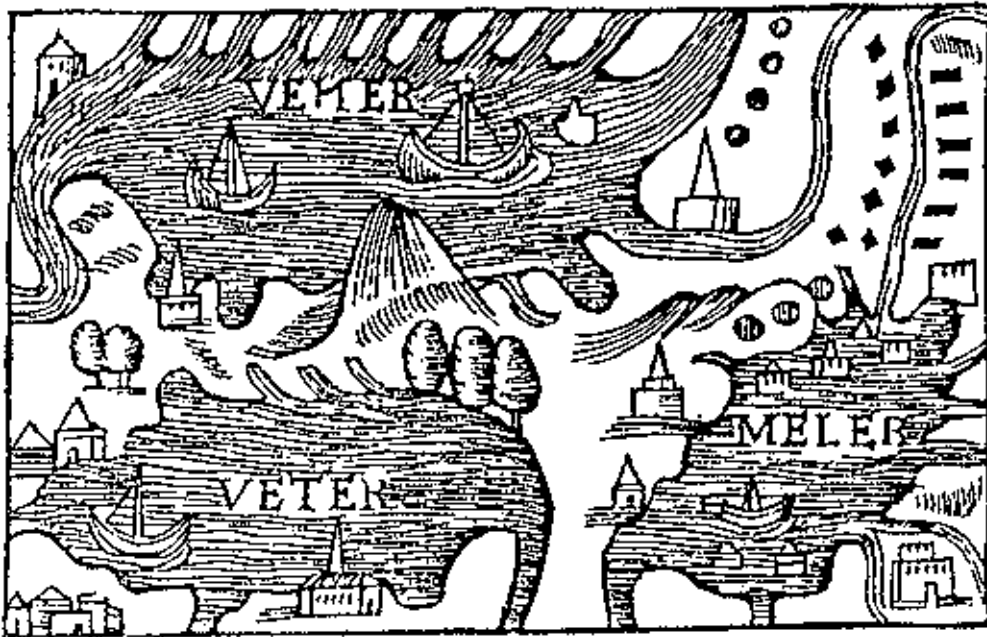


# Vätternvårdsförbundet

## Årsskrift 1992



Träsnitt från OLAUS MAGNUS:  
*Historia de gentibus septentrionalibus* 1555. Liber  
secundus, Cap. XX, De tribus famosis lacibus Gothorum.

**Rapport nr 31**  
från Vätternvårdsförbundet 1992

# Vätternvårdsförbundets Årsskrift 1992

## Rapport nr 31 från Vätternvårdsförbundet \*

\*

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

Årsskriften har utarbetats av  
Vätternvårdsförbundet under redaktion  
av Ola Broberg.

Vätternvårdsförbundet  
Länsstyrelsen i Jönköpings län  
551 86 Jönköping  
036 - 157092, 157083

ISSN 1102 - 3791

# Innehåll

Inledning (O. Broberg)-----	1
Vätterbäckarna och vandringsfisken (B. Essvik)-----	2
Deposition (O. Broberg) -----	12
<b>Östergötlands län</b>	
Östgötadeln av Vätterns tillrinning (K. Schaerling)-----	30
<b>Örebro län</b>	
Miljöövervakning i vatten kring norra Vättern i Örebro län (I. Lundqvist) -----	47
Unden och Fagertärn (P. Grahn)-----	60
Äldre gruvavfall inom norra Vätterns tillrinningsområde ( B. Comet)-----	64
<b>Skaraborgs län</b>	
Vätterbäckar i Skaraborgs län ( A. Christensen)-----	72
Forsviksån - Undenområdet (A. Christensen)-----	81
Försurningssituationen i några Vätterbäckar, i Skaraborgs län ( P-E. Lingdell & E. Engblom)-----	85
<b>Jönköpings län</b>	
Recipientkontroll i Vätterns tillflöden inom Jönköpings län ( B. Jaldemark)-----	93
Åtgärdsprogram för minskad jordbrukspåverkan inom Landsjöns avrinningsområde ( J. Morales)-----	107
<b>Vättern 1989 - 1991</b> -----	118
Kommuner-----	118
Industrier -----	124
Skogsindustri -----	124
Gruvindustri-----	129
Verkstadsindustri-----	136

## Inledning

*Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet*

Vätternvårdsförbundets arbete utgår från vattenvårdsplanen, Vättern 90. För närvarande pågår genomförandet av Vättern 90 bl a genom det arbete som utförs och initieras av de olika åtgärdsgrupperna. Enligt den verksamhetsplan som antagits av förbundet pågår arbetet i denna form fram till 1995 då en samlad utvärdering och redovisning skall presenteras. Denna utvärdering leder i sin tur fram till en revidering av Vättern 90.

En lägesrapport över hur arbetet fortskrider i åtgärdsgrupperna respektive förbundet i övrigt redovisas i styrelsens verksamhetsberättelse vid ordinarie förbundsstämma.

Under 1992 har en revidering och omstrukturering av de nationella programmen för miljöövervakning påbörjats. Trots att årsskriften i år kommer ovanligt sent (vilket vi ber om överseende med) är det ännu inte möjligt att redogöra för vilka förändringar angående övervakningen av Vättern som det nya nationella programmet medför. Förhoppningsvis kommer dock en del av de krav som förbundet ställt med avseende på miljöövervakningen av Vättern att tillgodoses i det nya nationella miljöövervakningsprogrammet.

Ambitionen vid utformningen av årets rapport har bl a varit att försöka förmedla aktuella resultat från den miljöövervakning som hittills här bedrivits inom Vätterns tillrinningsområde direkt till den grupp myndigheter, företag, kommuner och enskilda som ofta kommer i kontakt med "Vätternfrågor". Det borde vara lämpligt att sprida sådan information genom Vätternvårdsförbundet eftersom såväl de som utövar tillsyn som de som nyttjar sjön på ett eller annat sätt också tillhör förbundets medlemskrets.

Det har inte varit möjligt att i denna årsskrift återge all den kunskap eller redovisa alla de undersökningar som

ingår i den löpande miljöövervakningen av Vättern. Ytterligare redovisning av resultaten från den samordnade recipientkontrollen inom området, undersöknings- och åtgärdsprojekt återkommer i framtida årsskrifter.

Årsskriften avslutas med sedvanlig redovisning av utsläppsstatistik samt utdrag/sammanfattningar från de olika företagens miljörapporter. På flera ställen görs jämförelser mellan en branches eller ett företags utsläpp i relation till övriga punktkällor. Under verksamhetsåren 1993 och 1994 kommer intensifierade insatser att göras för att 1995 kunna redovisa förbättrade källfördelningar med avseende på relevanta ämnen.

Allt insänt material återföljs av författarens namn omedelbart under uppsatsens rubrik. Författarna svarar själva för såväl innehåll som redovisade slutsatser.

Vätternvårdsförbundet vill framföra ett varmt tack till alla som bidragit med uppsatser eller annat material till Vätternvårdsförbundets årsskrift 1992.

# VÄTTERBÄCKARNA OCH VANDRINGSFISKEN

*Bo Essvik, Fiskeriverkets utredningskontor  
Järnvägsg 9, 553 15 JÖNKÖPING*

## Inledning

Vättern är riksbekant inte minst för sin fiskfauna där alla sötvattenlevande arter av laxfiskar vi har naturligt i landet förekommer. Några av dessa är mindre allmänna i södra Sverige och dit hör rödingen, nörsen, öringen och harren. Medan de båda förstnämnda lever hela sitt liv i Vättern är öringen och harren beroende av de tillrinnande vattendragen för sin fortplantning.

I förhållande till Vätterns areal är tillrinningsområdet av liten omfattning. Tillrinningen sker genom många bäckar eller smååar. Höjdskillnaderna mellan omgivande delar inom tillrinningsområdet och sjöytan är betydande, i synnerhet vid den sydvästra kusten, vilket medför strömmande vatten i många av bäckarna och därmed goda betingelser särskilt för öringen.

Vätternbäckarna är trots det senaste decenniets uppmärksamhet på miljöfrågorna fortfarande under stress genom förurningspåverkan, vattenkraftintressen, föroreningar eller bevattningsuttag. I vissa avseenden är problemen mer akuta för tillrinningsbäckarna än för sjön och det finns god anledning att framhålla deras stora biologiska värden.

## Något om Vätternöringens biologi

Öring, *Salmo trutta*, från Vättern som ibland kan väga 5 - 6 kilo går på hösten upp i bäckarna för lek. Rommen kläcks tidigt på våren och under sin första sommar blir ungarna 6-7 cm långa. De blir kvar i bäcken två år efter kläckningen och utvecklar revir i stråkande eller starkt strömmande partier av vattendraget. Födan består av vad bäcken kan erbjuda av smådjur och tillväxthastigheten är inte särskilt hög. När den unga öringen är mogen för utvandring i april/maj som tvååring eller under vissa

förhållanden som treåring är den 15-18 cm lång. Enstaka vandrar inte ut utan blir kvar i bäcken, bäcköring.

Under första sommaren i sjön ändras menyn och fiskyngel, främst siklöja och nors, blir huvudföda. Nu ökar tillväxten. Ett par år senare är fisken köns mogen och kanske på väg tillbaka till sin bäck för lek.

På grund av vandringshinder som kraftverk, vägtrummor eller rester av gamla dammbyggnader når Vätternöringen numera inte alltid upp till de områden där lek och uppväxt en gång skedde. Men ovanför vandringshindren finns ofta öring kvar i sin stationära form, bäcköring. Bäcköringen är alltså samma art som vätternöringen men lever hela sitt liv i bäcken. Den blir sällan större än några hekto.

I samband med att strömmarna vid Motala byggdes över för kraftverksändamål försvann reproduktionsplatserna för den nedströmslekande Motala strömöringen en av de mest storvuxna stammarna som funnits i landet. Vikter på 20 kilo uppgavs vid flera tillfällen. De sista Motala strömöringarna försvann i slutet av 1930-talet. Även från Tabergså, Jönköpings län, finns uppgifter om en storvuxen, numera utdöd Vätternöringstam.

I Vättern talar man numera inte om olika stammar av öring på samma sätt som man gör i t ex Väneren. Där kan man skilja på öringstammarna på grund av deras olika egenskaper eller utseende. Olika stammarna har sin grund i den anpassning som utvecklats för en optimal överlevnad i ett bestämt vattendrag. Om Vätternöringen utvecklat en särskild överlevnadsstrategi för varje enskild bäck vet vi inte med säkerhet men troligen är den genetiska skillnaden mellan öring från olika Vätternbäckar liten om ens någon eftersom bäckarna ligger så nära varandra. Trots att en del öringar verkar vara trogna sin bäck, vilket märkningsförsök har visat, torde utbytet mellan bäckarna genom felvandring vara vanligt förekommande. Vätternöringen är däremot inte utbytbar mot t ex Gullspångsöring från Väneren. Den är unik genom sin anpassning till Vättern och bäckarna och är på så sätt oersättlig.

Att stammen är så stark att den kan nyttiggöras för både yrkes- och fritidsfiske understryker bevarandevärdet. Totalt fångas omkring 6 000 kilo per år. Fortplantningen i bäckarna är skyddad genom fredningsbestämmelser i fiskestadgor och allt fiske efter öring sker i själva Vättern till största delen av yrkesfiskare.

Vätternbäckarna hade säkert stor betydelse för den lokala fiskförsörjningen redan när vattendragen etablerades för 8-10 000 år sedan genom att vandringsfisken var lättillgänglig både vid upp- och nedgång i samband med loken. Säkert inrättades fångstanordningar av olika slag mycket tidigt och i många bäckar finns rester av så kallade laxfisken bevarade. I början av 1900-talet började skyddsbestämmelser till skydd för fortplantningen komma till stånd och i princip skulle all Vätternöring fångas i Vättern. Under ett antal decennier, egentligen fram till mitten av 1970-talet skedde fiskevården vad gällde öring (och även röding) i form av utsättningar av odlade fiskungar utsatta i Vättern. Avelsmaterialet utgjorde såväl sjöegen stam som föräldrafisk från andra vatten, i det senare fallet exempelvis Gullspångsöring. Genom märkningsförsök som utfördes vid ett flertal utsättningar, kan man konstatera att dessa gav dåliga återfångster.

Det finns lyckligvis inget som tyder på att någon inblandning av främmande öringstammar påverkat dagens Vätternöring. Bevarandet, skyddet och utvecklingen av naturbestånden har blivit den väsentligaste fiskevården i bäckarna och det är nu fem år sedan öringutsättningar i Vättern senast skedde.

## Harren i Vätternbäckarna

Harren, *Thymallus thymallus*, är karakteristisk för många strömvatten norr om Dalälven men går inte riktigt så högt i fjällregionen som öringen gör. Harren, med sin smalare kropp, sina fjäll och höga ryggfena är olik öringen. Ett gemensamt behov för båda arterna är tillgången på klart och friskt vatten och att strömmande vatten - en bäck - finns att tillgå för fortplantningen. För öringens del inte mindre än tre år under livscykeln men för harren bara några försommarveckor.



Söder om Dalälven är harrförekomsten mindre frekvent men i Klarälven finns fina bestånd. Även i mellaneuropa finns harr på många platser. Det sydligaste beståndet i vårt land återfinns i Vättern. Det är ett vitalt bestånd som erbjuder ett intressant och givande sportfiske som blivit särskilt uppskattat sedan handredskapsfisket släpptes fritt för fiske från land 1985. Uppskattningsvis fångas 3-4 ton harr per år, det mesta vid flugfiske från land eller båt. Äldre fisk kan uppnå drygt kilovikt, enstaka kanske två kilo, medelvikten torde dock ligga kring ca. 3 hekto.

Även om harrlek sannolikt förekommer på enstaka grundområden i sjöns norra del är det i huvudsak i ett dussintal bäckar som fortplantningen sker. De ligger inom den sydliga sträckningen Gränna-Hjo och de flesta inom Skaraborgs län.

När vårvärmen börjar komma i april söker sig den lek mogna harren till bäckmynningarna och i mitten av maj kulminerar leken. Harren saknar öringens förmåga att forcera vandringshinder och besätter därför de nedre delarna av bäcken till det först mötande vandringshindret. Leken sker på grusunderlag men harren har inte samma krav på bottenstrukturer som öringen och gräver inte heller ned rommen i bottenmaterialet. Inkuberingstiden är kort, bara tre-fyra veckor. Det nykläckta ynglet finns kvar på platsen ett par veckor men så fort harrungen klarar att av att söka näring och strandvattnet fått den rätta temperaturen ger den sig ut i sjön.

För harren är bäcken lek- och yngelplats men genom att ungarna inte behöver livnära sig ur bäckens skafferi så kan det finnas många fiskar på en liten yta. Något utrymmeskrävande revir som öringen måste ha behöver således inte harrens ungar och på så sätt konkurrerar de heller inte med varandra. Men för en framgångsrik reproduktion är såväl harren som öringen beroende av rent och syrerikt vatten och ostörda förhållanden.

## Bäckinventeringar och elfiskekontroller.

I samband med nytänkandet inom öringfiskevården uppkom frågan om vilka tillgångar som fanns kvar i bäckarna, skadeinverkan till följd av försumning,

regleringar eller föroreningar m m. Flertalet bäckar runt Vättern hade aldrig inventerats avseende fiskförekomst och med ett ekonomiskt bidrag från förbundets föregångare, Kommittén för Vätterns Vattenvård, inledde fiskeristyrelsens utredningskontor i Jönköping undersökningar i dessa återstående vattendrag år 1981-1985.

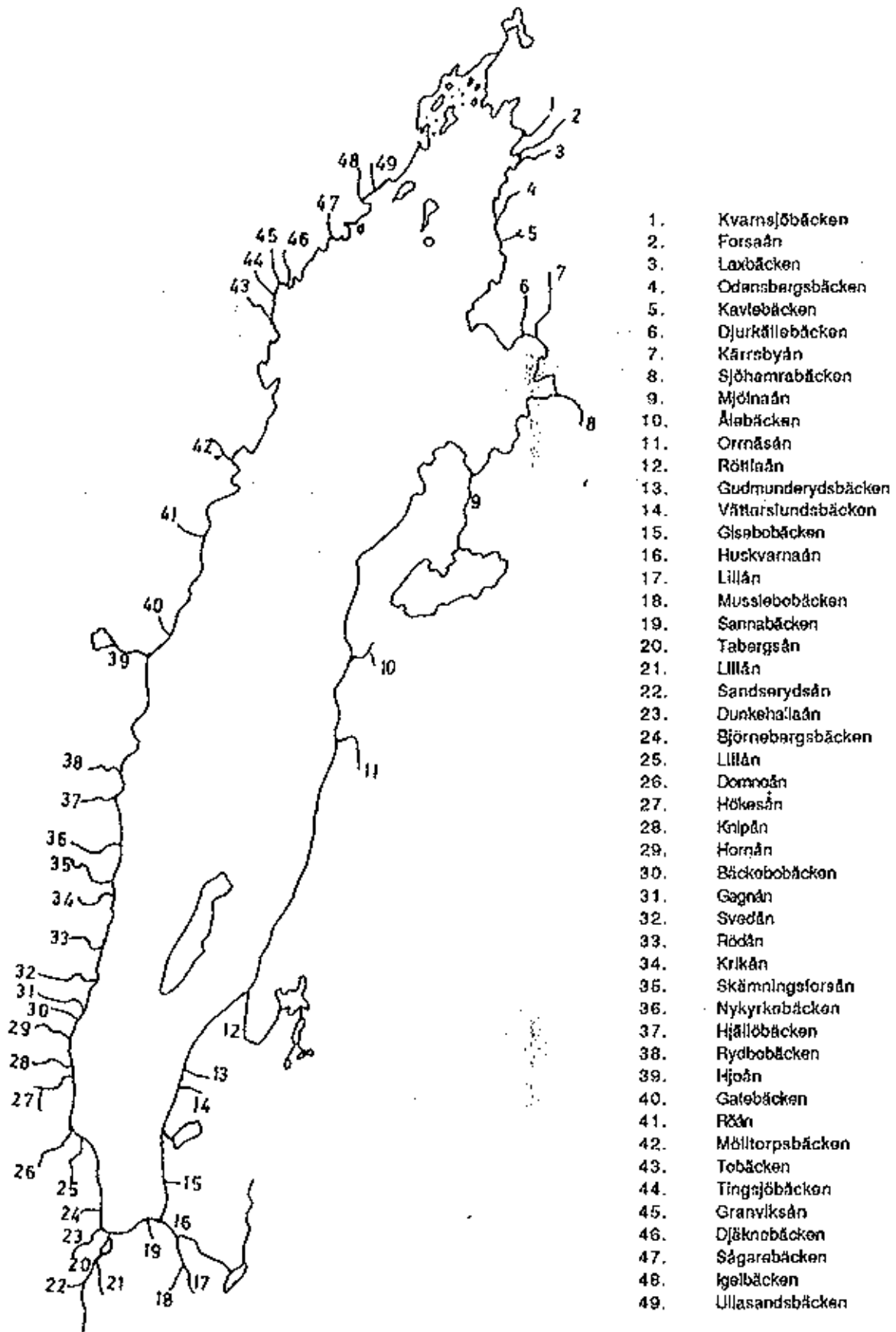
De fiskeribiologiska undersökningarna utfördes med elfiskemetodik, d v s man bedövar öringungarna som lever i bäcken genom att längs en viss sträcka leda elektrisk ström i vattnet från ett bärbart aggregat. Man räknar och mäter fångsten och sätter tillbaka fisken oskadad på platsen. Man kan på så sätt beräkna öringproduktionen eller fiskbiomassan per ytenhet. Några viktiga Vätternbäckar följs numera årligen genom elfiske bl a för att effekten av kalkningsåtgärder mot försurningen skall kunna bedömas.

Sedan början av 1980-talet har alla bäckar som anses ha ett fiskeribiologiskt intresse inventerats med avseende på förekomst av öring och harr. Av figur 1 framgår deras geografiska spridning runt sjön. Huvuddelen av de objekt som betraktats vara av intresse återfinnes på västra sidan av sjön. Sammanlagt ett 50-tal bäckar har kontrollerats vid olika tillfällen, i första hand nedströms först mötande vandringshinder dit harren och den sjövandrande öringen kan nå men i en hel del vattendrag även avseende bäcköring och andra arter.

I minst 37 av bäckarna förekommer årligen produktion av Vätternöring vid normala hydrologiska förhållanden. I ytterligare några sker sannolikt öringlek under nederbördsrika år som möjliggör uppvandring förbi avsnitt som annars inte kan forceras. I 14 av bäckarna har harreproduktion konstaterats.

## Örebro län

Inom Örebro län finns bara en handfull bäckar med strömsträckor där öring kan leva. Utanför kriterierna faller därför exempelvis Aspaån vid Olshammar som är lugnflytande. Av fem intressanta bäckar som kontrollerades 1988 återfanns ungar av



Figur 1. Tillflöden till Vättern där fiskeribiologiska undersökningar utförts

Vätternöring endast i Forsaån och Laxbäcken. Produktionsarealerna var små och bäckarna utan öring var av ringa potentiellt värde. I Igelbäcken som är gränsbäck mellan Örebro och Skaraborgs län påträffades årsungar vid elfiske år 1991. Avsaknaden av 1-åriga ungar kan ha sin orsak i försumningspåverkan.

## Östergötlands län

1985 besiktigades ett 25-tal Vätternbäckar i Östergötlands län med tanke på öringförekomst och 8 av dessa befanns intressanta och undersöktes närmare med elfiskemetodik. Vätternöring i svaga bestånd hittades i Kavlebäcken och Djurkällebäcken. I Kärrsbyån fanns likaså öring. Denna bäck har 1990/91 restaurerats av Motala Flugfiskeklubb och reproduktionsområdena har utökats. På samma sätt bör man kunna bättra på förhållandena för öring i ytterligare några mindre bäckar.

Mjölnaån som avvattnar Tåkernområdet och är ett av Vätterns större tillflöden på östra sidan saknar nästan helt strömsträckor och har dessutom en naturlig vattenkvalitet som inte passar vare sig öring eller harr.

## Jönköpings län

Jönköpings län har åtminstone 10 vattendrag med Vätternöringproduktion. Utmärkta biotoper där harr och öring förekommer finns i Röttleån och Lillåsystemet i Huskvarnaån. Öringen passerar Munksjön vid Jönköping på sin väg upp i Tabergsån för lek. Tabergsån är ett exempel på ett vattendrag som förbättrats avsevärt med hänseende till föroreningar under senare år och där åtgärder för öringens förbättrade framkomst till lekplatserna kan ge god utdelning.

Hösten 1992 blev den nya fiskvägen vid Sjöåkradammen i Bankeryd färdigställd och därmed öppnades möjligheten för öringen att nå flera kilometer goda lek- och uppväxtplatser i Lillån-Bankerydssystemet.

Domneån som är gränsbäck mellan Jönköpings och Skaraborgs län är kraftigt reglerad med rätt att helt stänga

flödet ("nolltappning") vilket innebär påverkan på befintligt bestånd av öring och harr.

Harr finns också i Dunkehallaån i Jönköpings tätort.

## Skaraborgs län

Nästan alla Vätterns Skaraborgsbäckar producerar öring och de svarar uppskattningsvis för 75-80 % av all öring som tillförs sjön.. Av ett 25-tal inventerade bäckar befanns 19 stycken ha ett bestånd av Vätternlevande öring vid under-sökningar år 1980. Vid elfiskeundersökningar 1991 påträffades goda öringbestånd i ytterligare två bäckar i Karlsborgs kommun.

Nästan all harr som produceras till sjön från Vätterbäckarna kommer från Skaraborgs län där 11 av de 14 kända harrbäckarna återfinns.

De mest intressanta vattendragen rinner upp från Hökensåsformationen där bäckar som Gagnån, Hornån eller Skämmingsforsån utgör förmåliga reproduktionsområden för både harr och öring och där åtgärder mot försumningspåverkan haft god effekt. Hökensåsbäckarna är klassade som riksintressen för naturvård och friluftsliv med öringförekomsten som ett av kriterierna.

I Hjoån har betydande insatser gjorts av kommunen och sportfiskeintressena i syfte att återställa vattendraget för fiskreproduktion.

## Vattendragens övriga fiskarter.

Amerikansk bäckröding, *Salvelinus fontinalis*, införd från Nordamerika liksom regnbåge, *Salmo gairdneri*, är två laxfiskar som utplanterats på 1960-talet i Vättern och som bildat svaga självreproducerande bestånd i Gagnån och Rödån respektive Domneån och Röttleån (enstaka år).

Till vandringsfiskarna räknas också flodnejonögat som påträffats i fem av Skaraborgsbäckarna samt Lillån vid Huskvarna men sannolikt finns i fler bäckar. Flodnejonögat, *Lampetra fluviatilis*, är bäckvandrande vid leken som sker på våren. Ynglet vandrar efter något år ut i

Vättern. Flodnejonogat är en för inlandet sällsynt art medan bäcknejonogat, Lampetra planeri, är betydligt vanligare. Det är mycket ovanligt att båda arterna påträffas i samma vattendrag vilket förekommer i bl a Hökesån och Gagnån.

En annan art som blivit mer ovanlig i vissa Vätternbäckar är elritsan, Phoxinus phoxinus, en liten strömlevande fisk som är mer försumningskänslig än andra fiskarter.

Slutligen skall nämnas att flodpärlmussla har rapporterats leva i ett par av Hökensåsbäckarna. Öring fungerar som mellanvärd vid flodpärlmusslans förökning.

### Referenslista:

PM ang förslag till stödtåtgärder för Vätterns öring.  
Fiskeriintendenten i nedre södra distriktet 1962.

Inventering av vattendrag till Vättern inom Skaraborgs län.  
Fiskenämnden i Skaraborgs län rapport 1980.

Inventering av vattendrag till Vättern inom Östergötlands län.  
Fiskeristyrelsens utredningskontor i Jönköping. Rapport 1985.

Elfiskeundersökningar i tillflöden till Vättern inom Jönköpings län.  
Fiskeristyrelsens utredningskontor i Jönköping. Rapport 1988.

Elfiskeundersökningar i tillflöden till Vättern inom Örebro län.  
Fiskeristyrelsens utredningskontor i Jönköping. Rapport 1989.

Sjöstrand P., & L. Thörne, 1988. Inventering av lekområden för harr i Vätterns tillflöden. Information fr Sötvattenlaboratoriet nr 2 1988.

Elfiskeundersökningar 1991 i tillrinningsbäckar till Vättern Skaraborgs län. Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Skaraborgs län. Meddelande 1992/2.

Undersökningar av Vätterharrens reproduktion. Lek och yngelutvandring. Fiskeriverkets utredningskontor i Jönköping. Rapport 1992.

Essvik B., & O. Broberg. Vätternbäckarna - öringens och harrrens hotade barnkammare. Skaraborgsnatur 1992. Årsskrift för Skaraborgs läns naturskyddsförening.

# DEPOSITION

*Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet*

## Inledning

Vätterns stora sjöyta (1856 km<sup>2</sup>) i förhållande till det relativt begränsade tillrinningsområdet (4503 km<sup>2</sup>) medför att en ovanligt stor del av depositionen faller direkt på sjöytan. Detta förhållande medför att depositionen utgör en mycket viktig källa för många ämnen.

I de beräkningar som utfördes i samband med utarbetande av vattenvårdsplanen för Vättern, Vättern 90, saknades mätningar av depositionens innehåll av olika ämnen nästan helt inom Vätterns avrinningsområde.

Koncentrationsmätningar fanns endast vid den dåvarande PMK-stationen i Sjöängen/Velenområdet (PMK = Programmet för övervakning av Miljökvalité). PMK-stationen låg i det nordvästra hörnet av tillrinningsområdet och bedrev en övervakning av luft- och nederbörds-kvalité från slutet av 70-talet och till juni 1990 då stationen flyttades till Kiruna. Några mätningar av nederbörds-kvalité finns således ej längre inom ramen för den nationella miljöövervakningen i Vätterns tillrinningsområde. Mätningar av nederbörds-mängd finns däremot på ett antal stationer inom Vätterns tillrinningsområde.

