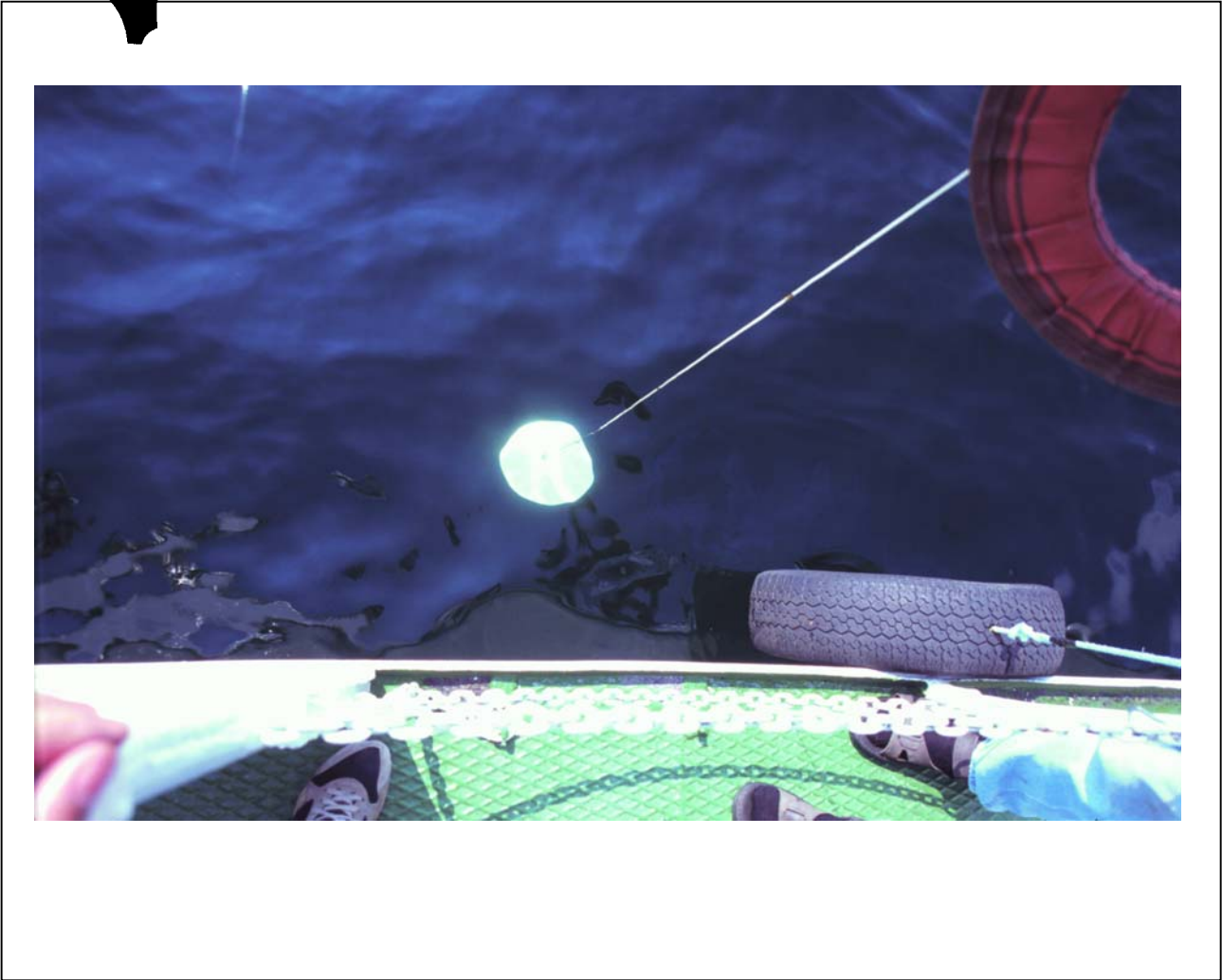


Vätternvårdsförbundet

Årsskrift 2001



Rapport nr 64 från Vätternvårdsförbundet

Vätternvårdsförbundet

Årsskrift 2001

Rapport nr 64 från Vätternvårdsförbundet*

Layout och textbearbetning: Måns Lindell (ed)

Omslagsbild: Siktdjup i Vätterns klara vatten. Siktdjupet ligger på ca 10-15 m.

Beställningsadress: Vätternvårdsförbundet
Länsstyrelsen i Jönköpings Län
551 86 Jönköping
Tel 036-395000
Fax 036-167183
Email: Ingrid.Mansson@f.lst.se

ISSN: 1102-3791

Rapporterna 1-29 utgavs av Kommittén för Vätterns vattenvård. Kommittén ombildades 1989 till Vätternvårdsförbundet som fortsätter rapportserien fr o m Rapport 30

Rapporten är tryckt på Länsstyrelsen i Jönköping 2000.
Första upplagan 1-100 ex.

Förord

Framför Er har ni den samlade redovisningen av miljötillståndet i Vättern fram t o m år 2000. I rapporten redovisas samtliga de moment som Vätternvårdsförbundet är beställare eller samordnare för. Rapporten omfattar såväl miljötillståndet i sjön, regnet ovan sjön, som miljötillståndet i bäckarna till sjön. Således täcker rapporten in stora delar av utförd miljöövervakning i Vättern, framför allt från tillflödets mynningar och själva ”utsjön”.

Flera författare har bidragit med redovisningar. Nytt för i år är att även delrapporter från forskare som bedrivit verksamhet i Vättern inflikats. Forskare ger här sin på varför Vättern är viktig ur deras synvinkel. Sekretariatet fortsätter att belysa vikten av forskning och miljöövervakning av Vättern. Forskarrapporter kommer även som separata rapporter i Vätternvårdsförbundets rapportserie.

Vätternvårdsförbundet vill poängtera att författarna är själva ansvariga för vad som skrivs även om sekretariatet har beretts möjlighet att redigera och kommentera manus innan tryckningen.

Jönköping den 26 februari 2002

Måns Lindell

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| 1. Rapporter inom Vätternvårdsförbundets rapportserie _____ | 6 |
| Rapport 60 från Vätternvårdsförbundet _____ | 7 |
| Rapport 61 från Vätternvårdsförbundet _____ | 8 |
| Rapport 62 från Vätternvårdsförbundet _____ | 9 |
| Rapport 63 från Vätternvårdsförbundet _____ | 10 |
| 2. Sammanfattning _____ | 11 |
| 3. Vattenståndet i Vättern _____ | 13 |
| 4. Miljötillståndet i Vättern _____ | 15 |
| 5. Nederbörds kemi _____ | 53 |
| Försurande ämnen på Visingsö _____ | 53 |
| Nederbörds kemisk undersökning av tungmetaller på Visingsö _____ | 60 |
| 6. Elfiske i Vätterbäckar 2001 _____ | 64 |
| 7. De pelagiska bytesfiskbestånden i Vättern _____ | 76 |
| 8. Forskning i Vättern? _____ | 79 |
| Vättern – den perfekta forskningssjön? _____ | 79 |
| Äter fiskarna i Vättern träd? _____ | 83 |
| Miljöhistoriska undersökningar i Vättern _____ | 85 |
| Sedimentering i Vättern _____ | 87 |
| Kräftors liv och leverne i kombination med miljögiftsbelastning i Vättern _____ | 89 |
| 9. Rapporter inom Vätternvårdsförbundet _____ | 91 |

1. Rapporter inom Vätternvårdsförbundets rapportserie

Vätternvårdsförbundet publicerar fortlöpande information om Vättern. Rapporterna kan vara egna utredning och undersökningar men också andra för sjön relevanta kunskapsunderlag. Det är förbundets åsikt

att det som publiceras också blir tillgängligt och dokumenterat. I detta kapitel följer en kort sammanfattning över de rapporter som publicerats under året. Längst bak i Årsskriften finner du en lista över samtliga rapporter inom förbundet.

Rapport 60 från Vätternvårdsförbundet

Konsekvensklassificering för Vättern, Region Väst

Matti Envall

Vägverket Konsult, Box 1062, 551 10 Jönköping

Sammanfattning

I samband med planeringen för RES-arbetet som genomfördes under 1995 konstaterade berörda länsstyrelser stora brister i kunskaperna vad gäller riskerna med transporter av farligt gods på vägar och järnvägar runt Vättern. För att öka kunskapen och ge underlag för fysisk planering beslutades därför att genomföra en sårbarhetsbedömning och riskanalys vad avser transporterna kring sjön.

Syftet med projektet har varit att fortsätta att konsekvensklassificera Vättern samt dess tillrinnande vattendrag med avseende på farligt godsolyckor. Dessutom har projektet haft en målsättning att ta fram en prioriteringslista för skyddsåtgärder vid 69 stycken vägsträckor på Vätterns västra sida, inom Hjo och Karlsborgs kommuner.

Som underlag för konsekvensanalysen har Vägverkets rapport "Yt- och grundvattenskydd" (4) använts. För riskanalysen som ligger till grund för prioriteringslistorna har samma bedömningssystem används som i Vätternvårdsförbundets rapport nr 49 (för 23 objekt på Vätterns östra sida) och nr 58 (för totalt 52 väg/bäckpassager). Två prioriteringslistor har tagits fram för de 69 objekten inom Vägverkets Region Väst, i Hjo och Karlsborgs kommuner. Den ena tar hänsyn till risker både för själva vattendragen och för Vättern. Den andra prioriteringslistan bygger på riskerna för Vättern utan hänsyn till konsekvenser för de tillrinnande vattendragen.

Enligt resultatet av utförd konsekvensklassificering oberoende om man ser till riskerna för både själva vattendraget och Vättern eller enbart för Vättern är det samma 8 stycken vattendragspassager som får den högsta riskpoängen (se tabell 1 och 2). Dessa vattendragspassager är Hyttebäcken, Öltappen/Vättern, Igelbäcken, Granviksån, Boviken/Vättern, Valeklevsbäcken, Hjällöbäcken och Ripanäsbäcken. Ytterligare två stycken vattendragspassager (Klanghamnsbäcken och Sägarebäcken) kommer upp isamma riskpoäng vid konsekvensklassificering enbart för Vättern. Noterbart är att endast Hjällöbäcken och Ripanäsbäcken ligger längs väg 195 medan övriga är koncentrerade till väg 49 norr om Karlsborg.

Prioriteringslista för skyddsåtgärder m a p olyckor med farligt gods. Riskpoängen med både Vättern och vattendraget som skyddsobjekt. Endast de 8 mest prioriterade objekten av totalt 69 visas.

| Idnr | Objektnamn/Vattendrag | Väg | Kommun | Längd klass 3 | Riskpoäng |
|------|-----------------------|-----|-----------|---------------|-----------|
| 716 | Hyttebäcken | 49 | Karlsborg | 330 | 8 +++++++ |
| 709 | Öltappen/Vättern | 49 | Karlsborg | 380 | 8 ++++++ |
| 732 | Igelbäcken | 49 | Karlsborg | 240 | 8 ++++ |
| 718 | Granviksån | 49 | Karlsborg | 250 | 8 +++ |
| 729 | Boviken/Vättern | 49 | Karlsborg | 280 | 8 +++ |
| 717 | Valeklevsbäcken | 49 | Karlsborg | 280 | 8 ++ |
| 610 | Hjällöbäcken | 195 | Hjo | 300 | 7 +++ |
| 701 | Ripanäsbäcken | 195 | Karlsborg | 210 | 7 +++ |

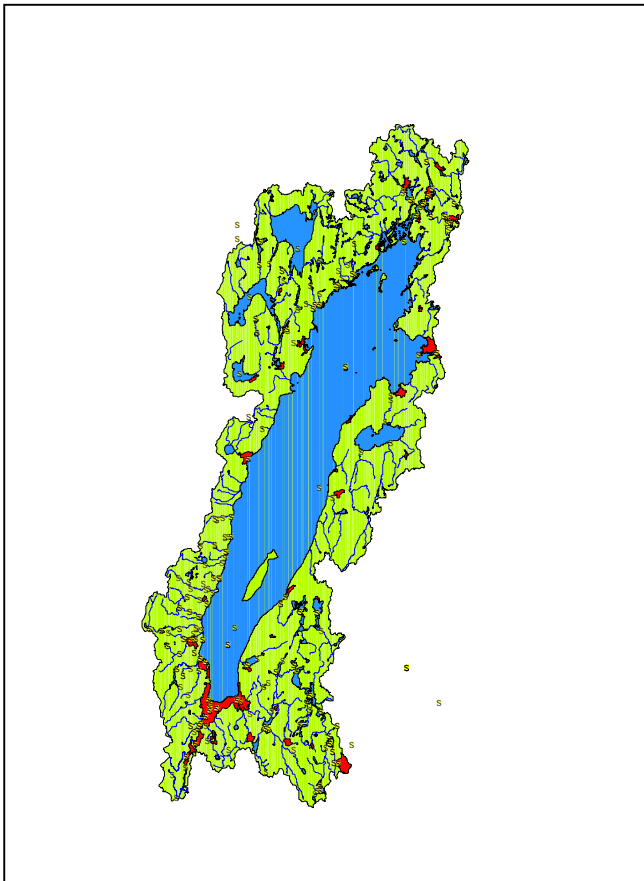
Rapport 61 från Vätternvårdsförbundet

Program för samordnad miljöövervakning i Vättern och dess tillflöden 2001-2006

Måns Lindell, Vätternvårdsförbundet 551 86 Jönköping

Här presenteras ett samordnat nationellt program för miljöövervakningen i Vättern vilket har utarbetats i ett projekt finansierat av Naturvårdsverket under 1999 och 2000. I projektet ingick att samordna Vätern, Vätterns och Mälarens miljöövervakningsprogram, anpassa dem till övrig nationell miljöövervakning och till internationella rapporter och EU:s vattendirektiv.

Allmänt kan *miljöövervakning definieras som den verksamhet där tillstånd, trender och effekter i miljön följs*. Verksamheten ska beskriva tillståndet i miljön på sådant sätt att de är användbara i miljöarbetet. Föreslaget program för samordnad nationell miljöövervakning i Vättern uppfyller kraven för nationell miljöövervakning för sjöar.



Den årliga redovisningen från miljöövervakningen kommer att ses över och effektiviseras för att uppfylla de krav som kommer att ställas med EU's vattendirektiv. En större utvärdering av resultaten från miljöövervakningen i Vättern görs vart 6:e år. Utvärderingen kommer att innehålla en tydligare koppling till miljömål och åtgärder.

Det samordnade nationella programmet för Vättern kommer att ha många olika finansiärer. De största är Vätternvårdsförbundet, Naturvårdsverket, och Fiskeriverket. Den delade finansieringen visar på en stor samverkan mellan olika aktörer och är helt i linje med regeringens tankar om att all miljöövervakning på olika nivåer ska samordnas och fogas in i ett enhetligt system (Prop. 1990/91:90). För fortsatt drift krävs att respektive finansiär fortsätter att bidra med dagens belopp. Den totala kostnaden för det samordnade miljöövervakningsprogrammet för Vätterns avrinningsområde är ca 2.5 milj. kr/år.

Rapport 62 från Vätternvårdsförbundet

Fiske och Fiskar i Vättern

Måns Lindell och Anton Halldén (eds),
Vätternvårdsförbundet, 551 86 Jönköping
Länsstyrelsen i Jönköping, 551 86 Jönköping

Fiskeriverket och fiskefunktionen runt Vättern har tillsammans gjort en dokumentation om fiske och Fiskar i Vättern. Studien, som har till del finansierats med anslag från Naturvårdsverket och Fiskeriverket, täcker in följande kapitel/områden:

- Det gamla Vätternfisket
- Sammanställning av yrkesfiskets statistik
- Observationer av lekande harr i tillflöden
- Utbredning och fångst av kräftor
- Kräftors predation på fiskrom
- Utvärdering av laxmärkning i Vättern
- Pelagisk fisktäthet
- Artbeskrivningar och sammanställning av utförda nätprovfisken i Vättern
- Sammanställning av sport/fritidsfiskets betydelse i Vättern
- Allmänt om fisket i Vättern



Det är Vätternvårdsförbundets inställning att föreliggande rapport är kanske den fullkomligaste sammanställning som förbundet känner till om fiske och fiskar i Vättern. Förhoppningsvis kan rapporten utgöra ett uppslagsverk för vetgiriga, fiskeintresserade, i planeringshänseende samt inte minst som ett verktyg i miljöövervakningen. Här har dessutom historiska uppgifter sammanställt en gång för alla.

Rapporten har försenats i tryckning p g a inväntande av vissa kapitel för en fullständig sammanställning om fisket i Vättern. Tryckning är beräknad till februari 2002.

Rapport 63 från Vätternvårdsförbundet

Seatrack Vättern, simulering av kemikaliers, oljors och föremåls spridning i vatten, användarhandledning

Olof Liungmann, SMHI

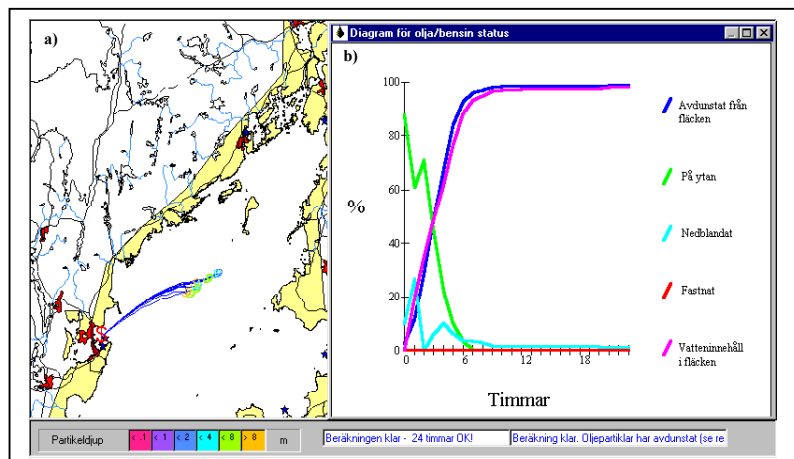
I samband med bekämpning av förorenande utsläpp är det av stor vikt att kunna förutsäga hur ett visst utsläpp kommer att spridas. För detta ändamål har SMHI utvecklat programsystemet *Seatrack*, vilket bygger på lång erfarenhet av strömningsmodeller och simulering av spridning i vatten. *Seatrack* har applicerats på flera olika vattenområden i Sverige, både på regional och lokal nivå. Systemet används för närvarande vid riskanalys beträffande vattentäkter, inom operativ oljebekämpning och som ett utbildningsverktyg.

Då ett utsläpp upptäckts påbörjas en prognosberäkning i *Seatrack* genom att användaren på ett enkelt och intuitivt sätt anger utsläppets position, typ, djup och mängd, samt övrig nödvändig information, i ett beräkningsformulär. Användaren kan också påverka hur programmet ska beräkna utsläppets beteende och spridning i vattnet. Därefter anges de förväntade ström- och väderförhållandena för var tredje timme under den period man vill simulera och beräkningen startas. Resultatet, en prognos över hur utsläppet kan komma att spridas, presenteras på en karta i form av partiklars rörelser eller koncentrationer. Förloppet kan även animeras och via olika menyval kan användaren få närmare information om utsläppets egenskaper vid olika tidpunkter, både grafiskt och i tabellform. *Seatrack* är ett avancerat och mångsidigt PC-baserat programsystem för att beräkna och visualisera hur olika ämnen eller föremål förflyttas och sprids i havet, i sjöar och i flodsystem.

Tekniska egenskaper

- Lättanvänt grafiskt användargränssnitt med standardiserade kartverktyg, implementerat i MapX™ från MapInfo vilket medför hög kompatibilitet med annan GIS-baserad data och programvara.
- Beräkningsresultat kan visualiseras och animeras på ett flertal olika sätt, samt sparas, skrivs ut och exporteras.
- Hanterar olika typer av petroleumprodukter, lösta, sjunkande eller flytande ämnen och föremål (t ex en livbåt eller en person) samt beräkningar bakåt i tiden.
- Inkluderar funktionalitet för att simulera effekten av en länsa.

Seatrack skräddarsys för ett visst område genom att strömmen under ett antal olika väder-, vind- och vattenförhållanden beräknas i förväg. Relevanta situationer bestäms utifrån statistisk analys av mätserier tagna ur SMHIs databanker.



2. Sammanfattning

Väder och Vatten

En varm vinter och en kylig sommar – ett klimatscenario som återigen blev verklighet under året 2000. Hela vintern och hösten var upp till 4 grader varmare än normalt, medan sommaren var kallare än normalt. Sommaren präglades överhuvudtaget av ett ostadigt väder med mycket regn och rekordlåg solinstrålning. Till skillnad mot sommaren var vädret under början av maj och hela september fint med rekordmycket sol och lite nederbörd. Året avslutades med dåligt väder, med rekordlåg solinstrålning, mycket regn och ett konsekvent högt vattenstånd i Vättern

Vattenkemi i utsjön och tillflöden

Totalkvävehalten i Vättern var under 2000 något lägre än vad som noterades för de senaste åren och totalfosforhalten var på en fortsatt låg nivå. Även klorofyllhalten och mängden organiskt material, samt vattnets siktdjup var på samma nivå som de senaste åren. Totalkvävehalten överstiger miljömålet med nästan det dubbla, medan fosforhalten väl uppfyller miljömålet.

