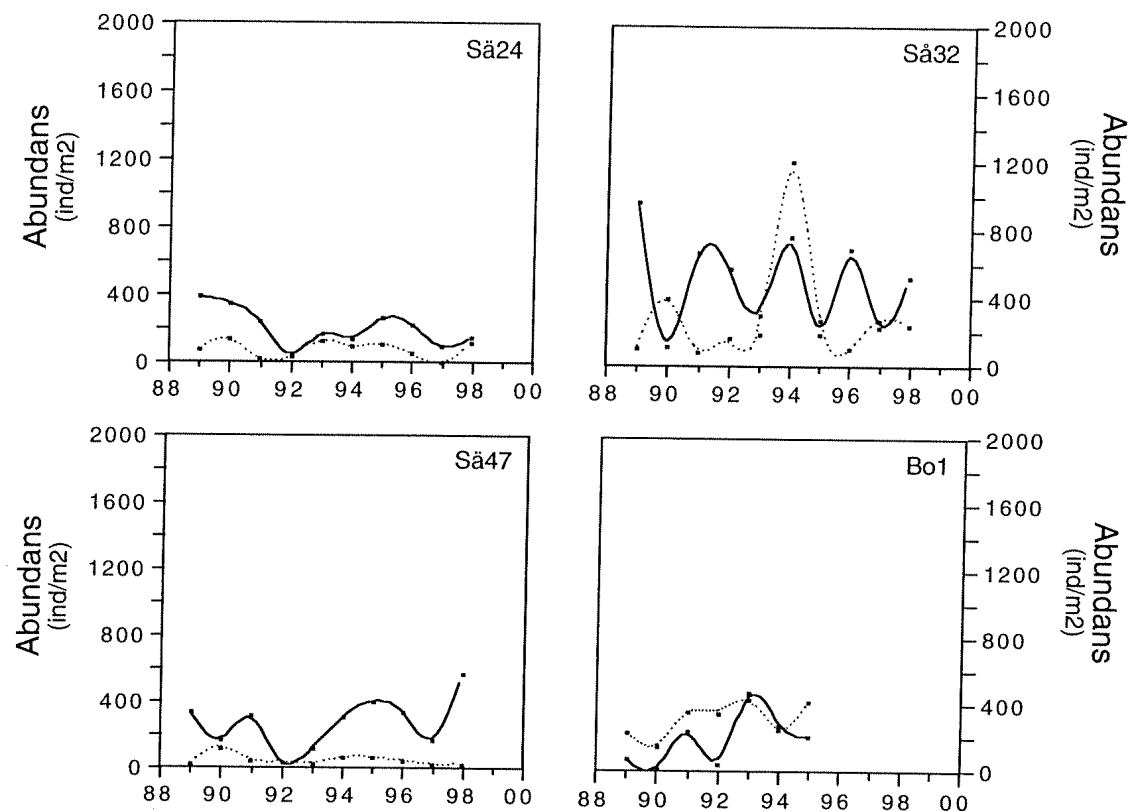
I 22% av proverna förekom andra bottenlevande kräftdjur. Bland dessa var taggmärlan *Pallasea quadrispinosa* vanligast, men även enstaka fynd av pungräkan *Mysis relicta* och vattengråsuggan *Asellus aquaticus* (på grunda bottnar) gjordes. Abundanserna för andra kräftdjur var dock generellt låga och utgjorde aldrig mer än några få procent av den totala abundansen.

I tre prover, M2 (1990), Ås9 (1988) och Megrundet N (1997), var abundansen av taggmärlor högre än 30 ind/m<sup>2</sup>. I proverna från Megrundet N förekom taggmärlor under alla

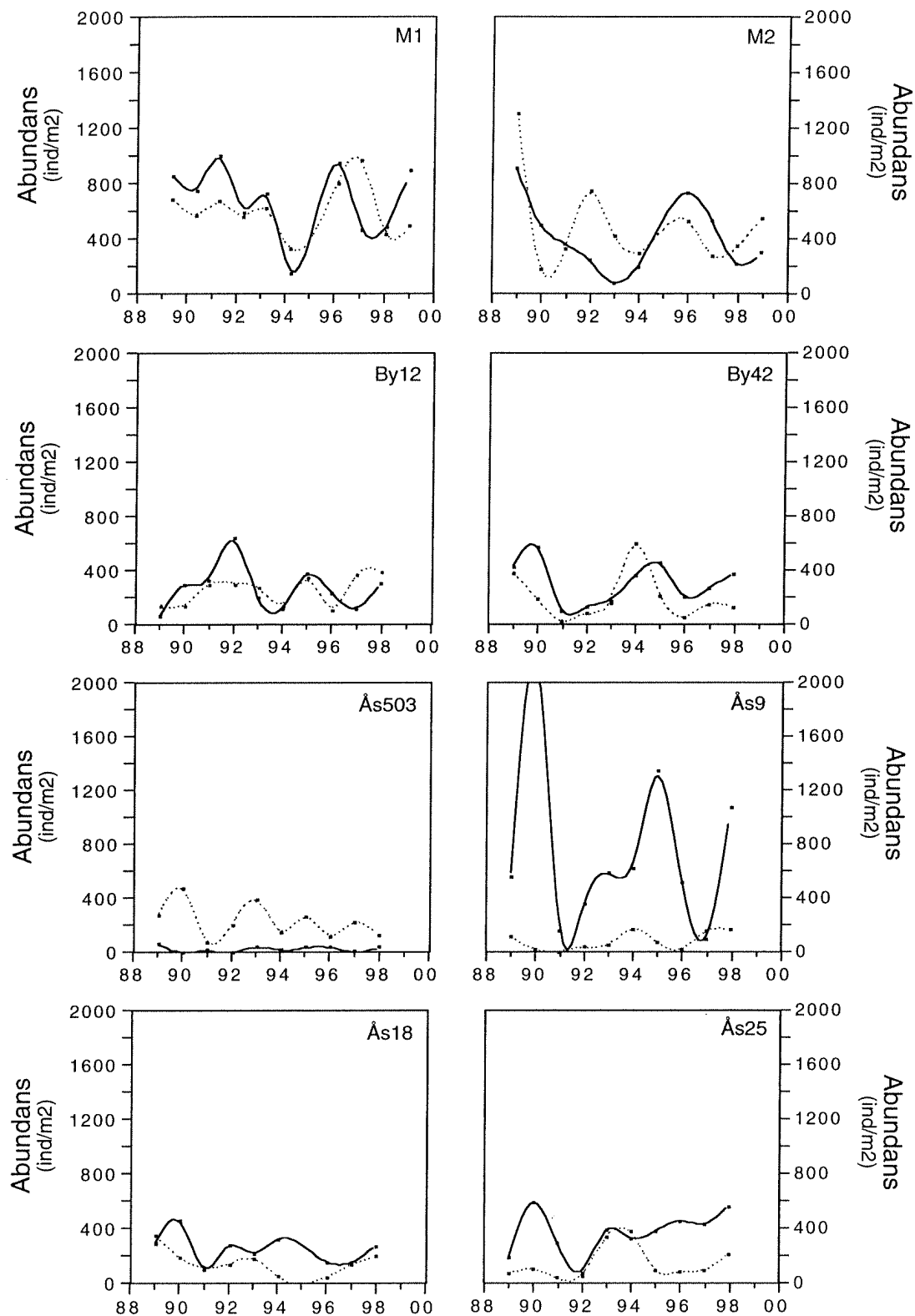
år mellan 1989 och 1998, utom 1994. I proverna från Tärnan SSO förekom både taggmärlor och pungräkor regelbundet. På dessa båda stationer i Störvätern finns även enstaka exemplar av skorven *Saduria entomon* L. regelbundet i proverna. Bland de kustnära vikarna var det Mariestadsfjärden som uppvisade de flesta fynd av taggmärlor (vid 3 och 7 av provtagningstillfällena för M1 och M2, respektive) och pungräkor (vid 4 och 1 tillfällena). Även på stationerna Ka44, Ka63, Lu1, Sä24, Sä32, Ås5, Ås18, Ås25 och Ås503 påträffades enstaka individer av *Pallasea* och/eller *Mysis*.