Sedan 1987 har luftvårdsförbund bildats i alla "Vätternlän" utom Skaraborgs län. Vissa av dessa luftvårdsförbunds provtytor ligger inom Vätterns tillrinningsområde.

För en sjö med Vätterns egenskaper är det mycket viktigt att erhålla representativa depositionsuppskattningar. En förutsättning för detta är lokala depositions-mätstationer med relevanta analysprogram. Bildandet av luftvårdsförbund i länen runt Vättern medför ett förbättrat beräkningsunderlag för depositionen på Vättern. Luftvårdsförbunden är i dag främst inriktade på försurande ämnen som svavel- och kväveföreningar men kan på sikt förväntas svara för en viss monitoring av även andra luftföroreningar.

Vätternvårdsförbundet har sedan oktober 1988 samarbetat med luftvårdsförbunden i Örebro och Jönköpings län. På två platser uttas provvatten från deposition på öppet fält dels vid Lyckås (NO Jönköping) och dels vid Stora Forsa (SSO Askersund) för analys i Vätternvårdsförbundets regi. Dessa två stationer kompletteras med en tredje identisk station på Visingsö (N).

Syftet med dessa provtagningar är dels att kunna utföra en kalibrering mot PMK-stationen vid Sjöängen/Velen och dels att utföra kompletterande analyser av ämnen som ej ingår i luftvårdsförbundens analysprogram.

Resultaten av dessa mätningar inklusive jämförelse med övriga mätningar (PMK samt Luftvårdsförbunden) redovisas nedan.

Vätternvårdsförbundets depositionsprogram bedrevs och har analyserats från januari 1989 till oktober 1991. Beslut om vilka kompletterande mätningar och stationer som i framtiden kommer att bedrivas av förbundet som komplement till de regionala (länen) och nationella depositionsprogrammen kommer att behandlas av Vätternvårdsförbundets styrelse och presenteras vid ordinarie förbundsmöte (jfr Vätternvårdsförbundets arbetsprogram) bl a på grundval av följande utvärdering (jfr avsnitt slutsatser).

I Vätternvårdsförbundets regi bedrevs också en specialinsamling av stora mängder nederbördsvatten vid Stora Forsa och vid Lyckås för senare analys av nederbördens dioxininnehåll. Dessa försök fick dessvärre läggas ned därför att provtagningskärlen förorenades.

## Resultat och diskussion

Det torde vara välkänt för oss alla att det regnar olika mycket på olika platser. Skillnaderna kan vara ganska stora även på korta avstånd. Det är också känt att en stor del av årsdepositionen kan ske under ett kort tidsintervall. Sådana nederbördsepisoders innehåll av olika ämnen är i hög grad beroende av varifrån det aktuella "luftpaketet" kommer. För övervakningen av ett enskilt område som Vättern är det inte rimligt att identifiera enskilda episoder (vilket kräver dygnsmätningar) utan här är målsättningen att på

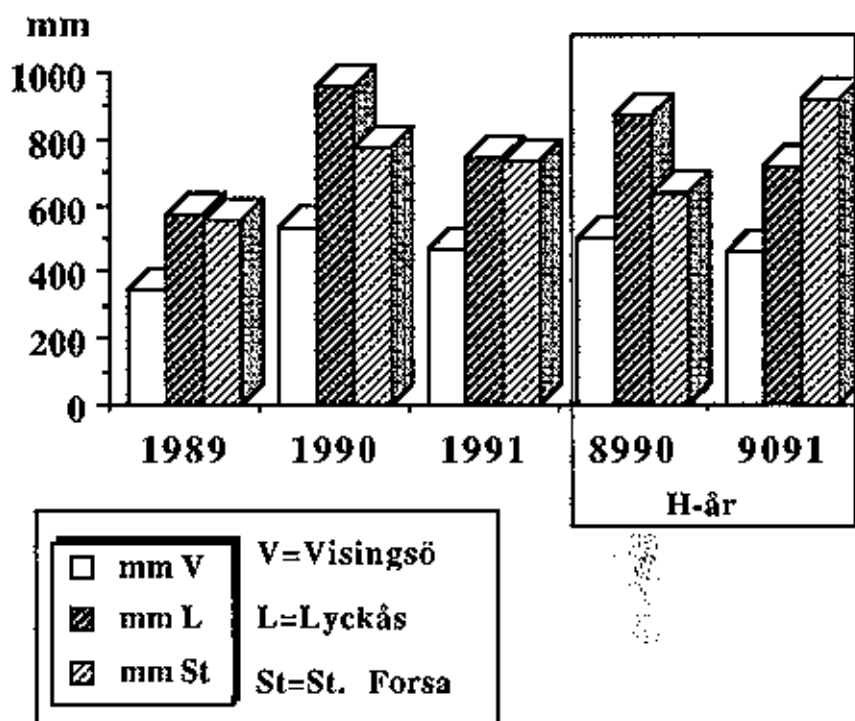


årsbas nå en godtagbar uppskattning av tillförseln av olika ämnen via deposition.

I följande redovisning presenteras resultaten som årsdeposition för kalenderår respektive hydrologiska år (oktober - september) för att underlätta jämförelser med andra studier. Datamaterialet är insamlat och bearbetat på månadsbas.

### Nederbördsmängd

Baserat på de långa mätserier som finns av nederbördsmängd (1931 - 1991) har medelnederbörden på Vättern beräknats till 500 mm per år. Det var också denna genomsnittsnederbörd som användes i beräkningarna i Vättern 90. Nederbördsmängderna för Visingsö, Lyckås och St.Forsa redovisas i figur 1.



Figur 1. Nederbörd i mm 1989-1991

Om man utgår ifrån att uppmätt nederbördsmängd på Visingsö är den mest representativa för depositionen på Vätterns yta är resultatet från de två ingående hydrologiska åren i denna mätserie nära

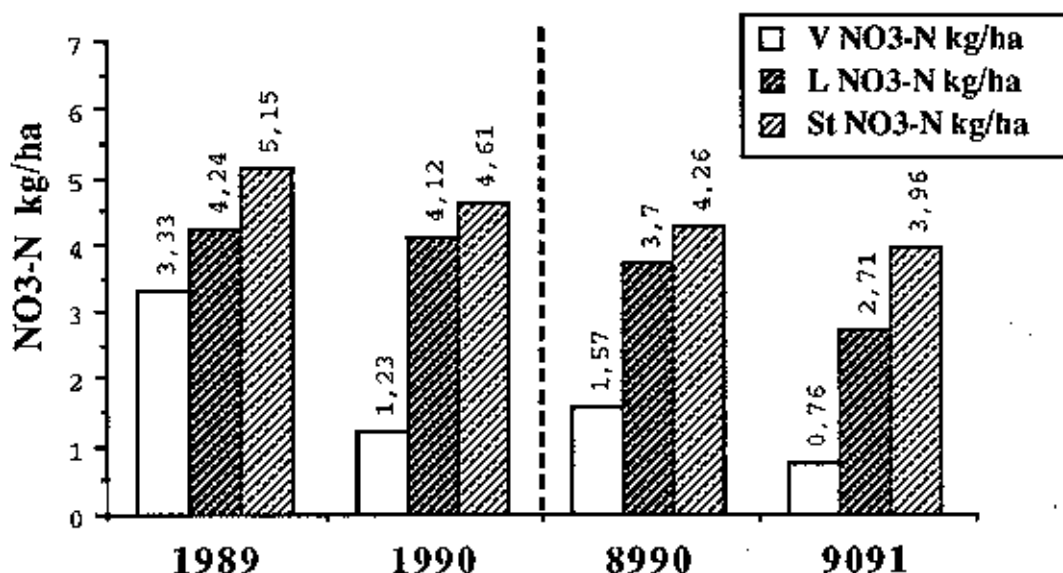
långtidsårsmedelvärdet på 500 mm. För de hydrologiska åren 89/90 respektive 90/91 uppmättes 497 respektive 461 mm. Registrerat på kalenderår föll mindre nederbörd över Visingsö 1989 (350 mm) än normalt medan avvikelsen från långtidsmedelvärdet 1990 respektive 1991 var + 32 mm 1990 respektive - 33 mm 1991. Med undantag av beräknade depositions mängder för kalenderåret 1989 bör således erhållna resultat vara ganska representativa för medeldepositionen till Vättern.

### **Kvävedeposition**

Vid mätningar av kvävedeposition mäts i regel enbart de oorganiska fraktionerna av kväve (ammonium och nitrat). Dessa kvävefraktioner har också analyserats av såväl Luftvårdsförbunden som Vätternvårdsförbundet. I Vätternvårdsförbundets analyser har även organiskt bundet kväve analyserats för att erhålla en så komplett bild som möjligt av den totala kvävedepositionen till Vättern. Kväve har liksom alla andra mätvärden tagits från nederbörd insamlad med en öppen nederbördssamlare. Metodiken är densamma som används av Luftvårdsförbunden och PMK-nätet. De tveksamheter som finns angående felrepresentation av torr- respektive gasdeponerade fraktioner med denna metodik behandlas inte i denna rapport. Erhållna resultat betraktas som totaldeposition.

### **Nitrat (NO<sub>3</sub>-N)**

Deposition av kväve i form av nitrat var genomgående lägre på Visingsöstationen än vid de båda stationerna öster om Vättern ( fig.2).



Figur 2. Nitratdeposition

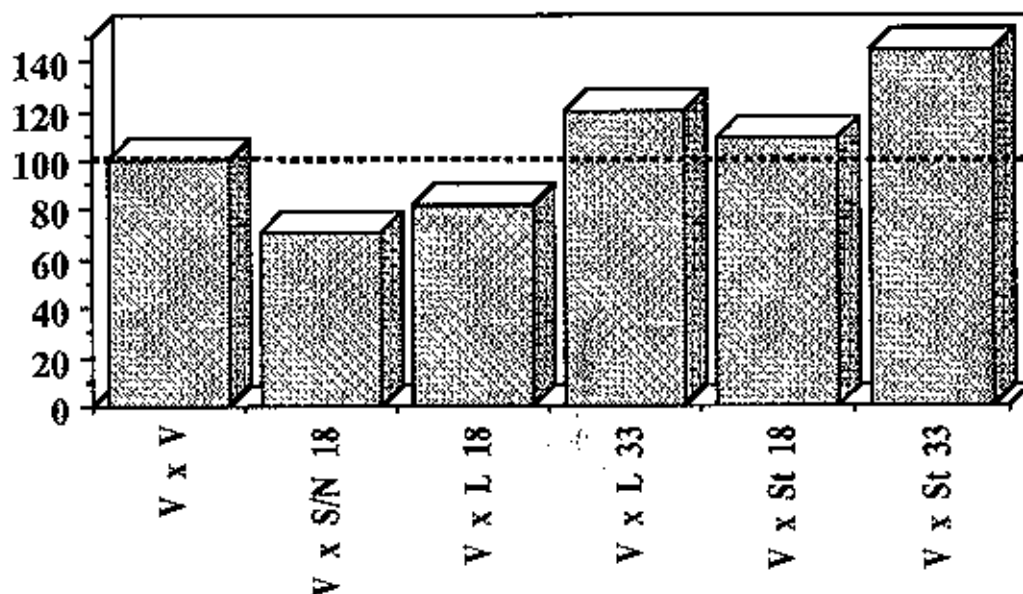
En direkt jämförelse mellan Luftvårdsförbundens analyser utförda av IVL (Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning) och Vätternvårdsförbundets nitratanalyser (utförda vid Limnologiska institutionen i Uppsala) är möjlig för stationerna Lyckås och St. Forsa. Nederbördsvolymerna är identiska och i regel avviker de enskilda koncentrationsmätningarna relativt lite månad för månad. De avvikelser som registrerats är inte konsekventa men sammantaget för ett år tenderar Luftvårdsförbundens resultat att ge en högre nitratdeposition. Liknande avvikelser noterades även i Gårdsjöprojektet (försumningsprojekt som drevs av Naturvårdsverket under 80-talet). Skillnaderna i koncentrationer kan i huvudsak tillskrivas olika analysmetoder vid de två laboratorierna. Någon detaljerad utvärdering angående denna skillnad i analysresultat är ej känd.

För hela den sammanfallande undersökningsperioden (jan 1989 - okt 1991) fås en volymvägd medelkoncentration för nitrat av 485 µg/l vid Lyckås i Vätternvårdsförbundets mätningar och 536 µg/l för Luftvårdsförbundets. Motsvarande resultat vid St.Forsa är för Vätternvårdsförbundet 605 µg/l och för Luftvårdsförbundet 574 µg/l. Av större intresse än skillnaderna mellan de olika förbundens resultat (eg analyslaboratorierna) är kanske skillnaderna mellan de tre stationerna.

Baserat på Vätternvårdsförbundets resultat är nitratmedelkoncentrationen högst vid St.Forsa (605  $\mu\text{g/l}$ ) följd av Lyckås (485  $\mu\text{g/l}$ ) och lägst på Visingsö (413  $\mu\text{g/l}$ ).

Ovanstående resultat visar att både nederbördsmängderna och medelkoncentrationen av nitrat är lägre på Visingsö än på omgivande landområden. I Vättern 90 antogs att koncentrationen av nitrat i nederbörd var lika stor vid PMK-stationen Sjöängen/Velen som över Vättern. Nedan följer några beräkningar av depositionen utförda på samma sätt som i Vättern 90 för den tidsperiod då PMK-stationen Sjöängen/Velen analyseras parallellt med Visingsöstationen (jan 1989 - juni 1990). Om nederbördsmängden i mm från Visingsö multipliceras med uppmätta koncentrationer från Sjöängen/Velen (på månadsbas) blir resultatet att 71% av den faktiska nitratdepositionen skulle registrerats. Med reservation för den relativt korta parallella perioden (18 mån) tyder resultaten på att nitratdelen av kvävedepositionen underskattats i beräkningarna i Vättern 90.

% av  $V \times V$



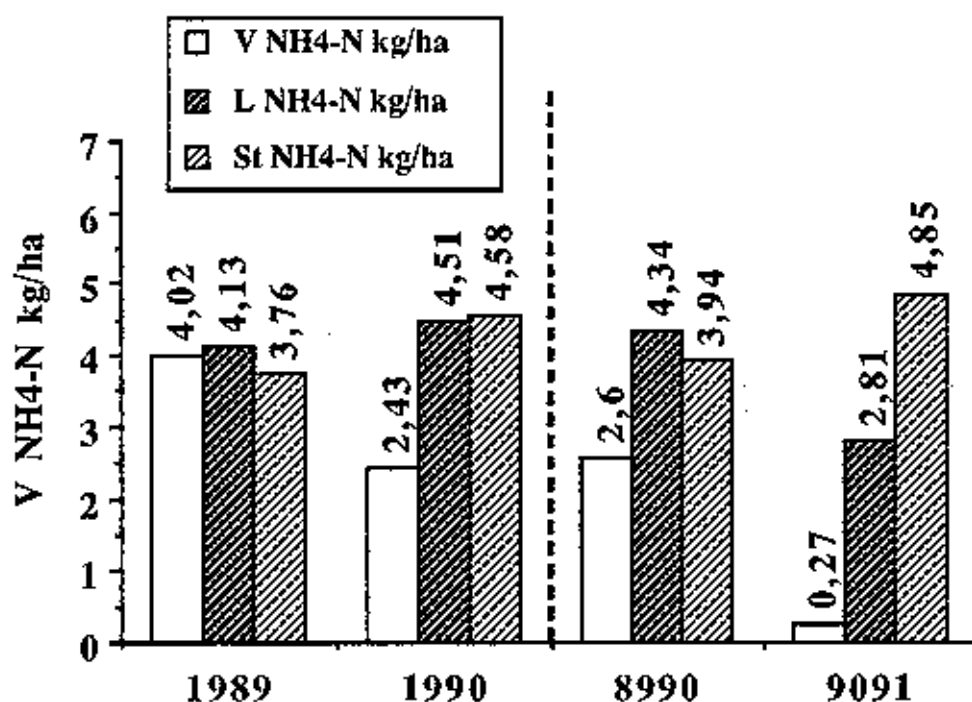
**Figur 3.** Beräknad nitratdeposition jämfört med uppmätt för 18 respektive 33 månader. Nederbörd i mm Visingsö  $V \times$  koncentrationer från  $V =$  Visingsö,  $S/N =$  Sjöängen/Velen,  $L =$  Lyckås och  $St =$  St.Forsa.

Motsvarande beräkningar kan göras med nitratkoncentrationer från stationerna Lyckås respektive St.Forsa dels för de första 18 månaderna för jämförelse med ovanstående beräkning och dels för hela tidsperioden som Vätternvårdsförbundet bedrivit depositions-mätningar (33 månader). Som framgår av figur 3 uppstår feluppskattningar oavsett varifrån koncentrationsdata för nitrat hämtas.

Resultaten i figur 3 visar också att detta beräkningssätt för nitratdeposition ger förhållandevis osäkra uppskattningar.

### Ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )

Ammoniumdepositionen (fig. 4) var mycket lika vid stationerna Lyckås och St.Forsa beräknat på kalenderår. Väljs i stället hydrologiska år som tidsintervall ökar skillnaderna mellan de två stationerna vilket främst beror på skillnader i nederbördsmängd (jfr fig. 1). Ammoniumdepositionen är i regel lägre på Visingsö än vid stationerna på Vätterns östra sida.

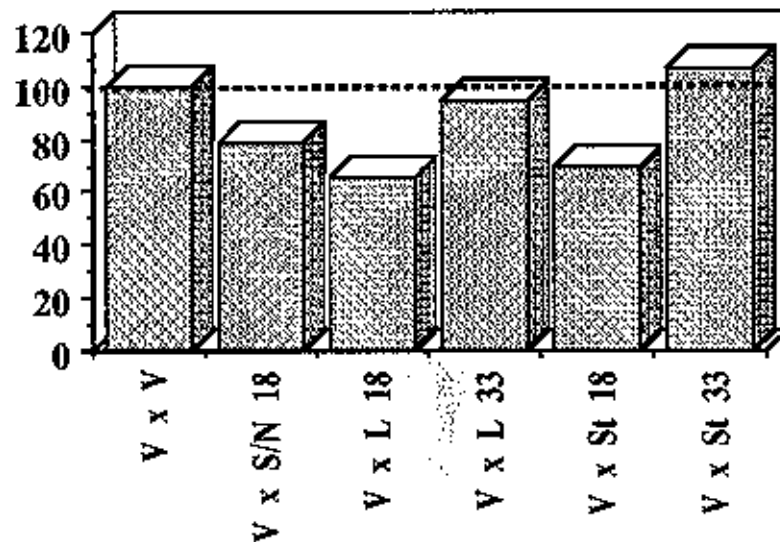


Figur 4. Ammoniumdeposition

Skillnaden i ammoniumdeposition mellan Visingsö och de övriga stationerna är mest markant under det hydrologiska året 90-91.

Även ammonium har analyserats både av Luftvårdsförbunden och av Vätternvårdsförbundet. Skillnaderna är mycket mindre än för nitrat vilket beror på att ammoniumanalysen utförs med mycket lika metoder vid de två laboratorierna. En jämförelse av de volyms vägda medelkoncentrationerna av ammoniumkväve gav för station Lyckås 520  $\mu\text{g/l}$  respektive 555  $\mu\text{g/l}$  och för St.Forsa 581  $\mu\text{g/l}$  respektive 582  $\mu\text{g/l}$ . Jämförs de förstnämnda resultaten för respektive station med medelkoncentration av ammoniumkväve för Visingsö, 545  $\mu\text{g/l}$ , framgår att skillnaderna är förhållandevis små. Därmed blir ej heller avvikelsen mellan uppmätt deposition på Visingsö jämfört med beräknad deposition med "lånade" koncentrationer från de andra stationerna lika stor som för motsvarande beräkning för nitratdepositionen (fig. 5) beräknat över hela tidsperioden (33 månader).

#### NH 4 % VxV



**Figur 5.** Beräknad ammoniumdeposition jämfört med uppmätt för 18 respektive 33 månader. Nederbörd i mm Visingsö V x koncentrationer från V = Visingsö, S/N = Sjöängen/Velen, L = Lyckås och St = St.Forsa.

För den kortare tidsperioden (18 månader) ger beräkningssättet dock ett tydligt underskott i beräknad

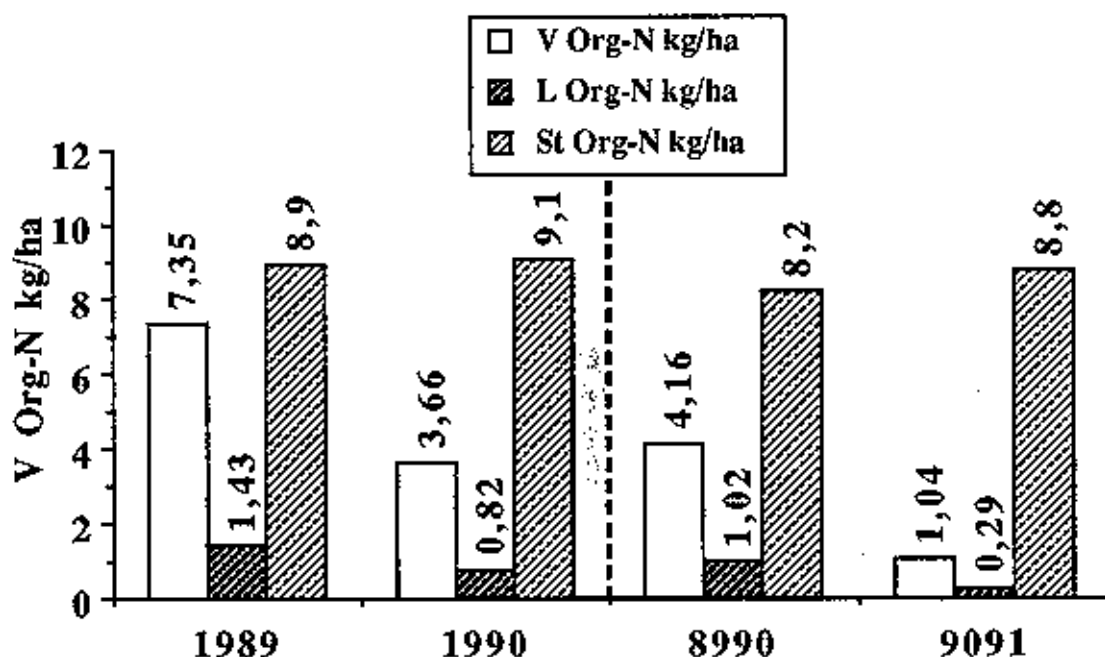
ammoniumdeposition jämfört med den uppmätta. Även om ammoniumkoncentrationen tycks vara mer konstant än motsvarande nitratkoncentration, uppstår betydande skillnader på regionala variationer, vilka naturligtvis tillåts slå igenom i högre utsträckning i mindre material. En beräkning av årsdeposition baserad på månadsvärden kan även för ammonium ge upphov till betydande feluppskattningar.

### **Organiskt kväve**

Trots att det är uppenbart att en viss del av den totala kvävedepositionen sker i form av organiska kväveföreningar ingår sällan dessa i mätningar av kvävedepositionen. Mätningar av depositionens innehåll av organiska kväveföreningar finns från ett par platser i Sverige. I Gårdsjöstudien beräknades depositionen av organiskt kväve utgöra ca 20% av den totala kvävedepositionen medan en motsvarande undersökning i Hälsingland beräknade denna andel till ca 40%.

Det finns också exempel på att organiskt kväve kan utgöra den dominerande kvävefraktionen i deposition. Vid studier i Svartberget 1987 utgjorde det organiska kvävet ca 60% av totalkvävedepositionen.

I en studie av andelen organiskt kväve i deposition till "öppet fält" i en gradient från söder till norr omfattande fyra stationer utgjordes 12 - 36 % av den totala kvävedepositionen av organiskt kväve (Westling, manus).



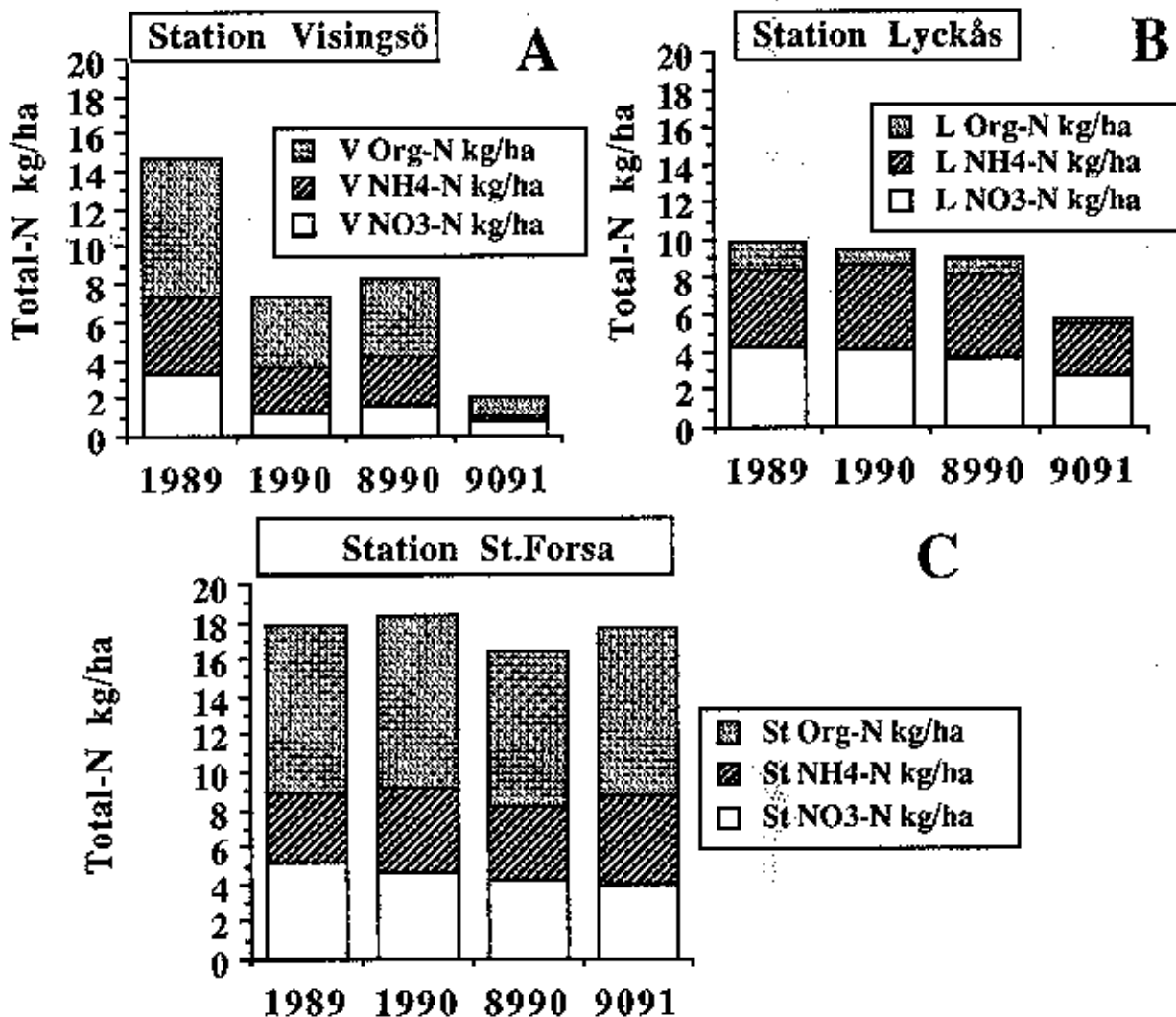
Figur 6. Deposition av organiskt kväve

Skillnaderna mellan de tre stationerna är mycket stora med avseende på depositionen av organiskt kväve. Depositionen av organiskt kväve är ringa vid stationen Lyckås men den dominerande fraktionen vid St. Forsa och variabel på Visingsö. Den relativa andelen av organiskt kväve i procent av totalkvävedepositionen är dock mycket konstant för alla beräkningsperioder vid stationerna Visingsö och St. Forsa. Här utgör organiskt kväve 50 % av den uppmätta totaldepositionen. Vid station Lyckås är andelen organiskt kväve mer variabel (5- 15 %) och således mycket lägre än för övriga stationer. Någon förklaring till denna stora skillnad i kvävefraktionsfördelning är inte känd. Resultaten från Visingsö och St. Forsa visar att depositionen av organiskt kväve är mycket intressant om en relevant uppskattning av totalkvävedepositionen skall erhållas. Dessa och övriga refererade mätningar av organiskt kväve i depositionen antyder att denna är högst variabel och knappast låter sig generaliseras till ett schablonpåslag för att erhålla en riktig uppfattning om den totala kvävedepositionen till ett specifikt område.