Närsalterna vid den nya stationen i Ålebäcken var mycket högre än vad som noterats för övriga vattendrag. Halterna av kväve och organsikt material ökar generellt i tillflödena, medan fosforhalten sjunker. Metallhalterna i Malmabäcken och Lillån var liksom tidigare betydligt högre än i övriga undersökta vattendrag. Koppar, bly- och zinkhalterna i Malmabäcken, samt blyhalterna i Lillån var så höga att det finns risker för biologiska effekter.

Växtplankton och djurplankton

Årets växtplanktonvolymer var genomgående något högre jämfört med mängderna de senaste 10 åren. Men vid bedömning av miljötillståndet med avseende på såväl vårutvecklande kiselalger som totalvolymen av växtplankton i augusti framgår det att båda stationerna hade en mycket liten växtplanktonbiomassa.

Bestånden av djurplankton i den norra delen av Vättern (vid Jungfrun) var något lägre än långtidsmedelvärdena för augusti under perioden 1978-99. Ett undantag var individtätheten av hoppkräftor som var högre än normalt. Biovolymen var störst i den södra delen av sjön (Edeskvarna) både i juli och augusti, medan antalsmässigt var bestånden större i den norra delen av sjön. Biovolymen i juli vid Edeskvarna dominerades detta år, liksom det föregående året, av det storvuxna hjuldjuret *Asplancha priodonta*.

Bottenfauna

Individtätheten i augusti 2000 var högre vid samtliga tre provtagningsstationer i Vättern jämfört med normalt för perioden 1977-99. Bottendjurbeståndet dominerades som vanligt av vitmärlor och glattmaskar. Djupbottenfaunans artsammansättning är stabil, medan däremot individtätheterna och den totala biomassen varierar mycket mellan olika år.

Pelagisk fisktäthet

I Vättern dominerar nors det pelagiska fisksamhället. Beståndet fluktuerar mellan åren men kan grovt sägas utgöras av 400-4500 norsar per hektar sjöyta. Det kan allt-

så skilja en tiopotens i beståndsstorleken mellan år! Norsen gynnas varma somrar då de unga fiskarna hinner tillväxa ordentligt inför vinterns svältperiod. Åren 1992, 1994, 1997 och även nu under 2000 var norsbestånden rika. År 1999 var årsklassen svagast under hela perioden 1988-1999. 1992 utgjorde ensomriga norsar 81% (3600 ind/ha) av totala norsbeståndet. År 1997 och 2000 var norsbeståndet över 1000 ind/ha.

Beståndet av siklöja är generellt ca 10 gånger mindre än norsbeståndet. I sjön förekom en osedvanligt rik årsklass av siklöja den varma sommaren 1992 (580 ind/ha) medan beståndet var svagt 1988, 1997 och 1998, under 50 ind/ha). År 2000 var beståndet av siklöja medelgott med en god tillgång på ensomriga individer, över 150 ind/ha (ca 90% av beståndet).

Öring i tillflöden

Elfiske utförs i sex tillrinnande vattendrag. Resultat från undersökningarna från åren 1996-2000, visar på relativt stabila bestånd av öring. Tidsutveckling visar att tre av bäckarna har en i nära optimal rekrytering av öring. De tre andra bäckarna visar på att rekrytering sker men att vissa störningar förekommer. De fluktuationer av bestånden som uppkommer är troligtvis i huvudsak resultat av naturliga variationer samt att förhållandena vid undersökningstillfällena varierat något mellan olika år. Exempelvis förändras i viss mån strömsträckornas karaktär vid hög respektive låg vattenföring.

Nederbördskemi

Under det hydrologiska året 99/00 regnade det 767 mm på Visingsö vilket var ca 20% mer än medel för 1994-99. Deposition av kväve och svavel är fortfarande högre än vad som Naturvårdsverket har uppsatt som mål som skall vara uppnådda 2010 (3 kg Soch 5 kg N/ha*år). Under 2000 föll ca 3,9 kg/ha svavel och drygt 10 kg/ha kväve över Vättern. Surheten i nederbörden var ca 4.7 (pH) vilket har varit oförändrat sedan start 1994. Variationen av klorid är betydlig. Under 2000 föll det förhållandevis mycket, 37 kg/ha över Vättern medan medel för hela perioden är 15,3 kg Cl/ha*år.

År 2000 hade liksom flera tidigare år högst deposition för flertalet metaller under vår och sommar. Trots måttlig nederbörd (555 mm kalenderår) noterades högst månadsdeposition för flera tungmetaller (arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr) och zink (Zn)) under april och juni/juli. Januari var nederbördsrikaste månaden vilket resulterade i att störst deposition för samtliga tungmetaller utom arsenik och kadmium ägde rum då. Vid jämförelse av 1993-96 med 1997-2000 visas generellt mindre nedfall av tungmetaller under senare perioden trots betydligt mer nederbörd på senare år. Året 2000 karakteriseras av mindre nedfall av arsenik, krom, kadmium och nickel. Undersökningen indikerar att depositionen av tungmetaller över Vättern minskar sakta men säkert.

3. Vattenståndet i Vättern

Vattenståndsmätningar i Motala

Vattenståndet i Vättern har regelbundet observerats vid Motala sedan 1832. Dagliga observationer påbörjades 1858. Från och med 1926 har vattenståndet registrerats kontinuerligt. Det är således ett tämligen unikt datamaterial för vattenstånd som finns tillgängligt. På Vätternvårdsförbundets sekretariat finns det datalagt registreringar sedan 1900 och framåt.

Den noggranna vattenståndsmätningarna utgör en viktig del i den reglering av Vättern som finns vid Motala ström. Regleringen utbyggdes 1929 för kraftändamål. Totalt beräknas utbyggbar fallhöjd uppgå till 85 m i Motala ström, varav ca 83 m utnyttjas för kraftproduktion. Regleringen utförs utifrån äldre data om Vättern "naturliga" dvs oreglerade yta så att det är den naturliga avbördningen som tappas. Vid en övre nivå tillåts Vättern svämma över regleringsnivå. Det är värt att poängtera att Motala Ström tycks vara en "flaskhals" för uttransport av vatten under vissa år varvid vattenytan stiger.

Vad säger vattendomen?

Det finns flera vattendomar för Vättern. Vätternvårdsförbundet har uppgifter om 47 vattendomar rörande Vättern. Emellertid är det endast ca sju stycken som rör vattenståndet och reglering. Den vattendom som gäller för reglering och vattenhushållningsbestämmelser heter "Dom 580409 i Mål AD 51/1946". Denna vattendom har varit omdebatterad under senare tid på grund av att Vättern steg kraftigt under 1998/99 till "ovanligt" höga nivåer. Som följd uppstod en rad incidenter på såväl privata tomter som på kommunala dagvat-

tennät. Även en hög erosion av stränder kunde noteras på flera ställen runt sjön.

Vattendomen för Vättern säger:

"Det reglerade vattenståndet får icke överstiga det naturliga med mer än 9 cm när det naturliga vattenståndet skulle varit högst +88.30 möh. Vid naturligt vattenståndet +88.70 eller högre nivåer skall dämning icke få förekomma. Vid naturliga vattenstånd mellan +88.30 och +88.70 skall dämningen minska rätlinjigt från 9 cm till 0."

Detta betyder i klartext att Vättern inte har någon maxhöjd som styrs av regleringen utan är att anses som naturlig variation i magasinet. Vidare anges de karakteristiska vattenstånden för Vättern beräknade från perioden 1858-1945 till:

| | | |
|--------------------------|-----|--------|
| Högsta vattenstånd | HHW | +89,08 |
| Normalt högvattenstånd | NHW | +88,66 |
| Normalt medelvattenstånd | Mw | +88,48 |
| Normalt lågvattenstånd | NLW | +88,28 |
| Lägsta vattenstånd | LLW | +87,98 |

I vattendomen slås det också fast att vattenståndet endast får mätas i Motala. Det finns andra pglar runt Vättern men dessa är ej gällande för regleringen.

Utmärkande för Vättern är de fleråriga fluktuationerna som är större än variationer under enskilt år. Vattenståndsvariationerna i Vättern är normalt förhållandevis små 40-50 cm, (maximalt ca 100 cm för perioden 1940-1999). Anledningen till de små variationerna, oftast ± 30 cm, och flerårs-

fluktuationerna är Vätterns stora yta i förhållande till genomrinnande vattenmängd.

Vattennivån mäts via en automatisk avläsare. Kontrollmyndighet gentemot vattendomen är SMHI som också är datavärd.

Hur var vattenståndet 2000?

Vattenståndet steg under 1998 till följd av riklig nederbörd, stor snöfall som snabbt avsmälte och en mild vinter. Vätterns yta nådde en maxnivå den 30 april 1999 då vattenståndet var 88,95 möh. Därefter sjönk vattenståndet snabbt till följd av en nederbördsfattig och varm höst och vid utgången av 1999 var vattenståndet 88,47 m. Under 1999 var vattenståndet bland de högsta under andra halvan på 1900-talet. Hela 96% av dagarna var över medelvattenståndet. Vid ingång av år 2000 hade vattenståndet sjunkit till 88,47 m men var nu åter i stigande.

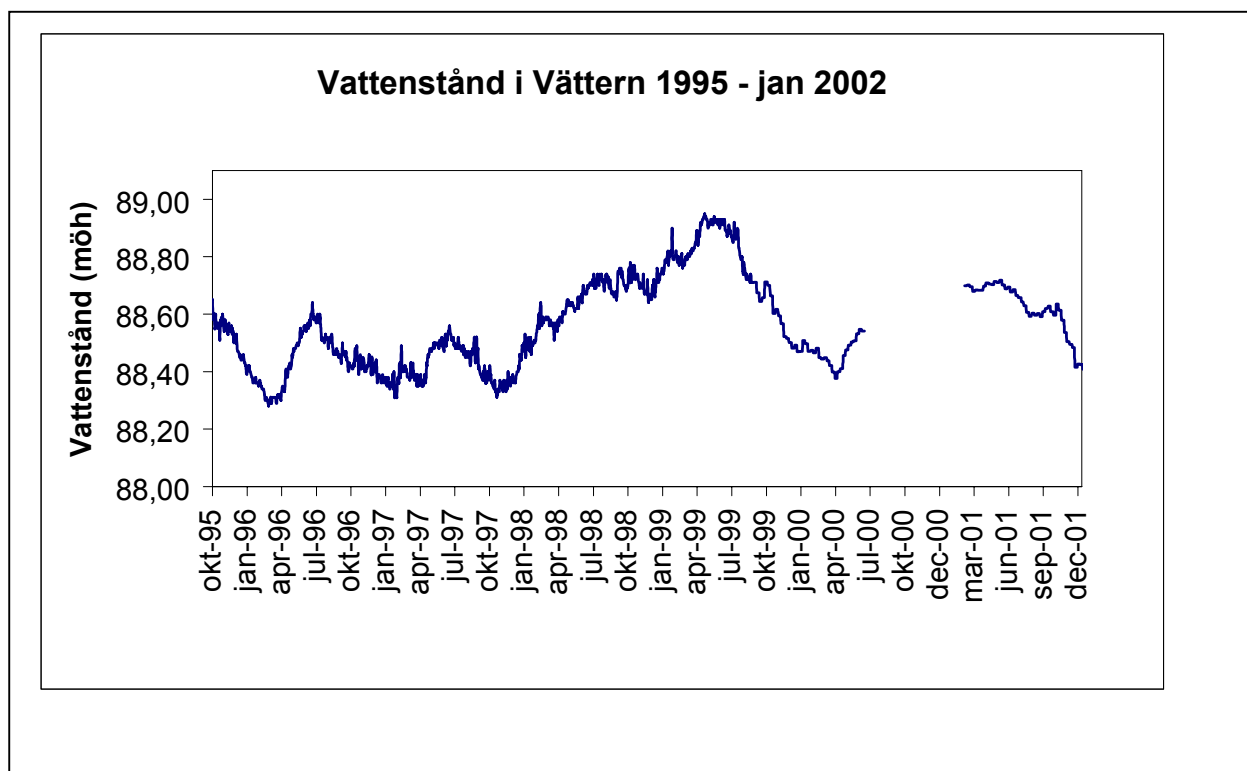
Maximalt var vattennivån under år 2000 88,64 möh vilket noterades i juni. Tyvärr saknas data från den 19 juni 2000 och

framåt t o m mars 2001, något som avses kompletteras inom kort.

Tabell 1. Karakteristika över vattenståndsdata 1940-2000. Åren 1969-73 är utelämnade p g a inga data fanns datalagt. För 2000 saknas vissa data (se text).

| Vattenstånd i Vättern (m) | | | |
|---------------------------|-------|----------------------------|--------------------------|
| | 2000 | 1990-00 | 1940-99 |
| medel | 88,47 | 88,48 | 88,50 |
| median | 88,47 | 88,45 | 88,50 |
| range | 0,17 | 0,75 | 1,03 |
| min | 88,38 | 88,20 (15 okt 1992) | 87,92 (14 okt 1976) |
| max | 88,55 | 88,95 m (30 april 1999) | 88,95 (30 april 1999) |

Figur 1. Vattenståndet i Vättern under tidsperioden 1995-2002. Under perioden 19-juni t o m mars 2001 saknas data.



4. Miljötilståndet i Vättern

5. Nederbördskemi

Försurande ämnen på Visingsö

Eva Hallgren-Larsson

IVL-Aneboda

Inledning

Våtdepositionen på öppet fält mäts kontinuerligt genom insamling av nederbörd från Säby på Visingsö. Undersökningarna utförs av IVL, Svenska Miljöinstitutet AB, i Aneboda på uppdrag av Vätternvårdsförbundet. Nedfallet av tungmetaller undersöks på samma plats och redovisas i separat artikel (Hallgren Larsson och Westling, 2001).

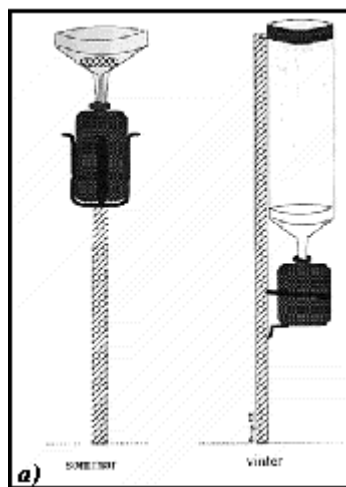
Metoder

Nederbörd insamlas sommartid med hjälp av tratt och dunk (5 l) som under vinterperioden ersätts av snösäck med dunk (5 l). Utrustningen är placerad på ett öppet fält, på en stolpe 1,5-2 m över marken, se figur 1. Insamlaren töms en gång per månad av provtagaren Britta Fredriksson. Insamlad volym noteras och provet skickas till IVL i Aneboda för analys av pH (surhet), alkalinitet, klorid, svavel samt kvävekomponenter.

Resultat

Som jämförelse till situationen på Visingsö redovisas resultat från åtta lokaler fördelade på tre län. Stationernas läge, namn och trädslag framgår av figur 2. Nederbördens genomsnittliga koncentration av vätejoner, svavel och kväve under oktober 1999 till september 2000 framgår av figur 3. Nedfall av dessa ämnen under samma period framgår av figur 5. Från jämförelsestationerna redovisas, förutom nedfall på öppet fält, även nedfall till skogsmark, mätt som kron dropp och där torrdeponerade ämnen

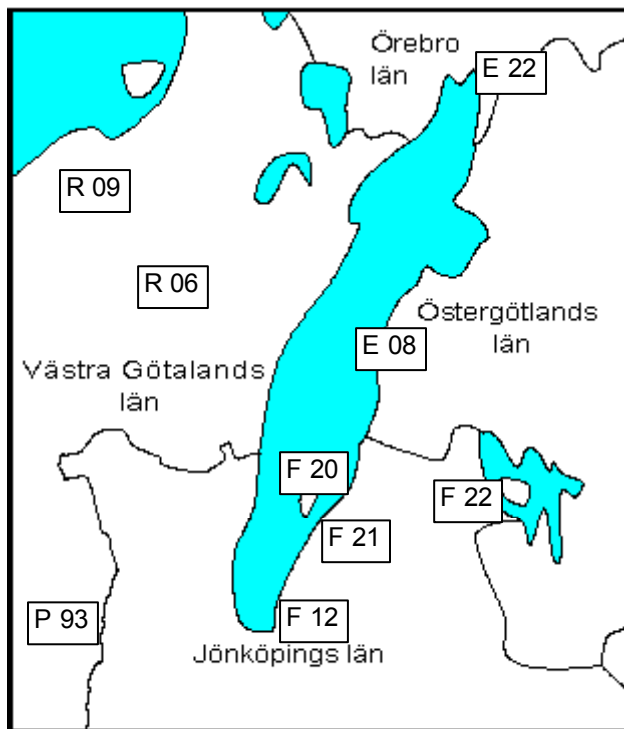
ingår. Torrdepositionens omfattning är som regel större i granskog än i tallskog.



Figur 1 . Uppsamlingsutrustning för nederbörd över öppet fält, sommar och vinter

Koncentration

Nederbördens genomsnittliga pH-värde samt innehåll av svavel och kvävekomponenter under hydrologiska året 1999/00 framgår av figur 3. Resultaten från Visingsö visar samma surhetsgrad som regionen i stort; pH-värde 4,7. Liksom tidigare år visar nederbördens innehåll av svavel och kväve generellt högre värden på Visingsö än vad som noterats på fastlandet i regionen. Speciellt gäller det nitratkväve, som huvudsakligen kommer från förbränningsprocesser. Halterna av nitratkväve i nederbördsprov från Visingsö var drygt 50 % högre än genomsnittet från kringliggande stationer på fastlandet. Liksom på fastlandet visar senaste årets data generellt något högre halter av nitratkväve än av ammoniumkväve. Ammoniumkväve härrör till största delen från ammoniakavgång i samband med hantering av stallgödsel. Generellt sett brukar fördelningen mellan de båda kvävefraktionerna vara relativt jämn.

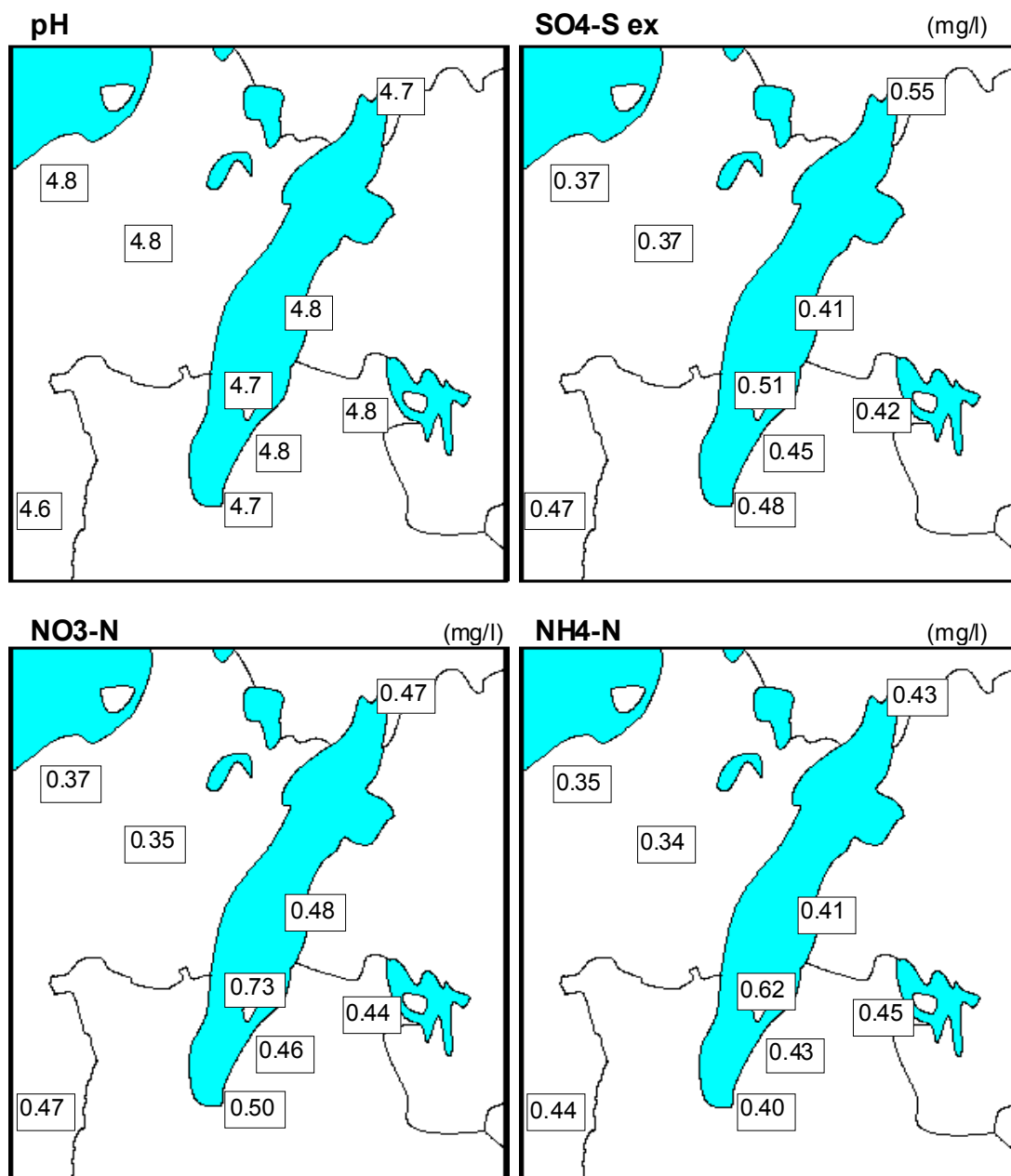


| | |
|--|------|
| E 08, Omberg | Gran |
| E 22, Höka | Tall |
| F 12, Värnvik | Gran |
| F 20, Visingsö | - |
| F 21, Gyngö | Tall |
| F 22, Bordsjö | Gran |
| P 93, Humlered | Tall |
| R 06, Blängsmossen (exponerat läge) | - |
| R 09, Stora Ek | Gran |

Figur 2. Visingsö och jämförelselokaler med depositions­mätningar 1999/00.