## Fjädermygglarver och glattmaskar

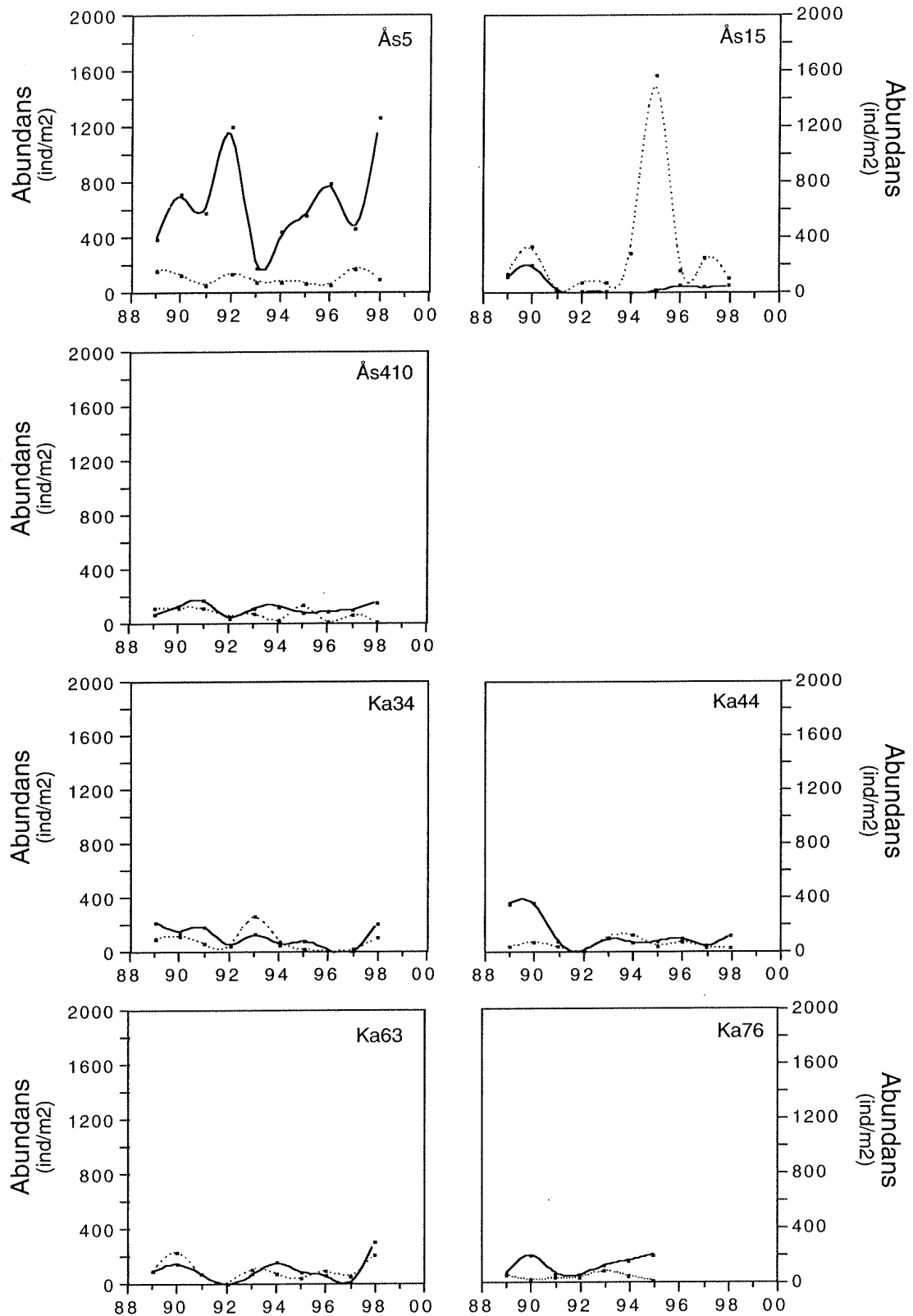
Abundanserna för fjädermygglarver och glattmaskar var generellt sett relativt låga, vilket man kan förvänta sig på djupa bottnar i näringsfattiga fjärdar. Längre in i vikarna ökar dock vanligtvis abundanserna av dessa bottenjur, då vikarna blir grundare och mera näringsrika i sin karaktär. Vissa stationer uppvisar stabila abundanser av fjädermygglarver och glattmaskar (t. ex. Ås410, Sä24, Ka34), medan andra uppvisar kraftiga fluktuationer (t. ex. stationerna i Mariestadsfjärden, Ås9, Sä32) (Figur 5). Inga signifikanta tidstrender hittades för någon av stationerna (linjär regressionsanalys,  $P > 0,05$ ).



Figur 5. Tidstrender för abundanser av fjädermygglarver (gråstreckad linje) och glattmaskar (helsvart linje) för 19 stationer från Vänerens strandnära recipientkontroll. Inga av trenderna var signifikant (linjär regressions analys,  $P > 0,05$ ).