### Totaldeposition av kväve

I aktionsprogrammet mot luftföroreningar och försurning, Luft 90, anges att den aktuella depositionen av kväve är ca 10 - 20 kg N / ha och år i Götaland (baserat på genomsnittsvärden). En mer detaljerad uppskattning kan erhållas från Luftvårdsförbundens mätningar där depositionen av oorganiskt kväve 1990 (öppet fält) anges till 10 kg N/ha och år för såväl stationerna Lyckås som St. Forsa.



**Figur 7.** Totalkvävedeposition vid A Visingsö, B Lyckås och C St. Forsa. I figuren anges också ingående kvävefraktioner.

Den kritiska belastningsgränsen för kväve anges i Luft 90 till 5-15 kg N/ha och år med ett riktvärde för Götaland på 10 kg N/ha och år. Det är dock inte uteslutet att negativa ekologiska effekter kan uppkomma i känsliga naturtyper även vid dessa nivåer. Som jämförelse kan nämnas att Holland angett en önskvärd gräns på 6 kg N/ha och år för lågproduktiva hedar och barrskogar.

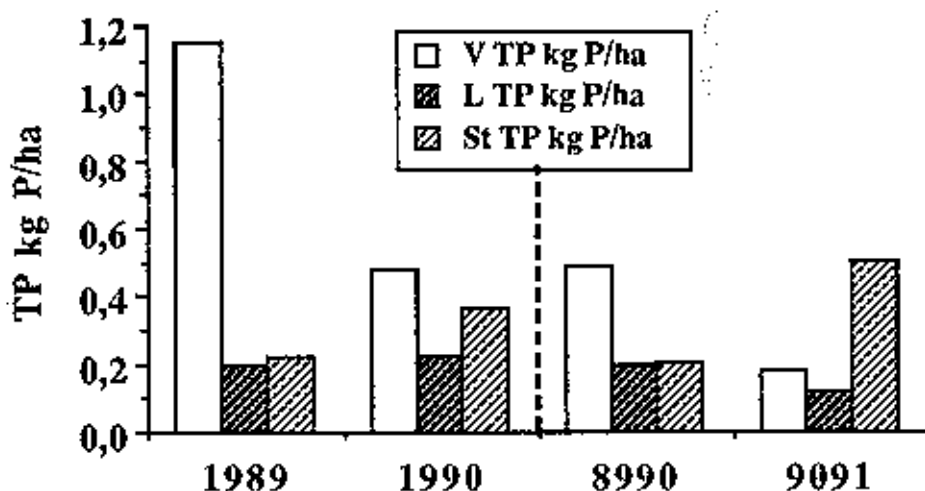
För de resultat som erhållits på Visingsö, vid Lyckås och St. Forsa kan man konstatera att kvävedepositionen ligger över eller mycket nära vad som antas vara en kritisk belastningsgräns (jfr fig. 7). Beaktas det organiska kvävet, som här, i uppskattningen av totaldepositionen, överskrider den kritiska belastningsgränsen med mycket stor marginal vid St. Forsa vid Vätterns nordöstra strand. En närmare analys av det organiska kvävet betydelse för totaldepositionen är inte möjlig i detta sammanhang.

Jämförs nu erhållna resultat med den beräkning som gjordes av kvävebelastningen på Vättern i Vättern 90, där kvävedepositionen beräknades till 7 kg/ha och år, tenderar kvävedepositionens betydelse att ha underskattats. Baserat på en volymsviktad medelkoncentration av totalkväve från Visingsö och en medelnederbörd på 500 mm fås en kvävedeposition av 9,5 kg N/ha och år. Den uppmätta totalkvävedepositionen varierar dock mycket beroende på vald beräkningsperiod (jfr fig. 7) varför en stor osäkerhet finns angående den beräknade medelkoncentrationens relevans. Sammantaget framgår att mätningar av kvävenedfallet på Visingsö är vitala för att uppskatta belastningen på Vättern.

### **Totalfosfor**

Även om totalfosforkoncentrationerna i Vättern idag ligger på önskvärd nivå utgör mätningar av depositionsbidraget av fosfor till Vätterns fosforbelastning en värdefull dokumentation. Fosfor är ett av de ämnen som sällan mäts i deposition med undantag för vissa forskningsprojekt. Totalfosfordepositionen uppgår till ca 0,05- 0,15 kg/ha och år i sydvästra Sverige och avtar i nordlig riktning. Det är troligt att stora regionala variationer förekommer eftersom en betydande del av den fosfor som finns i deposition kan förväntas vara knuten till

organiskt, eventuellt partikulärt material (damm, pollen mm). I regel antas fosfordepositionen i relativt opåverkade områden vara ca 0,05 - 0,1 kg/ha och år, för att i områden påverkade av jordbruk och industri nå en årsdeposition över 1 kg/ha. I de beräkningar som gjorts av fosfordepositionen i Naturvårdsverkets Hav 90 har en medelfosfordeposition av 0,08 kg/ha och år använts för bl a Vätternregionen.



Figur 8. Fosfordeposition

Huvuddelen av årsdepositionen av fosfor sker under sommarmånaderna (juni- augusti) för de tre ingående mätplatserna. I mätserien förekommer enstaka icke återkommande höga månadsdepositioner under höst - vinter vid Lyckås och St.Forsa. Datamaterialet är för litet för att kunna bedöma om enstaka höga månadsdepositioner är beroende av faktisk deposition eller beroende på kontaminering. I den redovisade årsdepositionen för fosfor (fig. 8) har endast depositionen korrigerats med avseende på orimliga mätresultat från Visingsö under juni och juli 1989. Trots denna korrektion kvarstår en osannolikt hög årsdeposition av fosfor för Visingsö 1989.

I övrigt erhållna resultat bedöms som rimliga för området med en årlig fosfordeposition av ca 0,2 -0,4 kg/ha och år.

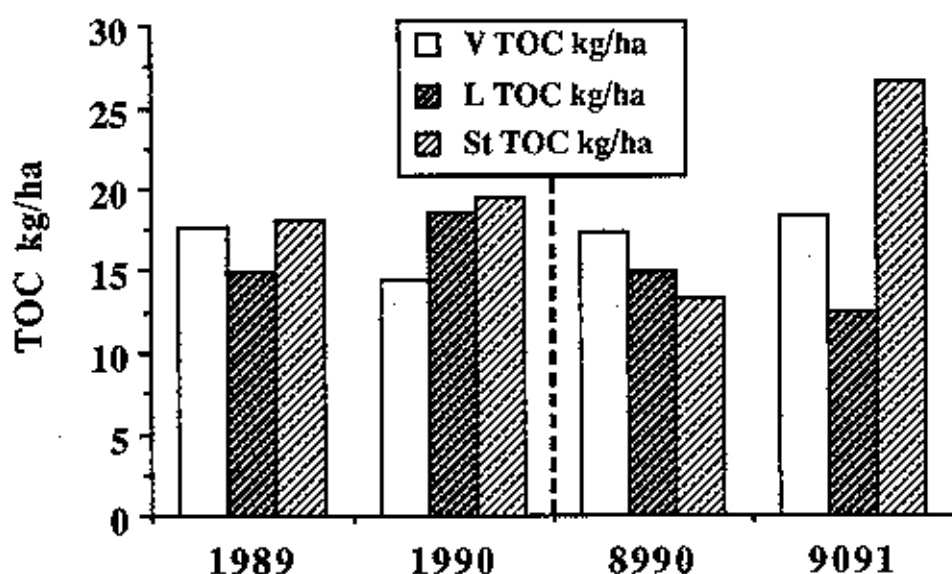
Svårigheter att avgöra vilka eventuella mättillfällen som är atypiska, gör att mediankoncentrationer troligen ger en sannare bild än medelkoncentrationen. Med avseende på mediankoncentrationen uppvisar

Visingsö högst värde 43  $\mu\text{g/l}$ , följt av St. Forsa 28  $\mu\text{g/l}$  och det lägsta medianvärdet från Lyckås 17  $\mu\text{g/l}$ . Skillnaderna i mediankoncentrationer kan mycket väl avspegla skillnader i exponering för torrt nedfall.

En linjär korrelation mellan koncentrationer av totalfosfor och organiskt bundet kväve uppvisar relativt god samvariation, Visingsö  $r^2=0,533$ , Lyckås  $r^2=0,625$  och St. Forsa  $r^2=0,710$ . Det är troligt att totalfosfor och organiskt kväve till viss del härrör från samma källa. Görs samma jämförelse mellan totalfosfor och totalt organiskt kol är sambanden mycket sämre. Detta antyder att fosforhalten (liksom halten av organiskt kväve) i deponerat organiskt kol (mätt som TOC) är mycket varierande. I materialet finns ett antal månadsobservationer med förhållandevis höga fosforkoncentrationer sammanfallande med låga TOC-värden. Dessa månadsresultat (ofta april-juni värden) kan tydas så att organiskt material med mycket hög fosforhalt deponeras, eller så att i stort oorganiska partiklar bidrar med hög del av fosfordepositionen under dessa perioder. Denna typ av observationer begränsas till en handfull tillfällen vid stationerna Visingsö och St. Forsa vilket är ett för litet datamaterial för närmare analys av orsakssammanhanget.

### **Totalt organiskt kol (TOC)**

Det är inte vanligt att mätningar av organiska kolfraktioner ingår i olika depositionsprogram. Liksom för fosfor finns dock resultat från några forskningsprojekt. I sydvästra Sverige (Gårdsjöprojektet) uppskattades depositionen av löst organiskt kol till ca 30-55 kg/ha och år. Motsvarande uppgifter från centrala Sverige (Hälsingland) uppgår till ungefär halva denna deposition. Det kan tyckas märkligt att mätningar av depositionens innehåll av organiskt kol är så ovanliga eftersom denna komponent av depositionen kan förutsättas vara bärare av en lång rad ämnen från miljögifter och metaller till ovan diskuterade delar av kväve- och fosfordepositionen. Även om det inte finns några definierade samband mellan depositionen av organiskt kol och t ex vissa miljögifter utgör skillnader mellan olika regioners belastning av organiskt kol ändå ett grovt mått på tillförseln av sådana ämnen.



**Figur 9.** Deposition av organiskt kol

För Vättern och dess närmaste omgivning tycks den årliga depositionen av organiskt kol vara ca 12 - 25 kg/ha. Bortsett från att tidigare refererade studier utförts under andra år och att varje studie omfattar relativt korta tidsserier är resultaten från Vätternområdet i samma storleksordning som den uppmätta deposition av löst organiskt kol i centrala Sverige. Depositionen av organiskt kol är som förväntat lägre än i sydvästa Sverige. Jämfört med uppmätt deposition av löst organiskt kol i centrala Sverige är resultaten från Vätternområdet lägre än förväntat eftersom Vätternvårdsförbundets mätningar dels baseras på den totala mängden organiskt kol och dels därför att depositionen borde vara högre i den södra än i den centrala delen av landet.

### Metaller

Vätternvårdsförbundet har utfört ett försök att mäta depositionens innehåll av metaller på prov uttagna från samma insamlingskärl som övriga prover. Kontroll av vissa analysresultat pågår. En preliminär utvärdering tyder dessvärre på att den förenklade provinsamlingen (ej separat insamlingsutrustning speciellt

avsedd för metaller) ger en allt för hög föroreningsgrad för vissa tungmetaller.

### Miljögifter

Som framgått av inledningen misslyckades Vätternvårdsförbundets ansträngningar att mäta dioxininnehållet i depositionen. Viss möjlighet finns dock att beräkna depositionen av dioxiner utifrån andra data. Till bl a dioxiner och dessa ämnens deposition återkommer Vätternvårdsförbundet i årsskriften 1993.

Under hösten 1990 lät Luftvårdsförbundet i Örebro län utföra en undersökning av deposition av lipofila organiska föreningar i länet.

Undersökningen utfördes av IVL och inriktades på att analysera halter av organiska ämnen i husmossa (*Hylocomium splendens*) samt prov från skogsmarkens mårskikt (humus). Analysen av humusmaterialet förväntas ge en bild av en integrerad belastning under flera år medan innehållet i husmossans gröna delar indikerar nuvarande belastning. Analyserna omfattade polyaromatiska kolväten (PAH), hexaklorbensen (HCB) och polyklorerade bifenyler (PCB).

För PAH uppvisade stationen närmast Vättern (St. Forsa) lägre halter än i norra länsdelen vid analys av humus, men bland de högsta PAH-halterna vid analys av mossor. Resultaten kan indikera en belastningsförändring i den norra Vätternregionen. Jämförelsedata är dock få och mycket lite är känt om mellanårsvariationer. Av identifierad PAH dominerade benso(bjk)flouranthenes i humus och mossor vid denna station.

Halterna av hexaklorbensen bedöms ej vara särskilt höga jämfört med resultat från andra mätningar i världen och kan enligt författarna till rapporten anses utgöra bakgrundshalter för de undersökta stationerna.

Halterna av PCB bedöms vara normala bakgrundshalter för regionen. Det finns dock en tendens till lägre halter av såväl PCB som PAH i den östra länsdelen vilken även innefattar stationen vid St. Forsa.

För närmare information om denna rapport hänvisas till Luftvårdsförbundet och Länsstyrelsen i Örebro län.

## Slutsatser

Vätternvårdsförbundets depositions­mätningar på Visingsö och ovanstående resultatgenomgång visar att beräkningar av deposition till Vätterns yta bör baseras på mätningar "ute" i Vättern. Försök att beräkna de­positionen utifrån uppmätta nederbörds­mängder (mm) och "lånade" koncentrationer från närbelägna stationer medför en stor risk för feluppskattningar (jfr avsnitten nitrat och ammonium).

En godtagbar uppskattning av olika ämnens deposition till Vättern är en förutsättning för hållbara källfördelningar och prognoser av Vätterns vattenkvalité.

Källfördelningarna utgör i sin tur ett betydelsefullt steg i bedömningen av vilka åtgärder som är nödvändiga och relevanta både i regional, nationell och internationell skala.

Parametervälet bör så snart som möjligt innefatta de nyckelparametrar som har central betydelse för Vätterns vattenkvalité och antaget åtgärdsprogram som t ex närsalter, metaller och klororganiska ämnen.

Målsättningen bör vara att komma så nära den totala belastningen som möjligt (jfr organiskt kväve/ total­kväve). För vissa ämnen eller ämnesgrupper krävs en uppdelning i relevanta fraktioner.

En depositionsstation på Visingsö bör finnas. Hurvida det föreligger ett behov av ytterligare stationer "ute" i Vättern t ex på någon av Röknenöarna kan för närvarande inte bedömas.

De luftvårdsförbund som bildats i Vätternlän utgör ett mycket värdefullt komplement till en mer permanent depositionsstation på Visingsö. Ett komplement av någon station i Vätterns närhet på sjöns västra sida skulle utgöra ett värdefullt tillskott och borde kunna tillskapas inom ramen för ett framtida Luftvårdsförbund i Skaraborgs län.

Vätternvårdsförbundets framtida depositions­mätningar bör samordnas med de olika Luftvårdsförbunden. Vissa kompletteringar av luftvårdsförbundens parameter­val bör övervägas t ex för att få ett bättre mått på total­kväve­depositionen.

Det är önskvärt att orienterande studier av den typ  
(lipofila organiska föreningar) som utförts av Örebro läns  
Luftvårdsförbund också genomförs i övriga "Vätternlän".



# ÖSTGÖTADELEN AV VÄTTERNIS TILLRINNING

En beskrivning av områdets miljöförhållanden och påverkan på Vätterns vattenkvalitet.

*Kjell Schaerling, Länsstyrelsen i Östergötlands län*

## Inledning

Miljötilståndet i en sjö är direkt beroende av de geologiska, hydrologiska och klimatologiska förhållandena i tillrinningsområdet samt på vilket sätt marken utnyttjas och vilka verksamheter som bedrivs där.

Jag kommer i det följande att kortfattat beskriva de naturgivna förutsättningarna samt verksamheter av betydelse från miljösynpunkt i ett "Vätternperspektiv". Eftersom det Östgötska tillrinningsområdet till mycket stor del är ett intensivt brukat jordbrukslandskap kommer jag att koncentrera redovisning av resultat och den följande diskussionen till närsaltproblematiken. I jämförelse med närsalterna är alla andra utsläpp från Östergötland till Vättern av underordnad betydelse.

## Naturgeografiska regioner

Naturgeografiskt tillhör tillrinningsområdet tre olika regioner; norra skogsbygden, slätten och södra skogsbygden.

### Kort fakta

Areal (km <sup>2</sup> )		729
varav	åker	267
	tätort	18
	sjö	48
	övrigt	396
Befolkning		31 000
varav	tätort	25 000
	glesbygd	6 000
Djurtäthet djurenheter/ha		0.44

### Översiktskarta



En smal övergångsbygd med ett varierat och småbrutet landskap skiljer slätten från södra skogsbygden. Självla tillrinningsområdet är ett långsmalt, c:a 55 km långt och maximalt c:a 16 km brett område inom Mjölby, Motala, Vadstena och Ödeshögs kommuner.

Tillrinningsområdets mellanparti är ett utpräglat jordbruksområde medan de norra och södra delarna domineras av skogsmark. C:a 35% av områdets yta är intensivt brukad åkermark.

### Geologi

I norr och söder domineras berggrunden av gnejsgraniter respektive småländska graniter och porfyrer. Slättområdet från Tåkern-Omberg och upp mot Motala byggs upp av kambrosilurseriens sandstenar, skiffrar och kalkstenar med en största mäktighet på c:a 200 m nära Motala och en successiv uttunning mot söder och öster.

Morän med olika blockhalt, med tydlig påverkan från kambrosilurområdet är den dominerande jordarten i skogsbygderna i söder. Slättområdet visar en mer varierad jordartsbild. Arealmässigt dominerar kalkhaltiga leriga-sandiga och moiga moräner med liten eller måttlig blockhalt. Även leror, delvis styva och varviga, intar betydande arealer. Isälvsavlagringar förekommer i södra skogsbygden som åsar och ryggar i nord-sydliga stråk. Mäktigheten är ringa och materialet ofta relativt dåligt sorterat. I övergångs- och slättområdet finns öst-västligt orienterade isälvsavlagringar tillhörande den mellansvenska israndzonen. Mäktiga sådana bildningar finns vid Heda, strax öster om Omberg och vid Djurkälla norr om Motala. Torv förekommer så när som vid Dags mosse, mellan Omberg och Tåkern, inte i några stora sammanhängande arealer utan mera som utfyllnad i berg-moränterrängens sänkor. Inom slättområdet finns det ännu kvar ett litet antal botaniskt mycket värdefulla kalkkärr. Hagebyhögakärret vid Vadstena, kärren på Ombergs östsida samt Sjöstorpskärret vid Ödeshög är exempel på de mest värdefulla.

## Klimat

De västra delarna av Östergötland är nederbördsfattiga. Årsmedelnederbörden varierar mellan 450 - 500 mm/år i de södra och mellersta delarna av området och 500 - 600 mm/år i de norra. Vindarna är förhärskande västliga till sydvästliga.

## Hydrologi

Tillflödena från området till Vättern är i de flesta fall mycket små bäckar eller åar. Det största tillflödet sker genom Mjölnaån som är Tåkerns utlopp i Vättern och som inklusive Tåkerns tillflöden Disevidån och Lorbybäcken m.fl. mindre slättåar avvattnar c:a 390 km<sup>2</sup> dvs c:a 53 % av hela östgötadelen av Vätterns tillrinning. 1991 hade Mjölnaån en medelvattenföring av 1.02 m<sup>3</sup>/sek. Förhållandena i de övriga tillflödena är inte kända. Området är för Östgötaförhållanden sjöfattigt. Särskilt gäller detta slättområdet söder om Motala ner mot Omberg och Tåkern.

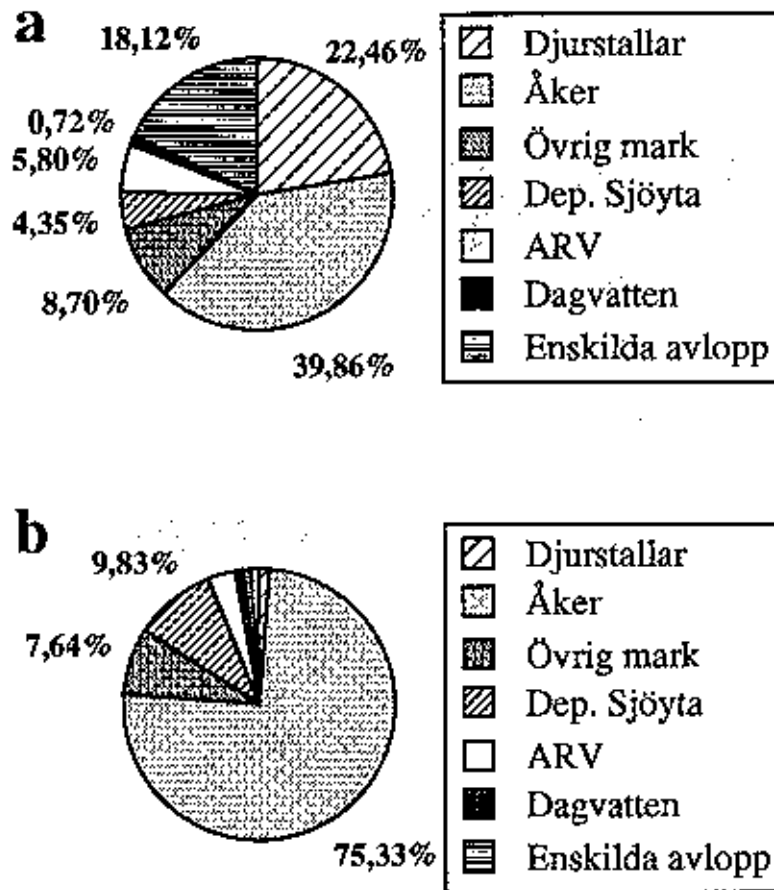
Den sammanlagda sjöytan inom avrinningsområdet är endast 48 km<sup>2</sup>, varav Tåkern ensam svarar för hela 98%. Även sankmarksarealen är liten. Vattendragen i området saknar magasin av någon betydelse, med undantag för Tåkern. Avrinningen sker därför relativt snabbt och flödena blir koncentrerade med förhållandevis hög vattenföring. Magasinsffekten i Tåkern är dock mycket stor och verkar utjämnande på vattenföringen i Mjölnaån. Tåkern är dessutom reglerad vilket ytterligare påverkar vattenomsättningen. De interna processerna i Tåkern blir, på grund av sjöns dominerande roll i de hydrologiska förhållandena i området, av mycket stor betydelse med avseende på bl.a. föroreningsbelastningen från Östergötland på Vättern.

## Belastningen på Vättern

### Punktkällor

Inom tillrinningsområdet finns få punktkällor med större direktutsläpp till Vättern, se karta figur 3. Punktkällornas andel av områdets belastning på Vättern är liten och

särskilt när det gäller närsalter försumbar jämfört med utsläppen från ytkällor och deposition, jfr figur 1

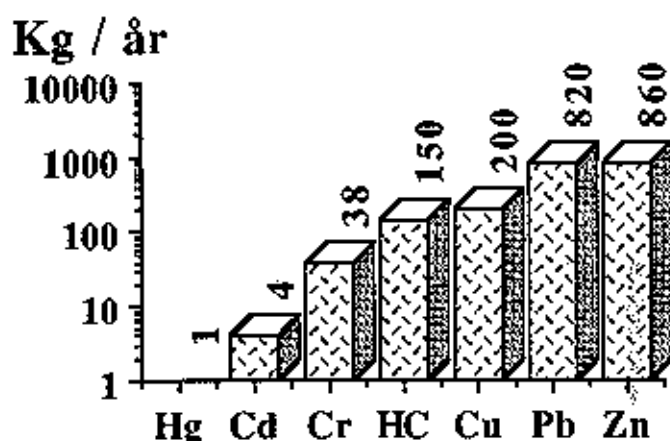


**Figur 1.** Fosfor- och kväveutsläpp från olika källor.  
 a) % fördelning av fosforutsläpp/ år (totalt 13,8 ton)  
 b) % fördelning av kväveutsläpp/ år (totalt 916 ton)  
 Utöver de tre angivna källorna utgör övriga källor ca 7 % av årsutsläppet av kväve.

### Industrier

Den industriella verksamheten inom området är koncentrerad till tätorterna, främst i form av verkstadsindustri. De samlade metallutsläppen från områdets industrier som via dagvattennätet når Vättern är beräknade till c:a 90 -95 kg/år, således en mycket liten belastning på sjön (länsstyrelsen 1988). Nedläggning av

verksamheter har minskat utsläppen ytterligare under de senaste åren.



**Figur 2.** Metall- och oljeutsläpp i kg / år. Från dagvatten, atmosfäriskt nedfall och avfallsupplag. Hg = kvicksilver, Cd= kadmium, Cr=krom, HC=oljekolväten, Cu=koppar, Pb=bly och Zn=zink

### Kommunala avloppsreningsverk

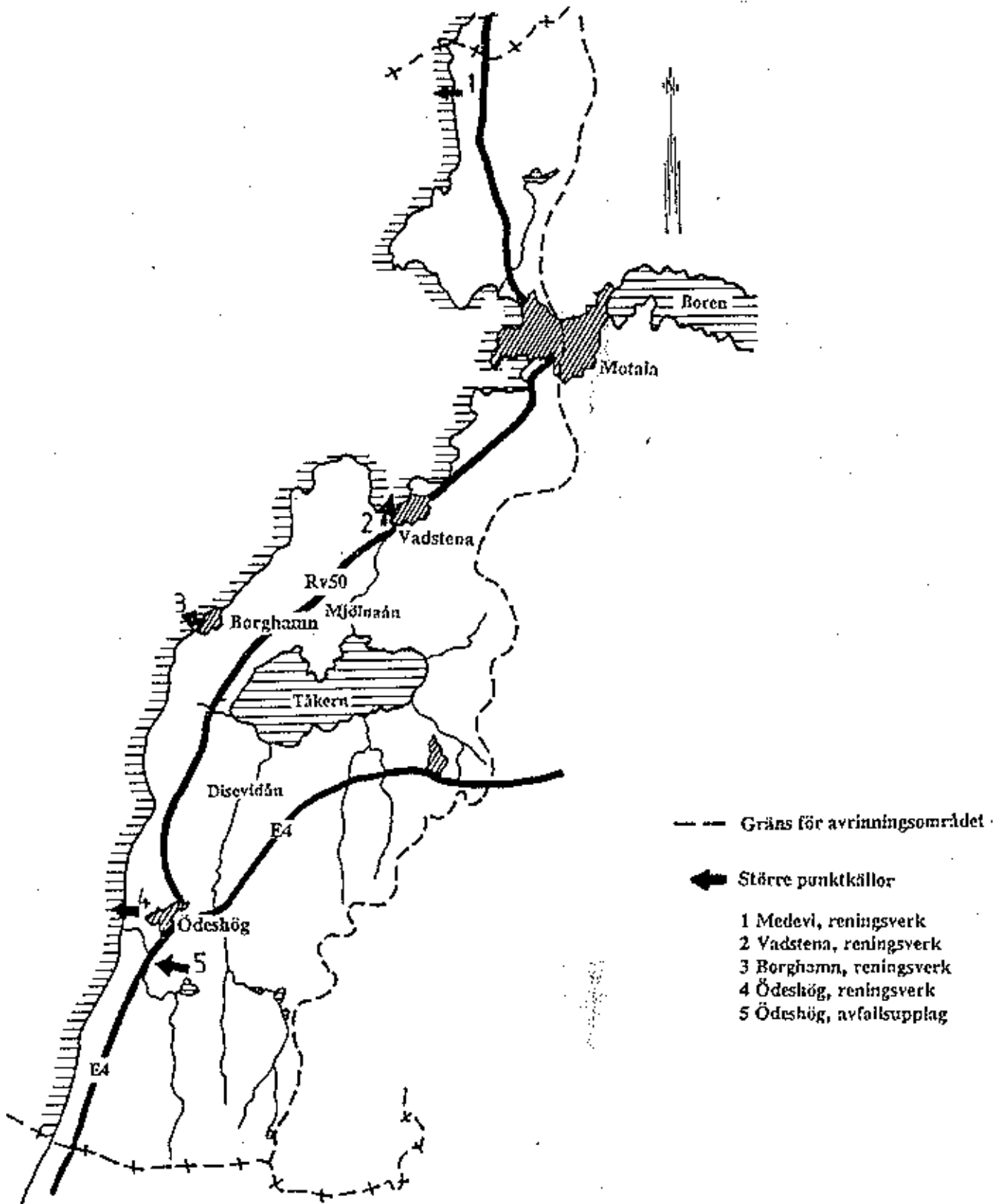
Av kartan (fig. 3) framgår att det finns fyra avloppsreningsverk med direktutsläpp till Vättern i Östergötland. Därutöver finns tre mindre reningsverk inom avrinningsområdet, vars utsläpp kan sägas ingå i bakgrundsbelastningen. Sammantaget belastar c:a 18000 pe de fyra reningsverken som totalt ger ett utsläpp till Vättern av 0.7 ton fosfor och 32 ton kväve per år. Effekterna på sjöns vattenkvalitet av dessa utsläppsmängder bedöms som små. Lokala effekter kan spåras i vadstenviken av Mjölnån och utsläppet från det kommunala avloppsreningsverket.