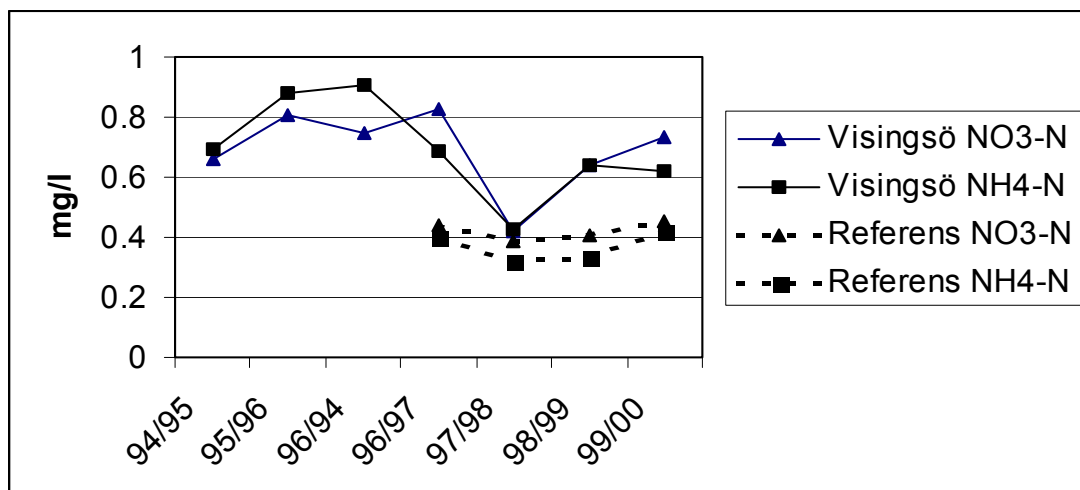
Orsakerna till att koncentrationen av svavel och kväve som regel varit högre på Visingsö än på kringliggande lokaler är oklar. Provtagnings­tekniska skäl kan inte uteslutas. Nederbörd på öppet fält utgör som regel ett bra mått på våtdeposition av svavel och kväve utan större inslag av torrdeposition. Det är dock troligt att förhållandena ändras när man har en så stor öppen yta som Vättern utgör och den aktuella insamlingsplatsen på Visingsö har, och att torrdeposition av olika komponenter på öppet fält får större betydelse ju större den öppna ytan är. Partiklar och dimdroppar, som driver i sidled vid starka vindar, kan eventuellt fastna på innerkanten av neder-

bördsinsamlarna och leda till att våtdepositionen överskattas. Om lokalen är mer utsatt för vindpåverkan kan det också bidra till ökad avdunstning från insamlaren, vilket leder till att mindre mängd nederbörd, men högre koncentrationer, registreras. Båda dessa alternativ verkar i samma riktning och kan tillsammans förklara de förhållandevis små nederbördsmängder men höga koncentrationer som i allmänhet noteras på Visingsö jämfört med övriga lokaler, där insamlarna står på betydligt mindre öppna ytor, se figur 4. Senaste årets data visar dock samma nederbördsmängd på Visingsö jämfört med på kringliggande lokaler.



Figur 3. Nederbördens genomsnittliga surhetsgrad (pH-värde) samt koncentration av, sulfatsvavel (SO_4-S_{ex}),¹ nitratkväve (NO_3-N) och ammoniumkväve (NH_4-N) under hydrologiska året oktober 1999 till september 2000.

¹ SO_4-S_{ex} innebär antropogent svavel, där havssaltets bidrag har räknats bort.



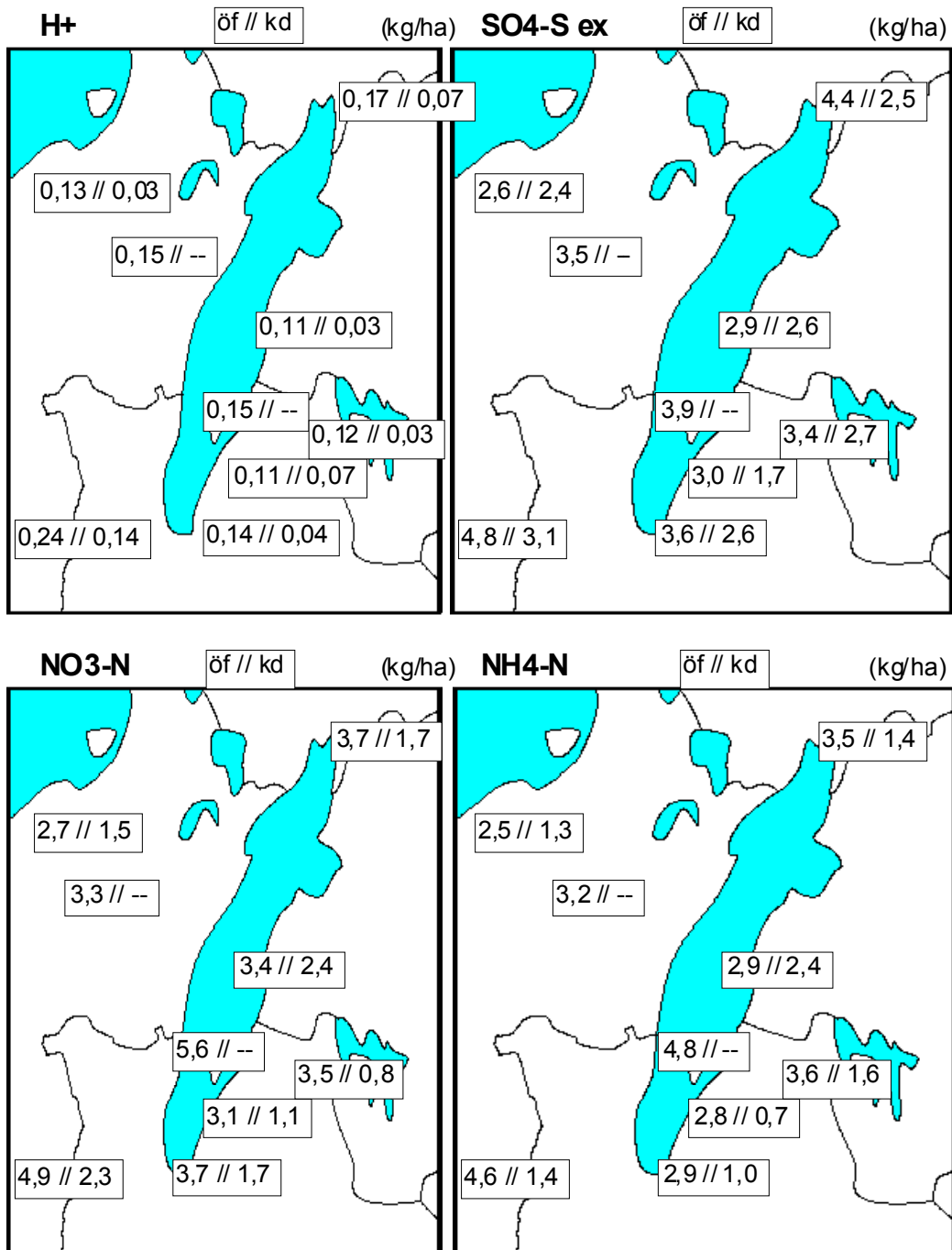
Figur 4. Volymvägda årsmedelhalter av nitratkväve och ammoniumkväve på Visingsö jämfört med sex referenslokaler på fastlandet.

Deposition

Nedfallet av olika ämnen bestäms av nederbördens mängd och dess innehåll av olika ämnen. På Visingsö noterades 767 mm nederbörd mellan oktober 1999 till september 2000, vilket är samma nivå som på övriga lokaler i området. Figur 5 visar att nedfallet av vätejoner var 0,15 kg/ha, vilket också är samma nivå som medelvärdet från övriga lokaler. När det gäller svavel och kväve var nedfallet större på Vi-

singsö än på kringliggande lokaler, vilket förklaras av generellt högre halter på Visingsö. På Visingsö noterades 3,9 kg antropogent svavel per hektar och drygt 10 kg kväve per hektar, fördelat på 5,6 kg nitratkväve och 4,8 kg ammoniumkväve per hektar. Det är mer kväve än på någon av de kringliggande lokalerna.

Framför allt när det gäller kväve, men även för svavel, visar mätningarna att nedfallet är betydligt större än förväntad nivå i området år 2010, se vidare avsnitt tidsutveckling.



Figur 5. Deposition av vätejoner (H^+), sulfatsvavel (SO_4-S_{ex}),² nitratkväve (NO_3-N) och ammoniumkväve (NH_4-N) i kg per hektar under hydrologiska året oktober 1999 till september 2000.

² SO_4-S_{ex} innebär antropogent svavel, där havssaltets bidrag har räknats bort.

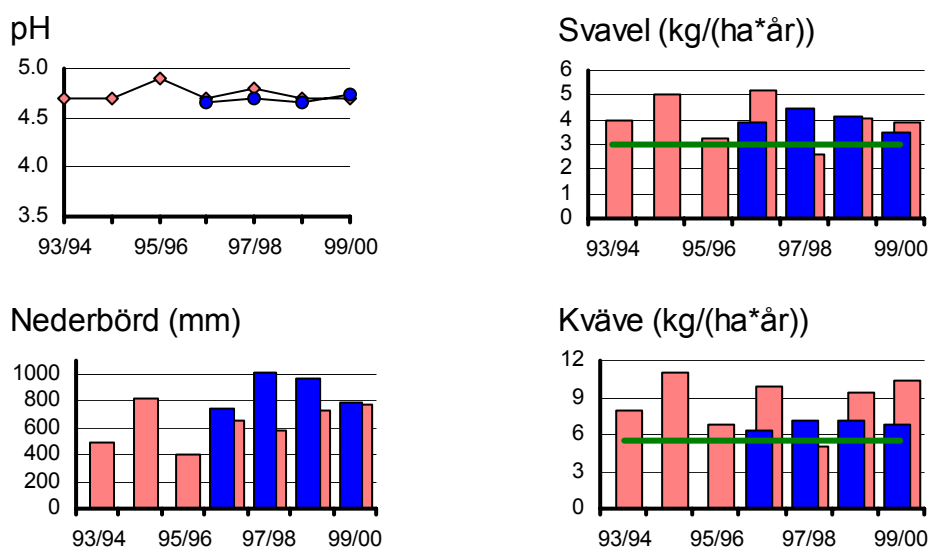
Tidsutveckling deposition

Figur 6 visar att nederbördens surhet, mätt som pH-värde, var på samma nivå som övriga lokaler och som tidigare år som mätningar genomförts på Visingsö. Undantaget är mätningarna på Visingsö under 1995/96 då nederbörden var mindre sur. Liknande noterades i övriga delar av Jönköpings län (se t.ex. Westling, 2001). Vidare visar figuren 20 % mer nederbörd på Visingsö under hydrologiska året 1999/00 jämfört med tidigare år. Aktuellt värde för 1999/00 är 767 mm nederbörd.

Även kvävenedfallet visar 20 % högre värde jämfört med tidigare år; 10,4 kg/ha under senaste året. Det innebär att nederbördens innehåll av kväve var på samma nivå under 1999/00 som genomsnittet för tidigare år. När det gäller svavel visar årets resultat (3,9 kg/ha) ungefär samma nedfall som genomsnittet för hela perioden, vilket innebär att nederbördens innehåll av svavel har minskat sedan mätningarna startade. Resultaten stämmer väl överens med vad som noterats i övriga Sverige; minskande värden för svavel men inte för kväve.

Öppet fält

Ljus = Visingsö, mörk = 6 referenslokaler



Figur 6. Årsmedelvärden för pH-värde, nederbörds mängd samt våtdeposition av svavel och kväve på Visingsö (n_1) jämfört med sex lokaler på fastlandet (n_2). Syftet är att visa tidsutveckling och skillnad mellan situationen på Visingsö (serie n_1 från 1993/94) jämfört med sex lokaler på fastlandet (serie n_2 från 1996/97). Stationerna är desamma som i figur 1, förutom att den exponerade lokalen på Billingen (R 06 Blängsmossen) och den nystartade lokalen i Värnvik (F 12) inte ingår i denna jämförelse. Streckad linje anger förväntat nedfall av svavel och kväve i området år 2010.

Resultaten från Visingsö redovisas även i tabell 1. Den visar att årlig nederbörds mängd som genomsnitt under sju år varit 633 mm. Samtidigt har depositionen av antropogent svavel varit 4 kg/ha. Nedfallet av kväve har varit mer än dubbelt så stort; 8,7 kg/ha, räknat som summan av nitrat-

kväve och ammoniumkväve. Detta är betydligt mer än Naturvårdsverkets tidigare angivna miljömål för belastning av svavel och kväve; 3 kg svavel och 5 kg kväve per hektar och år. Under förutsättning att föreslagna utsläppsminskningar genomförs i enlighet med protokoll från Göteborg (de-

cember 1999) kommer nedfallet av svavel och kväve i området att minska till 3 kg svavel och 5,5 kg kväve år 2010. Det är nu mätningarnas sak att verifiera att så verkligen sker.

Nedfallet av havssalt, mätt som klorid, har i genomsnitt varit 15 kg/ha. Det visar betydande variation mellan olika år, vilket är naturligt eftersom intransport och nedfall i stor utsträckning styrs av förekomst av saltförande vindar från väster.

Tabell 1. Nedfallsdata från Visingsö under sju hydrologiska år.

| År | Nedb | H ⁺ | SO ₄ -S | SO ₄ - S _{ex} | Cl | NO ₃ -N | NH ₄ -N | Ca | Mg | Na | K |
|--------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|
| | mm | -----kg/ha----- | | | | | | | | | |
| 93/94 | 484 | 0,10 | 4,5 | 4,0 | 11,7 | 3,6 | 4,4 | 3,1 | 1,3 | 7,8 | 2,5 |
| 94/95 | 817 | 0,16 | 5,9 | 5,1 | 18,8 | 5,4 | 5,7 | 2,6 | 1,4 | 10,3 | 2,5 |
| 95/96 | 403 | 0,05 | 3,5 | 3,2 | 4,6 | 3,3 | 3,5 | 1,7 | 0,7 | 3,3 | 1,7 |
| 96/97 | 649 | 0,13 | 6,0 | 5,2 | 17,2 | 5,4 | 4,5 | 2,0 | 1,1 | 5,8 | 3,5 |
| 97/98 | 583 | 0,09 | 2,8 | 2,6 | 4,4 | 2,5 | 2,5 | 1,9 | 0,8 | 5,1 | 2,1 |
| 98/99 | 730 | 0,15 | 4,8 | 4,1 | 13,4 | 4,7 | 4,7 | 2,2 | 0,8 | 4,8 | 3,0 |
| 99/00 | 767 | 0,15 | 5,6 | 3,9 | 37,2 | 5,6 | 4,8 | 3,1 | 1,9 | 13,8 | 3,6 |
| medel | 93- 633 | 0,12 | 4,7 | 4,0 | 15,3 | 4,4 | 4,3 | 2,4 | 1,1 | 7,3 | 2,7 |
| 00 | | | | | | | | | | | |

Data från övriga mätningar som IVL genomfört visar en kraftigt minskad torrdeposition (gaser och partiklar) av svavel i södra Sverige sedan slutet av 1980-talet. När det gäller våtdeposition är det betydligt svårare att se tydliga trender. Däremot har nederbörden i södra Sverige i allmänhet blivit mindre sur. Som exempel kan nämnas att pH-värdet i nederbörd från fyra andra lokaler i Jönköpings län ökat från 4,4 under åren 1989-91 jämfört med 4,7-4,8 under de tre senaste åren, 1997-00 (t.ex. Hallgren Larsson m. fl. 1997 och Westling, 2001).

Våtdepositionens omfattning beror till stor del på aktuell nederbördsmängd även om koncentrationen av olika ämnen också är betydelsefull. Som regel är koncentrationen av olika föroreningar större i södra än i norra Sverige. Data från SMHI visar att det oftast regnar och snöar mindre på Visingsö än på fastlandet (SMHI, 1997-1998). Under 1961-1990 har nederbördsmängden på Visingsö generellt varit 70% av nederbördsmängden på Jönköpings Flygplats.

Referenser

- Westling, O (red.) 2001. Övervakning av luftföroreningar i Jönköpings län - resultat till och med september 2000. IVL B 1409.
- Hallgren Larsson, E., Knulst, J., Lövblad, G., Malm, G., Sjöberg, K. och Westling, O. 1997. Luftföroreningar i södra Sverige, 1985 - 1995. IVL B 1257.
- SMHI. Väder & Vatten.
- Hallgren Larsson, E. och Westling, O. 2001. Nederbördskemisk undersökning av tungmetaller på Visingsö.

Nederbördskemisk undersökning av tungmetaller på Visingsö

Olle Westling och Eva Hallgren Larsson
IVL Aneboda

Deposition och halter 1993 till 2000

Våtdepositionen av tungmetaller mäts kontinuerligt genom insamling av nederbörd från Säby på Visingsö. Undersökningarna utförs av IVL Svenska Miljöinstitutet i Aneboda på uppdrag av Vätternvårdsförbundet.

Metoder

Sommartid insamlas nederbörd med tratt och dunk (2L) på stolpe, samt vintertid med hink (5L) på stolpe. Främst under vinterperioden kan nederbörd avdunsta från insamlarna och resultera i mindre volymer men högre koncentrationer. Detta påverkar dock inte den beräknade deposi-

tionen. All utrustning som kommer i kontakt med nederbörd är specialdiskad med stark- och svagsyra. Nederbördsinsamlarna töms en gång per månad. Hela insamlaren byts ut och all insamlad nederbörd skickas till IVL Aneboda för syrakonservering och analys. Efter två veckors syralakning av prov och insamlare skickas provet till SGAB i Luleå för analys av tungmetaller med ICP-MS teknik. Byte av insamlare utförs av provtagare bosatt i direkt anslutning till provlokalen.

Resultat

Deposition av tungmetaller på Visingsö redovisas i tabell 1 och 2. För tidigare års månadsdata hänvisas till tidigare redovisningar (se Westling, 2000). Till skillnad mot depositionen av försurande ämnen redovisas tungmetaller per kalenderår för att kunna jämföras med nationella mätningar som redovisas årsvis (tabell 4).

Tabell 1. Deposition av tungmetaller under 2000.

| Månad | Nb mm | As | Cd | Cr | Cu | Ni | Pb | Zn |
|--------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-----------|
| | | | | | g/ha | | | |
| Januari | 139 | 0,043 | 0,022 | 0,20 | 4,96 | 0,39 | 1,15 | 39,34 |
| Februari | <1 | 0,001 | 0,001 | <0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 1,04 |
| Mars | 7 | 0,011 | 0,004 | 0,02 | 0,12 | 0,04 | 0,12 | 2,06 |
| April | 37 | 0,078 | 0,046 | 0,05 | 1,12 | 0,14 | 0,75 | 5,01 |
| Maj | 30 | 0,046 | 0,006 | 0,34 | 1,14 | 0,16 | 0,09 | 0,95 |
| Juni | 91 | 0,101 | 0,027 | 0,12 | 0,85 | 0,18 | 1,34 | 6,71 |
| Juli | 83 | 0,025 | 0,037 | 0,14 | 3,42 | 0,35 | 0,40 | 9,06 |
| Augusti | 39 | 0,003 | 0,014 | 0,05 | 0,61 | 0,13 | 0,17 | 2,67 |
| September | 9 | 0,036 | 0,005 | 0,02 | 0,29 | 0,06 | 0,04 | 0,74 |
| Oktober | 52 | 0,044 | 0,026 | 0,04 | 0,38 | 0,17 | 1,07 | 2,29 |
| November | 22 | 0,049 | 0,017 | 0,01 | 0,10 | 0,05 | 0,48 | 1,82 |
| December | 46 | 0,031 | 0,013 | 0,01 | 0,19 | 0,07 | 0,77 | 1,78 |
| Summa | 555 | 0,5 | 0,2 | 1,0 | 13,2 | 1,7 | 6,4 | 73 |

Tabellen visar mycket riklig nederbörd i januari 2000, vilket gör att depositionen av flertalet ämnen visar höga tal. Speciellt gäller det zink (Zn), koppar (Cu) och nickel (Ni) eftersom analyserna visade relativt höga halter av dessa ämnen i nederbörd från januari. Månaden präglades av krafti-

ga västliga vindar och oväder, vilket gör att halterna får bedömas som realistiska, även om dessa ämnen ofta visar förhöjda halter i kontaminerade prover. Till skillnad mot januari noterades endast lite nederbörd i februari, vilket förklarar liten deposition

denna månad. Övriga månader visar inget anmärkningsvärt.