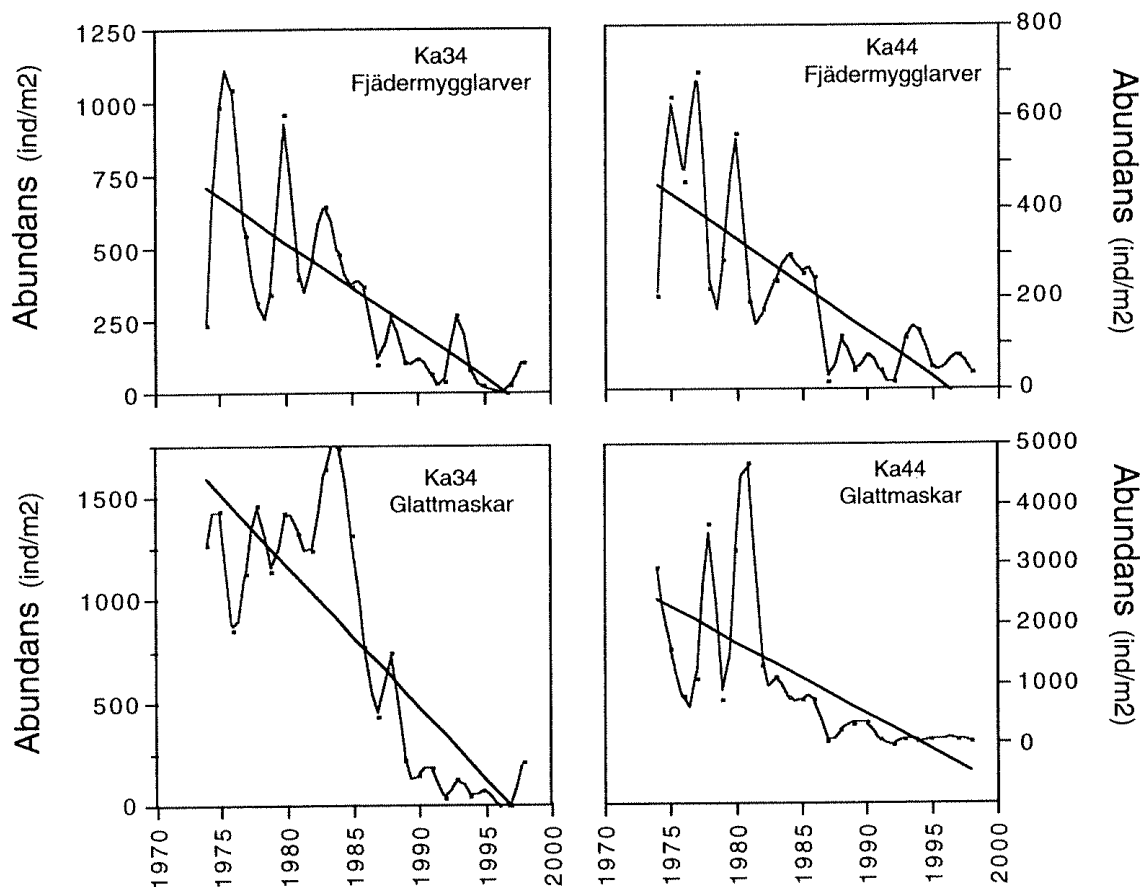


Figur 5 forts. Tidstrender för abundanser av fjädermygglarver (gråstreckad linje) och glattmaskar (helsvart linje) för 19 stationer från Vänerens strandnära recipientkontroll. Ingen av trenderna var signifikant (linjär regressions analys,  $P > 0,05$ ).



Figur 5 forts. Tidstrender för abundanser av fjädermygglarver (gråstreckad linje) och glattmaskar (helsvart linje) för 19 stationer från Vänerns strandnära recipientkontroll. Ingen av trenderna var signifikant (linjär regressions analys,  $P > 0,05$ ).

När man dock analyserar längre tidstrender (1974–1998) får man i många fall signifikant minskande abundanser av fjädermygglarver och glattmaskar över tiden. Exempelvis minskar abundanser av båda dessa taxa på stationerna Ka34 och Ka44 i Kattfjorden (linjär regressionsanalys,  $P < 0,0004$  för samtliga) (Figur 6). Typiskt är också att det har skett en snabb minskning i mitten av 1980-talet, vilket visar på effekter av tidigare åtgärder som begränsat närsaltsbelastningen.



Figur 6. Tidstrender för abundanser av fjädermygglarver (överst) och glattmaskar (underst) på stationerna Ka34 och Ka44 i Kattfjorden. Regressionslinjen visar signifikant minskande trend (linjär regression,  $P < 0,0004$ ). Observera skillnaden i skalorna.

Profundalbottarna i Gränssjön uppvisade vid 1999 års provtagning en hög abundans av tofsmygglarver *Chaoborus flavicans* ( $>4000$  ind/m<sup>2</sup>, 70% av den totala abundansen). Höga abundanser av tofsmygglarver påträffades också i Ekholmsjön (Ås513) under 1996–98.

Tofsmygglarver är framgångsrika i sjöar med långvarig syrgasbrist i bottenvattnet genom att de migrerar upp i vattnet. I system med liten vattenomsättning och långa perioder då skiktade förhållanden råder kan tofsmygglarver i det närmaste totalt dominera bottenfaunan.

Även rovlevande fjädermygglarver av släktet *Procladius*, som bland annat livnär sig på glattmaskar, är vanligt förekommande (142–595 ind/m<sup>2</sup>). Dessa larver är frilevande i eller på ytsedimentet och är därmed mindre känsliga för syrgasfria förhållanden i sedimentet.



## Tillståndsbedömning med bottenfauna

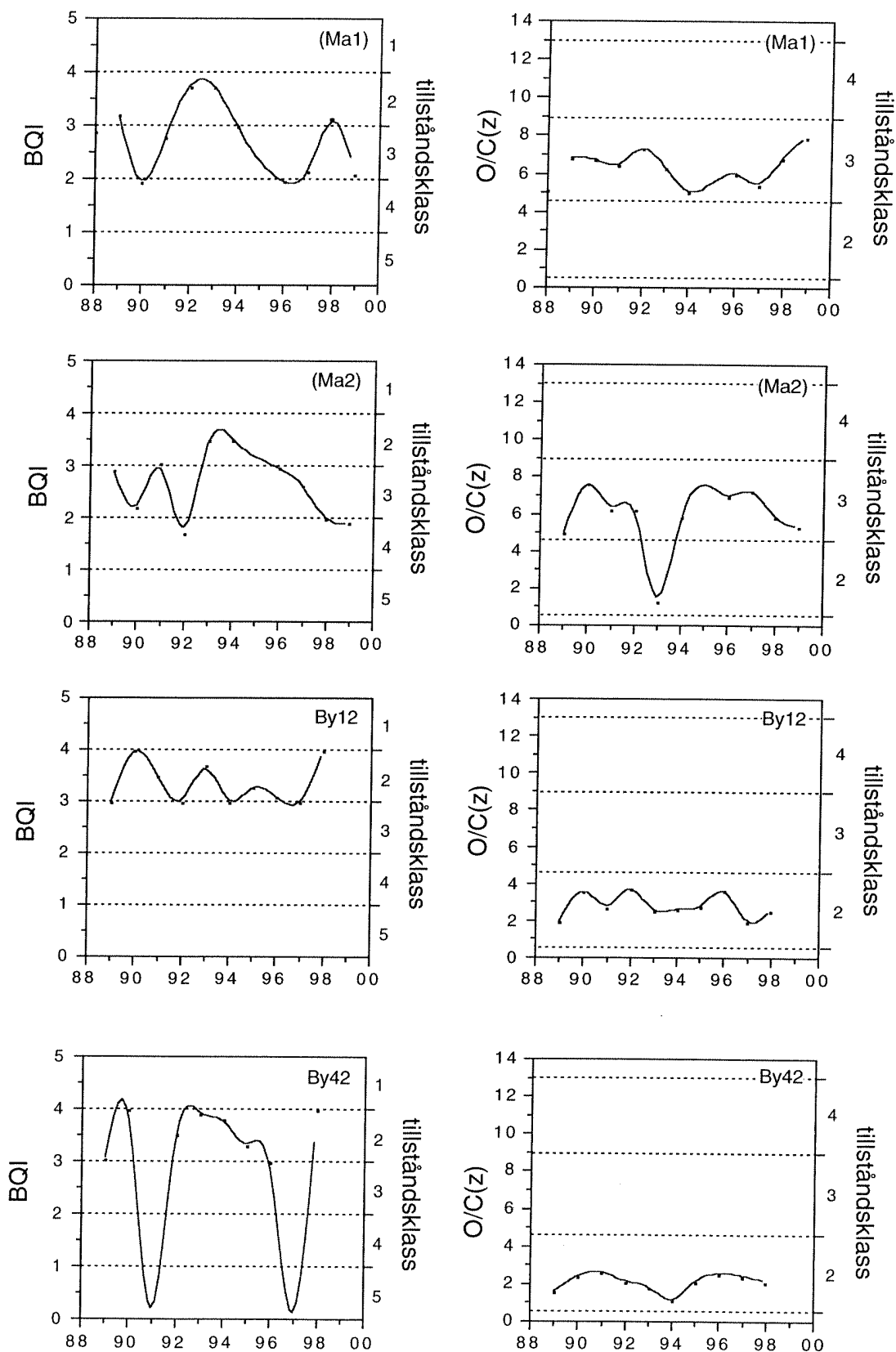
I tabell 2 i bilagan redovisas BQI och O/C(z) värden för provtagningsstationer där relativt få provtagningar har genomförts, medan tidsserier för åren 1989–1998 visas i figur 7. Tidserierna för BQI och O/C(z) indexen (Figur 7) visar för de flesta stationer en bra överensstämmelse för tillståndsbedömning med båda indexen. De flesta stationerna hamnar i tillståndsklass 2, d.v.s. att bottenfaunan avviker enbart något från den som förekommer under ostörda förhållanden. Stationerna i Mariestadsfjärden (M1 och M2) har tillståndsklass 3.