### Avfallsupplag

Inom avrinningsområdet finns endast två avfallsupplag som är i drift och av dessa är det bara upplaget vid Ödeshög som direkt påverkar Vättern.

Ytterligare 10 nu avslutade deponier är kända i området. Dessa bedöms inte längre ha någon större betydelse från miljösynpunkt.

Beräkningar av föroreningsbelastningen från de pågående deponierna pekar på att dessa har mycket liten betydelse



Figur 3. Vätterns avrinningsområde i Östergötlands län.

för vattenkvaliteten i Vättern. Särskilt gäller detta utsläppen av närsalter.

Upplagsyta ha	tot-N	tot-P	Zn	Cd	Pb	Hg
24,5	2400	32	17	0,15	1,2	0,009

**Tabell 1.** Utsläpp från avfallsupplag i Vätterns tillrinningsområde i Östergötland i kg/år.

## Ytkällor

### Trafik

Genom avrinningsområdet går två tungt trafikerade vägar, E4 och riksväg 50. Dessutom finns givetvis ett lokalt trafikflöde av viss betydelse inom och mellan tätorterna i området. Trafiken på E4 rör sig i medeltal om c:a 8000-8500 fordon per dygn och år och på riksväg 50 c:a 4000 fordon per dygn och år. Några försök till beräkning av trafikemissionernas storlek och fördelning i området har inte gjorts. Påverkan från trafiken i området på Vättern kan därför inte beskrivas i siffror. Man kan dock anta att väsentliga delar av dagvattnets innehåll av framförallt oljekolväten men även metaller kommer från trafiken. Trafikemissionerna ingår givetvis också med en sannolikt betydande andel av depositionen i området av såväl kväveföreningar som metaller mm.

### Enskilda avlopp

Avloppshantering för glesbebyggelse bygger i allmänhet på slamavskiljning följt av någon typ av behandling i marken, antingen via infiltration till grundvattnet eller markbädd med dränering till ytvatten. Många enskilda fastigheter har dock fortfarande enbart slamavskiljning. Inom avrinningsområdet bor c:a 6200 personer i glesbygd. För att kunna uppskatta föroreningsbelastningen har följande antaganden gjorts.

**Antaganden**

1. glesbebyggelsen är jämnt fördelad över området
2. val av teknisk lösning för omhändertagandet motsvarar länet som helhet, dvs att 26% har infiltration, 14% har markbädd och 60% slamavskiljare
3. specifika belastningen per person är 3g fosfor och 12g kväve per dygn.

Dessutom har vissa standardiserade antaganden om reningseffekten hos de olika teknikerna gjorts.

Fosforbelastningen har på detta sätt beräknats till c:a 2,5 ton fosfor per år och kvävebelastningen till c:a 16 ton kväve per år ( jfr fig 1).

Glesbebyggelsens andel av närsaltbelastningen, i synnerhet fosforbelastningen, är således betydande.

Hur mycket av närsalterna som slutligen blir en belastning på Vättern är dock mycket svårt att bedöma. Fastläggning och omsättning i biologiska processer leder givetvis till en betydande reduktion.

**Jordbruk**

Avrinningsområdet är i sina mellersta delar ett utpräglat och intensivt brukat jordbrukslandskap. Totalarealen åker i avrinningsområdet är c:a 26000 hektar dvs c:a 40% av den totala landarealen. Drygt 90% av all åker finns inom det egentlig slättområdet. Tillståndet i områdets sjöar och vattendrag bedöms också till stor del vara en effekt av just jordbruket och den driftsinriktning företagen har.

Jordbruket är också den "Östgötska" föroreningskälla som har störst effekt på Vättern (jfr fig 1). Mer därom i senare kapitel. Växtodling med spannmål och oljeväxter är den dominerande driftsinriktningen. C a hälften av åkerarealen i slättområdet har höstsådda grödor. Tack vare introduktion av vinterhårdiga oljeväxter och rågvete m.fl. "nyheter" finns också en tydlig tendens att de höstsådda arealerna ökar. Detta är givetvis positivt eftersom större arealer då är vegetationstäckta under större del av året och närsaltläckaget därmed minskar.

Andelen vall är knappt 5% inom slättområdet och även den skog eller trädbevuxna arealen är mycket liten och fragmenterad. Slättlandskapet är i sina hårdast rationaliserade delar inom ex. Vadstenaslätten utarmat på



"naturliga" landskapselement som våtmarker, åkerholmar, ängs- och hagmarker och öppna diken mm. Från såväl ekologisk som "läckage" synpunkt vore det en stor fördel om variationen i landskapet ökades i slättområdet.

Djurhållningen är jämfört med de djurtätare områdena i länet relativt måttlig med en arealtäthet av i medeltal 0,44 djurenheter per hektar. Siffran speglar dock inte förhållandena på de enskilda företagen. Inom slättområdet är nämligen animalieproduktionen i betydande omfattning koncentrerad till ett antal relativt stora enheter med främst svin och höns.

Flera av de stora djurgårdarna har otillräckliga spridningsarealer för stallgödseln vilket leder till alltför stora gödselgivor per ytenhet, med risk för stora läckage av närsalter som följd.

Utsläpp från djurstallar av växtnäringssämnen har två viktiga källor. Dels gödsel och urin från djuren som läcker ut från obefintliga, underdimensionerade eller dåligt fungerande gödselvårdsanläggningar och dels avloppsvatten från mjölkrum.

Med stöd av en rad antaganden och schabloner har närsaltutsläppen från gödselvårdsanläggningar och mjölkrum beräknats till c:a 3 ton fosfor och 10 ton kväve per år ( se länsstyrelsens rapport Vattenmiljön i Östergötland 1988). Trots stora osäkerheter visar beräkningarna ändå den sannolika storleksordningen på belastningen från dessa källor. Resultaten tyder på att fosforbelastningen från gödselupplag och mjölkkrumsavlopp är betydelsefull medan kväveläcket förefaller vara försumbart.

### Läckage från mark

Det genomsnittliga läcket från åkerjord i Östergötland har mellan olika år antagits variera inom intervallen 5-30 kg kväve/ ha och år samt 0,05-0,35 kg fosfor/ha och år. För övrig mark dvs all mark utöver åker och tätortsytor har intervallen 0,5-2 kg kväve och 0,01-0,05 kg fosfor per hektar och år valts.

Intervallens gränser anger extremvärden som på grund av klimat och andra faktorer inträffar relativt sällan. Ett genomsnitt över flera år ligger sannolikt i mitten av

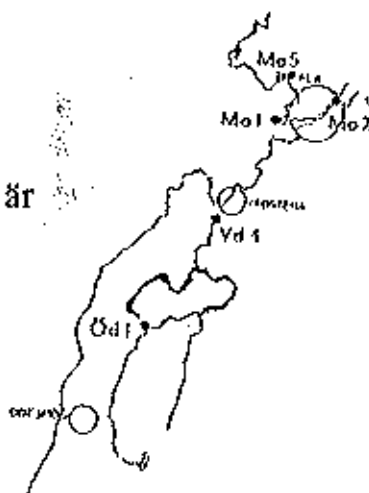
intervallen. Det är viktigt att notera att intervallen avser läckaget från ett genomsnitt av länets markområden. För exempelvis enskilda åkerskiften är variationen betydligt större. Valet av intervall har skett efter studier av tillgängliga försöksresultat och efter samråd med forskare vid lantbruksuniversitetet. Beräknat på detta sätt skulle närsaltläckaget från åkermarken inom avrinningsområdet vara 130-800 ton kväve/ha och år samt 1,3-9,4 ton fosfor/ha och år.

Det samlade utsläppet från jordbruket i området, dvs från åkermark, gödselvårdsanläggningar och mjölkkrum kan med de antaganden som gjorts ovan beräknas till 140-810 ton kväve och 4-12 ton fosfor per hektar och år.

### Recipientkontrollen i området

Övervakningen av föroreningsituationen i området liksom i länet i övrigt sköts samordnat genom Motala Ströms Vattenvårdsförbund (MSV) enligt ett program som utarbetats och fastställts av länsstyrelsen. Medlemmar i förbundet är kommuner och företag som bedriver verksamhet som är tillståndspliktig enligt miljöskyddslagen. Verksamheten finansieras genom medlemsavgifter baserade på andelstal i relation till storlek och art hos det utsläpp företaget förorsakar. Det nationella programmet för miljö kvalitetsövervakning (PMK) bedriver också undersökningar i området.

Inom Vätterns tillrinningsområde finns tre mätpunkter, Öd1 och Mo5 som sköts av MSV med provtagning sex gånger om året och Vd4 som är en PMK-punkt med provtagning 12 gånger /år.



Figur 4 Karta över provpunkterna

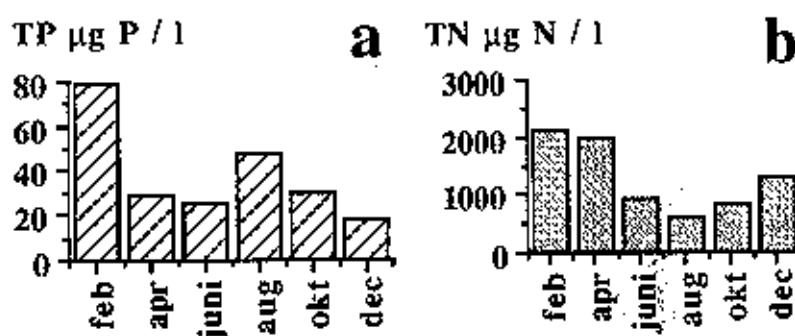
Förutom traditionella fysikaliska och kemiska parametrar undersöks bottenfaunan enligt ett särskilt program. Inom området undersöks bottenfaunan endast i mätpunkt Vd4 i Mjölnaån.

För närvarande är den samordnade recipientkontrollen i Östergötland föremål för total översyn och utvärdering. Ett nytt omarbetat och utvecklat program ska vara klart att startas i januari 1993.

### Resultat av recipientkontrollen

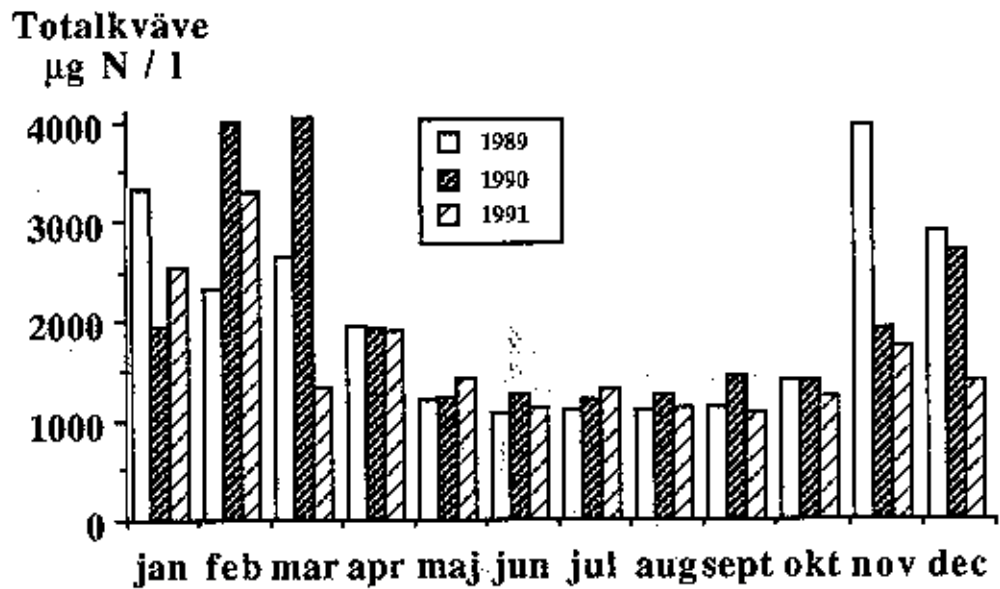
Resultaten från recipientkontrollen redovisas här stationsvis för de senaste tre rapporterade åren 1989, 1990 och 1991.

Disevidån - Öd1: Disevidån är det största av Tåkerns tillflöden. Källflödena ligger i gränstrakterna mellan Småland och Östergötland. I söder rinner ån genom ett landskap dominerat av barrskogar, i norr genom ett utpräglat jordbrukslandskap med tydlig påverkan på vattenkvaliteten. Fosfor- och kvävehalterna har under de aktuella åren visat en sjunkande tendens. Uppgifter om vattenföringen i ån saknas varför transportberäkningar inte kunnat göras.

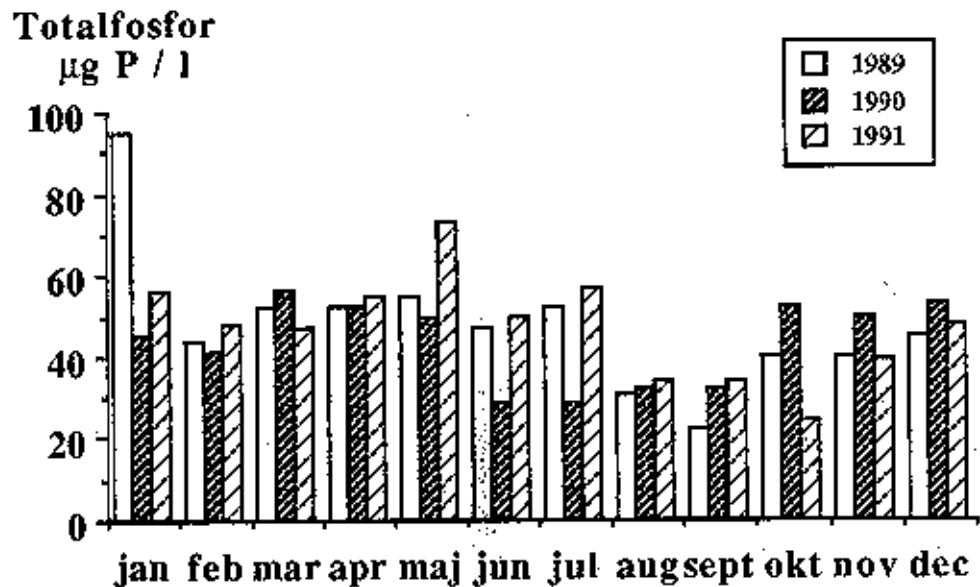


Figur 5 Fosfor (a) och kvävehalter (b) i Disevidån 1989 -1991.

Mjölnaån - Vd4: Mjölnaån avvattnar Tåkern och är tydligt påverkad av det intensiva jordbruket kring såväl sjön som ån själv. Fosfor och kvävehalterna ligger på höga nivåer; typiska för ett jordbruksdominerat avrinningsområde. Halterna visar inga tydliga förändringar de aktuella åren



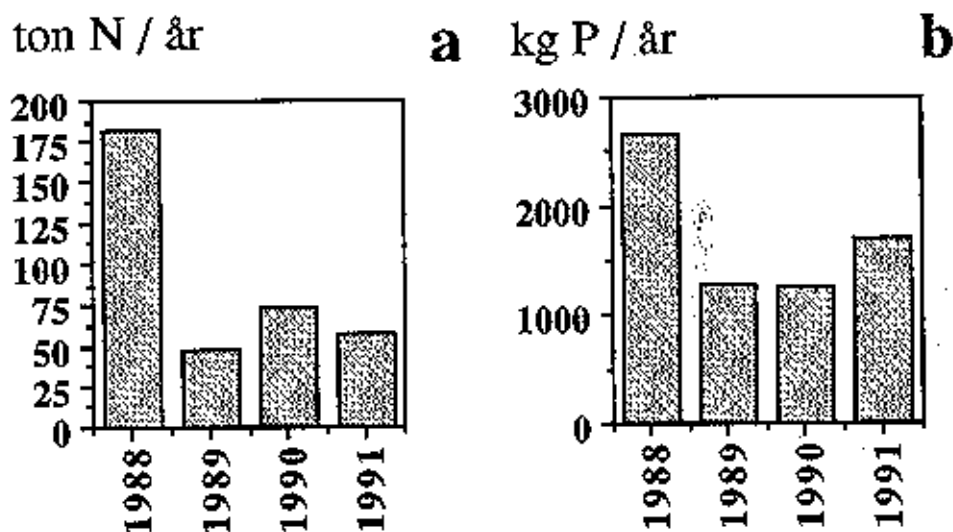
**Figur 6** Totalkvävehalter vid Mjölnaåns utlopp till Vättern under perioden 1989-1991.



**Figur 7.** Totalfosforhalter vid Mjölnaåns utlopp till Vättern under perioden 1989-1991.

Vid Mjölnaåns utlopp ur Tåkern finns en station för kontinuerlig flödesmätning som drivs av SMHI. Tack vare denna är det möjligt att beräkna närsalttransporterna ut i Vättern. Av figur 8 framgår att närsalttransporterna visar

stora mellanårsvariationer, för de aktuella åren inom ett intervall av 1,2 -2,7 ton fosfor och 47 -182 ton kväve per år.



**Figur 8.** Uttransport av totalkväve (a) respektive totalfosfor (b) från Mjölnaån 1988-1991

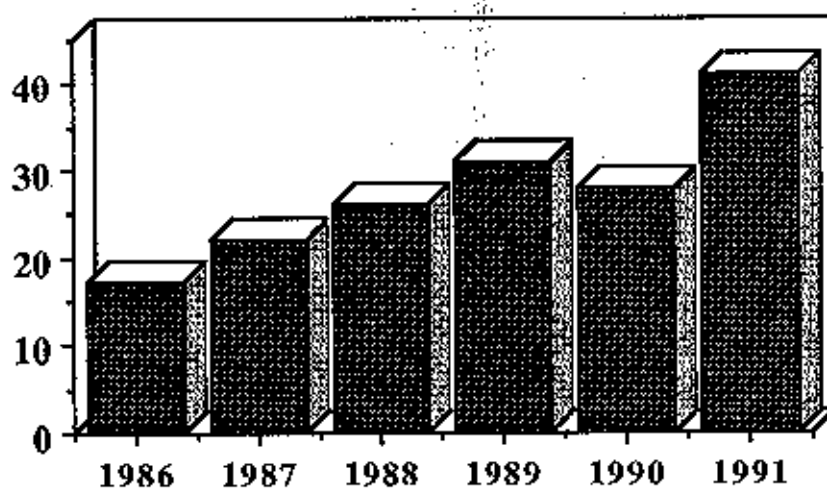
**Illersjön - Mo5:** Illersjön ligger några km norr om Motala. Den är relativt liten och tydligt påverkad av den omgivande jordbruksmarken. Sjön är också relativt djup, c:a 15 m, vilket gör att det sommartid vanligen utvecklas ett temperatur-språngskikt. Under språngskiktet blir syreförhållandena ansträngda och syrehalter lägre än 0,1 mg/l har uppmätts i augusti de aktuella åren. De reducerande bottenförhållandena leder till kraftiga utläckage av fosfor från sedimenten och fosforhalter på mellan 130 och 430 µg/l har uppmätts i augusti 1989-1991. Kvävehalterna är också höga och medför praktiskt taget årligen kraftiga algbloomingar. Mätningar av flödet från Illersjön saknas. Frånloppsbacken är dock liten så transporten av av närsalter till Vättern bör bli liten, trots de relativt höga halterna.

### Bottenfaunaundersökningar

**Mjölnaån:** Bottenfaunasamhället visar liksom närsaltinivåerna att Mjölnaån är kraftigt påverkad av närsaltläckaget från jordbruksmarken och den eutrofa sjön Tåkern. Föroreningskänsliga arter förekommer mycket

sparsamt. Djursamhället domineras i stället av glattmaskar, fjädermyggor, sötvattensgråsuggor och vissa föroreningståligena dagsländor. Under perioden 1986 - 1991 har de skett en successiv ökning av artantalet på de provtagna bottenavsnitten i ån. Möjligen tyder detta på en långsam förbättring av miljötillståndet i ån ?

### Bottenfauna Artantal



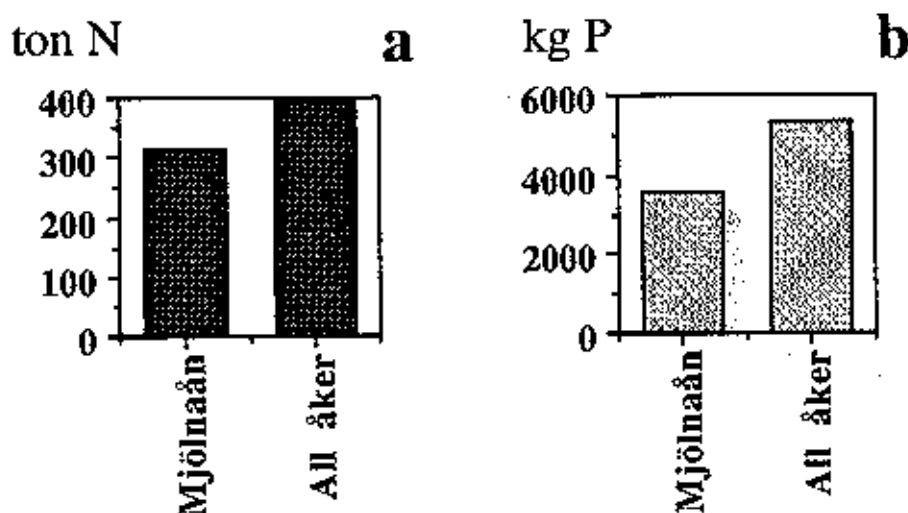
Figur 9. Antal bottenfaunaarter i Mjölnaån 1986 - 1991

### Diskussion

Jag ska i det följande försöka att med hjälp av en rad schabloniserade antaganden beräkna den totala närsaltbelastningen på Vättern från Östergötland. Den enda faktiska kunskapen om områdets belastning på Vättern har vi för Mjölnaåns delavrinningsområde. Mjölnaåsystemet har också en dominerande roll i hela avrinningsområdets hydrologi, där det utgör drygt 50 % av hela ytan och inom området finns nära 70 % av all åkermark. Kunskaperna om närsalttransporten i Mjölnaån kan därför utnyttjas för en, åtminstone grov, bedömning av närsaltbelastningen på Vättern från tillrinningsområdet i sin helhet.

Genom att beräkna närsaltutsläppen med hjälp av arealkoefficienter för Mjölnaåsystemet på samma vis som beskrivits ovan i kapitlet om jordbruket kan en jämförelse mellan Mjölnaåns delavrinningsområde och hela avrinningsområdet göras.

Beräknat på detta sätt svarar Mjölnaåsystemet för hela 80% av de samlade kväveutsläppen och nära 70% av fosforutsläppen i området.



**Figur 10.** Närsaltsutsläpp från åkermark. Jämförelse mellan "All åker" och Mjölnaån (jfr text) för totalkväve (a) och totalfosfor (b).

De teoretiskt framräknade värdena representerar summan av utsläpp vid åkerkant till närmaste dike eller vattendrag och inte den slutliga belastningen på Vättern.

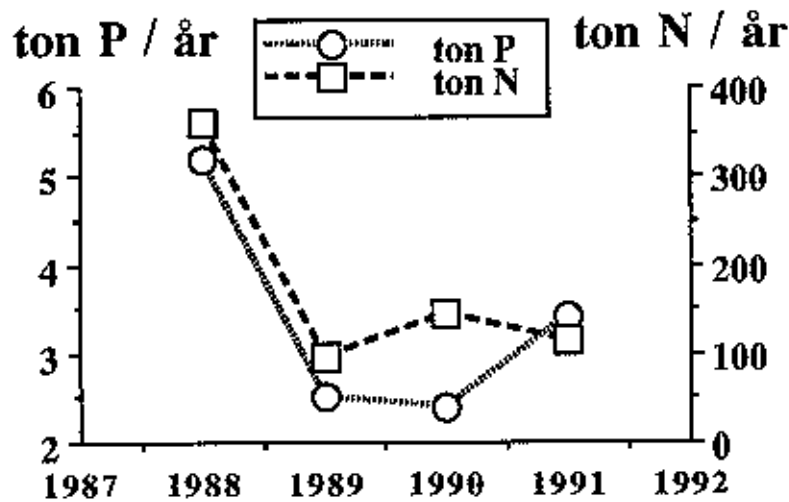
Beroende på avrinningsområdets storlek, jordartsförhållanden, sjöförekomst mm omsätts eller fastlägges näringsämnena i varierande grad. Något försök att beräkna fastläggningens storlek har inte gjorts. Man kan dock anta att fastläggning och biologisk omsättning i ett så relativt vittgrenat åsystem som Mjölnaåsystemet och som dessutom innehåller en stor, grund och biologiskt produktiv sjö som Tåkern är betydande. Den verkliga närsaltbelastningen är därför med all sannolikhet betydligt mindre än vad den teoretiska beräkningen visar.

Inom områden som ligger nära Vätternstranden och utanför Mjölnaåns avrinningsområde finns å andra sidan betydande åkerarealer med korta transportvägar eller t o m direktutsläpp av dräneringsvattnet där fastläggningen givetvis blir betydligt mindre eller ingen alls. Det är därför sannolikt att Mjölnaåsystemets andel av det samlade närsaltutsläppet till Vättern bör räknas ner. Ett skäligt antagande med hänsyn till åkerarealens fördelning kan vara att Mjölnaåsystemets andel motsvarar c:a 50% av såväl

fosfor- som kvävebelastningen från hela tillrinningsområdet.

Jag har dessutom antagit att belastningen från alla andra källor som tex enskilda avlopp och övrig mark mm fördelar sig lika mellan Mjölnaåns och det övriga avrinningsområdet.

Eftersom vi känner transporten av närsalter via Mjölnaån ut i Vättern kan, med all osäkerhet som ovannämnda antaganden ger, den totala belastningen av närsalter från Östergötland på Vättern beräknas. Resultaten framgår av nedanstående figur.