Tabell 2 redovisar resultat från hela mätperioden på Visingsö samt beräknade medelvärden för den första och senaste fyraårsperioden. Tabellen visar generellt mindre nedfall av tungmetaller under den senaste perioden jämfört med den första, trots betydligt mer nederbörd på senare år. Det mest utmärkande året är 1995 då arsenik (As), nickel (Ni) och bly (Pb) visade större

deposition än övriga undersökta år. Till största delen förklaras det av höga halter av dessa ämnen i nederbörden men även av förhållandevis mycket nederbörd. Trots relativt mycket nederbörd utmärker sig senaste året genom mindre nedfall av arsenik (As), krom (Cr), och nickel (Ni) än något tidigare helt kalenderår med mätningar. Även för kadmium (Cd) noterades förhållandevis litet nedfall under 2000.

Tabell 2. Årlig deposition av tungmetaller på Visingsö under perioden 1993 till 2000.

| Period | Nb mm | As | Cd | Cr | Cu | Ni | Pb | Zn |
|-----------------------------|------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|
| | ----- g/ha ----- | | | | | | | |
| 1993 ¹⁾ | 320 | 0,9 | 0,6 | 1,6 | 16,3 | 1,5 | 8,5 | 50 |
| 1994 | 369 | 1,5 | 0,3 | 1,4 | 9,2 | 2,1 | 12,2 | 61 |
| 1995 | 575 | 2,5 | 0,5 | 1,6 | 10,3 | 3,2 | 14,8 | 59 |
| 1996 | 357 | 0,7 | 0,3 | 1,8 | 4,0 | 1,9 | 5,2 | 32 |
| Medelvärde 1993-96 | 405 | 1,4 | 0,4 | 1,6 | 10,0 | 2,2 | 10,2 | 51 |
| 1997 | 638 | 1,1 | 0,5 | 1,2 | 7,3 | 2,6 | 6,8 | 41 |
| 1998 | 443 | 0,7 | 0,2 | 1,8 | 8,6 | 2,3 | 4,6 | 37 |
| 1999 | 445 | 0,6 | 0,2 | 1,5 | 8,4 | 1,9 | 6,0 | 53 |
| 2000 | 555 | 0,5 | 0,2 | 1,0 | 13,2 | 1,7 | 6,4 | 73 |
| Medelvärde 1997-2000 | 520 | 0,7 | 0,3 | 1,4 | 9,4 | 2,1 | 6,0 | 51 |

Undersökningarna av metaller i nederbörd på Visingsö ger även ett mått på deposition av järn (Fe), mangan (Mn) och aluminium (Al). Deposition av dessa metaller utgör en relativt liten ekologisk risk, men stora förändringar med tiden bör noteras. Tabell 3 visar att även för dessa ämnen har nedfallet varit mindre under de fyra senaste åren jämfört med de fyra första åren som mätningar genomfördes, trots betydligt mer nederbörd under senare år. Vidare framgår att nedfallet under år 2000 var av samma storleksordning som det varit under de senaste fyra åren.

Tabell 3. Årlig deposition av järn (Fe), mangan (Mn) och aluminium (Al) under perioden 1993 till 2000 på Visingsö.

| Period | Nb mm | Fe ----- | Mn g/ha | Al ----- |
|-----------------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| 1993 | 320 | 301 | 36 | 266 |
| 1994 | 369 | 552 | 37 | 358 |
| 1995 | 575 | 1079 | 44 | 403 |
| 1996 | 357 | 605 | 36 | 561 |
| Medelvärde 1993-1996 | 405 | 634 | 38 | 397 |
| 1997 | 638 | 405 | 33 | 296 |
| 1998 | 443 | 323 | 26 | 301 |
| 1999 | 445 | 265 | 29 | 192 |
| 2000 | 555 | 325 | 26 | 225 |
| Medelvärde 1997-2000 | 520 | 330 | 29 | 254 |

Jämförelse med övriga lokaler

Resultaten från Visingsö kan jämföras med mätningar inom Nederbördskemiska nätet som fram till juni 2000 gjordes på fyra platser i landet (tabell 4). Arup ligger i Skåne, Aspvreten, där mätningarna avslutades i juli 2000, ligger i Södermanland, Gårdsjön i Bohuslän och Bredkälén i Jämtland.

Insamling och analys av nederbördsproven är något annorlunda än på Visingsö. Insamlarens utformning är annorlunda och radien på provtagningskärlet är mindre i det Nederbördskemiska nätet, vilket påverkar insamlingens effektivitet och avdunstningen från insamlaren. Som regel medför mindre insamlingsradie att insamling av nederbörden blir mindre representativ, speciellt gäller detta blåsiga perioder och tillfällena då nederbörden består av snö. Vidare analyseras proverna på annat laboratorium, vilket gör att jämförelsen får ske med viss försiktighet. På grund av trolig kontaminering har inte halterna av koppar redovisats under perioden 1995-1997 inom Nederbördskemiska nätet.

Tabell 4 visar volymvägda halter på Visingsö och lokaler inom nederbördskemiska nätet under de år mätningar genomförts. Nederbörd från Bredkälén har generellt haft tydligt lägre halter av så gott som

samtliga tungmetaller jämfört med övriga lokaler, räknat som medelvärden för de senaste sex åren (perioden 1995-00). Detta är logiskt och befäster karaktären på Bredkälén som en ”renluftslokal”. Räknat på samma sätt har nederbörd från Arup i Skåne innehållit mer arsenik (As), kadmium (Cd), bly (Pb), och zink (Zn) än från övriga lokaler. När det gäller krom (Cr) och nickel (Ni) har de högsta halterna däremot noterats på Visingsö, vilket även gäller koppar (Cu) under de tre år jämförelsematerial finns.

Tabell 4. Volymvägda medelhalter av tungmetaller under 1993 till 2000 på Visingsö samt fyra lokaler inom det nationella Nederbördskemiska nätet.

| Lokal | År | Nb mm | As | Cd | Cr | Cu | Ni | Pb | Zn |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | -----µg/l----- | | | | | | | |
| Visingsö | 1993 ¹⁾ | 330 | 0,28 | 0,198 | 0,50 | 5,09 | 0,47 | 2,65 | 15,6 |
| | 1994 | 369 | 0,40 | 0,094 | 0,38 | 2,51 | 0,58 | 3,30 | 16,6 |
| | 1995 | 575 | 0,44 | 0,088 | 0,27 | 1,79 | 0,55 | 2,57 | 10,3 |
| | 1996 | 359 | 0,19 | 0,089 | 0,50 | 1,12 | 0,53 | 1,45 | 9,2 |
| | 1997 | 638 | 0,17 | 0,071 | 0,19 | 1,14 | 0,40 | 1,06 | 6,4 |
| | 1998 | 443 | 0,16 | 0,041 | 0,41 | 1,95 | 0,52 | 1,04 | 8,3 |
| | 1999 | 445 | 0,14 | 0,055 | 0,34 | 1,90 | 0,43 | 1,35 | 11,8 |
| | 2000 | 555 | 0,08 | 0,040 | 0,18 | 2,38 | 0,32 | 1,16 | 13,2 |
| Medelvärde 1995-00 | | 503 | 0,20 | 0,064 | 0,32 | 1,71 | 0,46 | 1,44 | 9,9 |
| Arup | 1994 | 876 | 0,28 | 0,079 | 0,25 | 5,81 | 0,46 | 3,02 | 7,3 |
| | 1995 | 653 | 0,34 | 0,082 | 0,24 | - | 0,51 | 3,83 | 11,6 |
| | 1996 | 555 | 0,35 | 0,106 | 0,32 | - | 0,43 | 3,70 | 15,1 |
| | 1997 | 558 | 0,26 | 0,096 | 0,32 | - | 0,42 | 3,34 | 17,1 |
| | 1998 | 730 | 0,15 | 0,044 | 0,12 | 2,18 | 0,24 | 2,00 | 11,5 |
| | 1999 | 808 | 0,12 | 0,103 | 0,29 | 1,62 | 0,26 | 2,38 | 12,1 |
| | 2000 | 591 | 0,13 | 0,054 | 0,05 | 1,53 | 0,24 | 2,00 | 16,4 |
| | Medelvärde 1995-00 | | 649 | 0,23 | 0,081 | 0,22 | - | 0,35 | 2,88 |
| Aspvreten | 1994 | 717 | 0,28 | 0,085 | 0,19 | 2,77 | 0,35 | 2,49 | 6,1 |
| | 1995 | 483 | 0,39 | 0,072 | 0,22 | - | 0,30 | 2,67 | 9,8 |
| | 1996 | 435 | 0,29 | 0,086 | 0,39 | - | 0,32 | 2,68 | 15,4 |
| | 1997 | 463 | 0,25 | 0,091 | 0,28 | - | 0,32 | 2,77 | 19,3 |
| | 1998 | 497 | 0,22 | 0,097 | 0,24 | 3,70 | 0,26 | 2,53 | 20,3 |
| | 1999 | 500 | 0,19 | 0,075 | 0,50 | 3,33 | 0,33 | 2,14 | 10,5 |
| | 2000 ²⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | (Medelvärde 1995-99) | | 476 | 0,27 | 0,084 | 0,33 | - | 0,31 | 2,56 |
| Gårdsjön | 1995 | 754 | 0,22 | 0,058 | 0,19 | - | 0,29 | 2,24 | 9,2 |
| | 1996 | 684 | 0,19 | 0,071 | 0,25 | - | 0,30 | 2,52 | 9,3 |
| | 1997 | 905 | 0,17 | 0,058 | 0,21 | - | 0,28 | 2,00 | 9,5 |
| | 1998 | 806 | 0,13 | 0,041 | 0,08 | 2,15 | 0,21 | 1,55 | 12,8 |
| | 1999 | 1127 | <0,1 | 0,048 | 0,24 | 1,00 | 0,20 | 1,63 | 11,6 |
| | 2000 | 1042 | 0,10 | 0,053 | 0,05 | 0,97 | 0,25 | 1,59 | 13,0 |
| Medelvärde 1995-00 | | 886 | 0,14 | 0,055 | 0,17 | - | 0,26 | 1,92 | 10,9 |
| Bredkålen | 1995 | 419 | 0,08 | 0,029 | 0,13 | - | 0,18 | 1,10 | 8,0 |
| | 1996 | 493 | 0,06 | 0,030 | 0,10 | - | 0,16 | 0,96 | 8,1 |
| | 1997 | 480 | 0,06 | 0,037 | 0,21 | - | 0,20 | 0,87 | 14,8 |
| | 1998 | 642 | 0,07 | 0,027 | 0,12 | 0,93 | 0,13 | 0,52 | 10,1 |
| | 1999 | 509 | <0,1 | 0,050 | 0,26 | 1,02 | 0,21 | 0,71 | 14,0 |
| | 2000 | 659 | 0,05 | 0,037 | 0,05 | 1,24 | 0,17 | 0,71 | 7,7 |
| Medelvärde 1995-00 | | 534 | 0,06 | 0,035 | 0,15 | 1,06 | 0,18 | 0,81 | 10,5 |

1) Mätningar endast under 10 månader. 2) Mätningarna avslutade juni 2000.

Referenser

Westling, O. 2000. Nederbördskemisk undersökning av tungmetaller på Visingsö.

Kindbom, K. 2001. Resultat från Nederbörds-kemiska nätet. Pers. komm.

6. Elfiske i Vättersbäckar 2001

Arne Johlander & Bengt Johansson
Fiskeriverket, Utredningskontoret Järnvägsgatan 9
553 15 Jönköping

INLEDNING

Tillrinningen till Vättern sker till betydande del genom de bäckar och åar som finns runt sjön. Dessa tillrinnande vattendrag har i många fall en viktig ekologisk funktion som lekområde för olika fiskarter i sjön. Vissa fiskar, såsom öringen, nyttjar dessutom under ungstadiet strömvattensmiljön i vattendragen som uppväxtområde. Att säkerställa god vattenkvalitet, liksom att bibehålla naturliga biotoper i tillrinnande vattendrag till Vättern, är därför av stor betydelse för fiskfaunan i sjön. Vättersbäckarna ses också som viktiga i ett nationellt perspektiv för att skydda för att bevara den naturliga mångfalden i strömvattensmiljön.

Fiskeriverkets utredningskontor i Jönköping har på uppdrag av Vätternvårdsför-

bundet under sommaren 2000, på motsvarande sätt som tidigare år, utfört elfiskeundersökning i sex av Vätterns tillrinningsbäckar. Undersökningen, som i första hand inriktas på kontroll av öringreproduktionen, ingår som en del av den regionala miljöövervakningen av Vättern. Öringen, tillsammans med andra fångade arter, fungerar i detta sammanhang som indikator på bäckarnas miljöstatus. Avläsning av öringproduktionen i vissa vattendrag har också betydelse ur fiskesynpunkt för bedömning av beståndens utveckling.

UNDERSÖKTA VATTENDRAG

De elfisken som genomförts 2000 inom tillrinningsområdet till Vättern, och som redovisas i föreliggande rapport, omfattar kontroller på lokaler i sex utvalda vattendrag (tabell 1.) Deras läge kring Vättern framgår av bifogad översiktskarta (fig 1.)

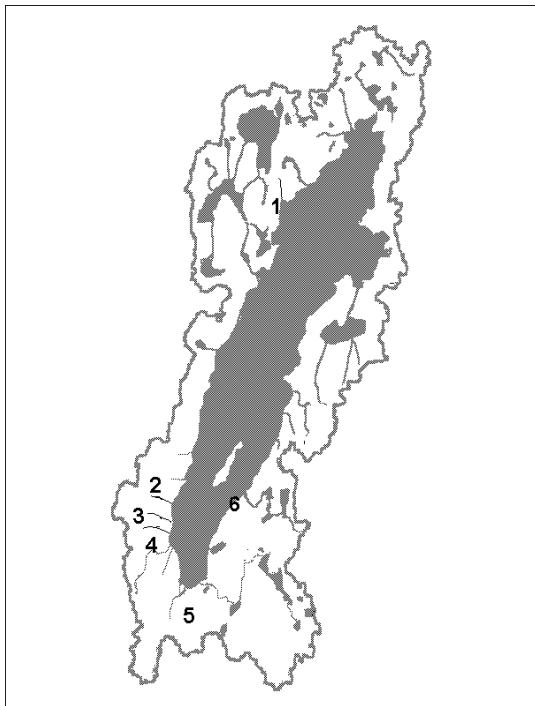
| <u>Vattendrag</u> | <u>Provlokaler</u> Koordinater (RAK) | <u>Län</u> |
|-------------------|---|---------------------|
| Granviksån | 650170 142690 | Västra Götaland län |
| Gagnån (nedre) | 643100 140155 | Jönköpings län |
| Gagnån (övre) | 643205 139965 | Jönköpings län |
| Hornån | 642805 139975 | Jönköpings län |
| Knipån | 642500 139880 | Jönköpings län |
| Tabergsån | 640225 139945 | Jönköpings län |
| Röttleån | 643120 141875 | Jönköpings län |

Tabell 1 Vattendrag och provlokaler som ingår i 2000 års elfiskeundersökning.

De övre delarna av Vätterns tillrinningsområde är belägna på en höjd av drygt 300 meter över havet medan Vätterns yta ligger ca 89 m ö h. Höjdskillnaderna medför en väsentlig lutning i flera vattendrag, vilket

bl a ger upphov till de långa strömsträckor som utgör lämpliga biotoper för uppväxande öring. I de södra delarna av tillrinningsområdet är fallhöjden så stor att det i flera bäckar och åar finns naturliga vandrings-

hinder för uppvandrande fisk. I många av vattendragen till Vättern har fallhöjden nyttjats för kvarnverksamhet, kraftproduktion mm. De sex undersökta vattendragen innehåller alla strömsträckor som lämpar sig för öringproduktion. Vandringshinder för uppvandrande fisk, i form av dammar och fall, gör dock att det främst är de nedre delarna som nyttjas som reproduktionsområde av Vätteröringen.



Miljöförhållandena i vattendragen är av avgörande betydelse för fiskfaunan. Delar av Vätterns tillrinningsområde är försurningspåverkat och i flera av Vätterns tillflöden har kalkning blivit nödvändig för att upprätthålla en god vattenkvalitet. Vattenföringsförhållandena i bäckarna är också av stor betydelse för fiskproduktionen. Reglering av vattenflödet liksom vattenuttag påverkar ett flertal Vätterbäckar, bl a några av de som ingår i undersökningen.

Figur 1. Översiktsskarta över elfiskade vattendrag.

- nr 1: Granviksån*
- nr 2: Gagnån*
- nr 3: Hornån*
- nr 4: Knipån*
- nr 5: Tabergsån*
- nr 6: Röttleån*

METODIK VID ELFISKET

Såsom tidigare år har undersökningarna skett genom elfiske. Metoden nyttjas i sammanhanget för att kontrollera fiskbeståndet på vissa bestämda provytor. Fisket 2000 har, som tidigare år, skett med normal elfiskemetodik, vilket bl a innebär fiske mot vattnets strömriktning på ett sådant sätt att hela provytan täcks in. Ett motordrivet elfiskeaggregat har använts och nyttjad spänning har varit ca 400 V. Elfiskena i de aktuella vattendragen utfördes under augusti månad. Öringungarna uppehåller sig då på uppväxtområdena och årsynglen har nått sådan storlek att de kan fiskas på kvantitativt sätt.

Elfiskena har genomförts med sk successiv utfiskning, med tre upprepade fiskeomgångar. Detta möjliggör bl a skattning av populationsstorlek av öring med viss säkerhet. Avfiskning har i respektive bäck skett på ett bestämt avsnitt (provyta), omfattande en yta på mellan 105 och 260 m². Platsen för elfisket har ursprungligen valts bl a med utgångspunkt från att den skall representera en lämplig uppväxtbiotop för öringungar.

För att kunna belysa utvecklingen i vattendragen har stor vikt lagts vid att på varje lokal utföra elfiskena så att resultaten blir så jämförbara som möjligt med tidigare års kontroller. Samtidigt finns nu även viss

möjlighet till jämförelse mellan lokaler och vattendrag. Det kan nämnas att vattenföringen vid 2000 års undersökningar i flertalet bäckar var kring den normala för årstiden och fiskena gick på så sätt praktiskt att genomföra på ett bra och jämförbart sätt.

Vid elfiskena har förhållanden kring fisket samt fångsten för respektive fiskeomgång noterats i sk elfiskeprotokoll. All fisk har noterats med avseende på art, antal och storlek. Längdmätning av alla öringar har skett som tidigare år. Klassning av åldersgrupper hos öringungar har gjorts med utgångspunkt från längdfördelning. (Angivna åldersgrupper : 0+ = årsunge , $\geq 1+$ = fjolårsunge eller äldre.) Vikten hos den samlade fångsten av varje art har noterats, vilket möjliggör beräkning av fiskbiomassa. Efter avslutat fiske har fångad fisk återutsatts inom provytan.

Elfiske, på det sätt som nu har utförts, innebär att merparten av populationen av öring och andra fiskarter på en provsträcka fångas upp. Vid successiv utfiskning med tre fiskeomgångar fås t ex normalt ca 85 - 95 % av den fångstbara öringpopulationen. (Anm. En liten del av populationen är ofta

av olika skäl inte fångstbar och ingår därmed inte i resultat och beräkningar.) Skattning av antalet kvarvarande fångstbara öringar liksom det totala antalet öringungar inom de olika provytorna har sedan gjorts från fångstdata med hjälp av Zippin's metod. Separat beräkning har gjorts för öring 0+ respektive öring $\geq 1+$. Besättningstäthet på den avfiskade provytan har beräknats genom att dividera det beräknade antalet öringar inom provytan med provytans areal. Motsvarande beräkning har gjorts för att ange tätheten i form av öringbiomassa.

RESULTATREDOVISNING

Vid 2000 års elfiskeundersökningar utfördes, som beskrivits ovan, kontroll i sex av tillflödena till Vättern; Granviksån, Gagnån, Hornån, Knipån, Tabergsån samt Röttleån. I enlighet med undersökningsprogrammet har fiske skett på en angiven lokal i respektive vattendrag. Komplettering av årets undersökning har dock skett i Gagnån där två lokaler har fiskats. I nedanstående tabell redovisas en sammanställning av resultaten av aktuella provfisken (tabell 2.).