BQI indexet visar på mycket starka effekter av störning (klass 5) i Kävelstocken, Ekholmssjön (Ås513), Varnumsviken (Va2) och Kilsviken (Vi12) (Tabell 2). Dessa stationer ligger i skyddade, relativt grunda ( $\leq 9$  m) vikar med lågt vattenutbyte. Sedimentet i dessa vikar har en hög halt av organisk material, vilket medför hög syrgaskonsumtion och följaktligen uppstår lätt syrgasbrist under perioder då vattenmassan ej omrörs. På dessa stationer bestäms BQI-indexet endast av indikatorartaxan *Chironomus plumosus* bland fjädermyggorna, även om andra fjädermyggartaxa kan förekomma. Att O/C(z) indexet för ovanstående vikar visar på något bättre miljötillstånd (klass 2–3) kan bero på förekomsten av andra fjädermyggartaxa som inte är indikatorartaxa för BQI och ej tillhör släktet *Procladius* (se faktaruta). Även om dylika grunda, näringsrika vikar har en utarmad bottenfauna kan produktionen av bottenfaunaorganismer (och fisk) vara hög. Vikarna fyller därmed en viktig funktion som lekplatser för fisk, som rast- och födosökplatser för många fågelarter (och fladdermöss) och som häckningsplats för andra fågelarter.

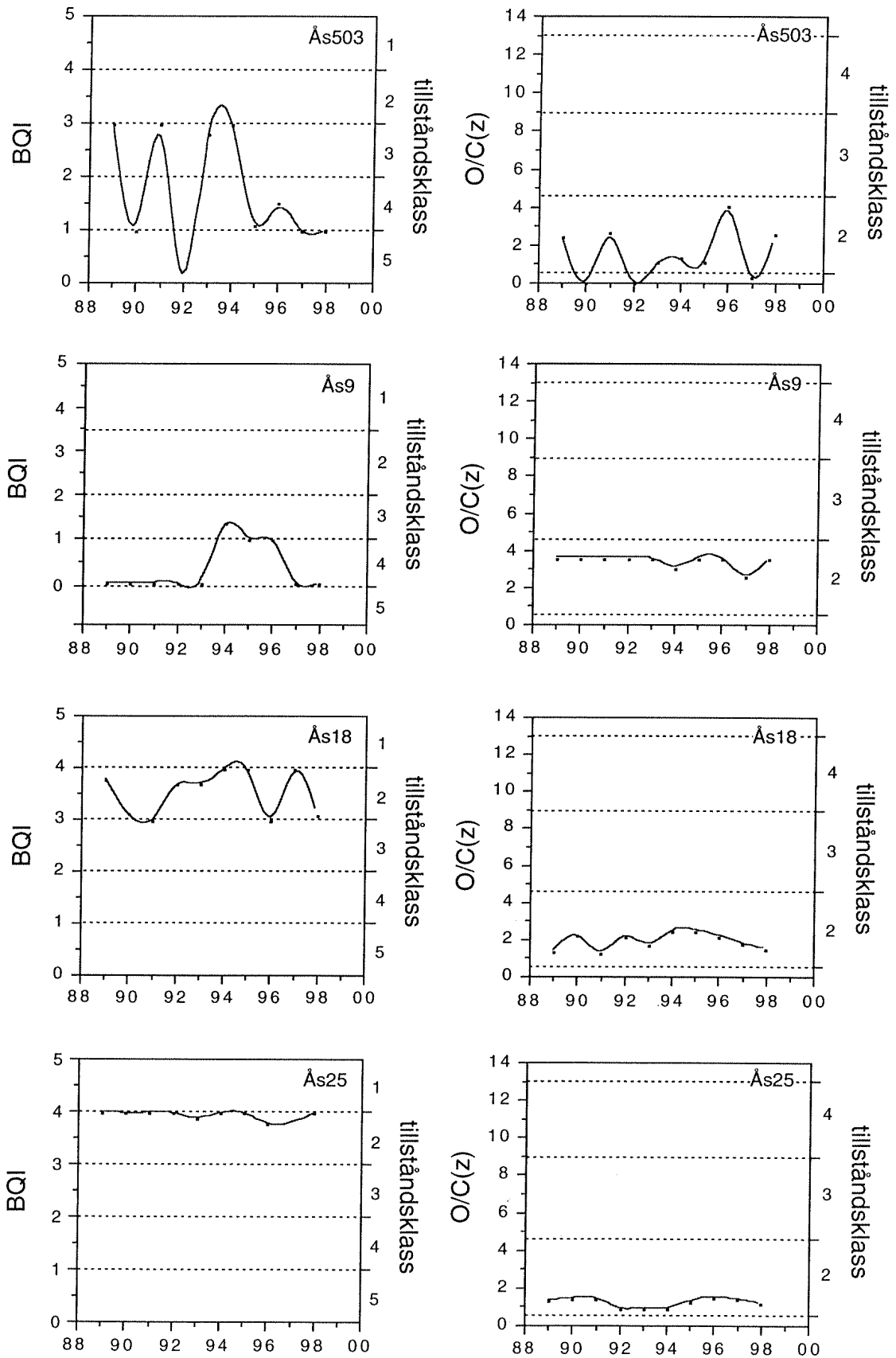
Bedömningen med BQI respektive O/C(z) skiljer sig ibland för samma prov. Detta kan vara en följd av specifika faktorer (se ovan) påverkar och att ett av indexen är mindre lämpligt, men det kan även vara en följd av naturlig variation. Figur 7 visar för ett antal stationer ganska kraftiga mellanårsvariation i indexvärden, t. ex. för Ma2, Ås410, Ka34. För BQI är det i de flesta fall avsaknaden av indikatorartaxa bland fjädermygglarver i proven som resulterar i indexvärdet 0. Det kan delvis bero på att fjädermygglarver i de flesta av vikarna naturligt förekommer i relativt låga abundanser och att avsaknaden av en indikatorartaxa med högt indexvärde, t. ex. *Heterotrissocladius* arter, *Micropsectra* eller *Paracladopenma*, snabbt minskar BQI indexvärdet. Avsaknaden av indikatorartaxa i proverna kan också inträffa när taxa som finns i bottarna hinner kläcka till flygfärdiga fjädermyggor innan vårprovtagningen inträffar. Även för station Sä32 i den inre delen av Säterholmsfjärden ger de olika index en något avvikande miljötillståndsbedömning, BQI indikerar klass 3–4, medan O/C(z) konsekvent indikerar klass 2. Den rätta tolkningen bör vara att bottenfaunan på Sä32 under 1990-talet uppvisade starka till mätliga effekter av störning.

Bedömningar som är baserade på flera års indexvärden således mer tillförlitliga än sådana som är gjorda med data från en enda provtagning. För de vikar som har enstaka eller återkommande nollvärden för BQI (By42, Ås503, Ås5 och Ka-stationerna) måste bedömningen baseras på de år då BQI-värdet inte är noll. Exempelvis visar tidsserien för By42 att BQI för 8 av 10 år är större eller lika med 3. Stationen B42 bör därmed hamna i bedömningsklass 2 – mätliga effekter av störning.