**Figur 11.** Beräknad närsaltsbelastning på Vättern från Östergötlands län (jfr text) under perioden 1988 -1991

Som syns visar belastningen stora mellanårsvariationer, relaterade till nederbörd och flöden i vattendragen, inom ett intervall av 2,4-5,3 ton fosfor och 95-360 ton kväve de aktuella åren 1988 - 1991.

Eftersom kväveproblematiken är en central fråga i Vätternvårdsarbetet kan det vara av intresse att med de här antagna belastningsvärdena försöka beräkna Östergötlands andel av kvävebelastningen på Vättern.

I Vätternvårdsförbundets årsskrift 1991 har kvävebelastningen från hela tillrinningsområdet beräknats



vara 1950 ton kväve per år 1990. Samma år skulle med här beskriven beräkningsmetod bidraget från Östergötland vara c:a 145 ton kväve. Östergötlands andel skulle därmed motsvara c:a 10 % av kvävebelastningen från hela tillrinningsområdet.

Jämförelsen får med hänsyn till stora osäkerheter i beräkningsunderlaget givetvis tas med en stor nypa salt men kan ändå vara av ett visst intresse. Intressant är också att huvudelen av närsaltsbelastningen från Östergötlands län härrör från Mjölnaå systemet. Vilket tydlig belyser möjligheterna att reducera Östergötlands andel av närsaltsbelastningen på Vättern genom åtgärder i detta system.

# MILJÖÖVERVAKNING I VATTNEN KRING NORRA VÄTTERN, I ÖREBRO LÄN

*Ingvar Lundqvist, Länsstyrelsen i Örebro län*

## Vilket område talar vi om?

Det berörda området framgår av Figur 1. Området består dels av tillrinningsområdet i anslutning till Vätterns norra del inom Örebro län, dels av Undenområdet som avrinner till Vättern vid Karlsborg via Viken och Bottensjön.

Enligt SMHI delas området in i följande tre hydrologiska delar:

\*) 67 - mindre vattendrag till Vättern

I området är Alsen och Kärrafjärden belägna. Framst berörs Askersunds kommun.

\*) 67/0 - Forsviksåns vattensystem

I området är Unden beläget. Framst berörs Laxå kommun. Unden avrinner till Vättern via Viken/Bottensjön vid Karlsborg.

\*) 67/5 - Skyllbergsåns vattensystem

I området är Åmmelången beläget. Framst berörs Askersunds kommun.

## Vilka vatten talar vi om?

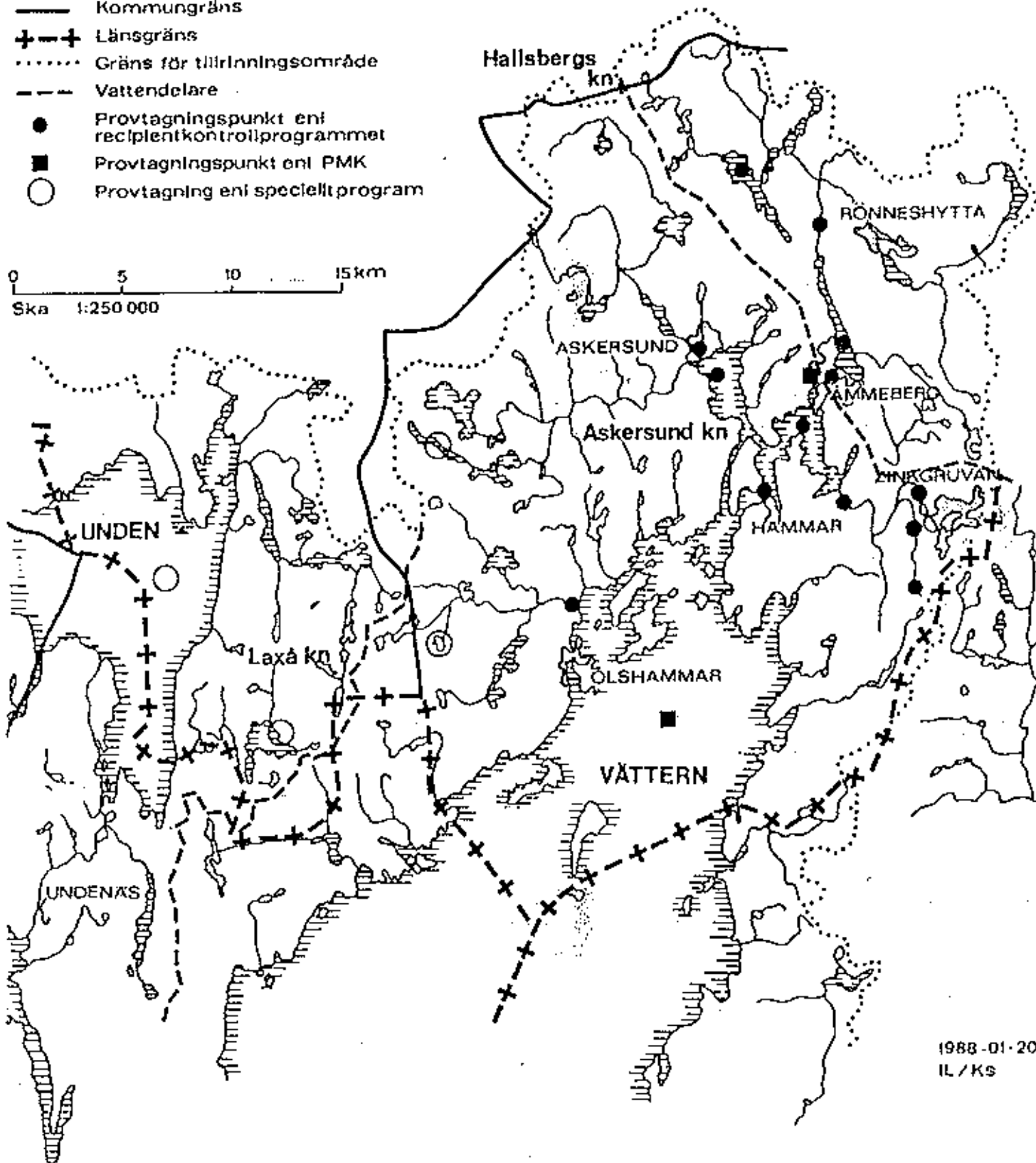
De vatten som vi speciellt riktar vårt intresse mot i området är följande:

- a) Unden och St Trehörningen
- b) Fagertärn och Långsjön
- c) Alsen och Åmmelången
- d) Salaån och Kärrafjärden

## TECKENFÖRKLARING

- Kommungräns
- +--+ Länsgrens
- ..... Gräns för tillrinningsområde
- - - Vattendelare
- Provtagningspunkt enl recipientkontrollprogrammet
- Provtagningspunkt enl PMK
- Provtagning enl speciellt program

0 5 10 15 km  
Ska 1:250 000



1988-01-20  
IL/KS

Figur 1. Vätterns tillrinningsområde inom Örebro län

När det gäller val av miljöövervakningsprogram för de olika vattnen är det följande förhållanden som varit vägledande:

a) Unden är en stor och djup klarvattensjö och är ett riksintresse för naturvården. Sjön hyser olika arter glacialrelikta kräftdjur samt öring, röding och sik. Kalkning sker i Undens tillrinningsområde för att skydda tillflöden och källsjöar mot försurning men också för att säkerställa ett fortsatt bra pH i sjön. Alkaliniteten är naturligt sett relativt låg i sjön och skall behållas så. Därför kalkas inte direkt i Unden. Unden betraktas i många sammanhang som en referenssjö till undersökningar i bl a Vättern.

Sedan 1973 föreligger förbud enligt 8§ miljöskyddslagen mot utsläppande av bl a avloppsvatten i Unden och dess tillflöden och källsjöar.

Under 1991 har sedimentprov tagits från Unden för analys av dioxiner. Undersökningen ingår i en större kartläggning av dioxinförekomst som naturvårdsverket utför med bl a provtagning även i Vättern. Unden valdes som referenslokal till Vättern.

St Trehörningen är en av de största sjöarna i området. Sjön avrinner till Unden.

b) Fagertärn är sedan 1983 avsatt som naturreservat på grund av att sjön är en ursprunglig lokal för röda näckrosor.

Fagertärn är sedan 1985 kalkreferenssjö och undantas därmed från kalkning. Det innebär omfattande vattenkemiska undersökningar med provtagning fyra gånger per år.

Långsjön ingår i naturvårdsverkets s k IKEU-program (Integrerad KalkningsEffektUppföljning). Omfattande vattenkemisk och biologisk provtagning sker i sjön.

Långsjön ingår i länets kalkningsprogram och är kalkad.

c) Alsen och Åmmelången är relativt näringsrika vatten som är påverkade av avloppsvatten.

Alsen utgör recipient för reningsverket i Askersund. Alsen är också viktig för bad och båtsport.

Åmmelången är sedan 1982 avlastad från kommunalt avloppsvatten genom att en dykarledning transporterar avloppsvatten till kommunens reningsverk i Hammar. Kring Åmmelången bedrivs jordbruk.

Ett område med gammalt gruvavfall (det s k Venafältet) är beläget i Åmmelångens sydöstra del. Gruvavfallet läcker metaller. Provtagning enligt naturvårdsverkets PMK (Program för övervakning av miljö kvaliteten) sker sedan 1970 i Åmmelångens avflöde. Provtagning sker en gång per månad.

d) Salaån och Kärrafjärden är metallpåverkade vatten.. I Salaåns övre delar (Ekershyttebäcken) sker sedan 1977 utsläpp från gruvbolaget Vieille Montagne. Det industriella avloppsvattnet går via ett sandmagasin och en klarningssjö. Under 1989 upphörde i stort sett utsläppet av gruvvatten via Ekershyttestollen till Ekershyttebäcken. Redan 1987 upphörde belastningen på bäcken via stollen av kommunalt avloppsvatten.

Den främsta utsläppsmetallen är zink, men det sker även utsläpp av bly och kadmium. Zinkutsläppet sker enligt villkor givna av koncessionsnämnden för miljöskydd. Det årliga utsläppet av zink varierar mellan 300-500 kg.

Framför allt i Salaåns nedre delar innan ån mynnar i en vik av Kärrafjärden finns en del gamla gruvavfallsområden belägna.

Fram till 1973 skedde direkt utsläppet från Vieille Montagne till Kärrafjärden. Fram till 1977 utnyttjades norra delen av deponeringsområdet. Utefter Kärrafjärdens nordöstra strand ligger det gamla sandmagasinet.

Återställningsarbeten har skett som landskapsvårdande åtgärd och för att minska på metallutläckaget.

Från Kärrafjärden avrinner vattent till egentliga Vättern via Hammarsundet. Det är i Hammarsundet som vattenprov för metallanalys måste tas för att få en uppfattning om hur stor metallbelastningen på egentliga Vättern är och kunna ta ställning till om metallbelastningen är så hög att den måste reduceras.

Det är viktigt att kunna klargöra om de gjorda återställningsarbetena med det gamla sandmagasinet i

Kärrafjärden har haft någon positiv verkan på att minska metallutläckaget.

En viktig fråga att ställa är var fortsatta miljövårdande åtgärder skall vidtas om det visar sig att metalltransporten i Hammarsundet måste reduceras och samtidigt vida överstiger den mängd som släpps ut från bolagets nuvarande verksamhet.

## Hur bedrivs miljöövervakningen av vatten i området ?

Ansvariga för genomförandet av miljöövervakningen av vatten i området är fördelat enligt följande uppställning:

a) den samordnade recipientkontrollen - Askersunds kommun, Laxå kommun, Vieille Montagne, Skyllbergs Bruk, AB Galfa.

Askersunds kommun har tagit på sig en samordningsroll gentemot den konsult som utför själva provtagningen och redovisningen av resultaten. Samordnad recipientkontroll har skett i området sedan 1975. Från och med 1988 sker dessa undersökningar i stort sett enligt naturvårdsverkets Allmänna Råd för recipientkontroll.

Den samordnade recipientkontrollen är koncentrerad till vattenområdena Salaån, Kärrafjärden, Åmmelången och Alsen.

Provtagningspunkternas läge framgår av Figur 1. Provtagning sker enligt ett program fastställt av länsstyrelsen. Programmet innehåller provtagning för analys av vattenkemi, sediment, växtplankton, bottenfauna, metaller i vattenmossa samt fosfor- och zinktransport.

Den årliga zinkbudgeten för Kärrafjärden beräknas. Det är därmed möjligt att redovisa zinkbelastningen på egentliga Vättern i förhållande till vad som släpps ut från Vieille Montagne och vad som transporteras via Salaån till Kärrafjärden. Budgetberäkningen gör det också möjligt att kvantificera den zinkbelastning som härrör från det sanerade sandmagasinet i Kärrafjärden samt från sedimentet. Provtagning sker sex gånger per år.

Alsens fosforbelastning beräknas.

För att kunna beräkna transporter och göra budgetar krävs förutom vattenkemiska analyser även att vattenföringen är känd. SMHI utför därför årligen beräkningar av vattenföringen i ett antal punkter med hjälp av den sk PULS-metoden. Vattenföringen beräknas som vecko-, månads- och årsmedelvärden.

Växtplankton, bottenfauna och sediment studeras i Kärrafjärden, Alsen och Åmmelången. Dessutom studeras bottenfauna och metaller i vattenmossa i ett antal punkter i Salaån. Provtagning sker en gång per år.

b) PMK - naturvårdsverket.

Provtagning enligt PMK sker i Åmmelångens avflöde sedan 1970.

Provtagningspunktens läge framgår av Figur 1.

Provtagning sker en gång per månad. Det sker enbart provtagning för vattenkemiska analyser. Analyserna sker från och med 1 juli 1992 på ett laboratorie tillhörande Sveriges lantbruksuniversitets enhet för miljöövervakning. Tidigare tillhörde laboratoriet naturvårdsverket.

De parametrar som analyseras är olika fraktioner av kväve och fosfor, makrokonstituent, kisel,  $KMnO_4$ -förbrukning samt absorptions (ett sätt att analysera vattenfärgen).

c) kalkningens effektkontroll-, profilsjö-, kalkreferens- och IKEU-program - länsstyrelsen

Provtagningspunkternas läge framgår av figur 1.

I 14 punkter bedrivs provtagning för kontroll av effekten av utförda kalkningar i de 15 olika kalkningsprojektområdena i området. Provtagning sker 2-3 gånger per år och analys sker av främst pH, alkalinitet och kalcium/magnesium.

I Undens tillrinningsområde sker kalkning av ett flertal källsjöar och vattendrag. Målsättningen är att säkerställa vattenkvaliteten dels i dessa vatten, dels för själva Unden.

I Unden och i några tillrinnande kalkade vattendrag sker provtagning enligt sk utökad effektkontroll. Provtagning

sker vanligtvis 1 gång per år. Den utökade effektkontrollen omfattar vattenkemi med aluminium, växtplankton, påväxt och fisk (elfiske i vattendrag samt kontroll av rödingens lekområden i Unden).

Provtagning sker 1-4 gånger per år beroende på delprogram.

St Trehörningen ingår i länsstyrelsens profilsjöprogram, dvs undersökningar som sker i de av länets största sjöar som inte ingår i något annat övervakningsprogram.

Provtagning sker 1 gång per år. Analys sker av främst temp- och syreprofil, närsalter och växtplankton.

Provtagningar i kalkreferenssjön Fagertärn sker 4 gånger per år. Analys sker av olika fraktioner närsalter, makrokonstituent, kol och metaller.

I IKEU-sjön tas prov för analys av vattenkemi (med analyser som motsvarar kalkreferenssjöns), växt- och djurplankton samt bottenfauna. Provtagning sker 1-6 gånger per år beroende på delprogram.

### Vad säger de resultat vi fått ?

a) Unden är en näringsfattig sjö.

Fosforhalten varierar mellan 7-10 ug/l. Det innebär en viss ökning sedan i början av 1980-talet. Av kvävet är det främst nitrat-kvävehalten som har ökat under denna period.

Siktdjupet ligger på ca 10 m. Växtplankton har en låg biomassa och är artfattig. Dominerande alger under sommaren är olika arter grönalger.

b) St Trehörningen är en näringsfattig sjö.

Fosforhalten varierar mellan 5-10 ug/l och siktdjupet mellan 3.5 till 4.5 m. Växtplankton har en låg biomassa och är artfattig. Dominerande alg under sommaren är en guldalg vid namn Dinobryon divergens.

c) Fagertärn är en måttligt näringsrik sjö.

Fosforhalten under sommaren varierar mellan 12-24 ug/l. Vattnet kan beskrivas som måttligt färgat. Siktdjupet är under sommaren ca 2 m.



d) Långsjön är en mycket näringsfattig sjö. Fosforhalten ligger på ca 5 ug/l. Långsjön kalkades 1987. Sjön hade sommaren 1991 en svag buffertkapacitet. Vattnet är starkt färgat och siktdjupet är 2.5 m. Resultat från de biologiska provtagningar som gjorts har inte redovisats ännu av naturvårdsverket. Provfisket har givit följande resultat: Långsjön har ett rikt mörtbestånd som dominerar över abborre i pelagialzonen. Övriga arter som fångats är gers, gädda och sarv.

e) Alsen är en måttligt näringsrik sjö. Totalfosforhalten i Alsen ligger under sommaren på 20-25 ug/l. Siktdjupet ligger på ca 2 m medan det i Vättern norr om Rökneöarna ligger på ca 9 m. Under sommaren råder ofta syrebrist i Alsens bottenvatten.

Sammansättningen och biomassan av växtplankton indikerar att Alsen är en näringsrik miljö. Bottenfaunapopulationens sammansättning ger en bild av en näringsrik och syrefattig miljö. Faunan domineras av arter som föredrar hög organisk halt och som tål svaga syreförhållanden.

Halterna av metaller som kadmium, koppar, bly och zink är mycket höga i Alsens sediment. För dessa metaller förutom koppar är halterna i ytsedimentet 25-50 gånger förhöjt i förhållande till bakgrundsvärden. Det indikerar en mycket stark påverkan. För bly och zink är halterna mycket högre 4-8 cm ned i sedimentet i jämförelse till ytsedimentet och 10 cm sedimentdjup. Detta indikerar att förhållandena blivit bättre efter en mycket föroreningsintensiv period.

f) I Åmmelången ligger fosforhalten under sommaren numera på drygt 10 ug/l och har därmed sjunkit ned till ca hälften av de haltnivåer som uppmättes för 10 år sedan. Siktdjupet ligger på drygt 2 m. Under sommaren råder ofta syrebrist i Åmmelångens bottenvatten.

Sammansättningen och biomassan av växtplankton indikerar att Åmmelången är en måttligt näringsrik miljö.

Bottenfaunapopulationens sammansättning ger en bild av relativt näringsrika förhållanden.

Halterna av metallerna kadmium, koppar, bly och zink är mycket höga i Åmmelångens sediment. För dessa metaller är halterna i ytsedimentet 20-60 gånger förhöjt i förhållande till bakgrundsvärden. Det indikerar en mycket stark påverkan.

För metallerna är halterna mycket lägre från och med 4 cm sedimentdjup. Metallpåverkan har skett dels från uppströms belägen industri, dels från gamla gruvavfallsområden belägna intill sjön. Mest betydelsefullt i det här sammanhanget är det så kallade Vena-fältet beläget i Åmmelångens sydöstra del.

g) I Salaån visar fosforvärdena i allmänhet på ett näringsfattigt till måttligt näringsrikt tillstånd. Fosforvärdena är något lägre i Ekershyttbäcken och något högre i Salaåns nedre del vid Verkabro.

I Ekershyttbäcken varierar kvävehalterna mycket och halterna är där mycket högre än i Verkabro. Totalkvävehalter varierande mellan 5-6 mg/l har uppmätts i Ekershyttbäcken medan maxhalterna uppmätta i Verkabro uppgår till ca 4 mg/l. Skillnader i flöden i vattendragen kan nog förklara dessa variationer. De höga kvävehalterna i Ekershyttbäcken får tillskrivas avloppsvattent från gravverksamheten.

I Ekershyttbäcken är bottenfaunan mycket art- och individfattig medan den i Verkabro är med normal. Antalet taxa har i Ekershyttbäcken ökat från 2 under 1988 till 11 under 1991. För Verkabro har motsvarande utveckling av taxa skett från 10 till 24. Detta är en gynnsam utveckling.

I Salaån görs mätningar på vattenmossans innehåll av metaller på fyra platser, nämligen Krogölen (referens), Ekershyttbäcken och Verkabro samt vid Dalbysjöns avflöde. De metaller som visar på förhöjda halter är bly, kadmium och zink. Högst halter uppmäts i Ekershyttbäcken där halterna av bly och kadmium är ca 10 gånger förhöjda i jämförelse med en bakgrundshalt. För zink är förhöjningen ca 60 gånger.

Haltnivåerna av metaller i vattenmossa i Krokölen, Verkabro och Dalbysjöns avflöde är max ca 35% av haltnivåerna i Ekershyttebäcken.

Halterna av zink i vattenfasen i Ekershyttebäcken och Verkabro för perioden 1975-1991 framgår av Figur 2. Zinkhalterna är vanligtvis mycket höga.

Det finns beräkningar som visar att zinktransporten vid Verkabro är ca 2 ton per år. Detta skall jämföras med de 350 kg zink som sammantaget släpptes ut under 1991 som avloppsvatten till Ekershyttebäcken från klarningssjön.

h) Totalfosforhalten i Kärrafjärden visar på måttligt näringsrika miljöförhållanden.

Fosforhalten i ytvattnet varierar kring 15-20 ug/l. Siktdjupet är ca 3.5 m. Under sommaren råder ofta syrebrist i Kärrafjärdens bottenvatten.

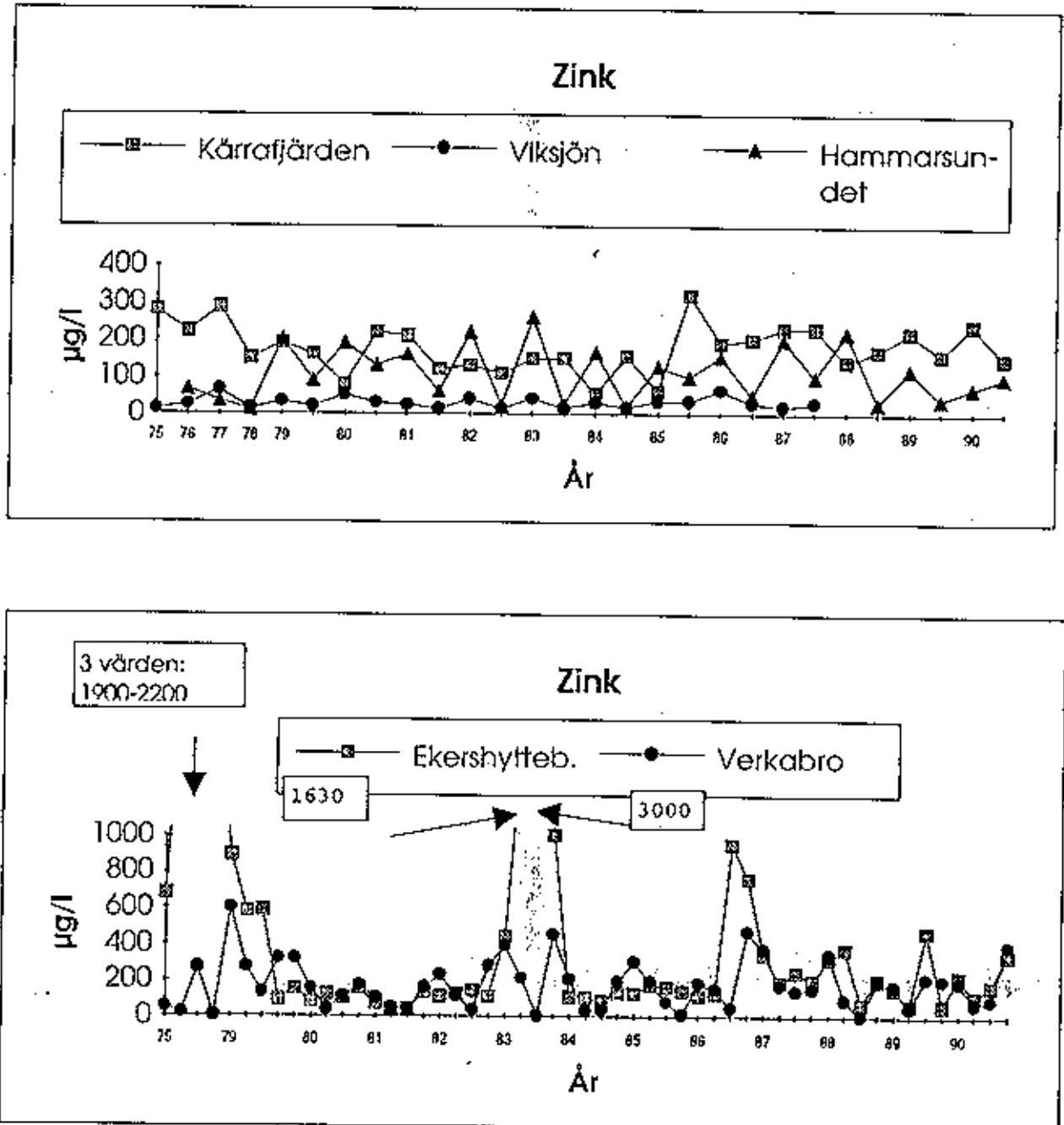
Zinkhalten i Kärrafjärdens ytvatten framgår av Figur 2. Zinkhalten är mycket hög, vilket är 10-15 gånger högre än i referenssjön Viksjön. Under de senare åren har zinkhalten i Hammarsunder legat lägre än i Kärrafjärdens ytvatten. Halterna av metallerna zink, bly och kadmium på olika djup i Kärrafjärden i augusti för åren 1975, 1980, 1985 och 1990 framgår av Figur 3. Halterna är vanligtvis mycket högre i bottenvattnet än i ytvattnet. För zink kan skönjas en minskning av halten både i yt- och bottenvattnet.

Sammansättningen och biomassan av växtplankton indikerar att Kärrafjärden är en relativt näringsfattig miljö. Den mest dominerande växtplanktongruppen är kiselalger.

Bottenfaunapopulationens sammansättning ger en bild av en mycket svår miljö. Bottenfaunan är mycket ensidigt sammansatt och domineras helt av tofsmyggelarven *Chaborus flavicans*. Detta är ett fenomen som inträffar när den ekologiska balansen är störd på något sätt.