Tabell 2. Sammanställning av resultat från 2000 års elprovfisken i sex av Vätterns tillflöden.

| Vattendrag | Datum | Prov- yta m ² | Öring | | Öring | | Öring Beräknad biomassa, kg/100m ² | Fångst av övriga arter |
|----------------|------------|--------------------------------|---------|-----------|-----------------------|-----------|--|-----------------------------------|
| | | | Fångst, | | Beräknad täthet, | | | |
| | | | st | | st /100m ² | | | |
| | | | 0+ | $\geq 1+$ | 0+ | $\geq 1+$ | | |
| Granviksån | 2000-08-21 | 105 | 22 | 7 | 23 | 7 | 0,4 | Lake, mört, sg.kräfta |
| Gagnån (nedre) | 2000-08-17 | 150 | 159 | 59 | 113 | 42 | 1,1 | Fl.nejonöga |
| Gagnån (övre) | 2000-08-16 | 200 | 18 | 84 | 13 | 43 | 0,6 | Am bäckröding |
| Hornån | 2000-08-16 | 105 | 77 | 54 | 85 | 52 | 1,6 | - |
| Knipån | 2000-08-14 | 150 | 83 | 11 | 59 | 8 | 0,4 | Fl.nejonöga |
| Tabergsån | 2000-08-22 | 260 | 64 | 25 | 29 | 11 | 0,6 | B.simpa, lake, sg.kräfta |
| Röttleån | 2000-08-22 | 160 | 301 | 38 | 199 | 24 | 1,1 | B.simpa, fl.nejonöga sg.kräfta |

Förklaring:
 Öring: 0+ = årsungar , $\geq 1+$ = tvåsomriga eller äldre ungar
 B.simpa = Bergsimpa
 Am bäckröding = Amerikansk bäckröding
 Fl.nejonöga = Flodnejonöga Sg.kräfta = Signalkräfta

I följande redovisas 2000 års elfiskeresultat i respektive vattendrag. Vissa kommentarer till resultaten lämnas också och speciellt fokuseras förekomsten av öringungar. Jämförelse även med tidigare års resultat för att

belysa beståndsutvecklingen. Inledningsvis ges en kort beskrivning av miljöförhållandena i och kring vattendraget.

Granviksån

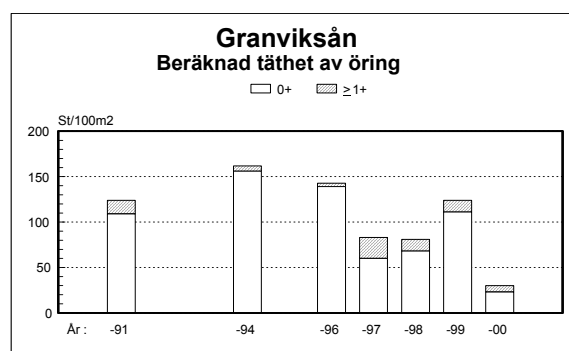
| | |
|-------------------|-----------------------|
| Kommun: | Karlsborg |
| Avrinningsområde: | 16-19 km ² |

Granviksån mynnar till norra delen av Vättern, ca 12 km norr om Karlsborg. Bäckens avvattnar bl a Bergsjön, Kvarnsjön och Ottersjön. Avrinningsområdet är till stor del skogsbevuxet och marken känslig för försurning. För att minska försurningspåverkan i området påbörjades kalkning i flera sjöar sjöarna inom tillrinningsområdet 1985-86 och har sedan dess upprepats i olika omgångar. Öringens uppvandringsmöjligheter i Granviksån begränsas av en dammanläggning och endast den nedersta delen av ån är tillgänglig som reproduktionsområde för Vätteröring.

Elfiske 2000 - resultat och kommentarer

Elfiskelokalen, som är belägen i den nedre delen av vattendraget i höjd med värds huset, utgör en god öringbiotop. Fångsten på lokalen år 2000 dominerades av öringungar. Dessutom noterades lake, abborre och signalkräfta. Öringbeståndets täthet var relativt lågt, där beräknad täthet uppgick till ca 29 st öringar/100 m². Årsungarna utgjorde merparten av dessa, ca 22 st/100 m². Beräknad täthet av öring på lokalen, uttryckt som biomassa uppgick till ca 0,4 kg/100m² (tabell 3.), vilket är relativt lågt i förhållande till tidigare år. Beräknad besättningsstäthet av öring år 2000 från lokalen, tillsammans med tidigare års elfiske-

data, framgår av nedanstående diagram (fig. 2.).



Figur 2. Elfiske i Granviksån, lokal Vårds huset, perioden 1991-2000.

Fångsten vid elfisket år 2000 i Granviksån pekar på en minskad rekrytering av öring. Det är främst tätheten av årsungar (22 st/100m²) som är lägre än föregående år (1991 - 1999), vilket tyder på att öringens reproduktion eller årsungarnas uppväxtförhållanden år 2000 var något sämre än tidigare år. Efter några år med god tillgång på äldre öringungar märks vid årets undersökning åter en lägre täthet (7 st/100m²). Även detta tyder på att öringungarnas uppväxtförhållandet på lokalen var något sämre år 2000. Fångsten av övriga fiskarter år 2000, lake (4 st), mört (1 st) samt signalkräfta (1 st) pekar inte på någon väsentlig förändring jämfört med tidigare år.

Gagnån

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Kommun : | Habo |
| Avrinningsområde : | ca 29 km ² |

Gagnåns avrinningsområde i Habo kommun omfattar de mellersta delarna av Hökensås. Avrinningsområdet är sjöfattigt och innehåller endast några mindre sjöar och gölar, bl a Kroksjöarna och Fisklösen. Ån mynnar i Vättern ca 1 mil norr om Habo. Gagnån var tidigare försurningspåverkad och kalkning av våtmarker längs vattendraget påbörjades hösten 1985 och äger sedan 1991 rum årligen. Kalkningsinsatser görs även i ett par av sjöarna inom avrinningsområdet. Åtgärderna har successivt resulterat i förbättrade pH-värden och ökad alkalinitet i vattendraget.

I Gagnåns nedre delar finns strömsträckor som lämpar sig väl för både Vätteröringens och harrens reproduktion. Längre uppströms i bäcken, ovan befintliga vandringshinder, finns stationär, strömlevande öring. Här finns dessutom bestånd av amerikansk bäckröding. Övriga arter som noterats vid elfiske i vattendraget är abborre, gädda, bergsimpa, flod- och bäcknejonöga. Även signalkräfta har påträffats.

Elfiske 2000 - resultat och kommentarer

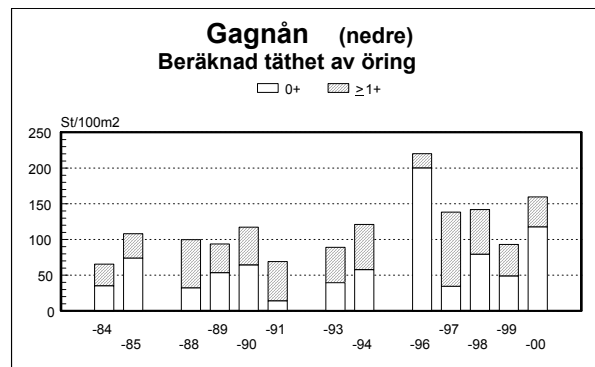
Elfisket i Gagnån år 2000 skedde på två lokaler, dels på en sträcka i den nedre delen av ån, vid Bjälkatorpet, där Vätteröringen reproducerar sig, dels på en sträcka uppströms Fagerhult där beståndet av öring är stationärt. På båda lokalerna har elfiske skett tidigare år. Resultaten på respektive lokal i Gagnån redovisas i det följande.

Gagnån, vid Bjälkatorpet

Elfisket 2000 i nedre Gagnån (Bjälkatorpet), skedde på en provsträcka som utgör uppväxtområde för ungar till Vätteröring. Utifrån fångsten av öringungar på prov-

sträckan beräknades besättningstätheten uppgå till totalt ca 155 st/100m² varav tätheten av årsungar (0+) var ca 113 st/100m². Beräknad täthet av öring på lokalen, uttryckt som biomassa, uppgick till ca 1,1 kg/100m² (tabell 3.). En andel av öringungarna på sträckan bedömdes som tresomriga (2+) och ofta vandrar öringen här ut som smolt mot Vättern först efter tre år i vattendraget.

Återkommande elfisken har gjorts i Gagnån, i stort sett årligen, sedan 1984. Beräknad besättningstäthet av öring på den aktuella provytan i nedre Gagnån under åren 1984 - 2000, framgår av nedanstående diagram (fig. 3.a.).



Figur 3.a Elfiske i nedre Gagnån vid Bjälkatorpet perioden 1984-2000.

Efter 1999 års fiske med en något minskad täthet av öringungar på provsträckan, visar fisket år 2000 återigen på goda förhållanden för öringungarna i nedre Gagnån. Tätheten av årsungar har vid tidigare kontroller antalsmässigt endast varit högre år 1996. Tätheten av äldre individer (≥1+) befann sig inom den variation som tidigare noterats på provsträckan. Det samma gäller öringtätheten i form av biomassa.

Som nämnts tidigare var fisket år 1999 något sämre än de närmast föregående åren. I rapporten skrevs att anledningen till detta ej var klarlagd, men att det kunde bero på naturliga variationer eller hög vattennivå. Vidare angavs att fortsatt bevakning av vattendraget är angeläget, bl a med erfarenhet från tidigare miljöproblem som förekommit. Resultatet från nu utfört fiske visar dock att den eventuella störning som uppkom år 1999 var tillfällig och inte återkom år 2000. Övriga fiskarter på provytan har under åren varit mer sparsamt förekommande, med undantag för nejönöga som ibland påträffats tämligen rikligt. Någon successiv förändring av fiskfaunans sammansättning har inte noterats under den 15-årsperiod som lokalen kontrollerats.

En begränsande faktor för produktionen av Vätteröring i ån torde vara vattentillgången. Lågt vattenflöde kan påverka dels under tillväxtperioden och dels under lek- och uppvandringstid genom att lekfisk kan ha svårt att ta sig upp till vissa lekområden. Vattenuttag för jordbruksändamål har tidigare år noterats förekomma i de nedre delarna av Gagnån under torrperioder. I nedre delen av Gagnån inverkar dessutom utsläppen från det kommunala avloppsreningverket vid Fagerhult på vattenkvaliteten och bl a vid ett tillfälligt utsläpp försommaren 1993 observerades döda öringar i ån. Den förändring i populationssammansättningen som noterades under 1996 och 1997 (förhållandet 0+/äldre öringungar, figur 3.a) bedöms vara ett resultat av påverkan i bäcken under 1995.

Gagnån, ovan Fagerhult

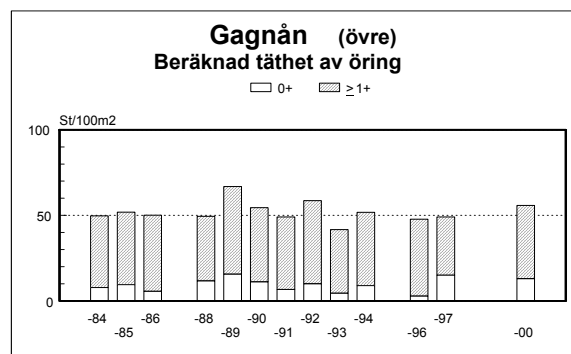
Elfisket år 2000 längre upp i Gagnån (ovan Fagerhult), skedde på en provsträcka där

Hornån

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Kommun : | Habo |
| Avrinningsområde : | ca 29 km ² |

öringen är stationär och strömlevande. Beståndet här innehåller ett flertal årsklasser. Utifrån fångsten av öringungar på provsträckan beräknades besättningstätheten uppgå till totalt ca 55 st/100m² varav tätheten av årsungar (0+) var ca 12 st/100m². Beräknad täthet av öring på lokalen, uttryckt som biomassa, uppgick till ca 0,6 kg/100m² (tabell 3.)

Återkommande elfisken har gjorts även i denna del av Gagnån sedan 1984. Beräknad besättningstäthet av öring på den aktuella provytan i övre delen av Gagnån under åren 1984 - 2000, framgår av nedanstående diagram (fig. 3.b).



Figur 3.b Elfiske i övre Gagnån vid Fagerhult perioden 1984-2000.

Under åren som undersökningar utförts i Gagnån har resultaten från provfiskena på lokalen ovan Fagerhult visat på ett stabilt bestånd av öring. Tätheten av öring har under undersökningsperioden varierat mellan ca 50 – 75 st/100m². Resultatet från nu utfört fiske ligger inom tidigare noterad variation och visar inte på några ändrade förhållanden i bäcken.

Ett område i mellersta och södra delen av Hökensås avvattnas via Hornån, som sedan mynnar i Vättern ca 5 km norr om Habo. I åns avrinningsområde ingår bl a Hornsjön. För att motverka försurningspåverkan i vattendraget utfördes kalkning av Hornsjön redan 1984. Våtmarkskalkning påbörjades sedan inom avrinningsområdet 1989 och en kombination av våtmarkskalkning - sjökalkning sker nu årligen, vilket har lett till en bättre vattenkvalitet i vattendraget.

Vätteröring och harr utnyttjar de strömsträckor som finns i Hornåns nedre delar för sin reproduktion. Vandringshinder medför dock att Vätteröringen ej når upp till åns övre delar. Inom dessa övre avsnitt finns istället stationär, strömlevande öring. Fiskvägar har anlagts för att möjliggöra längre lekvandring av Vätteröring. Övriga fiskarter som noterats vid elfiskena i vattendraget är lake, mört, bergsimpa samt flodnejonöga. På en lokal i vattendraget fångades vid fiskena 1984 flodkräfta. På samma lokal har sedan 1997 noterats relativt riklig förekomst av signalkräfta.

Elfiske 2000 - resultat och kommentarer

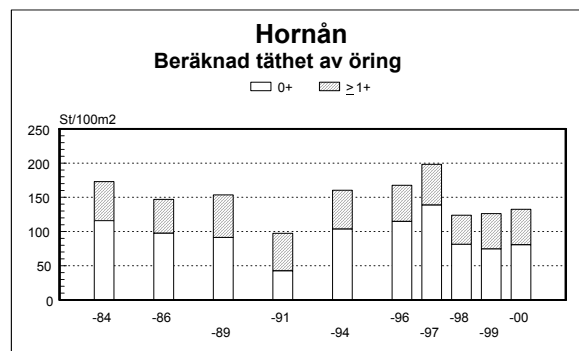
Elfisket år 2000 i Hornån gjordes som tidigare år på en lokal i den del av bäcken som är tillgänglig som reproduktionsområde för sjölevande Vätteröring. Fångstresultatet visar på en hög besättningstäthet av öringungar, totalt ca 137 st/100m². Skattad täthet av årsungar (0+) uppgick till ca 85 st/100m². Täthet av öring på lokalen, uttryckt som biomassa, uppgick till ca 1,6 kg/100m² (tabell 3.). Inga andra fiskarter, förutom öring, fångades vid provfisket.

Knipån

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Kommun : | Habo |
| Avrinningsområde : | ca 53 km ² |

Knipån mynnar i Vättern ca 3 km nordost om Habo. Avrinningsområdet omfattar den södra delen av Hökensås. Ingående sjöar i

Elfiske har gjorts i Hornån i omgångar sedan 1984. Tätheten har varierat mellan ca 100 - 200 st öringar/100m² under perioden som undersökningarna har pågått. Tätheten sensommaren år 2000 var i antal något över vad som uppmättes åren 1998 - 1999, men är fortfarande lägre än genomsnittet på lokalen. Den uppmätta biomassan är däremot den högsta sedan år 1996, vilket visar på goda förhållanden för öringen. Någon allvarlig störning bedöms inte förekomma på lokalen. Tätheten, såväl antalsmässigt som viktsmässigt, är att betrakta som hög och undersökningen pekar på en fortsatt god rekrytering av öring (fig. 4.).



Figur 4. Resultat från elfisken i nedre Hornån, perioden 1984-2000.

Utöver öring fångades inga andra arter. På provsträckan har tidigare år fångats enstaka flodnejonögon. Lokalens karaktär och läge gör att andra fiskarter troligen mer sällan uppehåller sig här.

avrinningsområdet är bl a Knipesjön och Furusjön. De övre delarna av ån är i viss mån utsatta för försurningspåverkan medan

de nedre delarna, inom det område som Vätteröringen reproducerar sig, inte tycks vara påverkade. Kalkning sker sedan 1991 årligen i Knipesjön och Furusjön och vattenprovtagning pekar på goda pH- och alkalinitetsvärden i systemet.

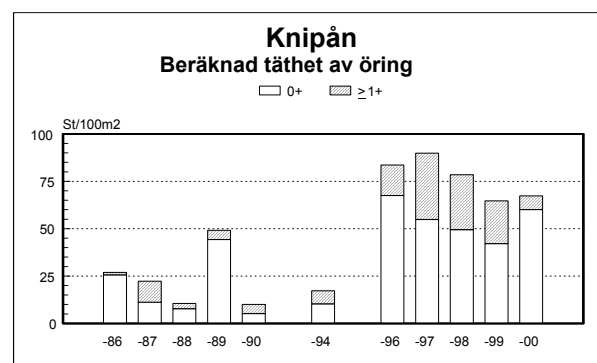
Åns nedre delar utgör reproduktionsområden för sjölevande öring och harr från Vättern. Längre uppströms i bäcken, ovan vandringshinder, finns ett sparsamt bestånd av stationär, strömlevande öring. Övriga fiskarter som dokumenterats vid elfiske i vattendraget är gädda, lake, elritsa, abborre, bergsimpa samt flodnejonöga.

Elfiske 2000 - resultat och kommentarer

Vid elfisket år 2000 på aktuell provsträcka (vid L Simontorp) fångades drygt 90 öringungar vilket är i nivå med vad som noterats vid de senaste årens undersökningar. Besättningstätheten av öring uppgick till totalt ca 66 st/100m², varav tätheten av årsungar (0+) uppgick till ca 59 st/100m². Beräknad täthet av öring, uttryckt som biomassa, var ca 0,4 kg/100m² på lokalen (tabell 3.). Utöver öring fångades endast flodnejonöga.

Elfiske har skett i Knipån ett flertal år sedan 1986. Undersökningarna på lokalen vid Lilla Simontorp har fram till och med 1994 skett under hösten, i oktober och november månad. De fem senaste åren har dock fisket utförts i augusti för att öka jämförbarheten med andra elfisken i regionen. Den ökade besättningstäthet som noteras från och med 1996 kan troligen delvis förklaras med att elfiskena tidigare lagts (fig. 5.). En förbättring av förhållandena i denna del av ån, efter det att regleringen för vattenkraftsändamål upphört, är också trolig och sammantaget tyder resultaten på en ökad rekrytering av öring i ån. Tätheten av

öring på provlokalen är nu i nivå med vad som kan uppmätas i flera andra viktiga öringvattendrag till Vättern. Biomassan har under åren 1996 – 2000 successivt minskat något (tabell 4.) men är variationen är troligen naturlig. Det kan även påpekas att sammansättningen i öringpopulationen på provträckan år 2000 skiljer sig något i jämförelse med föregående år genom att andelen årsungar var något större, nära 90 %. För åren 1996 - 1999 har denna andel varierat mellan 60 - 80 %.



Figur 5. Resultat från elfiske i nedre Knipån (lokal: Lilla Simontorp), perioden 1986-2000. (Anm. Elfisken 1996 - 2000 är utförda i augusti, övriga senare på hösten; oktober-november.)

Förutom öring förekommer ofta andra fiskarter på provsträckan. Lake var tidigare relativt vanlig, men har inte fångats de senaste åren, vilket troligen har betydelse för öringbeståndet eftersom lake kan predera på öringungar. Vid lägre vattenflöden har här tidigare även påträffats sparsamt med bergsimpa, flodnejonöga och gädda. Dessa arter uppehåller sig troligen inte på lokalen i samma utsträckning vid högre vattenflöden. Under fisket år 2000 fångades förutom öring endast nejonöga, möjligen en följd av det rådande relativt höga vattenflödet.

Tabergsån

| | |
|-------------------|---------------------|
| Kommun: | Jönköping |
| Avrinningsområde: | 204 km ² |

Tabergsån mynnar till södra Vättern, via Munksjön, inne i Jönköping. Vattendraget avvattnar både tätortsområden och landsbygd söder om Jönköping. Från Tabergsån finns tidiga uppgifter om en storvuxen öringstam och fiskar mellan 10 och 15 kg lär ha fångats i början av 1900-talet. Föroreningar från kringliggande industrier och bebyggelse skadade emellertid beståndet allvarligt och först under senare år synes vattenkvaliteten förbättrats mer påtagligt. Öringreproduktionen har då också märkbart ökat. De övre delarna av Tabergsåns vattensystem, uppströms Vederydssjön, är försurningspåverkade.