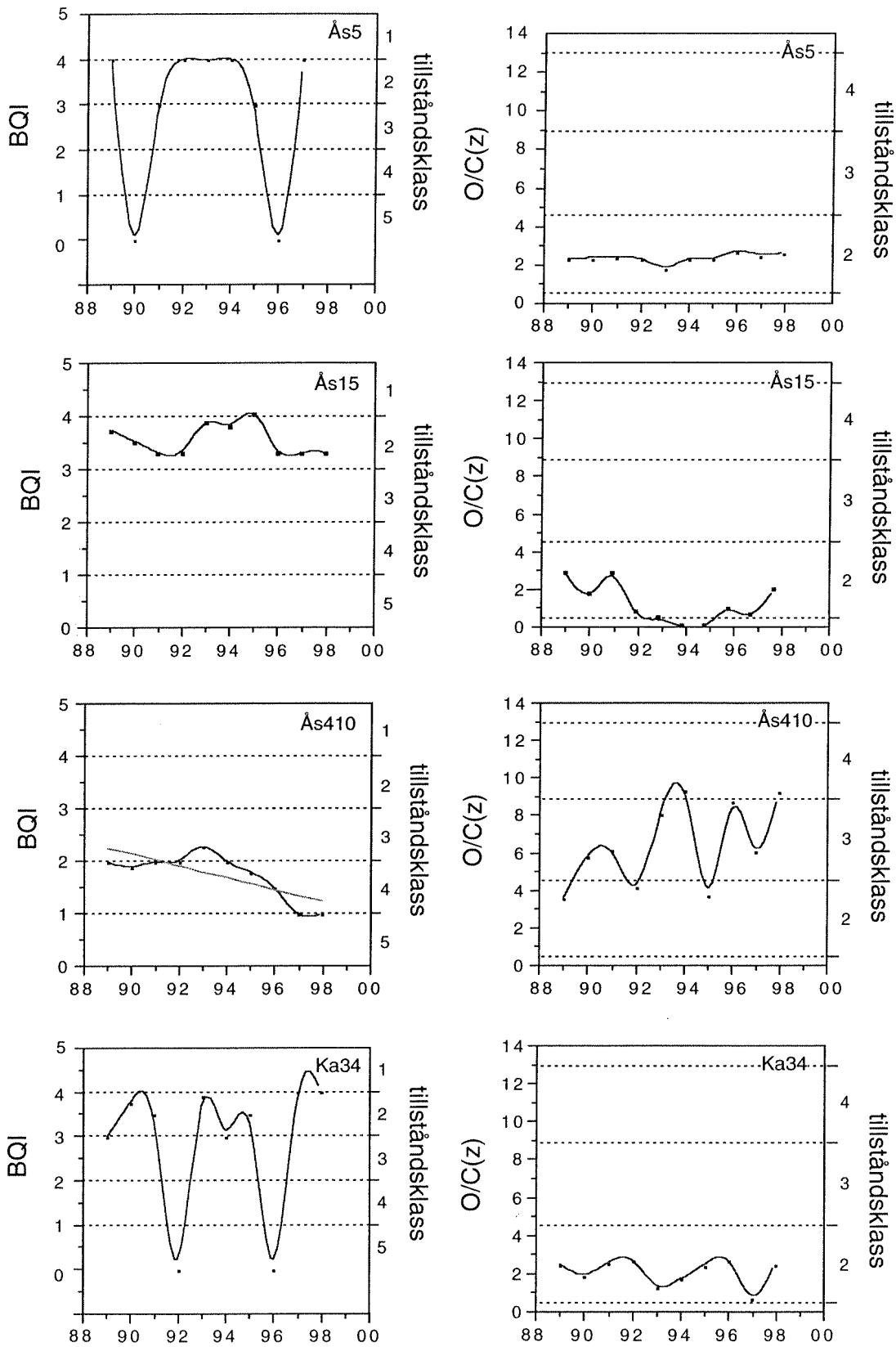
Det är mest lämpligt att jämföra påverkade stationer med opåverkade kontrollstationer i samma vattensystem (vik/fjärd) och här finns goda möjligheter inom det nuvarande recipientprogrammets utformning. Att hitta lämpliga referensvatten för Vänerns fjärdar på andra håll i landet är svårt. Möjligtvis kan man jämföra med de stora fjärdar i centrala Mälaren, där Norra Prästfjärden under 1990-talet hade ett BQI på 2,9–3,8 (klass 2–3) och ett O/C(z) index på 1,7–2,0 (klass 2) och Björkfjärden hade ett BQI på 3,0–3,6 (klass 2–3) och ett O/C(z) på 1,8–2,0 (klass 2).



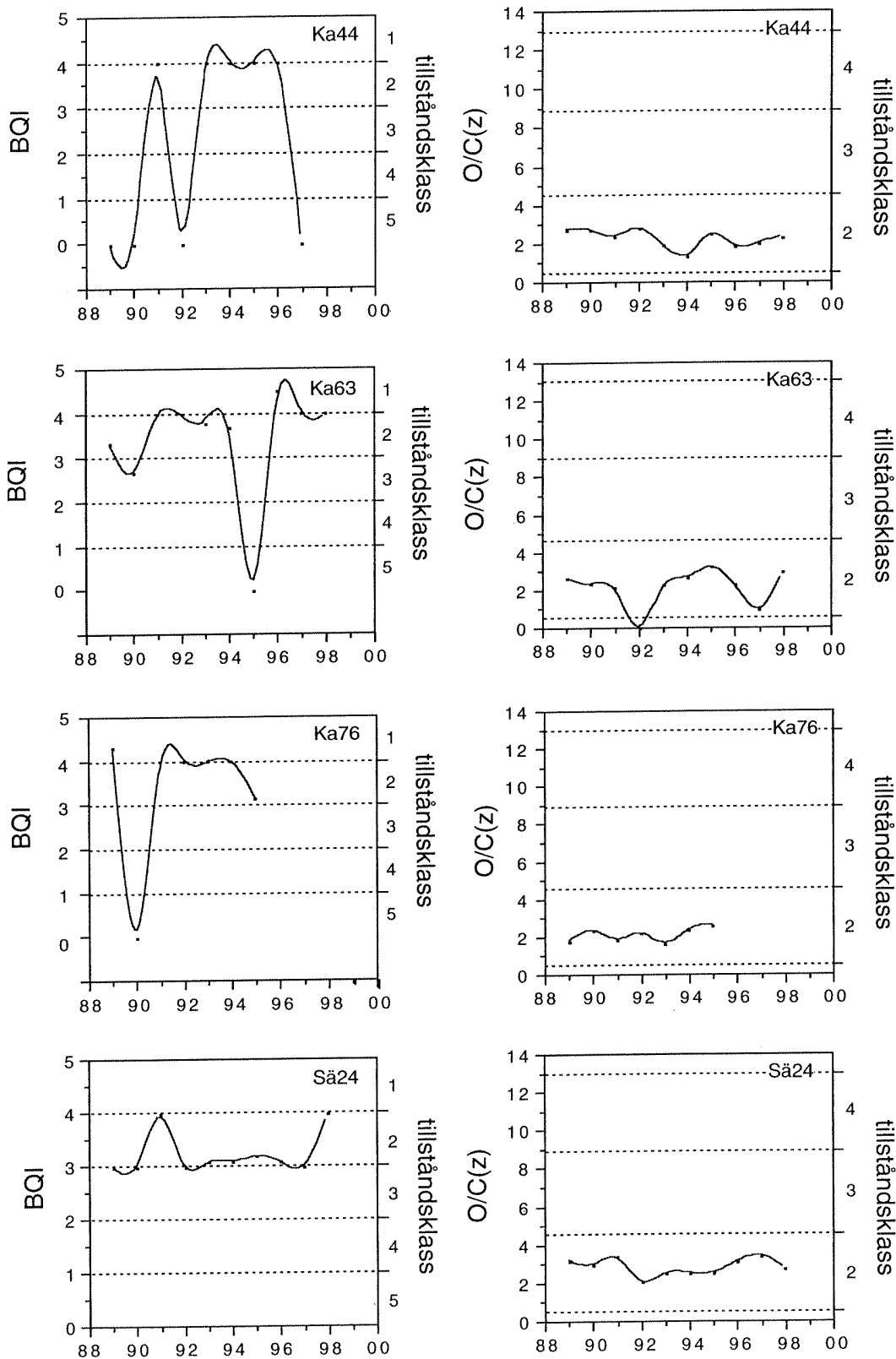
Figur 7. Tidstrender (1989–1998) för BQI och O/C(z) indexvärden för 19 stationer från Vänerns strandnära recipientkontroll.