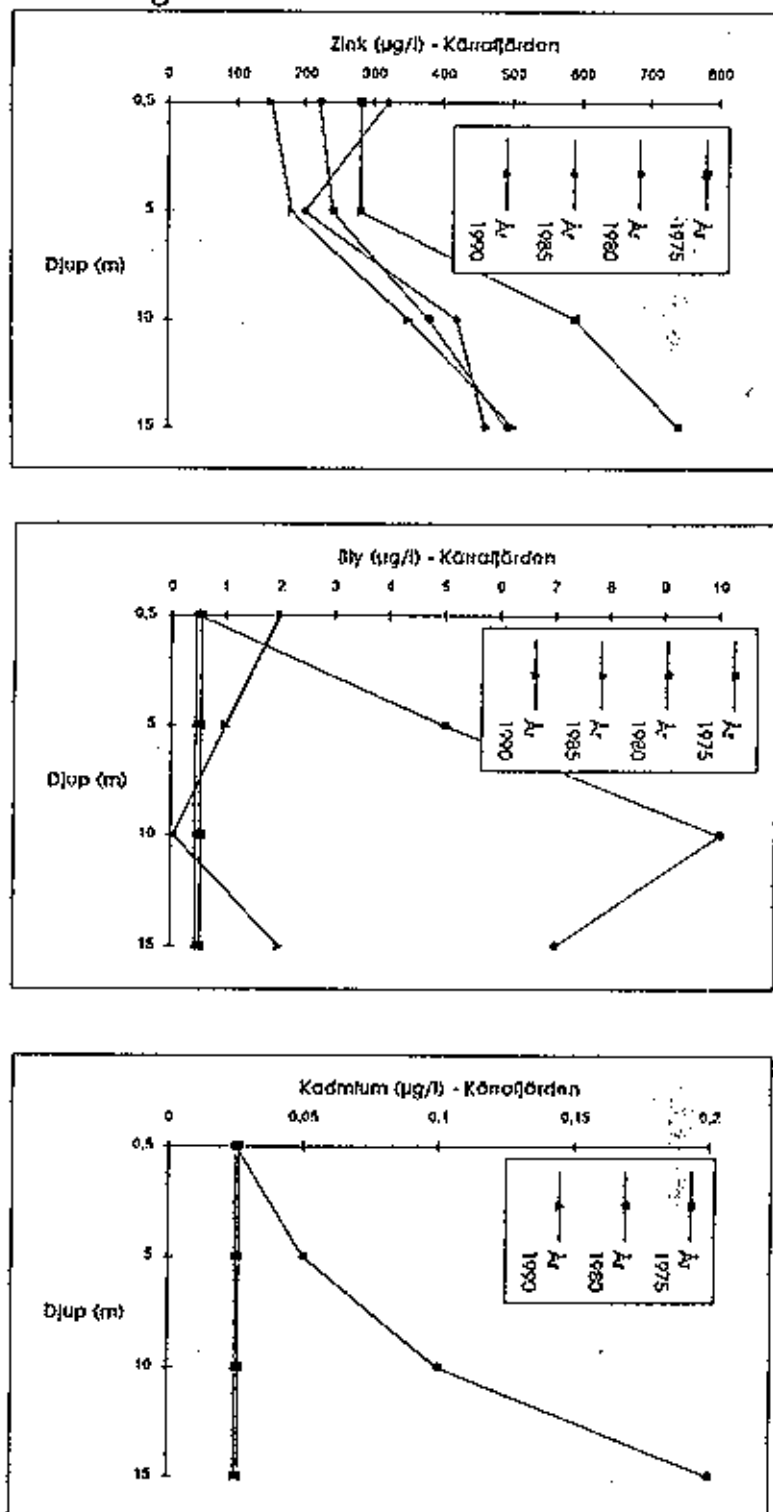
I sedimentet har mycket höga värden uppmäts för bly, kadmium och zink. För dessa metaller är halterna i ytsedimentet 100-300 gånger förhöjt i förhållande till bakgrundsvärden. Det indikerar en mycket stark påverkan. Djupare nivåer i sedimentet har ännu högre halter. Detta indikerar att förhållandena blivit bättre efter en mycket

föroreningsintensiv period. Sannolikt bidrar något de utförda återställningsarbetena för Kärrafjärdens gamla sandmagasin till detta.



Figur 2. Zinkhalter i Kärrafjärden och dess tillrinningsområde

För Kärrafjärden har en budgetberäkning gjorts för zink. Beräkningen är baserad på vattenanalyser och flödesuppgifter från tillflödena Salaån (Verkabro) och Åmmelången samt från avflödet vid Hammarsundet.



Figur 3. Zink, bly och kadmium vid olika djup i Kärrafjärden 1975, 1980 och 1990

Vattenföringsdata erhålls från SMHI (PULS-modellen) för ovanstående tre punkter. När det gäller Hammarsundet uppskattar SMHI nettoflödet ut från Kärrafjärden till egentliga Vättern. Vid budgetberäkningen görs också den teoretiska förenklingen att nettoflödet mellan Alsen och Kärrafjärden är 0.

I Hammarsundet och Salaån (Verkabro) tas prov för zinkanalys 6 ggr/år medan den beräknade zinkhalten i Åmmelångens avflöde bygger på analyser från Åmmelången 2 ggr/år. Detta innebär att budgetberäkningen innehåller betydande osäkerhetsfaktorer både beträffande flöden och halter. Några mätningar vad vaskmullen och sedimenten i Kärrafjärden läcker görs inte. Detta bidrag redovisas som en restterm. Dessutom är det svårt att bedöma betydelsen av förbindelsen mellan Alsen och Kärrafjärden. Hittills finns resultat från åren 1990 och 1991 redovisade i respektive årsrapport. Redovisade resultat för

Kärrafjärdens zinkbudget 1990-1991 kan sammanfattas på följande sätt:

	ton Zn/år
*) Salaån:(in)	1.5- 2.1
*) Åmmelången:(in)	1.4- 1.8
*) Vaskmull och sediment:(in)	5.1-11
*) Hammarsundet:(ut)	8.6-14.3

### Tabell 1 Zinkbudget för Kärrafjärden

Under våren 1993 kommer resultat från femårsperioden 1988-1992 att redovisas i en sammanfattande bedömning av bl a Kärrafjärdens zinkbudget. Då skall också bedömas på vad sätt dessa mätningar skall kunna förbättras för att de redovisade osäkerheterna så långt som möjligt skall kunna elimineras i framtiden. Det är naturligtvis viktigt att med så säkert som möjligt kunna klargöra Kärrafjärdens bidrag till zinkbelastningen på egentliga Vättern. Detta får avgörande betydelse var åtgärder kostnadseffektivast skall vidtas för att åstadkomma en minskad metallbelastning.

# UNDEN och FAGERTÄRN

*Pelle Grahn, Länsstyrelsen i Örebro län*

## Unden

Unden - Tivedens blå iris och mörka pupill i djupet. En väldig reservoar av drygt 3 km<sup>3</sup>, klart, friskt, kallt vatten. Djup till 104 m genomkorsat av storröding på jakt efter något av den artrika fauna som Unden utgör livsrum för.

Detta är i stiliserad form de huvudsakliga motiv som i den fysiska riksplaneringen klassat Unden som "riksobjekt för den vetenskapliga naturvården". Unden är formellt skyddad enligt § 8 Miljöskyddslagen.

För att motverka försurningen och bevara Undens kvaliteter har 100 %-iga statsbidrag avsatts för kalkning (i tillrinningsområdet) och undersökningar sedan 1977.

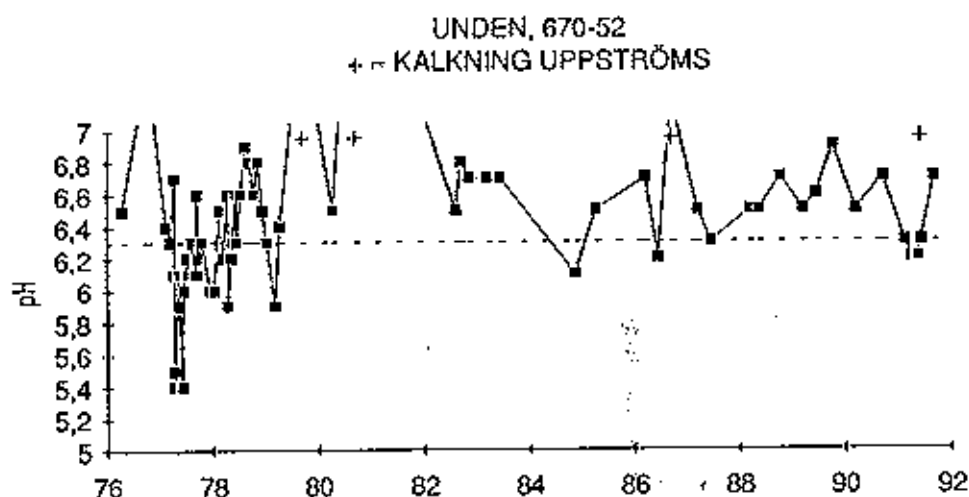
## Kalkningar och Undersökningar 1991

Under året har drygt 1 700 ton kalkstensmjöl spridits i Undens tillrinningsområde. Kalken har fördelats på 27 sjöar, 11 bäckar (bäckstränder + 2 doserare).

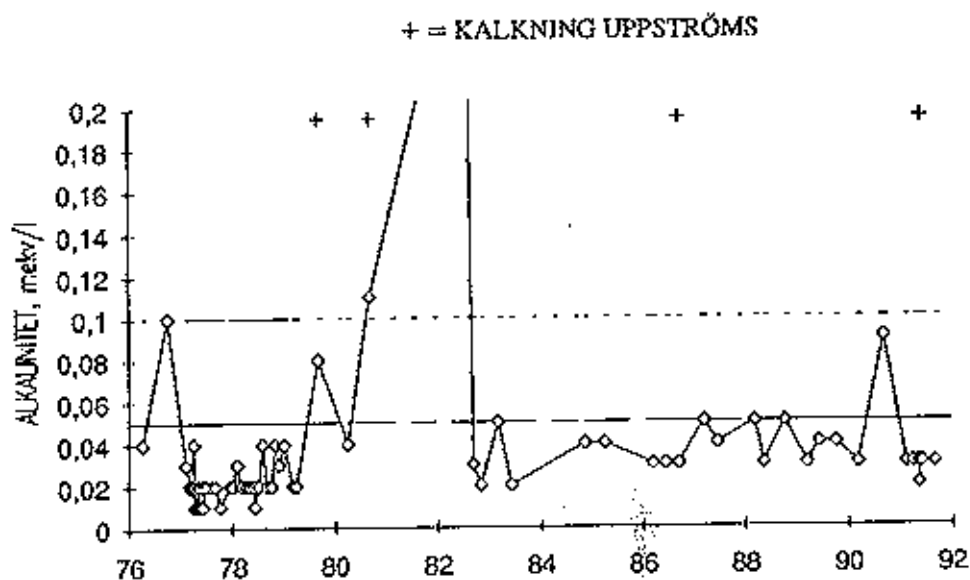
Effektkontroll (pH, alkalinitet, konduktivitet, färg, Ca+Mg) har utförts i slutet av januari och i början av maj. Proven har tagits i utloppen från Unden, Gårdsjön, Öster-Ämten, Väster-Ämten och St Trehörningen samt i 9 av bäckarna som rinner ut i Unden.

Under mars/april (vårflod) togs 1 prov/vecka under 4 veckor från Undens utlopp samt 5 av Undens tillrinnande bäckar. Dessa prov analyserades avseende "effektkontroll" (se ovan) samt Aluminium.

I augusti togs profilprov i Unden (2-80 m) samt St Trehörningen (2-10 m). Dessa prov analyserades avseende "effektkontroll" (se ovan), temperatur, syrgas, tot-P, tot-N och nitrat-nitrogen. På 2 m analyserades även klorofyll. Siktdjup mättes.



Figur 1. pH i Unden under perioden 1976- 1992



Figur 2. Alkalinitet i Unden 1976-1992

I september utfördes elfiskeundersökning på 2 lokaler i Åsebolsbäcken (250 m nedströms Kvarndammen och uppströms kraftlinjen) och 1 lokal i Sågkvarnsbäcken (utflödet i Unden till landsvägsbron). I Åsebolsbäcken fångades totalt 96 öringar (69 st 1-somriga och 27 st 2-somriga) och i Sågkvarnsbäcken 101 öringar (bl.a. 81 st 1-somriga).



## Övriga kalkningsprojekt inom Örebro län

Kalkningsprojekten nedan presenteras från SV och medsols runt N Vätterns tillrinningsområde. Inom parantes anges kalkningsår.

### Kalkningsprojekt

Aspaånprojektet (1983, 1988) omfattar 9 sjöar, Kolsjön (1985), St Ölen (1985), Långsjöprojektet (1987) omfattar kalkning i tillrinningsområdet - d.v.s. ingen kalkning (ännu) i Långsjön, Örkaogen (1985, 1990), Kvarnsjön-Vinnasjön (1987), Björnlången (1990).

### Undersökningar 1991

Effektkontroll (pH, alkalinitet, konduktivitet, färg, Ca+Mg) har utförts inom de ovan angivna projekten. Provtagningen har utförts under januari/februari och april/maj.

I Långsjön, som är s.k. IKEU-sjö (Integrerad-Kalknings-Effekt-Uppföljning), har vattenundersökningar (profil) utförts i februari, samt 1 gång i månaden under april-oktober. Under denna period har SNV analyserat "fullkemi" + metaller. Provtagning avseende växtplankton har utförts under maj-oktober samt djurplankton under maj-augusti. Provtagning avseende bottenfauna utfördes i oktober.

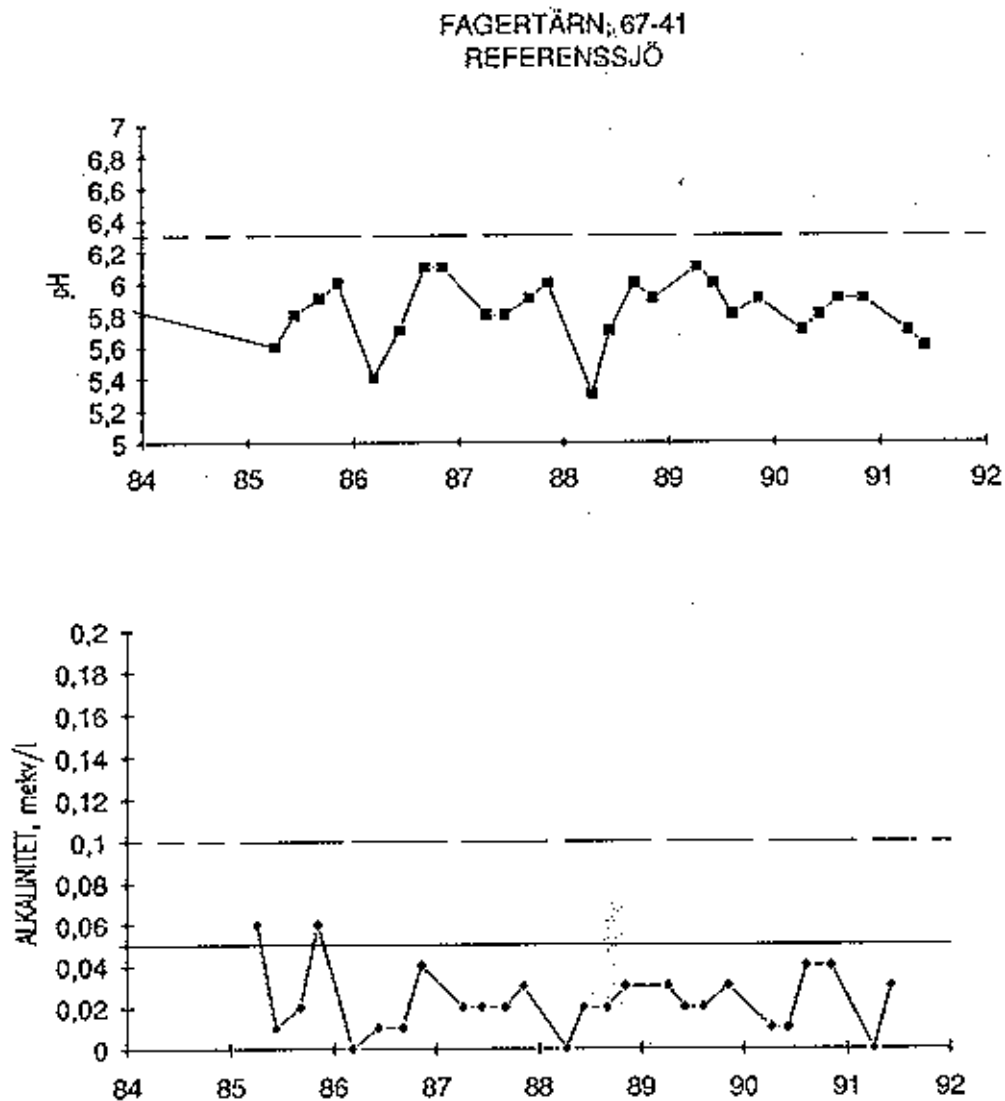
Under våren insamlades 10 gäddor från Långsjön för kvicksilveranalys. Analysen visade att gäddorna i Långsjön fortfarande har extremt höga Hg-halter (medelvärde 1,70 mg Hg/kg).

### Fagertärn

Fagertärn är känd för sina röda näckrosor. Näckrosorna har under 80-talet minskat något, vilket enl. forskare kan bero på en bakterie. Denna bakterie är till viss del kalkberoende, vilket medförde att länsstyrelsen i Örebro län föreslog (1984) Fagertärn till s.k. Kalkreferenssjö.

Detta innebär att kalkning, gödsling eller någon annan form av mänsklig påverkan skall så långt som möjligt undvikas i sjöns avrinningsområde.

Vattenundersökningar har utförts 4 gånger/år (vinter, vår, sommar och höst) sedan 1985. Sommarens och höstens analysresultat från 1991 har ej ännu redovisats från SNV.



Figur 3. pH (överst) och alkalinitet (underst) i Fagertärn 1985-1991

# ÄLDRE GRUVAVFALL INOM NORRA VÄTTERN TILLRINNINGSSOMRÅDE

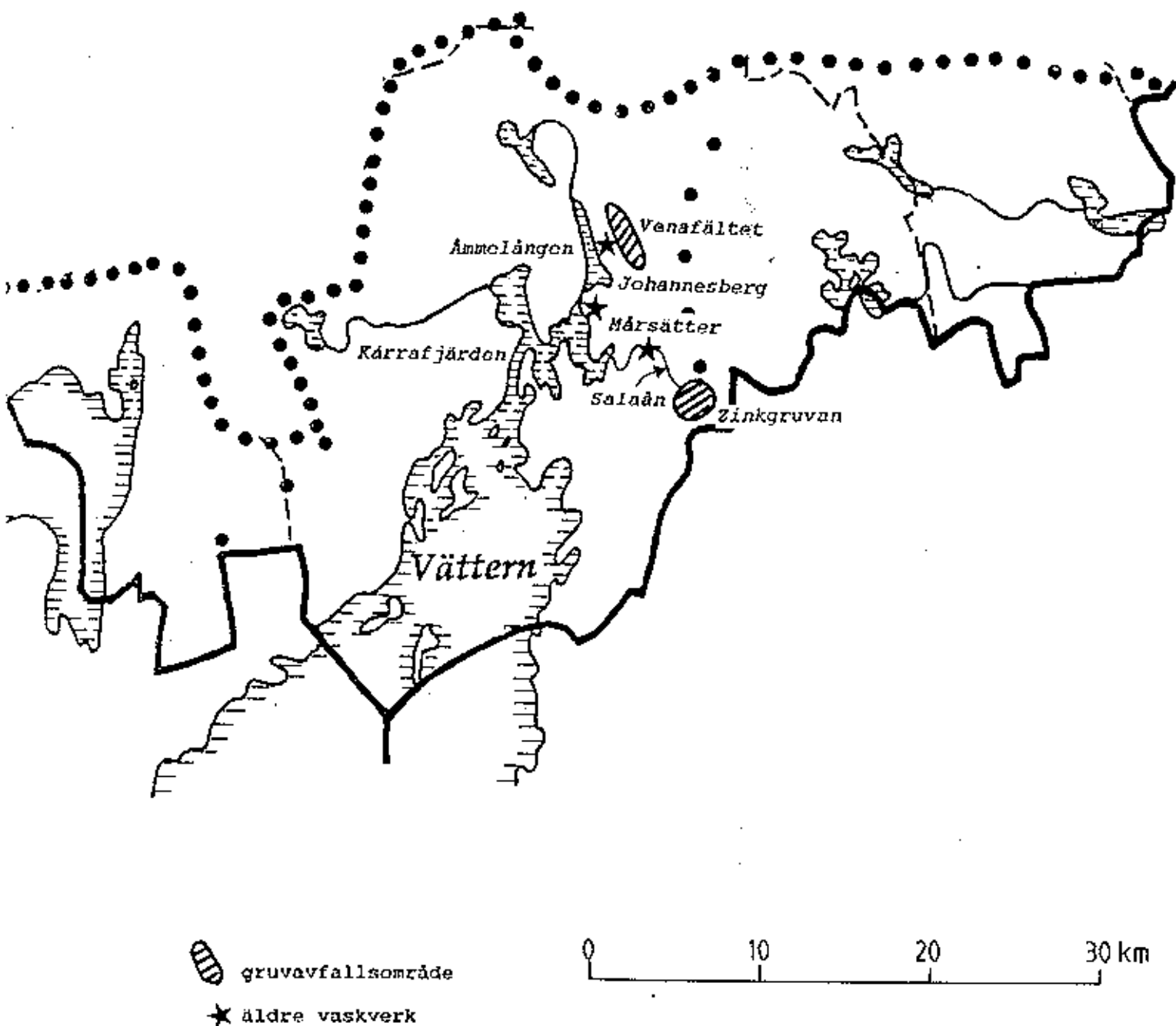
*Blaise Comet, Länsstyrelsen i Örebro län*

## Sammanfattning

Under perioden oktober-december 1991 har omfattningen och tillståndet av äldre gruvavfall i Askersunds kommun undersökts. Det visar sig att vid områdena Zinkgruvan och Venafältet koncentreras de största avfallsmängderna och att dessa utgör en påtaglig metallkälla till recipienterna Salaån, Kärrafjärden och Åmmelången ( fig.1). Samtidigt är avfallsmängderna av sådan storlek att, om inga åtgärder vidtas, föroreningen kan pågå åtskillig tid framöver. Däremot utgör de andra undersökta områdena ingen större risk för omgivningen mer än en eventuell lokal påverkan.

Inom Askersunds kommuns nuvarande gränser har det sedan länge bedrivits en omfattande gruvverksamhet, ända sedan Gustav Vasas tid. Dock har stordrift endast bedrivits under detta sekel och då främst vid Zinkgruvan. Slutet på 1800-talet och industrialiseringen innebar också ett uppsving för gruvdriften och en omfattande verksamhet har skett bl. a vid Vena-, Åmme- och Håkanstorpsfälten. I dagens läge sker malmbrytning endast vid Zinkgruvan. Detta sker inom ramen för nuvarande miljölagar och utsätts för fortlöpande tillsyn av länets- och kommunens miljöövervakning. Därför undersöktes ej den pågående verksamheten.

Erfarenheter från andra delar av landet, bl. a från de nordliga delarna i Örebro län, visar att deponerat gruvavfall från sulfidmalmsbrytning ofta utgör en påtaglig metallkälla till omgivningen. Detta har kunnats bekräftas genom analyser av vattnet, sediment och vattenväxter i anknytning till dessa upplag.



Figur 1. Gruvavfall (sulfidmalmer) i norra Vätterns avrinningsområde

## Vittring och sulfidoxidation

I sig är bergarter alltid mer eller mindre utsatta för nedbrytningsprocesser, sk vittring ( påverkan av vatten, frost, luft etc..). I den ursprungliga miljön sker dock detta i regel mycket långsamt, upp till miljoner år. Vid malmbrytning sker en ytförstoring som ökar den vittringstillgängliga ytan: vittringen ökar kraftigt. Samtidigt utsätter man det krossade materialet för oxidation.

Gruvavfallet består huvudsakligen av varp, vaskmull och genom modern gruvdrift av anrikningssand. Inom kommunen är varp den genomgående mest förekommande avfallstypen. Vaskmull förekommer dock vid ett flertal ställen och anrikningssand vid två ställen i anknytning till Vieille Montagnes verksamhet. Mängderna av slaggrarp är däremot mera begränsade.

Det finns 34 gruvfält eller enstaka gruvor i kommunen enligt uppräknigen i SGU PM 1987:3 ( Berg och malm i Örebro län ). Av dessa är 11 st att betrakta som renodlade järngruvor, 13 st järngruvor med viss sulfidinblandning och 8 st rena sulfidmalmsgruvor. För övrigt finns 2 nyttostensbrott. Ett antal mindre skärpningar finns antagligen förutom ovannämnda förekomster. Dock är dessa av sådan liten beskaffenhet att deras status kan anses ha en negligerbar påverkan t.o.m. på den omedelbara omgivningen. Undersökningen riktades i första hand mot sulfidmalmsgruvorna. Det visade sig efter provtagningar och analyser att Zinkgruvan och Venafältet stod i en klass för sig. De andra områdena torde spela en marginell roll vad gäller tillförsel av metaller till omgivningen.

## Gruvhantering

Man måste skilja mellan äldre och nyare gruvhantering. Det som är karaktäristiskt för äldre gruvhantering är varpen. Varp är s. k. "ofyndigt berg" som tidigare sorterades för hand ( "skräddes" eller "syltplockades" för att använda lokal terminologi vid Zinkgruvan ) eller med hjälp av enklare maskinella anordningar, så att endast "rena" malmstycken skulle användas i den vidare

anrikningen. Varpen innehåller höga resthalter av malm jämfört med nutida avfall. Varpen deponerades under bar himmel, ofta nära vattendrag eller i svackor. Vaskverken som använde endast vattnets rörelse och gravitationen för att separera de tyngre malmkornen från övrigt berg producerade en avfallssand med höga metallresthalter. Denna s. k. vaskmull ledde dock inte till lika omfattande deponier som nutida avfall.

## Utlakningsprocesser i olika typer av gruvavfall

Den kemiska processen för utlakningen kan sammanfattas så här: metall bunden till svavel utsatt för syre ger sulfat, vätejoner samt fria metalljoner. Dessa kemiska och även mikrobiologiska processer ger ett surt lakvatten med höga metallhalter. Vissa metaller som zink och kadium kan transporteras långa sträckor. Vittringen kan även bli den dominerande försurningskällan i vissa områden.

Vittringsförloppet kan delas i följande delsteg:

TRANSPORT AV SYRE/VATTEN TILL REAKTIONSPLATSEN



VITTRINGSREAKTIONER



UTTRANSPORT AV VITTRINGSPRODUKTER

Syretillförseln är A och O för pyritoxidationen. I vattenmättat avfall kommer det inte att ske någon nämnvärd oxidation. Därför kommer de delar av gruvupplaget som ligger under grundvattenytan ( t.ex. i sandmagasinen ) inte att i högre grad beröras av vittringsprocesser. Syrediffusion är fullt tillräcklig för att ge en omfattande oxidation i icke-vattenmättade upplag.

Vittringsreaktionerna är också beroende av materialets halt av syrabildande mineral ( då främst järnsulfider ). Överskrider dessa halten av buffrande mineral ( då främst kalciumkarbonat ) kommer den buffrande förmågan att avta med tiden och den sura utlakningen att öka.

Uttransporten kan delas i två delar - ett fastläggningsmoment och en vattenstransportdel: fastläggningsmomentet består främst i utfällning av svårlösliga salter samt av olika sorptionsmekanismer, främst jonbyte och adsorption. I gruv- eller slaggvarp är vattentransporten i regel optimal medan fastläggningsmekanismerna är oftast minimala. Däremot kommer slagg att vara i allmänhet mindre vittringsbenägen eftersom den innehåller för det mesta mindre mängder lösliga metaller eller svavel. I finkorniga avfallstyper är reaktions- och transportförloppen oftast mera komplicerade. Där är fastläggningen mera utpräglad och oxidationen är maximal i magasinens övre delar.

## Resultat av den genomförda undersökningen

### Mårsätter

Antagandet att områdena Zinkgruvan bl. a. Mårsätter och Venafältet skulle utgöra den största miljörisken har bekräftats. Båda områdena bidrar på ett avgörande sätt till metallkontaminationen i omgivande recipienter och i synnerhet vad gäller Kärrafjärdens och Åmmelängens sediment. Båda områdena är de huvudsakliga bidragsgivarna till metalltransporten genom Hammarsundet till Vätterns norra del. Detta gäller i första hand zink där transporten har beräknats totalt till 8,6 ton 1990 och 14,3 ton 1991, enligt redogörelsen för recipientkontrollen.

Av denna transport har ca 1 t sitt ursprung från äldre upplag intill Salaån och där spelar vaskmullen i Mårsätter huvudrollen, med ca 0,7 ton/år.

### Kärrafjärden

Den annars största källan är sandmagasinet vid Kärrafjärden, detta tillsammans med läckage från de kontaminerade sedimenten ( 5,1 ton under 1990 och 11 ton 1991). Hur stor andel av denna post som utgörs endast av det pågående utläckage från sandmagasinet är inte klarlagt. För att fastställa omfattningen av magasinets läckage krävs mer ingående forskning, främst med tanke på dess efterbehandling och detta föll utanför ramen för denna utredning. Befintliga sedimentanalyser utgör samtidigt inte

tillräckligt underlag för säkra bedömningar i detta avseende. Det är dock viktigt att komma ihåg att de hittills företagna analyserna av sandmagasinets innehåll pekar på att ca 35 000 t metaller ( främst zink och bly ) finns kvar i sanden, bara i zonen över grundvattenytan. Av dessa var ca 21 000 kg teoretiskt mobiliserbara vid tiden strax före efterbehandlingen. Med antagandet att åtgärderna har minskat utlakningen med 50 %, skulle det ändå fortfarande finnas en avsevärd föroreningspotential i området.