Genom en fiskväg som anlades vid dammen i Hovslätts hembygdspark 1993 ökades uppväxtområdena för Vätteröringen väsentligt och vandrande öring i Tabergsån har nu möjlighet att nå ca 8,5 km upp i ån.

Elfiske 2000 - resultat och kommentarer

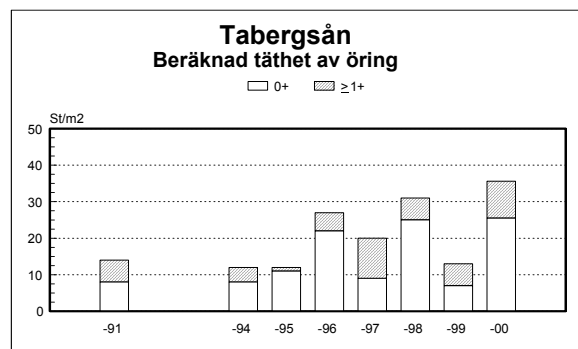
Provytan, som ligger strax nedströms det tidigare vandringshindret vid Hovslätts hembygdspark, utgör en till synes god öringbiotop. Vid elfisket år 2000 fångades 89 st öringar på lokalen, samt bergsimpa, nejonöga och signalkräfta. Tätheten av öring uppgick till ca 40 st/100 m², varav tätheten av årsungar (0+) var ca 29 st/100 m². Den

Röttleån

| | |
|-------------------|---|
| Kommun: | Jönköping |
| Avrinningsområde: | 31 km ² (230 km ²) |

Röttleån var ursprungligen ett av Vätterns större tillflöden, med ett avrinningsområde på ca 230 km² vilket innefattande bl a de större sjöarna Ören och Bunn. Då Gränna

beräknade biomassan av öring uppgick till ca 0,6 kg/100 m² (tabell 3.). I nedanstående diagram redovisas resultatet från de elfisken som gjorts under perioden 1991- 2000 (fig. 6.).



Figur 6. Resultat från elfiske i Tabergsån på lokal Hembygdsparken 1991 och 1994-2000

Efter minskningen av öring 1999, visar resultatet från 2000 års elfiske återigen på god reproduktion och gynnsamma förhållanden för öringungar på lokalen. Tätheten antalsmässigt av årsungar är den högst noterade under perioden 1991 - 2000 och tätheten av fjolårsungar samt äldre är bland de högst noterade. Även den beräknade tätheten i form av biomassa var den högst noterade under ovan nämnda period. Beståndet synes på så sätt vara i ökande.

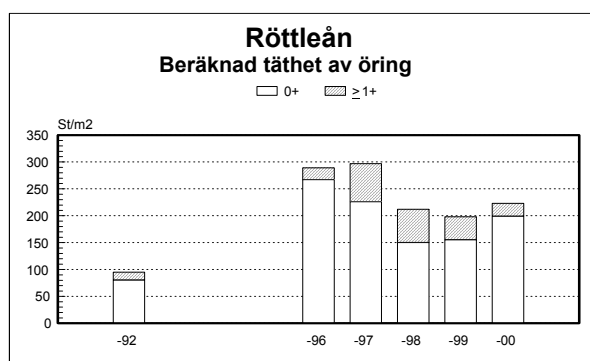
kraftverk anlades kvarstod endast en mindre del av tillrinningen från ett område nedströms Bunn. Efter omprövning av vatten- domen 1998 tappas nu, under perioden maj till oktober, visst minimiflöde till ån från

Bunn. Avrinningsområdet innehåller marker med en god buffringsförmåga och försurningen bedöms inte påverka de nedre delarna av Röttleån.

Den för Vätteröringen tillgängliga sträckan i nedersta delen av Röttleån uppgår endast till ca 350 m. Här leker även harr. Längre uppströms i ån finns stationär, strömlevande öring inom vissa avsnitt.

Elfiske 2000 - resultat och kommentarer

Den aktuella elfiskelokalen är belägen i nedre delen av ån, inom den sträcka som är tillgänglig för Vätteröringen. Fångsten vid elfisket år 2000 dominerades som tidigare år av öring, medan i övrigt enstaka bergsimplor samt ett exemplar av flodnejonöga noterades. Sammantaget uppgick den beräknade tätheten av öringungar på sträckan till ca 223 st/100 m², varav ca 90 % utgjordes av årsungar. Den beräknade biomassan av öring uppgick till ca 1,1 kg/100 m² (tabell 3.). Resultaten från 2000 års elfiske jämförs i nedanstående figur med resultaten från 1996 - 1999 samt 1992 (fig 7.).



Figur 7. Elfiske i Röttleån, lokal Turbinfundamentet, 1992 samt 1996-2000

Som nämnts i tidigare rapporter uppkom det i nedre delen av Röttleån en betydande fiskdöd 1992. Vid elfisket detta år fångades

ett lågt antal öringar vilket pekar på ett reducerat bestånd. Elfisken har under de senaste åren (1996 - 1999) visat att öring åter förekommer i höga tätheter vilket tyder på en god reproduktion och resultatet från fisket år 2000 är inget undantag. Sammantaget tyder alltså nuvarande resultat på fortsatt god produktion och rekrytering av öring i ån.

SAMLAD BEDÖMNING FÖR UNDERSÖKTA VATTENDRAG

Genom att med undersökningar följa fiskbestånden och den naturliga öringproduktionen i de sex vattendragen, fås en bild av bäckarnas miljöstatus och eventuella förändringar. Likaså fås en bild av den naturliga rekryteringen hos de ur fiskesynpunkt värdefulla öringbestånden. Undersökningarna omfattar visserligen endast ett fåtal av Vätterns tillrinnande vattendrag och elfiske sker där på en lokal i respektive vattendrag. De bedöms ändå ge en för vattenvårdsarbetet relevant och viktig information.

Resultat från undersökningarna från åren 1996-2000, på de aktuella lokalerna, redovisas nedan i form av beräknad öringbiomassa, kg/100 m², (tabell 3.). Sammantaget visar dessa fångstdata på relativt stabila bestånd av öring. De fluktuationer av bestånden som uppkommer är troligtvis i huvudsak resultat av naturliga variationer samt att förhållandena vid undersökningstillfällena varierat något mellan olika år. Exempelvis förändras i viss mån strömsträckornas karaktär vid hög respektive låg vattenföring.

Tabell 3. Beräknad täthet av öring på undersökta provytor (biomassa, kg/100m²) åren 1996-2000, samt medelvärde under perioden.

| Vattendrag | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | Medel 1996-2000 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|-----------------|
| Granviksån | 0,44 | 0,71 | 0,81 | 0,75 | 0,43 | 0,63 |
| Gagnån (nedre) | 0,86 | 1,22 | 1,11 | 0,81 | 1,08 | 1,02 |
| Hornån | 1,24 | 1,43 | 1,43 | 1,08 | 1,62 | 1,36 |
| Knipån | 0,62 | 0,55 | 0,48 | 0,47 | 0,40 | 0,50 |
| Tabergsån | 0,28 | 0,23 | 0,29 | 0,19 | 0,57 | 0,31 |
| Röttleån | 1,19 | 1,86 | 1,58 | 1,58 | 1,11 | 1,46 |
| Medel (kg/100 m ²) : | 0,77 | 1,00 | 0,95 | 0,81 | 0,87 | 0,88 |

Utifrån elfiskeundersökningarna år 2000, tillsammans med tidigare års resultat, görs nedan en kort samlad bedömning av nuläget av förhållandena i de aktuella vattendragen (tabell 4.). Bedömningen fokuserar öringbestånden och deras utveckling, och utgångspunkt är att öringen utgör en i sammanhanget lämplig indikatorart.

Genom att fiskena successivt skett på samma lokaler och på jämförbart sätt år från år, fås en god bild fås av eventuella förändringar. Fortsatt kontroll av fiskförekomsten och öringproduktionen är planerad ske på motsvarande sätt kommande säsong för att belysa status och utveckling i angivna Vättertillflöden.

Tabell 4. Bedömning av produktion och rekrytering av öring på undersökta lokaler. (Klass I - III.)

| Vattendrag : Bedömd produktion och rekrytering | | | | |
|--|---|---|-----|--|
| | I | II | III | Kommentar |
| Granviksån | | x | | Minskat antal öringungar, mindre god rekrytering av öring. |
| Gagnån | x | | | Ökat antal öringungar i åns nedre del, god rekrytering. |
| Hornån | x | | | Minskat antal öringårsungar, men fortsatt god rekrytering. |
| Knipån | | x | | Tämligen god rekrytering av öring. |
| Tabergsån | | x | | Ökat antal öringungar, tämligen god rekrytering. |
| Röttleån | x | | | God rekrytering av öring, hög täthet |
| I | - | Optimal eller nära optimal produktion och rekrytering av öring | | |
| II | - | Produktion och rekrytering av öring sker men är ej optimal p g a försämrade vattenkvaliteten eller annan negativ påverkan på vattenmiljön. | | |
| III | - | Produktion och rekrytering av öring väsentligt reducerad eller utslagen till följd av kraftig negativ påverkan på vattenmiljön, eller uttorkning. | | |

LITTERATUR, RAPPORTER mm:

Länsstyrelsen i Skaraborgs län, 1992. *Elfiskeundersökningar 1991 i tillrinningsbäckar till Vättern, Skaraborgs län. Länsstyrelsen; miljövårdsenheten, Meddelande 2/92.*

Länsstyrelsen i Skaraborgs län, 1995. *Elfiskeundersökning 1994 i tillrinningsbäckar till Vättern. Länsstyrelsen; miljövårdsenheten, Meddelande 3/95.*

Vätternvårdsförbundet 1996. *Program för samordnad regional miljöövervakning i Vättern och dess tillflöden. - Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 38.*

Vätternvårdsförbundets årsskrift 1997. - *Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 47. Elfiskeundersökningar 1996 i tillrinningsbäckar till Vättern. (sid 55-68)*

Vätternvårdsförbundets årsskrift 1998. - *Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 53. Elfiskeundersökningar 1997 i tillrinningsbäckar till Vättern. (sid 65-75)*

Vätternvårdsförbundets årsskrift 1999. - *Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 57. Elfiskeundersökningar 1998 i tillrinningsbäckar till Vättern. (sid 85-96)*

Vätternvårdsförbundets årsskrift 2000. - *Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 59. Elfiskeundersökningar 1999 i bäckar i Vättern. (sid 79-88)*

7. De pelagiska bytesfiskbestånden i Vättern

Per Nyberg, Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet, Örebro.

Det pelagiska fisksamhället viktigast i sjön.

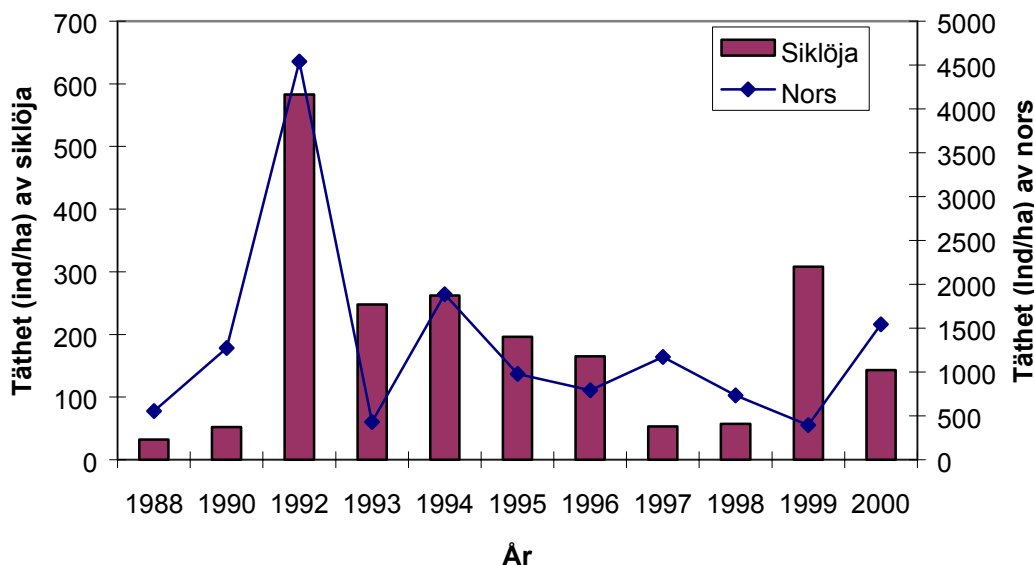
Det pelagiska fisksamhället är av avgörande betydelse för fisket i Vättern. Med pelagiska avses de fiskarter som vanligtvis uppehåller sig och jagar föda i den fria vattenmassan. Till dessa arter hör röding, lax och till stor del även sik och öring samt nors, siklöja och storspigg. Alla dessa arter utom storspigg tillhör laxfiskarna. Nors, siklöja och storspigg är viktiga bytesfiskar för rovfiskarna i sjön. Arter som simpa, lake och även gädda och abborre är mer bottenbundna. Genom att Vättern är så djup och har så små skärgårdsområden, dominerar det pelagiska samhället sjöns biologiska produktion.

De pelagiska bytesfiskbestånden övervakas årligen genom ekoräkningar och trålningar i samarbete mellan Vätternvårdsförbundet

och Fiskeriverket. Metodik mm beskrevs relativt utförligt i Vätternvårdsförbundets årsskrift för år 2000. Tilläggas kan att undersökningarna utförs genom att ekoräkna med ett ”datoriserat” ekolod med hög upplösning längs 14 transsektorer tvärs över sjön och tråla i norra, mellersta och södra delarna av sjön på tre olika djup. Trålningarna görs för att bestämma vilka arter man ser på ekolodet.

Nors dominerande art i bytesfisksamhället

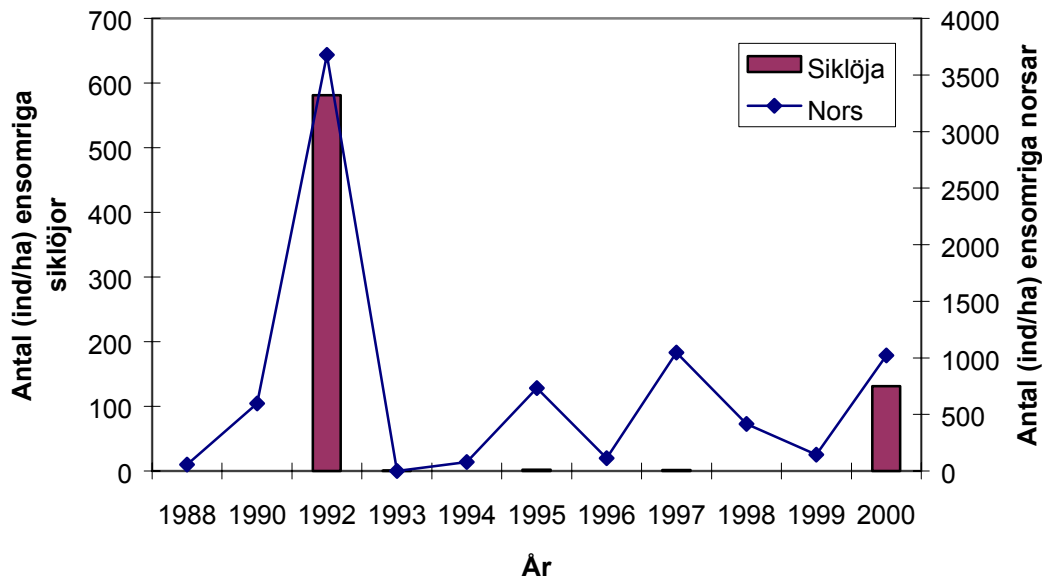
Nors, som för övrigt inte beskattas alls av de fiskande i sjön, har varit dominerande art vid alla undersökningstillfällen (1988, 1990 och 1992-2000). Tätheterna har varierat avsevärt och mellan ca 4 500 och 400 individer per hektar (1 ha= 100*100 m), d v s med en faktor 10. Den högsta tätheten noterades 1992 men även under åren 1990, -94, -97 och 2000 noterades tätheter över 1 000 ind/ha (Fig.1).



Figur 1. Genomsnittliga tätheter för hela Vättern av nors och siklöja 1988-2000

Norsen är en relativt kortlivad art. Detta beror dels på att den är småvuxen men framför allt på att det är en så eftertraktad bytesfisk att de inte blir så långlivade förrän de blivit uppätta. Beståndsstorleken är därför beroende av ett relativt regelbunden förnygring och tillskott av unga individer.

En synnerligen stark årsklass uppstod 1992. De ensamriga individerna noterades till över 3 600 ind/ha, vilket utgjorde 81 % av hela beståndet. Årsklasser på över 1 000 ind årsungar/ha uppmättes åren 1997 och 2000 (Fig. 2). 1997, då antalet äldre norsar var lågt, utgjorde de ensamriga



Figur 2. Genomsnittlig täthet (antal/ha) för hela sjön av årsungar av nors och siklöja

individerna nästan 90 % av beståndet. Andelen ensamriga individer varierar mellan sjöns olika delar. År 2000 var således andelen årsungar 88 % i den norra delen, 82 % i mellersta delen och endast 8 % i den södra delen. En förklaring till detta kan vara att flertalet lekstråk är belägna i de norra och mellersta delarna av sjön.

Siklöja är näst vanligaste bytesfisk i pelagialen. Även siklöja är småvuxen och fiskas i ringa omfattning för färskkonsumtion på sommaren samt används som agn vid fiske efter röding och lax med revar. I de norra delarna förekommer även ett litet fiske under hösten för romberedning. Tätheten är emellertid bara ca 1/10 av norsbeståndets. Även hos denna art är variationen i täthet mycket stor mellan olika år och har varierat mellan drygt 30 och 580 ind/ha. Högst täthet noterades även av denna art 1992 (580 ind/ha), medan beståndet var

svagt och omkring eller under 50 ind/ha åren 1988, 1997 och 1998 (Fig. 1).

Siklöjan får i Vättern starka årsklasser med längre mellanrum än norsen. Under den studerade perioden har riktigt starka årsklasser bara uppstått 1992 och 2000 (Fig. 2). Andelen unga siklöjor varierar, i likhet med norsen, mellan de tre områdena där trålningar utförs. År 2000 var sålunda andelen årsungar 92 % i den norra lokalen, 98 % i den mellersta och endast 16 % i det södra området.

Anledning till att starka årsklasser bara uppstår hos siklöja vissa år anses, förutom av klimatiska orsaker, bero på att en stark årsklass och ett tätt bestånd håller tillbaka förnygringen. Siklöja tillhör en av få fiskarter där alla storlekar och åldersklasser äter samma föda, nämligen djurplankton. Detta medför att siklöjan, som är vår mest

utpräglade planktonätare, konkurrerar starkt om födan ”med sig själv”.

Den tredje vanligaste pelagiska bytesfisken är säkerligen storspigg. Arten förekommer mycket ytligt, bildar täta stim och har en förmåga att försöka gömma intill vakare, i fiskredskap mm. Detta gör att vi med vårt stora fartyg och provtagningsmetodiken är

mindre lämplig för att få ett bra mått på spigg tillgången. Den fläckvisa förekomsten gör också att säkerheten i mätvärdena blir stor. Storspiggen är synnerligen fet och utgör därför en viktig startföda för de utsatta laxungarna. Övriga arter som fångas i trålen vid sporadiska tillfällen är främst sik, men även röding och lax och vid något enstaka tillfälle simpor.

8. Forskning i Vättern?

Vättern – den perfekta forsknings-sjön?

*Prof Wilhelm Granéli
Limnologiska avdelning, Lunds Universitet
Ekologihuset
223 62 LUND
epost: wilhelm.graneli@limnol.lu.se*

Limnologi lång tradition i Sverige

I Sverige finns närmare 100 000 sjöar om man sätter den undre gränsen till x ha. Limnologer (sötvattensekologer) och andra sjöforskare har således gott om undersökningsobjekt. Sverige har också mycket riktigt en lång tradition när det gäller limnologi, den första professuren i ämnet i världen innehades av en svensk, Einar Naumann i Lund. Egentligen behövs dock inte ett så stort antal sjöar för att forska, en enda duger gott för ett större gäng sjöforskare. Detta illustreras väl av Israel, som endast har en ”riktig” sjö, Genesarets sjö, men som ändå är en stark nation när det gäller limnologi.

Om det nu finns många sjöar att välja mellan, vilka kastar sig sjöforskarnas helst över? Det beror givetvis i viss mån på intresseinriktning. I limnologins barndom, i början av 1900-talet, var det vanligt att jämföra sjöar med varandra. Då valde man ”lagom” stora, ”opåverkade” sjöar. Senare blev forskningen i stor utsträckning inriktad på övergödning och sjörestaurering. Då forskade man i några få sjöar, påverkade av avloppsvatten, övergödda och följaktligen belägna i närheten av städer.

Under 1970- och 80-talen var försurningsforskningen stor. Då valde man ofta små

”skogssjöar” långt från samhällen. Sura sjöar är i dag en bristvara för forskarna eftersom de flesta har kalkats. Modern limnologi har emellertid till stor del flyttat in på laboratoriet till akvarier och kolvar. Möjligen gör man studier i artificiella dammar eller i stora plastpåsar eller inhägnader som man konstruerar i någon mindre sjö i närheten av universitetet.