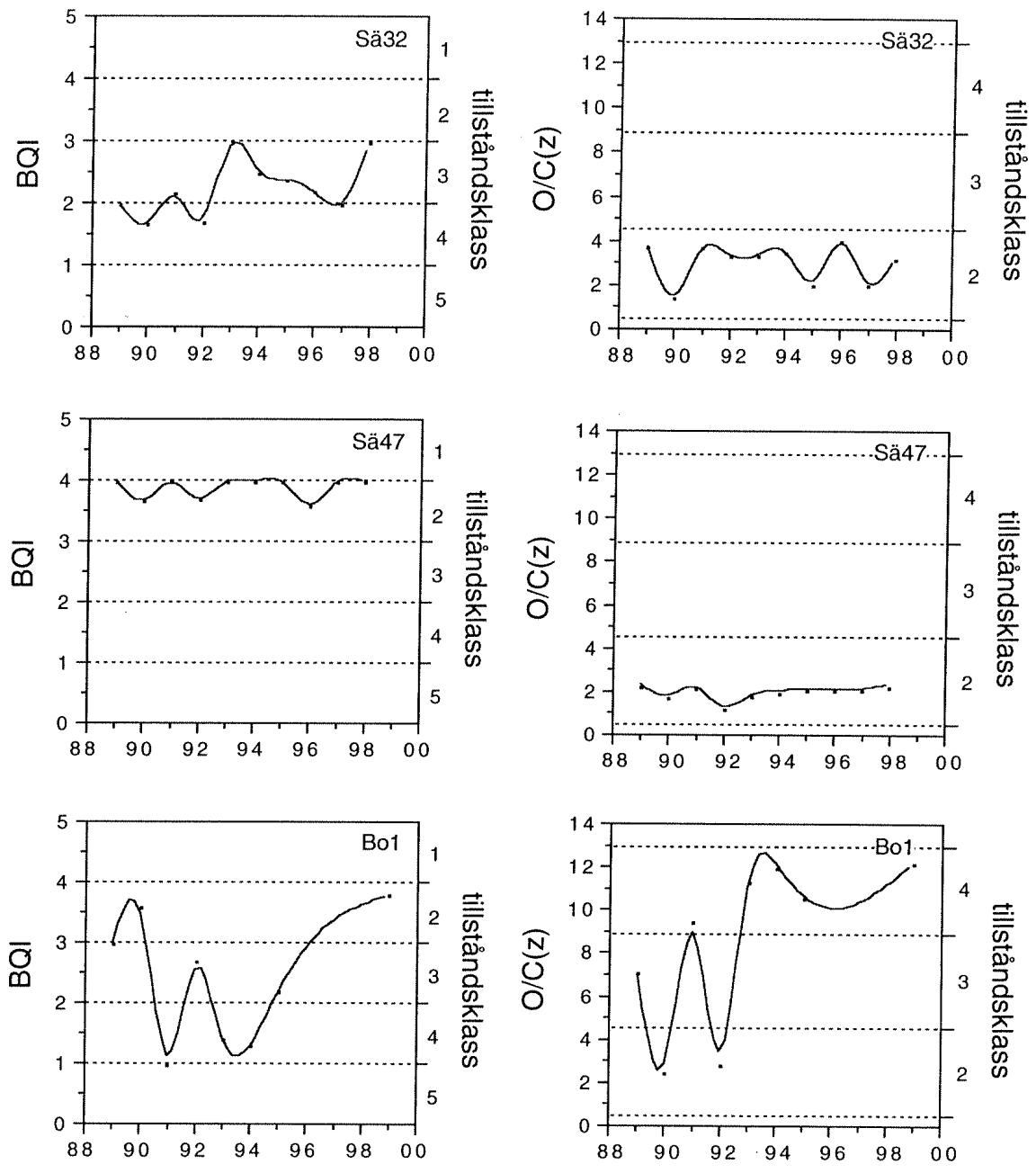
Figur 7 forts. Tidstrender (1989–1998) för BQI och O/C(z) indexvärden för 19 stationer från Vänerns strandnära recipientkontroll.



Figur 7 forts. Tidstrender (1989–1998) för BQI och O/C(z) indexvärden för 19 stationer från Vänerns strandnära recipientkontroll.



Figur 7 forts. Tidstrender (1989–1998) för BQI och O/C(z) indexvärden för 19 stationer från Vänerns strandnära recipientkontroll.



Figur 7 forts. Tidstrender (1989–1998) för BQI och O/C(z) indexvärden för 19 stationer från Vänerns strandnära recipientkontroll.

## Förslag till förbättringar av bottenfaunaprogrammen

Det tidigare programmet för storvätern (PMK) bantades kraftigt under 1996. Med tanke på att flera av referensstationerna i de yttre delarna av vikarna uppvisar liten variation över tiden (stabila tidstrender) för abundans hos bottenfaunagrupper och för de biologiska index som används vid utvärdering, kan man fundera över om några av dessa stationer skulle kunna utgå. För att kunna följa upp effekter av pågående eller framtida miljövårdsåtgärder, samt att kunna detektera nya hot är dock långa tidsserier ytterst värdefulla och borttagning av en eller flera stationer bör endast göras efter mycket noggranna överväganden.

Ett sätt att förbättra kompatibiliteten av data från olika utförare är att i uppdraget ange den taxonomiska upplösning som ska följas. En standardiserad artlista, förslagsvis den som används i Bedömningsgrunderna (Bilaga 2, NV 1999) med tillägg av de fjädermyggtaxa som ingår i BQI indexet. Även standardiserade inmatningsprocedurer för att få fram en enhetlig stavning av artnamn bör eftersträvas, eftersom det underlättar framtida utvärderingar av data från olika källor. Lämpligen bör initiativet till en sådan standardisering komma från Naturvårdsverket.

Att dra slutsatser om områdenas betydelse för biologisk mångfald utifrån data för profundalfaunan har varit den klart svåraste delen av detta uppdrag. Grunda vikar med en lång kustlinje, en rik flora, och olika naturtyper i det angränsande landskapet m.m., ger mycket goda förutsättningar för en hög biologisk mångfald. Många av dessa aspekter vägs samman vid en naturvärdering med System Aqua som för närvarande omarbetas. Att göra kvalificerade bedömningarna av områdenas betydelsen för biologisk mångfald kan företrädesvis göras med System Aqua.