### Venafältet

Vad gäller Venafältet pekar flera faktorer på ett omfattande läckage från området, även om vaskmullen i Johannesberg kanske spelar den huvudsakliga rollen vad gäller kontaminering av Åmmelängens södra del. Den transport som har beräknats i SNV-PM 1152 får tas med försiktighet med tanke på undersökningens ålder. Mängderna för zink och kobolt är troligen ganska överdrivna, medan att bidraget för koppar verkar mera rimligt. Sedimentundersökningarna vid Åmmelängen pekar dock på läckagets omfattning. Metallhalter i sediment av denna dignitet ( g/kg TS ), vilka vi hittar i ännu högre grad i Kärrafjärden, skall jämföras med andra områden i Sverige där kontaminering är av samma omfattning, som t. ex. de gruvområden som undersökts bl. a. inom Dalälvsprojektens ram.

Ett kanske inte alltför dåligt antagande är att Venafältets läckage torde vara orsak till ungefärligen hälften av metalltransporten från Åmmelängen till Kärrafjärden, dvs ca 0,7 t per år, med zink som den största posten. Antagandet grundar sig bl. a. på en jämförelse mellan metallhalterna i sjöns sediment i dess norra och södra del samt redogörelsen från recipientkontrollen. Detta gäller för i första hand zink och bly.

### Diskussion

För att illustrera allvaret med metalläckage från äldre gruvavfall har vi exemplet Mårsätter där undersökningen pekar på ca 50 000 ton avfall, vilket innebär ett innehåll på ca 5 000 t zink. Vi vet genom mätningar att ca 650 kg läcker årligen till Salaån och att 17 ton är f.n.



mobiliserbara. Det innebär att läckaget torde fortgå i ca 26 år framöver i ett första skede. Vi skall komma ihåg att medan läckaget pågår mobiliseras på nytt fria metallmängder genom oxidation. Även om med nuvarande kunskaper är det inte fastställt att hela metallinnehållet mobiliseras, kan vi räkna att teoretiskt skulle läckage kunna fortgå i ca 7 700 år ! Nu är det möjligt att det finns naturliga processer som kan bromsa eller accelerera förloppet. Även om t. ex. avfallsmängderna är i verkligheten mindre och därmed zinkmängden mindre - låt säga hälften - skulle vi ha läckage ändå i först 13 och sedan teoretiskt 3 850 år !

För Venafältet är en sådan översiktlig beräkning svårgjort eftersom vi inte vet med säkerhet hur stora metallmängder som läcker per år genom Venaån eller direkt från Johannesberg. Samtidigt kompliceras bilden genom det att mängderna antagligen varierar kraftigt åt beroende på metall och att koppar spelar en viktig roll. Vi skall påminna att i det här fallet är volymerna mycket stora och att med en uppskattning på minst 1 200 ton metaller som återstår i gruvavfallet och en mobiliserbar del på 5,6 ton, kan detta läckage pågå ännu mycket lång tid framöver.

Undersökningarna som gjordes över zinktransporten i Salaån bekräftar också bilden av sulfidoxidationen såsom den presenteras i början på denna redogörelse. Under perioden från juni 1990 till maj 1991 nådde denna transport sitt maximum under januari 1991 efter en markant ökning i början på september året innan. Transporten var mycket liten under sommar- och vårperioden. Detta är naturligtvis främst betingat av periodens nederbörds mängder. Det visar också att zinktransporten kan t. ex. ändras från ett 10-tal kg under ena månaden till flera hundra under nästa. Dessa våldsamma förändringar torde vara till men för recipientens biota.

## Åtgärdsförslag

Åtgärder måste koncentreras i ett första skede på vaskmullområdena i Mårsätter och Johannesberg. Med tanke på att det rör sig om relativt begränsade mängder, vore den enklaste åtgärden att bortforsla mullen och

deponera den i övergivna gruvhål samt täta igen dessa med t. ex. morän. Resultatet härtill skulle leda till en kraftig bromsning av oxidationen samt hindra att mulden kommer i kontakt med nederbörd och ytvatten. En alternativ åtgärd skulle vara att täcka vaskmulden med olika tätskikt och avleda vattnet som rinner förbi.

För Venafältets varp är det möjligt att använda flera metoder: för det första försöka få ner så mycket som möjligt av den mest vittrade varpen ner i gruvhålen. Somliga är ganska djupa och borde rymma en hel del. De mest vittrade områdena finns vid Kofall, Klämmelyckan, Multna, Gamla Vena koppargruva och ställvis vid Galt- och Tröstgruvorna. De områden som inte kan behandlas på detta vis bör helst övertäckas med ett tätskikt av något slag ( lera, morän. Cefyll etc.. ) och till sist med organiskt material för att gynna vegetationsetablering.

För de övriga områdena som berörs i denna undersökning, anser jag inte att några åtgärder är f. n. nödvändiga, så länge nya fakta inte motsäger de antaganden och beräkningar som har gjorts. Dock för vissa områden skulle åtgärder av typ återskyfflande i gruvhålen, lätt kunna genomföras. Förutom ett minskat läckage har åtgärden också den fördel att den onödiggör tillsyn och underhåll av vissa gruvhålsinläggningar.

## Vätterbäckar i Skaraborgs län

*Agneta Christensen, Länsstyrelsen i Skaraborgs län*

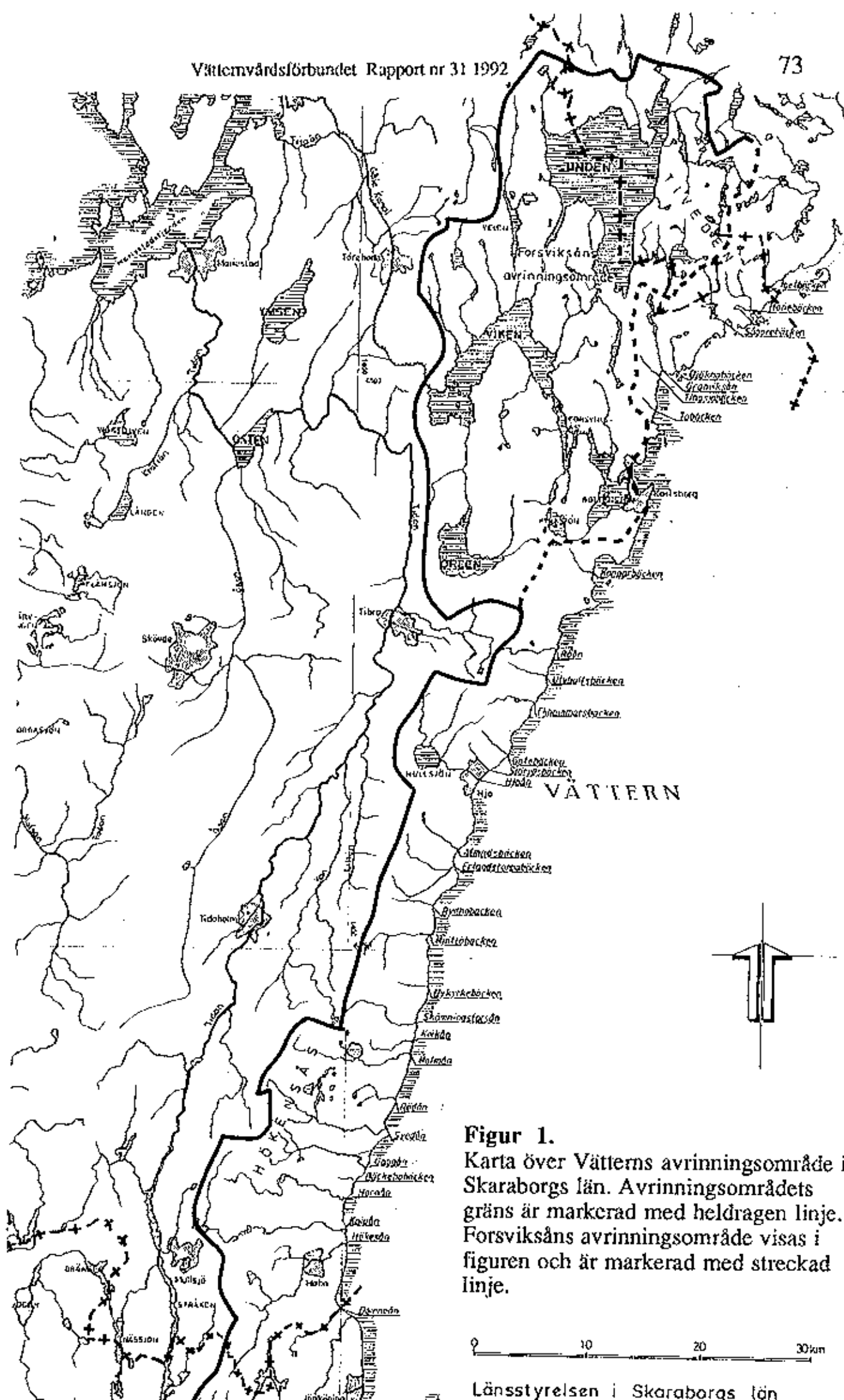
### Allmän beskrivning

Vätterbäckarna i Skaraborgs län (figur 1), förutom Forsviksån, har ett avrinningsområde på ca 800 km<sup>2</sup>. Området kan geografiskt indelas i fyra regioner: Hökensås-, Hjo-, Forsviksån-Unden- samt Tivedenområdet förutom Forsviksåns avrinningsområde. Hökensås- och Hjoområdet samt Tiveden förutom Forsviksåns avrinningsområde beskrivs nedan. Det finns här 30 Vätterbäckar med avrinningsområde >3 km<sup>2</sup>. Det största avrinningsområdet är Hökensås, 68 km<sup>2</sup>. De flesta bäckarna är dock betydligt mindre.

### Hökensås

Hökensås utgörs av en urbergsplatå som är ca 10 mil lång och följer Vätterns västra strand. Stora delar är täckta av sand- och grusavlagringar, vilka avsattes av isälvar vid den senaste inlandsisens avsmältning. Området har ett 100-tal sjöar och tjärnar, de flesta av mindre storlek, och många myrmarker. Gles tallskog med ris och lavar är den dominerande vegetationen i området. De centrala delarna av Hökensås är naturreservat och området bedöms vara av riksintresse för vetenskaplig naturvård och rörligt friluftsliv. Många myrmarker är av riksintresse för naturvård.

De mäktiga isälvsavlagringarna på Hökensås har medfört att grundvatten utströmmar vid flera källor i området. Detta ger särpräglade hydrologiska förhållanden. I områden med grundvattentillflöde är sjöarna och vattendragen välbuffrade mot försurning och vattnet är relativt kallt. Andra områden är utan grundvattentillflöde. Bäckar i dessa områden har extremt låga jonkoncentrationer och är påverkade av försurning.



**Figur 1.**  
Karta över Vätterns avrinningsområde i Skaraborgs län. Avrinningsområdets gräns är markerad med heldragen linje. Forsviksåns avrinningsområde visas i figuren och är markerad med streckad linje.

0 10 20 30 km

Länstyrelsen i Skaraborgs län

## Hjoområdet

Området runt Hjo kännetecknas av en öppen jordbruksbygd. Terrängen är relativt flack och jordarna är finkorniga. Området har endast sex sjöar, varav den största är Mullsjön. Landskapet korsars av mindre vattendrag som mynnar till Vättern. Några av bäckarna har skurit ut dalgångar där det finns frodig vegetation. Inom detta näringsrikare område är försurningspåverkan liten.

## Tiveden

Tiveden består av en starkt kuperad urbergsplatå med många sprickdalar. Berggrunden består till största delen av gnejs och granit. Lokalt finns det lättvittrade grönstensskiffrar. Morän blandat med kalt berg och block karaktäriserar området. Barrskog dominerar men rester av ett gammalt odlingslandskap finns. Den av skogsbruk mest opåverkade delen har avsatts som nationalpark.

I områden med grönsten är motståndsförmågan mot försurning bra men övriga områden är påverkade av försurning.

## Naturvärden

I flertalet av Vätterbäckarna leker Vätteröring. I några vattendrag sker även reproduktion av harr. Åtta av Vätterbäckarna är av riksintresse med avseende på skyddsvärda arter eller stammar av fisk. Sjöar och vattendrag i Tiveden och Hökensås har betydelse för fritidsfisket. Domänverket och Skaraborgs Hushållningssällskap förvaltar sportfiskeområden i Tiveden och Hökensås. Tivedens sjöar och vattendrag och Hökensås sjöar har bedömts utgöra riksintresse för fritidsfisket.

Centrala Tiveden och Hökensås är också av riksintresse för naturvård och friluftsliv. Två sjöar i Hökensås är referenssjöar för försurningsforskning. Det finns också ett

antal övriga områden som är naturreservat och ett är naturvårdsområde.

Flodkräfta finns kvar i Hökessjön och Granviksån. I Gagnån och Knipån finns annan skyddsvärd bottenfauna som t ex sällsynta arter av natt- och dagsländor.

## Påverkan

Många av Vätterbäckarna i Skaraborgs län är påverkade av vattenreglering. Vattendragen har reglerats för elkraftsproduktion eller för drift av tex kvarnar och sågar. Flertalet sjöar är dämnda. Gamla dammbyggnationer finns i de flesta av Vätterbäckarna och utgör vandringshinder för fisk. Sju bäckar används för elkraftsproduktion, varav de flesta finns i Habo kommun. I flertalet av dem tillämpas nolltappning med stora negativa konsekvenser för bottenjur och fisk.

Vattendragen är även påverkade av bevattningsuttag. Flest uttag görs i Hökensåsbäckarna, företrädesvis i jordbruksbygder. Bevattningsuttagen medför i några vattendrag att stora delar av vattenföringen utnyttjas under sommaren. Minskad vattenföring medför bla lägre syrehalt och högre temperatur i vattnet, vilket är stressande för fisk och bottenfauna.

Dikning i avrinningsområdet förekommer och detta påverkar förhållandena i Vätterbäckarna. Områdenas vattenhållande förmåga minskar genom att myrmarker och sumpskogar utdikas. Detta leder till större vattenståndsfluktuationer. Dikning i försurade områden kan också leda till ökat utläckage av metaller.

Påverkan av utsläpp från kommunala reningsverk och industrier är förhållandevis liten men lokalt kan dock påverkan vara stor t ex i Hökesån. De flesta industrier är anslutna till kommunala reningsverk. Ca 90% av hushållen är anslutna till kommunal avloppsrening. Hökesån, Gagnån, Svedån och Krikån är recipienter för kommunala avloppsreningsverk. Vid Domneån och Hökesån finns det deponeringsanläggningar. I Hjällöbäcken finns också påverkan från en mindre fiskodling.

## Försurning

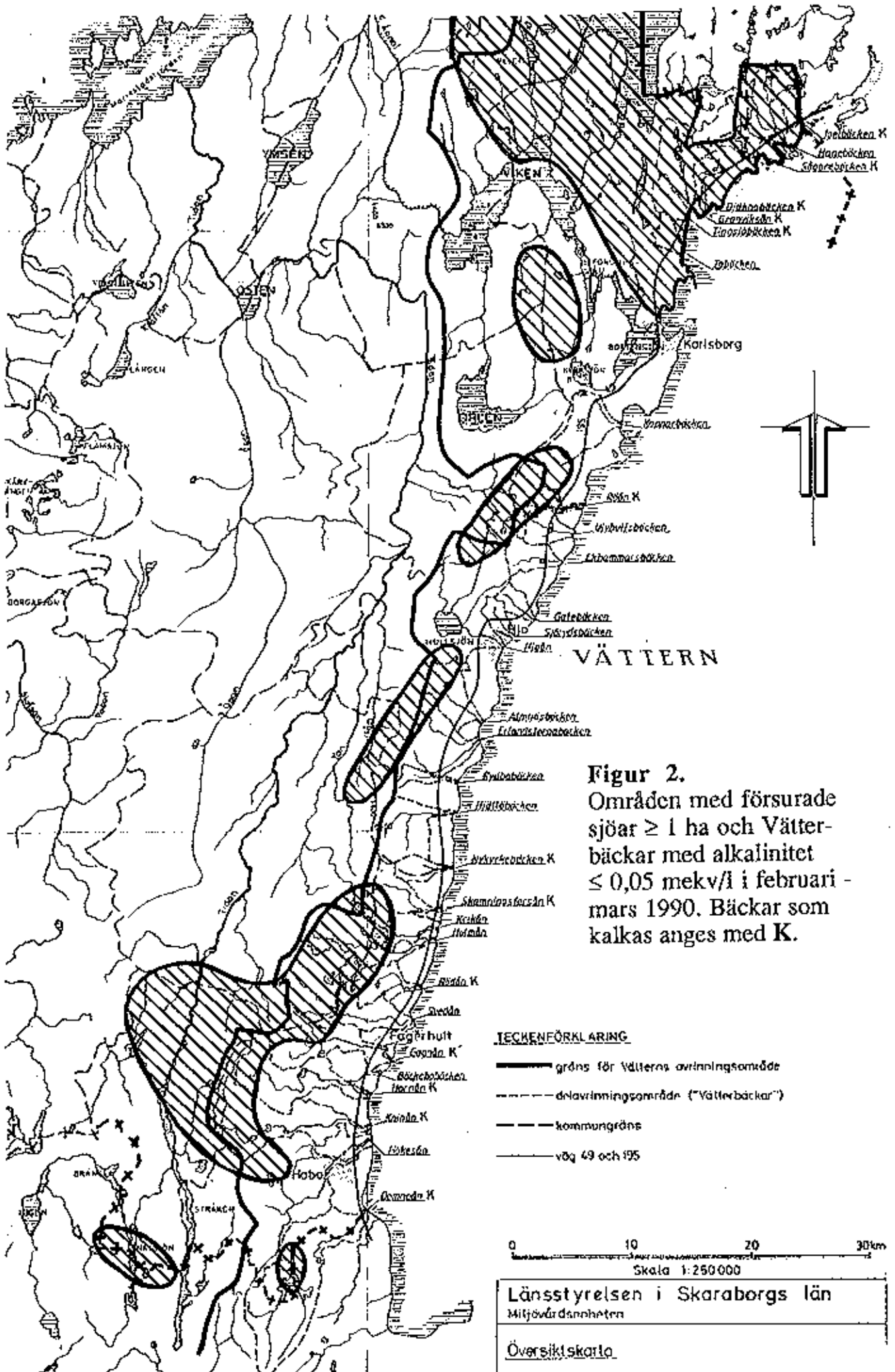
Försurningspåverkan i Vätterbäckarnas avrinningsområden är störst i Hökensås och Tiveden. Det näringsrikare Hjoområdet och jordbruksbygden vid Vätterns strand klarar sig bättre mot försurning. I figur 2 visas områden med försurade sjöar och vattendrag. Kartan grundar sig på resultat från Riksinventeringen av sjöar 1990. I stort sett samtliga sjöar  $\geq 1$  ha och Vätterbäckar är provtagna i området.

Vid en jämförelse med Riksinventeringen 1985 är länets sjöar något surare under 1990. Motsvarande gäller för Vätterbäckarna. Provtagningen skedde under de båda åren i februari - mars. Under denna period var nederbörden mycket större under 1990 än under 1985. Detta kan illustreras med vattenföringen i Svedån i Habo kommun. För de tre månaderna januari, februari och mars var vattenföringen under 1990 respektive 1,6, 3,1 och 1,9 gånger högre än under 1985. Detta kan förklara den något surare situationen 1990, då perioder med mycket regnvatten ger surare förhållanden.

## Kalkning

På 1950-talet undersöktes en del sjöar på Hökensås för att utröna om dessa var lämpliga för utplantering av ädelfisk för sportfiske. Utplantering skedde av bl a regnbåge och amerikansk bäckröding. Tillväxten var dålig i sjöarna och i en del sjöar "försvann" fisken helt. Bruno Berzins vid Lunds universitet gjorde 1959 försök att kalka dessa sjöar. Han konstaterade att kalkningen gav positiva effekter på fisktillväxten. Berzins trodde att sjöarnas låga pH innan kalkning berodde på naturligt bildad kolsyra, vid nedbrytning av organiskt material, och av humussyror. Idag vet vi att det framför allt var surt nedfall från luft och nederbörd som var orsaken till detta.

13 av Vätterbäckarna i Skaraborgs län kalkas. Domneån kalkas av Jönköpings län och övriga av Skaraborgs län. Kalkning sker också i Hökessjön, men kalkningen är inte avsedd att ge nedströms effekt i den naturligt välbuffrade Hökesån.



**Figur 2.**  
 Områden med försurade sjöar  $\geq 1$  ha och Vätternbäckar med alkalinitet  $\leq 0,05$  mekv/l i februari - mars 1990. Bäckar som kalkas anges med K.

**TECKENFÖRKLARING**

- gräns för Vätterns avrinningsområde
- - - - - delavrinningsområde ("Vätternbäckar")
- — — — kommungräns
- väg 49 och 195

0 10 20 30 km  
 Skala 1:250 000

Länsstyrelsen i Skaraborgs län  
 Miljöförvaltningsenheten  
 Översiktsskarta



Kalkning har skett kontinuerligt på Hökensås sen 1981. I Karlsborgs kommun startade de första kalkningarna 1983 i Djäknebäcken, Sågarebäcken och Tingsjöbäcken i . Många av bäckarna har en naturlig motståndskraft mot försurning och klarar sig utan kalkning. Den fortgående försurningen har medfört att fler och fler bäckar, trots viss buffertförmåga, inte har klarat av att neutralisera det sura nedfallet. Kalkningar har fått sättas in och det senaste fallet var Knipån. Här skedde kalkning för första gången under 1991.

Vid de första kalkningarna valdes att kalka med doserare och/eller uppströms sjöar. Vid utvärderingen och revideringen av kalkningsverksamheten 1990/91 ändrades kalkningsstrategierna för flera av bäckarna. I de avrinningsområden med få eller inga sjöar valdes våtmarkskalkning istället för doserare. Skötseln av doserarna hade länge varit ett problem och kortare driftsstopp hade ofta inträffat. I de bäckar som saknar sjöar blir effekten allvarlig, då sjöarna fungerar som en buffert. Vid våtmarkskalkning utjämnas kalkverkan och pH hålls vid en mer konstant nivå. Våtmarkskalkningar genomförs främst i Habo kommun och sjökalkningar i Karlsborgs kommun.

Hösten 1991 genomfördes på uppdrag av Länsstyrelsen en elfiske- och en bottenfaunaundersökning i kalkade Vätterbäckar. Syftet var att undersöka effekten av genomförda kalkningar samt bedöma bäckarnas försurnings- och föroreningsstatus. Undersökningarna genomfördes innan kalkningar enligt den nya kalkningsplanen hade genomförts. Syftet är också att genomföra motsvarande undersökningar 1994 och bedöma effekten av de nya kalkningsstrategierna.

Resultaten av undersökningarna visar att 5 - 7 av 14 undersökta vattendrag har lindriga till klara försurningsskador. Hökesån visar skador på öring och bottenfauna, vilka ej är orsakade av försurning. Troligt är att i Hökesån påverkas öring och bottenfauna av reglering och av Habo reningsverk. I Knipån är öringbeståndet sannolikt påverkat av reglering.

Vid elfisket konstaterades glädjande att samtliga vattendrag hade öring. I övrigt fångades bl a bäck- och flodnejonöga, amerikansk bäckröding, gärs, lake och elritsa. I flertalet av bäckarna var tätheten av öring tämligen hög - mycket hög. Jämfört med tidigare undersökningar är öringbeståndet i flertalet vattendrag oförändrat. I Igelbäcken, Sågarebäcken, Granviksån och Hornån är dock resultaten bättre under 1991. Detta bör vara, förutom i Igelbäcken som ej är kalkad tidigare, resultat av genomförda kalkinsatser.

Vid jämförelse med tidigare undersökningar visar det sig att bottenfaunan är något bättre under 1991 och detta beror troligtvis på genomförda kalkningar och ev av de senaste årens milda vintrar. Bottenfauna, dvs bottenlevande smådjur, utgör föda för bl a fisk och tillgången i Vätterbäckarna var god.

1987 genomförde dåvarande Fiskeristyrelsens utredningskontor i Jönköping en inventering av lekområden för harr i Vätterns tillflöden. Harrlek påträffades i 12 Vätterbäckar varav Domneån, Knipån, Hornån, Gagnån, Svedån, Rödån, Holmån, Skämmingsforsån, Hjällöbäcken och Hjoån i Skaraborgs län.

## Framtidsutsikter

Fler Vätterbäckar kommer i framtiden att bli försurade. Enligt Naturvårdsverkets prognos i Monitor 12 (SNV Informerar, 1991) kommer sjöar och vattendrag i Sverige att bli surare. Nedfallet av försurande ämnen har inte minskat. Marken är "mättad" på försurande ämnen och klarar inte längre att buffra dessa ämnen. Ca 5 - 7 Vätterbäckar klarar idag att naturligt buffra surstötter men kommer troligtvis i framtiden att behövas kalkas. Med den ökande försumingen i mark och vatten följer en ökad urlakning av metaller. Troligt är att metallhalterna i Vätterbäckarna kommer att stiga.

Utnyttjande av bäckarna för elkraftsproduktion styrs av konjunkturer, energiskatt m m. Därför är det omöjligt att kunna ge en prognos vad gäller vattenkraftsutnyttjande i bäckarna.

Undanröjande av vandringshinder för fisk har gjorts i några bäckar och planeras för 3 kalkade bäckar under 1991/92. Planer finns att söka ytterligare medel för sk biologisk återställning av kalkade vatten. Syftet är att underlätta harrens och vätteröringens reproduktion och uppväxt i bäckarna.

Mycket görs för att bevara Vätterbäckarnas unika naturvärden och betydelse för fritids- och yrkesfisket. Men trots stora insatser i form av kalkningar och biotopvård hotas bäckarnas naturvärden ändå i en del bäckar. Påverkan från vattenreglering och bevattningsuttag är så stor att fisk och bottenfauna störs allvarligt i några vattendrag. Insatser måste göras för att minska vattenregleringens påverkan på vattenorganismerna. Positiva effekter av kalkningar och biotopvård kommer i annat fall inte att kunna registreras, därför att dessa överskuggas av vattenregleringens negativa effekter. En översyn av bevattningsuttagens miljökonsekvenser behöver göras.

## Litteratur

Fiskeristyrelsens utredningskontor i Jönköping, 1987; Inventering av lekområden för harr i Vätterns tillflöden.

Länsstyrelsen i Skaraborgs län, 1991; Elfiskeundersökningar 1991 i tillrinningsbäckar till Vättern i Skaraborgs län. LSTY/R/M--92/2--SE.

Länsstyrelsen i Skaraborgs län, 1991; Försurningssituationen i några Vätterbäckar. En studie av bottenfauna 1991. LSTY/R/M--92/3--SE.

Länsstyrelsen i Skaraborgs län, 1991; Vätterbäckar i Skaraborgs län. Natur- och miljöförhållanden. LSTY/R/M--91/13--SE.

Naturvårdsverket, 1991; Försurning och kalkning av svenska vatten. Monitor 12. Naturvårdsverket informerar, 1991.

## Forsviksån - Udenområdet

*Agneta Christensen, Länsstyrelsen i Skaraborgs län*

### Allmän beskrivning

Forsviksåns avrinningsområde är ca 820 km<sup>2</sup>.