Varför är Vättern intressant?

Var kommer då Vättern in, den passar inte in på något av de moderna kriterierna för en forskningsbar sjö: övergödd, försurad, liten, nära till universitetslabbet. Mycket stora sjöar har dock alltid varit föremål för sjöforskarnas intresse, om än kanske inte i proportion till storleken.

I Sverige var det den sk Mälarsundersökningen, som också kom att omfatta Hjälmaren, Vättern och Vänern, som blev ett av fröna till Naturvårdsverket. Också här spelade farhågorna för övergödning den avgörande rollen. Denna forskning har emellertid övergått till miljöövervakning, medan universitetsforskarnas intresse för de stora sjöarna varit relativt svalt.

Det finns givetvis flera skäl till detta, ff a praktiska. Stora sjöar kräver många provtagningspunkter för att man skall få en representativ bild av tillståndet. Och, kanske viktigast: Stora sjöar kräver stora provtagningsbåtar, eller t o m fartyg. I USA sorterar forskningsmässigt de stora sjöarna under den oceanografiska sektionen av forskningsorganisationen, detta p g a att samma krav ställs på forskningsfarkosterna som för marin forskning. Normalsjöforskaren kan nöja sig med en måttligt stor plastbåt på en trailer eller t o m en gammal smålandseka i trä eller en gummibåt och ändå behärska t o m dåligt väder utan att det blir äventyrligt, farligt eller svårjobb. På vintern kan man dessutom vandra omkring på isen och ta sina prov.

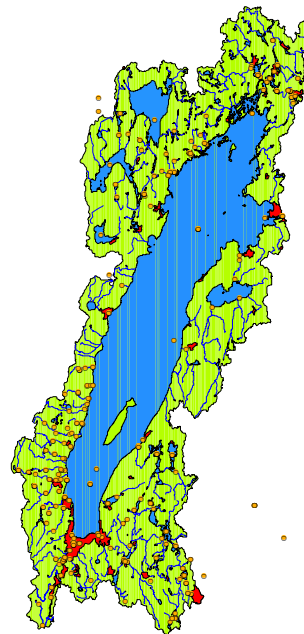
I Vättern och sjöar av motsvarande storlek kan man visserligen oftast gå ut med småbåtar, men man måste alltid passa på vädret, och fint sådant kan man inte planera eller beställa i förväg, vilket är ett stort problem när det gäller Vättern eftersom forskarna i de flesta fall finns i Lund, Uppsala, Stockholm eller t o m Umeå. Förlisningar av även större fartyg, den mest spektakulära är givetvis Per Brahes utanför Hästholmen 19xx, då konstnären John Bauer omkom, visar att Vättern inte är att leka med. Även om man har tillgång till rejäla provtagningsfartyg, t ex R/S Taurus i Karlsborg, kan forskningsarbetet bli helt spolerat vid hårt väder, både av sjösjuka och alltför stor rullning för att det skall gå att använda känsliga instrument och provtagare. Att hänga ut delikata saker i strandkanten är knappast rekommendabelt och djupet och vindexponeringen gör att långa linor och stora ankare och bojar behövs för fasta installationer. Till detta kommer att Vättern numera inte är övergödd och att den aldrig varit försurad, således bortfaller två av de viktigaste mer samhällstillvända argumenten för att forska i Vättern.

Vättern liknar en balja?

Finns då ingen anledning att undersöka Vättern? Jovisst. Vättern har en mycket stor potential som forskningsobjekt för många slags sjöforskare, men ännu har kanske inte så många upptäckt detta. Vättern är unik som sjö på flera sätt, och därmed kunde man kanske tycka att den inte är särskilt representativ för svenska sjöar i allmänhet och således inte så forskningsintressant. Dock, de unika egenskaperna gör att Vättern kan användas som modellsystem, där olika processer kan undersökas utan störande inverkan från andra processer. Bland de unika egenskaperna hos Vättern kan t ex nämnas att sjön liknar en balja, om man bortser från Visingsö och den nordligaste lite grundare delen med en miniskärgård. Baljkaraktären yttrar sig i att sjön saknar vikar. Stranden är rak och

botten relativt jämn utan en massa störande grund och olika djuphålur. Liksom en balja eller ett badkar har Vättern branta stränder. I limnologisk mening kan man t o m bortse från strandzonen när man studerar sjön. Vättern kan anses bestå enbart av djupbottnar och en fri vattenmassa, medan strandzonen med sina över- och undervattensväxter och strandfauna är oviktig.

Detta är i skarp kontrast till en stor majoritet av Sveriges och världens sjöar, som är grunda och flikiga och där strandzonen (litoralzonen på limnologspråk) ofta är väl så viktig som den fria vattenmassan (pelagialen) eller de djupare liggande gyttjebottarna (profundalen).



Unik omsättningstid

En annan unik egenskap hos Vättern är att den har mycket långsam vattenomsättning, det tar ca 60 år innan vattnet bytts ut fullständigt. I de flesta sjöar är uppehållstiden för vattnet några månader till några få år. Som jämförelse kan nämnas att uppehållstiden i Östersjön är ca 30 år. Det långsamma vattenutbytet gör att sådant som transporteras till sjön via bäckar och åar, eller nederbörd och nedfall av partiklar från

luften, kommer att stanna mycket länge i sjön. En del av det som tillföres Vättern lämnar t o m aldrig sjön, utan inkorporeras i sedimenten på de djupare bottenarna. Även för sådant som blir kvar i vattenmassan finns gott om tid för att fysikaliska, kemiska och biologiska processer skall verka.

Det innebär t ex att organiskt material som kommer från skogs- och myrmarker via vattendrag, brunfärgad s k humus, bryts ned och sedimenterar m e m fullständigt. Följaktligen är Vättern en sjö med ”ljus” vatten, utan tillstymmelse till brunfärgning. Bruna sjöar är annars det normala i Sverige (i limnologins barndom myntades det målande uttrycket ”de svenska konjaksjöarna”). Vätterns vatten är dessutom klart eftersom det tillförs så lite gödningsämnen att algproduktionen och därmed partikelinnehållet blir liten. Detta förstärks av stort djup som gör att sediment inte grumlas upp vid stormar. Således bör det vara de mikroskopiska algerna (växtplankton) i Vätterns fria vattenmassa som utgör basen för hela näringskedjan. Det finns inte mycket till litoralzon med högre växter och påväxtalger.



Wilhelm Granéli med doktorand Emma Kritzberg från Lund studerar nedbrytning av organiskt material i Vättern. I bakgrund Alexandre Magno Anesio som är verksam i samma forskargrupp.

Unika egenskaper

I den svenska normalsjön, som har brunfärgat vatten, utgör humusämnena från omgivningen en viktig bas för födokedjan, men i Vättern bör teoretiskt denna källa vara liten (se dock nedan). Vättern kan i själva verket användas som modell för hur det bör fungera i havet, där tillförseln av organiskt material från omgivande land också är obetydlig i relation till det som produceras av mikroskopiska alger i vattnet. Som undersökningsobjekt är trots sin storlek Vättern dessutom betydligt behändigare än Nordsjön eller Atlanten.

Vättern har än fler unika egenskaper, förutom dess form (här är det naturligtvis inte bara storleken utan också det avsevärda max- och medeldjupet som är unikt), dess långsamma vattenutbyte och dess relativt sett oviktiga litoralzon. Till detta skall läggas att Vättern är kall, sällan islagd och med syrgasrikt vatten ända ned till de djupa bottenarna. Det kalla och syrgasrika vattnet medför dels att sjön har relativt enkla födovävar, dels att den innehåller en rad relativt unika arter, t ex de glacialmarinarelikterna inkl rödingen. Samtidigt finns introducerade arter, vars effekter på andra organismer och på hela Vättern som ekosystem utgör storskaliga ekologiska experiment. Aktuell under senaste år har ff varit signalkräftan, införd från NV Nordamerika (Kalifornien) och nu på snabb expansion från norra Vättern (där den ursprungligen planterades in) och mot söder, men också från land och ut mot även relativt djupa bottenar (minst 50 m) (se mer nedan).

Egentligen borde Vättern vara för kall och näringsfattig för att hysa stora kräftbestånd, men kräftfisket är en snabbt växande inkomstkälla för yrkesfiskarna. Vi vet ingenting om vad kräftorna gör på större djup, vad de lever av om de äter där. Kommer

signalkräftan att ändra på näringsvävarna i Vättern? Intressanta paralleller kan dras till den extremt klara, djupa och näringsfattiga Lake Tahoe i Kalifornien, en sjö från vilken signalkräftor en gång tagits till Europa. Dock har signalkräftan i sin tid också introducerats i Lake Tahoe. En mycket intressant forskningsuppgift, t ex inom EU's ram, skulle vara att jämföra funktionen hos några av Europas stora och näringsfattiga sjöar. I Vätternklass finns t ex Bodensjön, Genevesjön, Gardasjön o s v. Enligt obekräftade uppgifter lär Bodensjön stå i förbindelse med Vättern, folksägen berättar att någon som drunknat i Vättern flutit upp i Genevesjön.

Pärla bland sjöar (och hav)

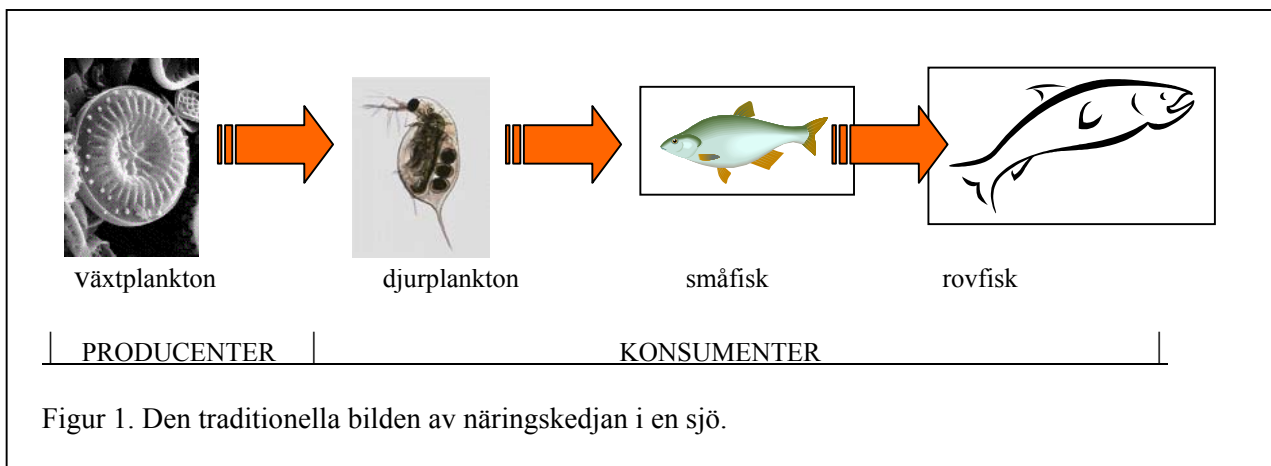
Vättern är en pärla för sjöforskaren, med åtskilliga unika egenskaper, egenskaper som samtidigt gör att generella limnologiska hypoteser kan testas. Samtidigt är det en stor utmaning att forska i Vättern. Genom dess storlek, exponering för vindar och djup är det svårare och kostsammare att bedriva forskning i Vättern jämfört med den svenska normalforskningsjön. Detta uppvägs dock flerfaldigt av de upptäckter man kan göra i Vättern.

Äter fiskarna i Vättern träd?

Doktorand Emma Kritzberg
Limnologiska Avd, Lunds Universitet
Ekologihuset
223 62 LUND
epost: emma.kritzberg@limnol.lu.se

Alla organismer delas upp i *producenter* och *konsumenter*. Växter fixerar med hjälp

av solljuset oorganiskt kol ur luften och bildar ur det organiskt kol (fotosyntes). De benämns därför producenter. Alla övriga organismer är direkt eller indirekt beroende av växter och kallas därför för konsumenter. I sjöar är de viktigaste producenterna växtplankton och bakterier, djurplankton och fiskar är konsumenter. Detta är den traditionella bilden av näringskedjan i en sjö (Fig. 1).

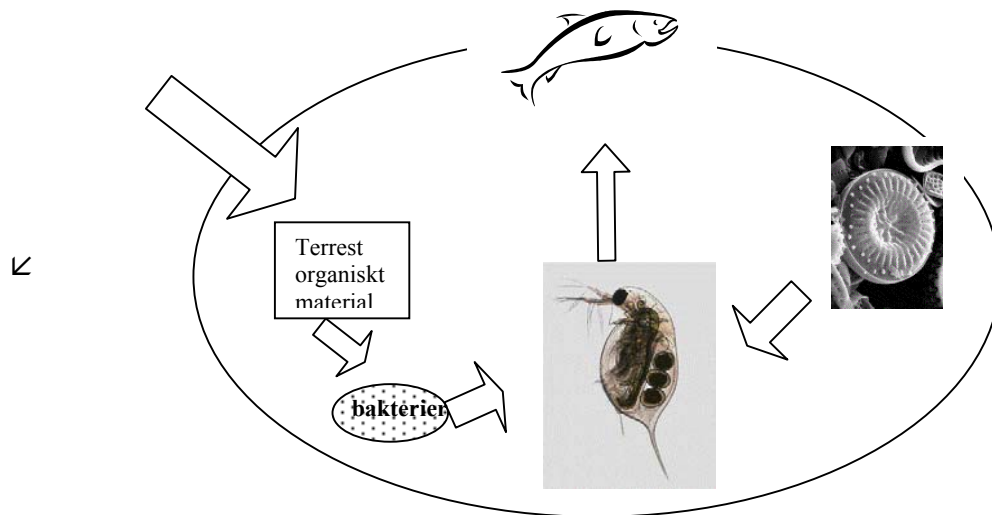


I Vättern, där näringshalterna är låga, finns det lite växtplankton. Om man mäter hur stor produktionen av växtplankton är i förhållande till konsumtionen i Vättern kan man sluta sig till att konsumtionen är större än produktionen. Det betyder att konsumenterna får en del av sin energi från annat håll än den interna produktionen. Det finns en teori om att organiskt material som läcker från omlandet kan fungera som ett energisubstrat i sjöar. Ofullständigt nedbrutna vedämnen, som ger den bruna färgen i brunvattensjöar, skulle kunna vara tillgängliga för bakterier i vattnet (se faktaruta). Bakterierna skulle kunna tjäna som

föda åt djurplankton och på så vis skulle material som ursprungligen fixerats på land utgöra basen för näringsväven i sjöar (Fig. 2). Lite tillspetsat uttryckt så skulle fisken i sjön kunna äta träd. Man har föreställt sig att en sådan teori bara skulle gälla i mindre skogsjöar. I en sjö som Vättern med en omsättningstid på 60 år har man förmodat att terrestert material är av mindre betydelse. Den lilla volym som tillförs sjön varje år i förhållande till den totala sjövolymen borde bara innehålla en försumbar mängd organiskt material.

Faktaruta: betydelsen av bakterier i sjöar

Bakterier är den i särklass vanligast förekommande organismen i naturliga vatten. I varje kubikcentimeter vatten finns det i storleksordningen en miljon bakterier. Längre trodde man att bakteriernas roll är att bryta ner dött material och på så sätt göra näringsämnen tillgängliga. Nu vet man att bakterier också är av stor betydelse för omsättningen av kol i sjöar. Ett exempel är att humus, ofullständigt nedbrutna vedämnen, som tidigare betraktades som otillgängligt material, stimulerar produktionen av bakterier. Man vet också att bakterier tjänar som föda för andra organismer.



Figur 2. Bakteriernas betydelse som länkar av terrester kol till födoväven i sjöar.

Nu har vi flera indikationer på att terrester material är av stor betydelse för näringsväven även i Vättern. Som nämnts ovan så är konsumtionen större än växtplanktonproduktionen. Om man räknar på hur mycket organiskt kol som skulle kunna bildas genom växtplanktonproduktion, med tanke på de låga näringshalterna, så är det flera gånger mindre än vad som kommer in till sjön med tillflödena. Organiskt material som kommer in från tillflödena är huvudsakligen i löst form. Vi har fått starka indikationer på att det lösta organiska kolet i Vättern, som är det kol som är tillgängligt för bakterier, är av terrester ursprung. Detta har vi undersökt genom att analysera isotopkvoterna i kolet (se faktaruta). Undersökningar pågår nu för att se i vilken utsträckning de olika delarna i näringsväven är beroende av terrester respektive internt producerat kol.



Figur 3. Emma Kritzberg samlar plankton för analys av stabila isotoper.

Faktaruta: stabila isotoper

De flesta kolatomer har massan 12 Dalton (kol-12), men knappt en halv procent av alla jordens kolatomer väger i stället 13 Dalton (kol-13). Kol-12 och kol-13 utgör två isotoper av samma ämne. De tyngre atomerna rör sig och reagerar trögare än de lättare. På så vis sker vid varje fysikalisk, kemisk eller biologisk process en viss anrikning av kol-12. Till exempel så flyttar sig kol-13 långsammare genom gränsskikten mellan luft och vatten, så att andelen kol-13 är större i luften än i vattnet. Som en följd av detta innehåller landväxter en högre andel kol-13 än växtplankton. Förhållandet mellan kol-13 och kol-12 kan undersökas med masspektrometri. Det sker en väldigt liten anrikning av kol-13 från föda till konsument. Därför kan man om man känner till kol-13/kol-12-kvoterna i de potentiella kolkällorna och konsumenten avgöra i vilken utsträckning konsumenten utnyttjat de båda kolkällorna.

Exempel: Om terrester kol har kvoten -27 ‰ (i förhållande till en standard), växtplankton kvoten -35 ‰ och bakterier kvoten -31 ‰, så kan man dra slutsatsen att bakterier utnyttjat till hälften växtplankton och till hälften landproducerat material som kolkälla.

Miljöhistoriska undersökningar i Vättern

*Ingemar Renberg och Johanna Englund,
Institutionen för ekologi och geovetenskap,
Umeå universitet, 901 87 Umeå
Epost: ingemar.renberg@eg.umu.se*

Sedimentet utgör miljöhistoriskt arkiv

Det finns ganska gott om äldre uppgifter om Vättern. Trots detta har vi en ofullständig bild av hur miljötillståndet var i sjön innan miljöövervakningen började i slutet av 1960-talet. Sedimentlagren ute i djuphålorna i sjön kan ge oss denna information. Sediment har avsatts varje år sedan sjön skapades för i runda tal 10 000 år sedan (Sveriges Nationalatlas 1998). Sedimentet består av material som transporterats in i sjön liksom av lämningar av de organismer som levtt i sjön. Sedimentet är därför bokstavligt talat ett miljöarkiv, som kan ge oss kunskap om hur till exempel föroreningsbelastningen och näringstillståndet förändrats genom tidernas lopp.

På initiativ av Vätternvårdsförbundet och med ekonomiskt stöd av Naturvårdsverket startade sommaren 2001 en miljöhistorisk (paleolimnologisk) undersökning i Vättern. En motsvarande undersökning görs i Vänern.

Kiselalger bevaras

Det främsta målet är att försöka ta reda på hur näringstillståndet i Vättern förändrats under de senaste århundradena. För att nå detta mål görs sedimentanalyser av lämningar av de alger som funnits i sjön vid olika tidpunkter. Pigmentanalyser ger uppgifter om vilka algrupper som dominerat primärproduktionen i sjön och det i sin tur berättar om sjöns forna tillstånd. Kiselalgsanalyser är en annan metod, där artsammansättningen i sedimentpropparna avslöjar vilken vattenkvalitet som rådde när

kiselalger en gång levde i sjön. Kiselalgsanalys har tidigare använts för att studera sjöars försurningshistoria (Battarbee et al. 1999), men det är också en metod som kan användas för att utläsa vilken totalfosforhalt sjövattnet haft (Hall & Smol 1999). Kiselalger är mikroskopiska, encelliga alger. De är mycket vanliga i våra sjöar trots att vi inte ser dem. Genom att deras skal består av kisel bevaras de bra när de dör och sedimenterar till sjöbotten. Kiselalgskal är ofta en huvudbeståndsdel i sjösediment.



Figur 1. Ingemar Renberg med en sedimentpropp på 120 cm. Lagren längst ned är 1000 år tillbaka.

Än så länge är metoden att använda kiselalger för att utläsa vilket näringstillstånd sjöar haft förr anpassad för små sjöar i första hand. Men den har prövats i Södra Björkfjärden i Mälaren med intressant resultat (Renberg 1999). Där tyder kiselalger i sedimentet på att sjön inte var fullt

så näringsfattig, som man tidigare trott, innan den drabbades av eutrofiering på 1900-talet. Nu är Mälaren till skillnad från Vättern och Vänern en ung sjö, bara cirka tusen år, och under hela Mälarens historia har sjön varit gödslad av jordbruket i omgivningen.