## Miljötilståndet i vikar och fjärdar

Nedan följer en analys av miljötilståndet för samtliga vikar/fjärdar som ingår i denna sammanställning (i alfabetisk ordning). Där sedimentdata har varit tillgängliga har dessa används i analysen. Vid tolkning av dessa bör man komma ihåg att det är svårt att jämföra sediment med starkt avvikande vattenhalt rakt av, eftersom det just är skillnaden i sedimentets densitet (sandhalt) som styr halten uttryckt per gram torrsubstans. Samtliga värden för sedimentkemiska analyserna redovisas i tabell 3 i bilagan.

### 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 *Heterotrissocladius* 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 ( $\geq 7$ ) 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/m<sup>2</sup>) jämfört med 1992–1995 (28–49 ind/m<sup>2</sup>). Vitmärlan *Monoporeia affinis* fanns i samtliga prover mellan 1989 och 1995, utom 1990, i medelabundanser varierande mellan 124 och 1829 ind/m<sup>2</sup>.

### **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 torrsustans (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 (se ovan). 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 profundalsediment och underskattningen kan vara en artefakt av det fasta bottensubstratet. Faunan i Brandsfjorden utgjordes till 55% av glattmaskar (1813 ind/m<sup>2</sup>), men även 10 taxa av fjädermygglarver, varav *Polypedilum* med 353 ind/m<sup>2</sup> var vanligast, fanns i proverna.

### **Byviken**

Bottenfaunasammansättningen på båda stationerna tyder generellt på goda syrgasförhållanden i bottarna 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/m<sup>2</sup> och 231–1031 ind/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> hela 39% av den totala abundansen. Dessa iakttagelser kan tyda på en spridning av detta kräftdjur från Storvätern, 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 taxa *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 rovlevande fjädermygglarver av släktet *Procladius*, som bland annat livnär sig på glattmaskar, är vanligt förekommande (142–595 ind/m<sup>2</sup>). Dessa larver är frilevande i eller på ytsedimentet och är därmed 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/m<sup>2</sup>, eller 70% av det totala individantalet. Höga abundanser av rovlevande 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 kvävehalten 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 vedrester).

### **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/m<sup>2</sup> fram till mitten på 1980-talet, för att sedan minska snabbt till värden lägre än 500 ind/m<sup>2</sup> 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 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 indikatortaxa under vissa år saknas i proverna, vilket ger 0-värden för BQI som i sin tur är orsaken till de kraftiga svängningarna i tidseriediagrammen för BQI (Fig. 7).

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 ( $\geq 2,9$  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/m<sup>2</sup> 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 grundna, 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 transportbottnarna 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. Indikator taxa bland fjädermyggor var *Heterotrissocladius marcius* 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 bottnarna. 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 bottnarna. 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 transportbottnar. 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 bottnar. 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 ( $\leq 198$  ind/m<sup>2</sup>). Vitmärlan *Mo-*

*monoporeia affinis* dominerar denna grupp, men även pungräkan *Mysis relicta* och taggmärslan *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 Störvätern och kan bero på naturliga klimatvariationer.

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

### **Störvätern (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 vitmärslan *Monoporeia affinis* under 1990-talet. Sedan 1989 uppvisar abundanserna av *Monoporeia* på båda stationer i Störvätern tydligt ökande trender (Figur 2). Dessa trender har sannolikt sin förklaring i de vädermönster med milda vintrar och varma somrar som har dominerat under 1990-talet (se ovan). *Monoporeia* förekommer i relativt höga abundanser (>1000 ind/m<sup>2</sup>) på stationerna i Störvätern. Medelabundansen för perioden 1989–1998 var 2152 ind/m<sup>2</sup> (variationsvidd 585–6797) på Megrundet N och 1301 ind/m<sup>2</sup> (365–3168) på Tärnan SSO. Vitmärslan 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/m<sup>2</sup>). 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 torrsbstanshalt (hög vattenhalt), vilket visar att det är frågan om utpräglade ackumulationsbottnar. Vänerns oligotrofa karaktär gör att bottenvattnet håller relativt höga syrgaskoncentrationer, vilket leder till ett oxiderat yt-sediment. 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 indifferenten arten *Potamotrix hammoniensis* är vanligast på samtliga stationerna, men förekommer i låga abundanser ( $\leq 506$  ind/m<sup>2</sup>). Vitmärslan *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 rovlevande *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/m<sup>2</sup>), 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 syrekonsumtion 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 torrsbstanshalt (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/m<sup>2</sup>). 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 (linje i figur 7) 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 bottenarna 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 fjädermyggglarver 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 vitmärkan *Monoporeia affinis* (Ås18, 1997) och taggmärkan *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/m<sup>2</sup> 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 torrsubstanshalt 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/m<sup>2</sup> (1998).

### **Ölmeviken**

I den grunda, relativt näringsrika Ölmeviken är fjädermygglarverna *Procladius* och *Chironomus plumosus* vanligast, även om abundanserna är låga (< 300 ind/m<sup>2</sup>). Båda index visar på starka effekter av störning (klass 4).

## Litteraturförteckning

Johnson, R.K. & T. Wiederholm. 1992. Pelagic-benthic coupling: The importance of diatom interannual variability for population oscillations of *Monoporeia affinis*. *Limnology & Oceanography* 37: 1596–1607.

Naturvårdsverket. 1999. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Rapport 4913. Sundelin, B., A-K. Eriksson & E. Håkansson. 1999. Embryonalutveckling hos vitmärta i fyra sjöar – Vänern, Vättern, Vågsfjärden och Rogsjön. Vänerns vattenvårdsförbund, Rapport 8.

Torstensson, H. 1999. Miljögifter och metaller i Vänerns sediment. Kapitel 8 i Vänern – Årsskrift 1999. Vänerns vattenvårdsförbund.

Wallin, M., M. Östlund & H. Kvarnäs. 2000. Näringsbelastning på Vänerns vikar inom Karlstads kommun. Institutionen för miljöanalys, Rapport 2000:6.

Weyhenmeyer, G., T. Blenckner & K. Pettersson. 1999. Changes of plankton spring outburst related to the North Atlantic Oscillation. *Limnology & Oceanography* 44: 1788–1792.

Wiederholm, T. 1980. Use of benthos in lake monitoring. *Journal of the Water Pollution Control Federation* 52: 537–547.

## Bilaga

Tabell 1. Koordinater för provtagning i olika Vänervikar, samt korta beskrivningar av bottensubstratets beskaffenhet.

Lokal	X	Y	Bottensubstrat
Brandsfjorden	6484826	1315176	sandigt, brungrått, luktar inte
Bottenviken	6583529	1587369	fast, brungrått
Gränsjön	6588709	1379280	lera-gyttjesediment; luktar inte
Kilsviken	6553800	1401892	2-3 cm brunt, oxiderat ytskikt; djupare sediment grått; luktar inte
Kolstrandsviken	6549861	1404396	1-1,5 cm brunt oxiderat ytskikt; djupare sediment grått; inslag av grovdetritus
Åmålsviken	655167	132352	-

Tabell 2. Medelvärden för BQI och O/C(z), samt bedömningsklass för ett antal av Vänerns vikar och fjärdar. I parentes anges variationsvidden. I sista kolumnen anges vilka år som provtagning har skett.

Lokal	Station	Djup (m)	BQI	Klass	O/C(z)	Klass	År
Kållandssundet	Kävelstocken	5-9	1,0	5	6,9	3	93
Kållandssundet	Ullersund	3-4,5	3,4	2	16	5	93
Ekholmssjön	Ås513	7	1,0 (1,0-1,0)	5 (5-5)	7,1* (5,4-8,7)	3 (3-3)	96, 97, 98
Dättern	1	2	1,2 (1,1-1,3)	4 (4-4)	42 (41-43)	5 (5-5)	95, 97
Dättern	2	2	1,9 (1,1-2,7)	4 (3-4)	26 (21-30)	5 (5-5)	95, 97
Lunnerviken	Lu1	5	1,5 (1,0-2,3)	4 (3-4)	6,7 (0,9-12,6)	3 (2-5)	90, 91, 96-98
Ölmeviken	Ö11	1,5-2,5	1,2 (1,0-1,4)	4 (4-5)	11 (6,9-15,6)	4 (3-5)	90, 91, 96-98
Varnumsviken	Va2	8-9,5	1,0 (1,0-1,1)	5 (4-5)	8,1 (5,5-9,9)	3 (3-4)	90, 91, 96-98
Kilsviken	Vi12	2	1,0	5	2,0	2	99
Gränsjön		21	2,0	2	2,6	2	99
Brandsfjorden		6	3,0	3	11,9	4	99
Åmålsviken		22	3,5	2	3,0	2	99
Kolstrandsviken	Vi14	2-3	3,0	3	14	5	99

\* Värdet 0 för 1997 exkluderat.

Tabell 3. Torrsubstanshalt (TS), glödgningsförlust (GF), samt kol- (C), kväve- (N) och fosforhalt (P) i ytsediment i ett antal av Vänerens vikar (alfabetisk ordning).

Lokal	X	Y	Sediment- skikt cm	TS %	GF %	C g/kg ts	N g/kg ts	P g/kg ts
Bottenviken <sup>2)</sup>	6583260	1387622	0–2	19,0	6,9	28	3,3	0,86
Brandsfjorden	6484826	1315176	ytsed. <sup>4)</sup>	48,7	1,7	4,7	0,69	0,59
Byviken <sup>1)</sup>	6548438	1329606	0–1	12,5	7,9	31	3,2	1,4
Dalbosjön N	6533490	1325154	0–1	14,4	7,4	27	2,9	1,2
Grumsfjorden <sup>1)</sup>	6582150	1343670	0–1	14,1	9,7	45	3,8	2,3
Gränsjön <sup>2)</sup>	–	–	0–2	8,9	12,1	47	4,3	1,9
Kattfjorden <sup>1)</sup>	6580774	1360373	0–1	8,9	10,4	47	4,5	1,7
Kilsviken	6553800	1401892	0–5	21,7	14,6	39	4,5	0,89
Kolstrandsviken	6549861	1404396	0–5	24,9	5,6	44	3,8	0,90
Kävelstocken <sup>3)</sup>	–	–	0–5	3,9	13,8	–	7,7	1,2
Lunnerviken <sup>1)</sup>	6580700	1390100	0–1	29,9	4,7	23	1,9	1,0
Mariestadsfjärden <sup>1)</sup>	6517746	1387952	0–1	26,3	7,0	29	2,4	1,0
Säterholmsfjärden <sup>1)</sup>	6581622	1377203	0–1	7,7	11,8	50	4,9	1,7
Varnumsviken <sup>1)</sup>	6579258	1401181	0–1	11,6	10,1	47	4,8	2,0
Värmlandssjön <sup>1)</sup>	6545443	1361781	0–1	10,4	10,5	37	3,4	1,9
Åmålsviken	655167	132352	0–1	12,1	9,8	36	3,5	1,9
Åsfjorden <sup>1)</sup>	6580278	1349875	0–1	12,1	10,4	46	4,0	1,8

<sup>1)</sup> resultat från Vänerkansliet (provtagning 1998)

<sup>2)</sup> resultat från Wallin m.fl. (2000)

<sup>3)</sup> resultat från sjöarkivet (1993:2) Lidköpings kommun (provtagning 1992)

<sup>4)</sup> sediment insamlat med Ekmanhämtare (se text)



Tabell 4. Provtagningsstationer, deras koordinater, provtagningsdjup, samt undersökningsåren som ingår i sammanställningen.

Lokal	Station	X	Y	Djup (m)	År
Bottenviken	Bo1	65826	13872	5	1990–95
Brandsfjorden		648483	131518	6	1999
Byviken	By12	655305	133150	22	1989–98
Byviken	By42	655065	133060	34	1989–98
Dättern	Dä1	647612	131051	2	1995 & 97
Dättern	Dä2	647711	130935	2	1995 & 97
Gränsjön		658871	137928	21	1999
Kattfjorden	Ka34	658290	136235	28-31	1989–98, ej 96
Kattfjorden	Ka44	658115	136190	33-35	1989–98
Kattfjorden	Ka63	657865	136360	25-30	1989–98
Kattfjorden	Ka76	657606	136478	37,5	1989–98
Kilsviken	Vi2	655380	140189	2	1999
Kolstrandsviken	Vi14	654986	140440	2–3	1999
Kållandssundet	Kävelstocken	-	-	5–9	1993
	Ullersund	-	-	3–4,5	1993
Lunnerviken	Lu1	658070	139010	5	1990–92, 96–98
Mariestadsfjärden	M1	651246	137771	9–12	1989–98
Mariestadsfjärden	M2	651817	138798	7–11	1989–98
Säterholmsfjärden	Sä24	658065	137675	27	1989–98
Säterholmsfjärden	Sä32	658445	137450	24	1989–98
Säterholmsfjärden	Sä47	657690	137865	40	1989–98
Storvänern	Tärnan SSO	655455	136581	70–80	1989–98
	Megrundet N	652877	132735	63–77	1989–98
Varnumsviken	Va2	657920	140140	9,5	1990, 91, 96–98
Åmålviken		647666	129906	22	1999
Åsfjorden	Ås5	658360	135045	40	1989–98
Åsfjorden	Ås9	658185	134825	27	1989–98
Grumsfjorden	Ås15	658205	134380	27	1989–98
Åsfjorden	Ås18	657935	135060	36	1989–98
Åsfjorden	Ås25	657540	134945	27-58	1989–98
Borgvikssjön	Ås410	658390	133890	10	1989–98
Kyrkebysjön	Ås503	657520	134580	11	1989–98
Ekholmssjön	Ås513	657311	134170	7	1996–98
Ölmeviken	Ö11	658080	139670	2,5	1990, 91, 96–98

## **Aktuella rapporter om Vänern**

### **Rapporter utgivna av Vänerens vattenvårdsförbund**

4. Vänern 1996 - årsskrift från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 1997. Rapport nr 4 1997.
  5. Metaller och stabila organiska ämnen i Vänerfisk 1996/-97. Vänerens vattenvårdsförbund 1998. Rapport nr. 5.
  6. Vänern 1997 - årsskrift från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 1998. Rapport nr 6.
  7. Vänern - årsskrift 1999 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 1999. Rapport nr 7.
  8. Embryonal utveckling hos vitmärla i fyra sjöar – Vänern, Vättern, Vågsfjärden och Rogsjön. Utgiven av Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 7, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 1999.
  9. Fågelskär i Vänern 1999. E. Landgren & T Landgren. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 9.
  10. Program för samordnad nationell miljöövervakning i Vänern. A. Christensen. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 10.
  11. Vänern – tema biologisk mångfald. Årsskrift 2000 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 11.
  12. Övervakning av bottenfauna i Vänern och dess vikar – ett tioårigt perspektiv. W. Goedkoop, SLU. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 12.
  13. Övervakning av fågelfaunan på Vänerens fågelskär – Metodutvärdering och förslag till framtida inventeringar. E. Landgren & T. Landgren. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 13.
- Vänern - natur och miljö. 16 sidor broschyr. Utgiven av Vänerens 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.
- Vänerens 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 ideell 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 ska 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 miljö tillstånd 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, Vänermuseum, 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](http://www.vanern.s.se). En 16 sidig broschyr finns om Vänern och den kan beställas via Vänerkansliet.

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.