Provtagning sommaren 2001

I juli togs sedimentproppar från ca 120 m vattendjup söder om Visingsö och vid Jungrun i norra delen av Vättern (fig 1). Två typer av provtagare användes, en Kajak provtagare som kan ta en ostörd propp av ytsedimentet och en Kullenbergprovtagare som tar en djupare sedimentpropp.

Blyisotoper visar dateringen

Analysarbetet har just påbörjats. Hittills har blyanalyser gjorts från provtagningsplatsen S Visingsö. Förutom vanliga totalkoncentrationsbestämningar av bly i sedimentet har analyser av stabila blyisotoper utförts. Isotopsammansättningen hos blyet i sedimentet berättar om blyets härkomst. I nedre delen av sedimentproppen är koncentrationen strax under 20 µg per gram torrt sediment och här är $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ -kvoten hög, över 1,4. En så hög kvot är typisk för naturligt bly som finns i svensk jord och i gamla, icke förorenade sediment. Här speglar således sedimentet de naturliga bakgrundsförhållandena.

Ovanför 70 cm nivån i sedimentet visar den sjunkande blyisotopkvoten att sjön börjat förorenas av bly, fastän blykoncentrationen inte ökat signifikant. Att detta händer så djupt ned i sjöbotten visar att det skedde för länge sedan, men precis när är inte möjligt att säga innan kol-14 dateringar av sedimentet gjorts. Det är inte uteslutet att föroreningarna började uppträda för mer än tvåtusen år sedan.

Undersökningar av sediment från mer än 30 skogssjöar från Blekinge till Lappland har visat att Sverige utsattes för nedfall av blyhaltiga luftföroreningar redan före Kris-

ti födelse (Brännvall et al. 2001, Renberg et al. 2000). Föroreningarna var långdistanstransporterade från Europa. Under medeltiden (1000 efter Kristus) ökade det atmosfäriska nedfallet påtagligt. Det återstår att bedöma vilken roll dessa luftföroreningar spelat i förhållande till blyföroreningar som har kommit till Vättern från gruv- och metallindustrin i tillrinningsområdet.

Sedimentet visar en tydlig koncentrationstopp ungefär 10 cm under ytan, medan $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ -kvoten är låg. En låg kvot är typiskt för föroreningsbly. Det är sannolikt att detta är 1970-talstoppen, orsakad av dåtidens stora utsläpp av bly från bilar.

Under vintern kommer kiselalغانalyser, pigmentanalyser och en del andra analyser av sedimentet att utföras.

Referenser

- Battarbee, R.W., Charles, F.C., Dixit, S.S. & Renberg, I. 1999. Diatoms as indicators of surface water acidity. I Stoermer, E.F. & Smol, J.P. (eds). *The Diatoms. Applications for the Environmental and Earth Sciences*, sid. 85-127. Cambridge University Press.
- Brännvall, M.-L., Bindler, R., Emteryd, O. & Renberg, I. 2001. Four thousand years of atmospheric lead pollution in northern Europe: a summary from Swedish lake sediments. *Journal of Paleolimnology* 25:421-435.
- Hall, R.I. & Smol, J.P. 1999. Diatoms as indicators of lake eutrophication. I Stoermer, E.F. & Smol, J.P. (eds). *The Diatoms. Applications for the Environmental and Earth Sciences*, sid. 128-168. Cambridge University Press.
- Renberg, I. 1999. Näringstillståndet i Södra Björkfjärden, Mälaren, under tusen år. En paleolimnologisk undersökning. Institutionen för ekologi och geovetenskap, Umeå universitet. ISBN 91-7191-775-6.
- Renberg, I., Brännvall, M.-L., Bindler, R. & Emteryd, O. 2000. Atmospheric lead pollution history during four millennia (2000 BC to 2000 AD) in Sweden. *Ambio* 29:150-156.
- Sveriges Nationalatlas 1998. Berg och Jord. (ed Curt Fredén). Sveriges Nationalatlas Förlag.

Sedimentering i Vättern

Prof. Per Larsson

Ecotoxikologi

Ekologihuset

223 62 Lund

epost: per.larsson@ecotox.lu.se

Vad når botten?

Vättern är en väl undersökt sjö ur många aspekter. Det finns emellertid processer som sällan undersöks i sjöar, trots att de kan vara nog så viktiga. En sådan process är sedimentering, där material som producerats i ytvattnet transporteras mot bottenarna. Detta material som bl a utgörs av döda växt- och djurplankton blandas med material från sjöns omland (löv, förna, pollen) och sedimenterar genom vattenmassan. Samtidigt påverkas det sedimenterande materialet av bakterier, som drar nytta av organisk kol och näringsämnen i partiklarna. Ämnesgrupper som är lätta att utnyttja för dessa mikronedbrytare, som sockerarter, protein och lipider utnyttjas av denna mikrobiella näringsväv redan i den fria vattenmassan.

Det kvarvarande material når så sedimentytan där det återigen utnyttjas av sedimentlevande evertebrater och bakterier. Sedimenteringsprocessen kompliceras samtidigt av att ytpartiklar som redan befinner sig i sedimenten rörs upp från ytan i en ständig omlagringsprocess. Detta sker genom vattenrörelser och genom att djur ständigt bearbetar sedimenten.

Varför studera sedimentering?

Sedimentering är viktig för att förstå hur en sjö fungerar. Man ser detta väldigt väl när en massbalans för t ex näringsämnen konstrueras för sjön. Vanligtvis känner man då till hur många kg fosfor som tillförs sjön via tillrinnande vatten och hur mycket som förs ut via avrinning. Man känner halter i vattenmassan och i sedimenten. Man får däremot oftast bara uppskatta hur mycket

av näringsämnena som inbäddas i sedimenten, hur mycket som kan frigöras därifrån och hur mycket som cirkulerar i näringsväven (s.k. intern omsättning). Här kommer sedimentering in som en viktig, kvantitativ process. Detta gäller också för andra ämnen som exempelvis miljögifter (PCB, DDT, bromerade flamskyddsmedel, jordbrukskemikalier). Här vet man att tillförseln av miljögifter via atmosfären är viktig, men hur många kg som inbäddas i sedimenten eller som interncirkulerar i sjön är sällan känt.



Figur 1. En sedimentpropp från 125 m djup i Vättern.

Vättern är lämpligt objekt

Vättern är en synnerligen lämplig sjö att undersöka sedimenteringsprocesser i. Den är stor och djup vilket medför att omsättningstiden för vatten i sjön är lång, över 30 år. Detta har till följd att påverkan från omlandet inte är så stor som i andra, mindre sjöar och processer i den fria vattenmassan (pelagialprocesser) kan studeras renodlat. Samtidigt kan processernas omfattning

studeras på olika djup i en sekvens, och skillnaderna (t ex materialets lipid- och miljögiftsinnehåll) kan förväntas vara stora.

Så här går det till

Vi studerar transporten av partiklar till botten med sedimentfällor. Fällorna utgörs av glasrör i en hållare som hängs ut i vattenmassan på ett bestämt djup. I Vättern har vi hängt ut fem sådana fällor, från ytan till botten. Detta har vi gjort söder om Visingsö, där djupet är som störst. Fällorna ”vittjas” med jämna mellanrum under ett år, för att vi ska få en uppfattning om säsongsskillnader i sedimentering. Säsongsskillnaderna förväntas vara stora i och med att primärproduktionen skiljer sig kraftigt under året, att nedbrytning via bakterier är temperaturberoende, att sjön kan vara temperaturskiktad på sommaren och att tillförseln av miljögifter till sjön beror på t ex vindriktningar.

Frågeställningar?

Några av de frågeställningar vi arbetar med kan sammanfattas i punktform som:

- Hur mycket näringsämnen, organiskt kol och miljögifter sedimenterar till botten i Vättern och hur mycket återförs till vattenmassan via interncirkulering?
- Hur är förhållandet mellan deponering av miljögifter från atmosfären och sedimentering/inbäddning i sedimenten?
- Hur varierar sedimenteringen av ämnesgrupperna under året?
- Hur förändras kvalitén på organisk kol från produktion i ytvattnet via växtplankton när partikeln sedimenterar mot botten? Var sker den största förändringen? Vilka ämnesgrupper utnyttjas först av bakterier (lipider, sockerarter, protein, fosfor)? Vad händer med miljögifterna?

- Vilket ursprung har det sedimenterande materialet (här utnyttjar vi stabila isotoper)?
- Sker väsentliga förändringar under året beroende på dominans av specifika arter som t ex kiselalger eller grönalger?

Detta är några viktiga frågor och det finns betydligt fler. Slutmålet är att kunna upprätta bättre balansberäkningar för ämnen i Vättern och kanske bättre förstå de processer som har betydelse för omsättningen av ämnen i sjön.

Kräftors liv och leverne i kombination med miljögiftsbelastning i Vättern

Doktorander

Niklas Holmqvist och Patrik Stenroth

Ecotoxikologi

Lunds Universitet

223 62 Lund

epost: fornam.efternam@ecotox.lu.se

Kräftforskning

Kräftforskningen i Vättern som bedrivs av Lunds Universitet är egentligen samarbete mellan två projekt med olika inriktningar. Dels ett projekt som i huvudsak jobbar med kräftans ekologi och studerar hur tillväxten i kräftbestånd påverkas av dess livsmiljö. Satt i ett större perspektiv kan man säga att detta projekt undersöker hur en allätare som kräftan gör sitt födoval och hur detta i sin tur påverkar dess tillväxt. Det andra projektet syftar till att undersöka hur halterna av miljögifter varierar i bottenlevande djur i olika livsmiljöer. I den senare studien används också kräftan som en modellorganism i ett större perspektiv, i detta fall som modell för ett bottenlevande djur. Samtidigt kanske det kommer fram kunskap som direkt är användbar vid skötsel av kräftbestånd. Studierna omfattar egentligen många sjöar men i Vättern där många olika livsmiljöer finns i samma sjö görs en specialsatsning.

Kräftor i Vättern

I Vättern finns det, vilket snart borde vara rikskänt, både många och stora kräftor. Det som gör kräftorna i Vättern speciella är att de förekommer på mycket stora djup jämfört med andra kräftbestånd i Sverige. Detta beror på att Vättern är en näringsfattig och vindexponerad sjö, vilket skapar förutsättningar för goda syreförhållanden och hårda bottenar på stora djup. Detta ger unika förutsättningar för oss kräftforskare att studera hur kräftors biologi och miljögiftbelastning förändras med djupet på en sjö, eller snarare med avståndet till land. I

”vanliga” sjöar träffar man på blad och växtrester från, land och strandzonen, i hela sjön. Långt ut i Vättern på stort djup finns det knappast några sådana växtrester som kräftorna kan äta. Detta gör det möjligt att undersöka kräftors tillväxt och födoval i en miljö som är helt präglad av de fria vattenmassorna och hur dessa livsbetingelser påverkar miljögiftsupptag och tillväxt.



Figur 1. Signalkräftan sprider sig snabbt i Vättern.

Kräftors födoval

Kräftor är, som tidigare påpekats, allätare och de äter nästan allt de kommer över. Normalt utgörs dieten av smådjur, alger och växter både färska och sådana som är på väg att brytas ned. Fisk, som de flesta använder som kräftbete, är mycket uppskattat men tillgången är sett ur kräftans synvinkel mycket begränsad. På de stora djupen i Vättern präglas hela ekosystemet på sjöbotten av det material som ”snöar” ner från vattenmassan ovanför, d.v.s. döende alger som sedimenterar. Vi tror att detta påverkar kräftan på många sätt, t.ex. så utesluts de födokällor som produceras på eller i nära anslutning till land.

Födoval

I dagsläget tror vi att födoväven är mindre komplicerad ute på djupbottarna, det bör finnas färre födoslag att välja mellan för kräftorna. Det nedfallande materialet påverkas dessutom under transporten av mikroorganismer som bryter ner lättspjälkade näringsämnen. Det material som till slut faller till botten kommer, med avseende på

näring, att skilja sig markant från det som finns nära ytan. Kvar finns huvudsakligen fibrer men även dessa bryts ner av specialiserade bakterier. Bakterier utgör sedan grunden i den födoväv som bildas på dessa djup, på samma sätt som växtplankton utgör basen för födoväven i en grundare näringsrik sjö.

Vad bestämmer tillväxten?

Kräftans tillväxt bestäms till stor del av mattillgång och vattentemperatur. Att temperaturen är viktig för tillväxten beror på att den avgör hur snabbt biokemiska reaktioner i kräftans kropp sker. Tillväxten påverkas dessutom av hur mycket av den konsumerade födan som kräftan har råd att lägga på tillväxt, i täta populationer måste man slåss, inte bara om maten utan även om utrymmet och sådant kan minska tillväxttakten. En stor del av de miljögifter en kräfta får i sig kommer från födan. Mängden föda och gifthalten i födan påverkar alltså miljögiftsupptaget. Troligen koncentreras miljögifterna i nedfallande partiklar i takt med att bakterier spjälkar av näringsämnen. Detta är något som också skall studeras i Vättern (se separat projektbeskrivning "Sedimentering i Vättern"). Detta ger oss unika förutsättningar att studera processer som kan påverka miljögiftsbelastningen hos kräftor.

Temperaturen kan också ha betydelse, eftersom kemiska reaktioner påskyndas av ökad temperatur. Vid låg temperatur "suger" inte kräftan åt sig miljögifter lika snabbt och detta borde ge låga halter i kallvatten sjön Vättern.

Kräftorna i Vättern är synnerligen spännande och allteftersom vi jobbar vidare så dyker det upp nya frågetecken. Men vi börjar med de frågor som beskrivits ovan och om några år räknar vi med att ha ett svar eller åtminstone en kvalificerad gissning till dessa frågeställningar.

9. Rapporter inom Vätternvårdsförbundet

| Nr | År | Rapporttitel | Författare |
|----|-----|--|--|
| 1 | -63 | <i>Inventering av vattentäkter, avloppsutsläpp och undersökningar i Vättern</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 2 | -64 | <i>Vattenuttag i Vättern. Prognos för 1980-tal och 2000.</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 3 | -67 | <i>Fysikaliska, Kemiska och Biologiska data för Vättern augusti och november 1966</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 4 | -68 | <i>Fysikaliska, Kemiska och Biologiska data för Vättern 1967 och dess tillflöden</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 5 | -68 | <i>Bedömning av vattenbeskaffenheten i Vättern</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 6 | -68 | <i>Limnologiska observationer i Vättern sommaren 1962</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 7 | -68 | <i>Information angående undersökningari och vattenvårdsplanför Vättern</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 8 | -70 | <i>Vätterns geologi</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| - | -70 | <i>Vätterns vattenvårdsplan</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 9 | -72 | <i>Undersökning i Vättern och dess tillflöden 1969 och 1970</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 10 | -73 | <i>Undersökning i Vättern och dess tillflöden 1971</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 11 | -73 | <i>Årsredogörelse 1971-72</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 12 | -74 | <i>Undersökning år 1972 i Vättern och dess tillflöden</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 13 | -74 | <i>Årsredogörelse 1973</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 14 | -75 | <i>Årsredogörelse 1974</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 15 | -76 | <i>Årsredogörelse 1975</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 16 | -76 | <i>Undersökningar åren 1973-74 i Vättern och dess tillflöde</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 17 | -77 | <i>Årsredogörelse 1976</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 18 | -78 | <i>Årsredogörelse 1977</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 19 | -78 | <i>Bidrag till om kännedom om sjön Vätterns Plankton år 1899</i> | de Toni/ Forti |
| 20 | -79 | <i>Årsredogörelse 1978</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| - | -79 | <i>Vättern Vatten Vård, översyn</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 21 | -80 | <i>Årsredogörelse för 1979</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 22 | -81 | <i>Årsredogörelse 1980</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 23 | -82 | <i>Årsredogörelse 1981 samt redogörelse för undersökningar i Vättern utförda under längre tid.</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 24 | -83 | <i>Årsredogörelse 1982</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 25 | -84 | <i>Årsredogörelse 1983</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 26 | -85 | <i>Årsredogörelse för 1984. Tema Fiske</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |

| | | | |
|----|-----|--|---|
| 27 | -86 | <i>Årsredogörelse för 1984. Tema Vattenförsörjning</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| 28 | - | - | - |
| 29 | -87 | <i>Årsredogörelse 1987; Vätterns limnologiska status i ett 20-årsperspektiv</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| | -88 | <i>Konferens B. Konferens i anslutning till Kommittén för Vätterns vattenvårds 30-års jubileum</i> | Kommittén för Vätterns vatten- vård |
| | -90 | <i>Vättern 90, Vattenvårdsplan</i> | Ola Broberg, Vätternvårdsförbun- det |
| | -91 | <i>Glacialrelikter i Vättern</i> | Magnus Fuhrst, SöLab |
| 30 | -91 | <i>Årsskrift 1991</i> | Ola Broberg, Vätternvårdsförbun- det |
| 31 | -92 | <i>Årsskrift 1992</i> | Ola Broberg, Vätternvårdsförbun- det |
| 32 | -93 | <i>Metaller i Vättern</i> | Lennart Lindeström, Miljö- forskrgrp |
| 33 | -93 | <i>Årsskrift 1993</i> | Ola Broberg, Vätternvårdsförbun- det |
| 34 | -94 | <i>Vättern: En unik sjö med en unik Fauna</i> | Limnodata HB |
| 35 | -94 | <i>Årsskrift 1994</i> | Ola Broberg, Vätternvårdsförbun- det |
| 36 | -95 | <i>Miljöövervakning Vättern, Förslag till program och undersökningstyper</i> | Ola Broberg, Vätternvårdsförbun- det |
| 37 | -96 | <i>Förstudie konsekvensklassificering för Vättern</i> | Ola Broberg/Gunnar Lagerkvist |
| 38 | -96 | <i>Program för samordnad regional miljöövervakning i Vättern och dess tillflö- den</i> | Bernhard Jaldemark, Lst Jönkö- ping |
| 39 | -96 | <i>Metaller i Vättern, Tillförsel och källfördelning 93-95</i> | Lennart Lindeström, Miljö- forskrgrp |
| 40 | -96 | <i>Vattenkvaliteten i Vättern och dess tillflöden 1971-94</i> | A. Wilander&E. Willén, SLU |
| 41 | -96 | <i>Persondatorbaserad spridningsmodell för Vättern</i> | Cecilia Ambjörn SMHI |
| 42 | -96 | <i>Användarhandledning till Spridningsmodell Vättern</i> | Cecilia Ambjörn SMHI |
| 43 | -96 | <i>Årsskrift 1996</i> | Ola Broberg, Vätternvårdsförbun- det |
| 44 | -97 | <i>Påväxtalger i Vättern</i> | Roland Bengtsson, IVL |
| 45 | -97 | <i>Miljögifter i röding och abborre i Vättern 1996</i> | Anders Bignert, Nathist. Riksmus. |
| 46 | -97 | <i>Modellering av näringsämnen i Vätterns tillrinningsområde</i> | Hans Kvarnäs, SLU |
| 47 | -97 | <i>Årsskrift 1997</i> | Ola Broberg, Vätternvårdsförbun- det |
| 48 | -97 | <i>Naturvärden i Vätterbäckar (system Aqua)</i> | Gunnar Lagerquist, Lst Jönköping |
| 49 | -97 | <i>Konsekvensklassificering för Vättern</i> | Gunnar Lagerquist, Lst Jönköping |
| 50 | -98 | <i>Vättern - inte bara vatten</i> | Emma Wirén, Lst Östgötl. |
| 51 | -98 | <i>Undersökning av naturlig mellanårsvariation hos meiofauna i Vättern</i> | Bertil Widbom, Stockholms Univ. |
| 52 | -98 | <i>Åtgärdsplan Vättern Öst</i> | Bernhard Jaldemark, Lst Jönkö- ping |
| 53 | -98 | <i>Årsskrift 1998</i> | Måns Lindell, Vätternvårdsförb. |

- 54 -99 *Embryonal utveckling hos vitmärkla i fyra svenska sjöar Vänern, Vättern, Väggsfjärden och Rogsjön* B. Sundelin *et al.* ITM, Stockholms Universitet
- 55 -99 *Åtgärder för att minska kväveläckage till Disevidån* E. Årnfeldt, Lst Östergörland
- 56 -99 *Bly – förekomst och fördelning i naturen, en litteratursammanställning* M. Bäckström, MTM-centrum Örebro Universitet
- 57 -99 *Årsskrift 1999* Måns Lindell, Vätternvårdsförb
- 58 -00 *Konsekvensklassificering för Vättern, område sydväst* Envall/Lagerqvist, Vägverket konsult
- 59 -00 *Årsskrift 2000* M. Lindell, Vätternvårdsförbundet
- 60 -00 *Konsekvensklassificering för Vättern, region Väst* M. Envall, Vägverket konsult
- 61 -01 *Program för samordnad miljöövervakning i Vättern och dess tillflöden 2001-2006* M. Lindell, Vätternvårdsförbundet
- 62 -01 *Fiske och fiskar i Vättern* Fiskeriverket
- 63 -01 *Seatrack Vättern, användarhandledning* O.Ljungmann, SMHI
- 64 -01 *Årsskrift 2001* Ed: M. Lindell, Vätternvårdsförbundet