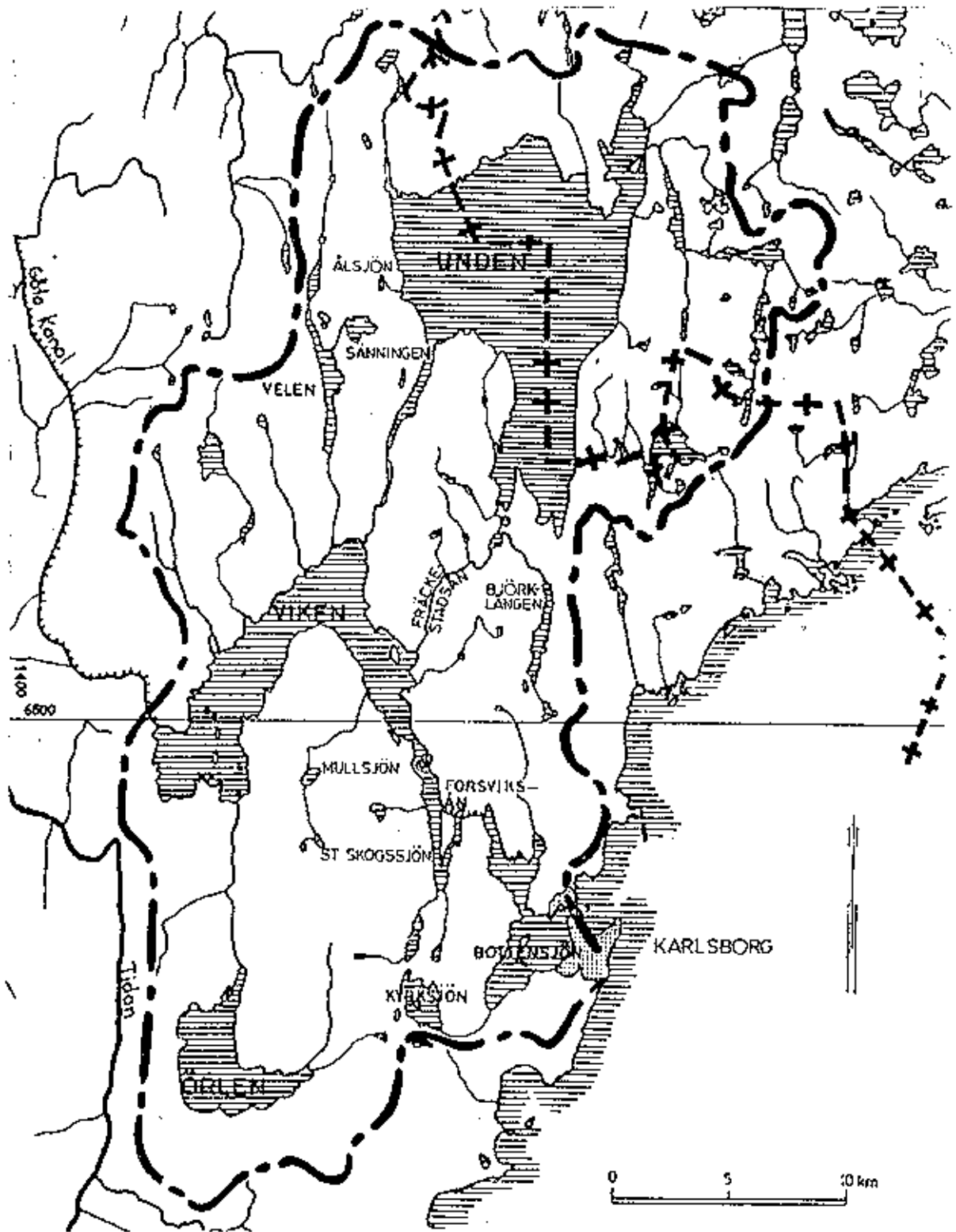
I avrinningsområdet ingår de stora sjöarna Uden, Viken, Örlen och Kyrksjön. Dessa fyra har en sammanlagd sjöyta av 161 km<sup>2</sup>. Stora delar av området är av riksintresse för friluftsliv och sjöarna har stor betydelse för fritidsfisket.

Undens och Velens avrinningsområden är av riksintresse för naturvård och vetenskaplig naturvård. Här utgörs berggrunden av en starkt sönderskuren urbergsplatå. Området är mycket kuperat med höjder och dalar i nord-sydlig riktning. Barrskog täcker det mesta av Tiveden och rester av en gammal odlingsbygd finns. Söder om Uden finns en referenssjö för uppföljning av försurningssituationen i landet. Sydost om Uden finns Tivedens nationalpark. Undens och Velens avrinningsområden är sk § 8 - område dvs det råder förbud mot all form av avloppsvattenutsläpp och uppläggning av avfall.

Bottensjön omges av hållmarkstallskog i väster. Söder och öster om sjön finns åkermark och tätortsbebyggelse. Väster om Bottensjön finns ett område som är av riksintresse för naturvård främst pga geologiska värden. Bottensjön påverkas av utsläpp från bl a Karlsborgs avloppsreningsverk, jordbruk och dagvatten från Karlsborg. Sjön Viken omges av barrskogar med lövinslag. En del myrmarker finns söder om sjön. Områden med odlad mark finns i mindre omfattning. Genom Viken och Bottensjön går Göta kanal och området är av riksintresse för friluftsliv.

Runt Kyrksjön finns mäktiga isälvsavlagringar och de utgörs av höga kullar. Här finns många dödisgropar och området har stora geovetenskapliga och landskapsmässiga värden. Barrskog dominerar vegetationen. Vid sjöns sydöstra strand finns Mölltorps samhälle. Väster om Kyrksjön finns sjön Örlen. Här är landskapet delvis

kuperat och består av åkrar och ängsmarker, barr- och lövskog.



Figur 1. Forsviksåns avrinningsområde. Läns- och avrinningsområdets gräns är markerade i figuren.

Kalkning sker i fyra projekt i området och det är Undens, Velens, Fräckestadsåns och Mullsjö - St Skogssjöns projekt. Karta över Forsviksåns avrinningsområde visas i figur 1.

## Kalkning

### Velen mfl

I kalkningsprojektet ingår Ålsjön, Sänningen och Velen. De tre sjöarna ligger i skogsrika trakter och ingår i Unden - Velenområdet, vilket är av riksintresse för naturvård. Området utgör även riksintresse för den vetenskapliga naturvården. De tre sjöarna är viktiga för fritidsfisket och ingår i Velens fiskevårdsområdesförening. I Sänningen finns bestånd av flodkräfta. Velen var svartlistad m a p kvicksilver i fisk.

Första kalkningen gjordes 1977 i Ålsjön. Ålsjön är sjökalkad även 1984 och från och med 1984 kalkas sjön med doserare 800 m uppströms sjön. Velen ligger nedströms Ålsjön och doseraren ger effekt även i denna sjö. Sänningen sjökalkas från och med 1980.

Doseraren var en pilotanläggning då den startades 1984 av SMHI. Den placerades i närheten av SMHI:s vattenförings- och nederbördsstation, där mätningar gjorts sen 60 - talet. Det är en eldriven slurrydosare med automatisk dosering, vilken tar hänsyn till vattenföring och pH. Man mätte pH uppströms och nedströms doseraren. pH, vattenföring och kalkdosering registrerades av en dator, som via telenätet kunde kontrolleras av SMHI och Töreboda kommun. Numera sköts doseraren av Töreboda kommun och doseringen sköts i stort sett manuellt, med hänsyn till vattenföring. Kalkningen har fungerat mycket bra. pH i mitten av Velen har de senaste tio åren varit över 6,0. Det samma gäller för Sänningen.

### Fräckestadsån

Kalkningsprojektet Fräckestadsån finns mellan Viken och Unden. Sjöarna Stora och Lilla Valsjöarna, Lilla Karsjön, Lillesjön och Stora Karsjön rinner via Lumån, som övergår i Fräckestadsån, till Viken. Från Lillesjön har ett

ca 500 m långt dike grävts till Unden. Tidvis får Lillesjön vatten från Unden. Till vattensystemet ansluter den stora sjön Björklången, men denna ingår ej i kalkningsprojektet eftersom den har bra pH.

Området är livligt frekventerat av friluftsliv och fritidsfiske. Sjöarna ingår i Fräckestadsåns fiskevårdsområdesförening. I vattensystemet finns bestånd av flodkräfta. Stora Valsjön var svartlistad m a p kvicksilver i fisk.

Projektet startade 1987 och sjökalkningar gjordes i Stora och Lilla Valsjöarna, Lillesjön och Tingsjön. Efter omarbetande av kalkningsplanen kommer sjökalkning att ske i St Valsjön och Tingsjön. Kalkningarna beräknas ge tillräcklig effekt i nedströms sjöar. pH har sen kalkningen startade varit över 6,0 och således tillfredsställande.

### **Mullsjön - St Skogssjön**

Mullsjön och St Skogssjön är två sjöar på 53 och 14 ha belägna söder om Viken. St Skogssjön rinner till Mullsjön, som i sin tur rinner ut till Viken.

I sjöarna bedrivs omfattande fritidsfiske och de är viktiga för friluftslivet. Mullsjön är också badsjö. Mullsjön och St Skogssjön var svartlistade m a p kvicksilver i fisk. Sjöarna är grunda och har mycket korta omsättningstider, 0,1 - 0,2 år. I avrinningsområdet finns många myrmarker och detta förklarar sjöarnas höga humushalter. Sjöarna är dock inte naturligt sura, då de tidigare haft livskraftiga bestånd av abborre, gädda och mört. Fiskbestånden har minskat och reproduktionen är försämrad. Sjöarna är i stort behov av effektiva kalkningar för att återställa vattenkvaliteten.

Kalkningsverksamheten började 1986 med sjökalkningar i sjöarna. Samtidigt installerades en doserare uppströms Mullsjön. Doseraren var igång t o m 1991. Doseraren påverkade endast Mullsjöns vattenkvalitet och i den nya detaljplanen 1992 beslöts att kalka våtmarker uppströms St Skogssjön. I Mullsjön finns lite naturlig buffertförmåga men däremot inte i St Skogssjön. Kalkresurserna behövs därför fr a i den senare sjön. Pga sjöarnas korta omsättningstid valdes våtmarkskalkning.

# FÖRSURNINGSSITUATIONEN I NÅGRA VÄTTERBÄCKAR, I SKARABORGS LÄN

*Pär-Erik Lingdell och Eva Engblom, Limnodata HB*

## Inledning

Följande avsnitt är ett kort utdrag ( delar av inledning och sammanfattning) ur rapporten "Försurningssituationen i några Vätternbäckar" - En studie av bottenfauna oktober 1991. Rapporten har utarbetats på uppdrag av, och kan beställas från länsstyrelsen i Skaraborgs län .

Syftet med rapporten är att beskriva den biologiska försurnings- och föroreningsstatusen i ett flertal av de bäckar som inom länet rinner till Vättern. Länsstyrelsen har under 1990/91 tagit fram en ny kalkningsplan för länet. Kalkningsstrategin för ett flertal av Vätternbäckarna kommer att förändras bl a genom ökad andel våtmarkskalkning.

Bottenfaunaundersökningen gjordes innan kalkningar med den nya strategin hade påbörjats. Avsikten är att om några år upprepa undersökningen för att se effekterna av den nya kalkningsstrategin. Ett annat syfte är att studera trender i de biologiska försurningsskadornas utveckling genom jämförelser med tidigare undersökningar samt att studera biologiska effekter av studerade kalkningar.

## Varför bottenfauna undersökningar ?

De sista 10 åren har det blivit allt vanligare att kartlägga försurning och förorening med biologiska metoder. Dessa bygger på att olika arter av vattenlevande smådjur, den så kallade bottenfaunan, tål olika mycket. Några arter är allmänt förekommande i gravt förorenade vatten där andra i stort sett ögonblickligen dör. Vissa arter tål långvariga pH-värden under 4 medan andra tar skada av kort tids vistelse i pH under 6. Genom att artbestämna bottenfaunan på en aktuell plats kan man således med utgångspunkt från arternas pH-krav bedöma platsens försurningsstatus.



Det som är utmärkande för bottenfaunans artsammansättning är att den ger ett en summering av vattnets kemisk-/fysikaliska kvalitet bakåt i tiden. Detta är en stor fördel då vattnets kemisk-/fysikaliska egenskaper varierar i det närmaste kontinuerligt och därför kräver i det närmaste kontinuerliga mätningar för att de sämsta förhållandena skall kunna registreras. pH kan i ett och samma vatten variera från 7 vid normal till 4 vid högvattenflöde, vilket innebär att vattnet då blir 1000 gånger surare.

Bottenfaunan ger också en bedömning vad gäller ett vattens förmåga att hysa ett normalt fågel- och fiskliv då bottenfaunan utgör föda för många fåglar och fiskar. Många av våra vattenlevande smådjur är klassificerade som hotade och skyddsvärda enär de har minskat pga försurning och föroreningar. Bottenfauna ger också en bild av vilka vatten som har ett högt naturvärde och som är särskilt skyddsvärda.

## Vätternbäckar i Skaraborgs län

Flera av de vatten som avhandlas i den här rapporten har tidigare redovisats i Engblom och Lingdell 1986. Av Engblom och Lingdell 1986 framgår att vattenkvaliteten i Vätternbäckarna varierat inom vida gränser från extremt förorenade, sura till mycket rena eller oförsurade. Vad gäller försurningsskador är Vätternbäckarna mycket svåra att klassificera på ett riktigt sätt. Det beror på att små kalkrika källpartier är vanliga. Vid sådana källor kan försurningskänsliga arter överleva under sura högvattenflöden. Det innebär att trots att man med en pH-mätare registrerat tex pH 4 kan biologin ha klarat sig på grund av kalkrika utströmningsområden med pH runt 7. Samtidigt kan faunan ha slagits ut i en bäck där lägsta pH enligt mätaren varit 5 enär kalkrika utströmningsområden saknats.

Vätternbäckarna hyser en unik biologi, som det är av riksintresse att bevara. Vår förhoppning är att den här rapporten kan hjälpa till därvidlag genom att ge ett så rättvisande faktaunderlag som möjligt till kommande kalkningsplaneringar och naturvärdesbedömningar.

## Sammanfattning

Syftet med rapporten är att via de vattenlevande smådjurens skilda känsligheter för surt och förorenat vatten beskriva försurnings- och föroreningssituationen i 14 bäckar längs Vätterns västra strand utifrån undersökningar utförda åren 1984-1991. Ett annat syfte är att diskutera bäckarnas naturskyddsvärden. Länsstyrelsen har tagit fram nya kalkningsstrategier som innebär en ökad andel våtmarkskalkning. Avsikten är att om några år upprepa undersökningen för att se effekterna av de nya kalkningsstrategierna.

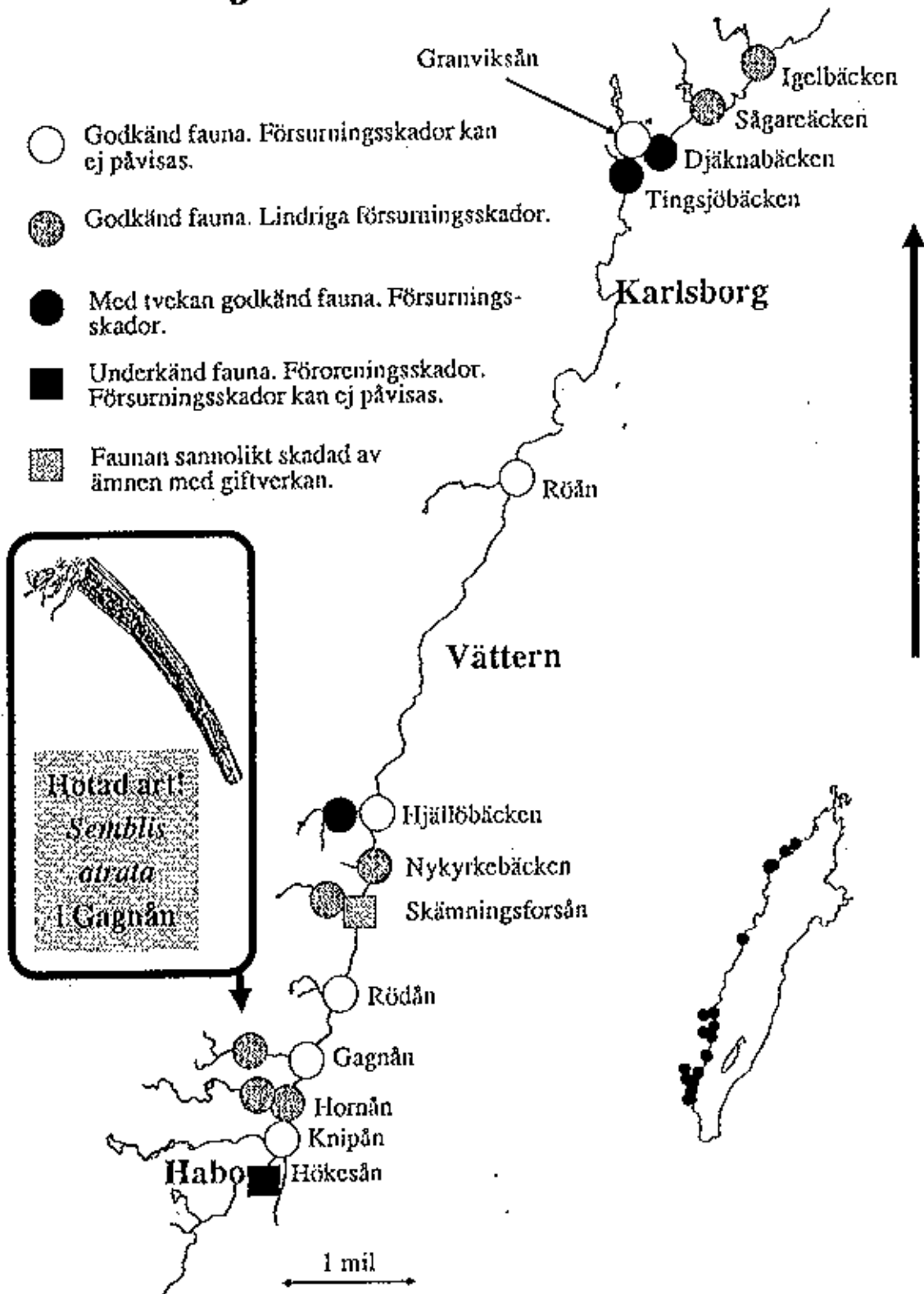
Materialet till den här rapporten härrör huvudsakligen från en bottenfaunaundersökning utförd i mitten av oktober 1991. Vid var och en av bäckarna samlades bottenfauna in med en hushållssil från 30 provytor om ca 0,2 m<sup>2</sup>. Insamlade djur artbestämdes under mikroskop varvid antalet individer beräknades och olika försurnings- och föroreningsindex åsattes de olika arterna. Dessa index, som anger de olika arternas tolerans gentemot surt och förorenat vatten, användes sedan för att beräkna den biologiska försurnings- och föroreningsstatusen i bäckarna. Vi kom fram till följande resultat.

Totalt påträffades ca 35 000 djur fördelade på 116 olika djurformer. Antalet djurformer i bäckarna varierade mellan 20 och 40 med ett medeltal på 30, vilket är godkänt, liksom individantalet som varierade från 526 till 3726 med ett medeltal på 1869. Faunans mångformighet och föroreningsstatus var låg. Det beror dock inte på förorening utan på riklig förekomst av fjädermyggslarver, vilka normalt används som föroreningsindikatorer, men som i detta fall mest innehöll renvattenformer. Vid mer än hälften av bäckarna var faunan lindrigt försurnings- och, vid två bäckar, föroreningsskadade. Vid 3 bäckar var försurningskadorna relativt svåra. Samtliga funktionella grupper (dvs rovdjur, detritusätare osv) var likväl representerade vid samtliga bäckar, vilket indikerar att nedbrytningen av löv mm upp till bildandet av snäckor, insektslarver osv fungerat tillfredsställande. Kräftdjur, dagsländor och nattsländor hörde till de individrikaste djurgrupperna, vilket visar att bäckarna hyste en god potential att fungera som reproduktionsområden för öring

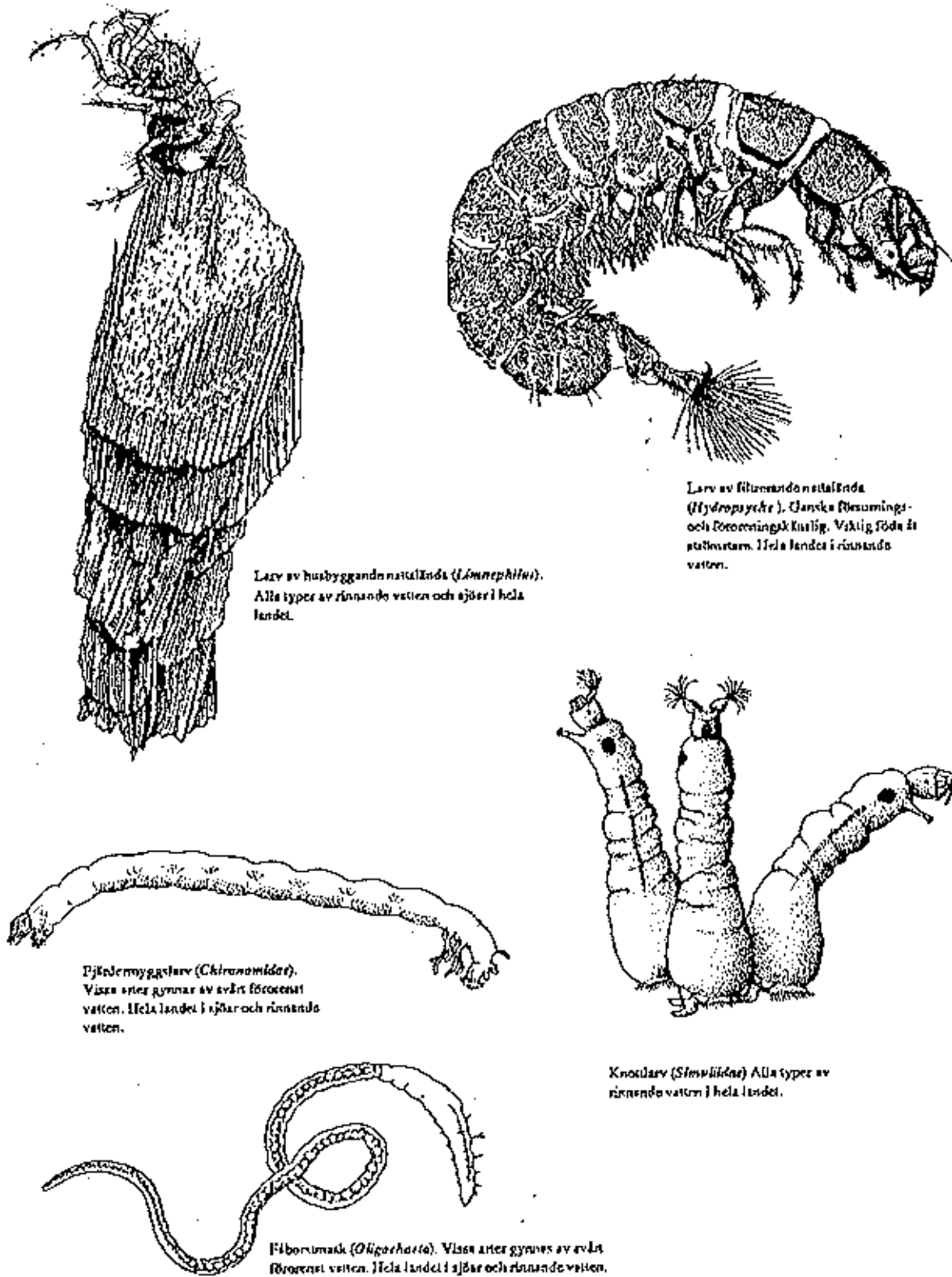
och strömstare. Minst 7 av de djurformer som påträffades hör till de allmänt skyddsvärda och en art, nattsländan *Semblis atrata* i Gagnåns vattensystem, har av naturvårdsverket klassificerats som hotad. Vätternbäckarna kan som grupp anses ha ett högt skyddsvärde.

Jämfört med tiden 1984 till 1990 synes faunan i Vätternbäckarna i snitt ha förbättrats något under 1991, vilket torde bero dels på utförda kalkningar och förbättringar av driften vid Habo reningsverk men också på de senaste årens milda vintrar. Vi finner det angeläget att nuvarande kalkningsverksamhet förbättras och utökas, framförallt vid Gagnån. Med den kunskap vi nu har synes det samlade naturvärdet vara högst vid denna å samtidigt som det finns tecken på att effekten av utförda håller på att avta i Gagnån.

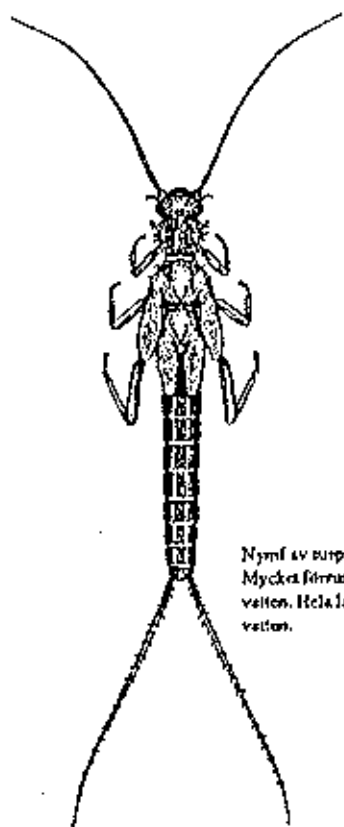
# Vattenmiljö-översikt



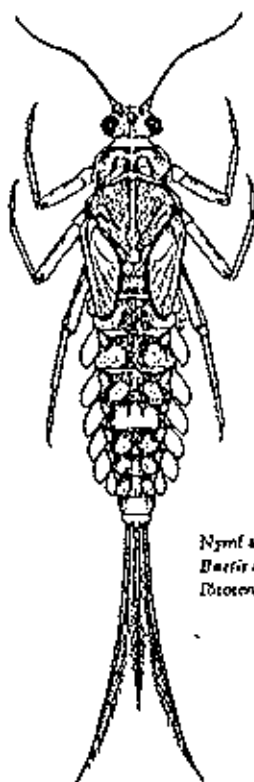
Figur 1. Den biologiska försurnings- och föroreningsstatusen i de undersökta Vätternbäckarna.



Figur 2. Figuren illustrerar de fem vanligaste djurtyperna i Vätternbäckarna.



Nymf av surplingo (Bäckslända: *Laetia*). Mycket föroreningskänslig. Kräver ganska rent vatten. Hela landet huvudsakligen i rinnande vatten.



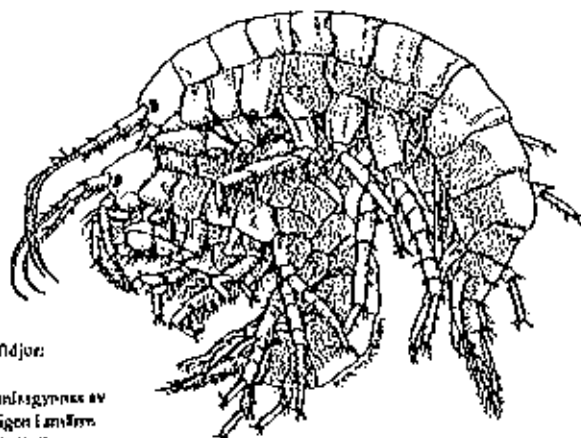
Nymf av vanlig åringnatellända (Daggslända: *Damula rhodana*). Ganska förorenings- och föroreningskänslig. Hela landet i rinnande vatten.



Sövsittensgräsugga (Kärlslända: *Aeschna aquaticus*). Mycket föroreningskänslig, gynnas av kraftigt förorenat vatten. Rinnande vatten och sjöar i hela landet utom fjällkedjan.



Larv av renvittensbjörge (Skalbagge: *Limnia solchmanii*). Förorenings- och föroreningskänslig. Hela landet utom fjällkedjan.

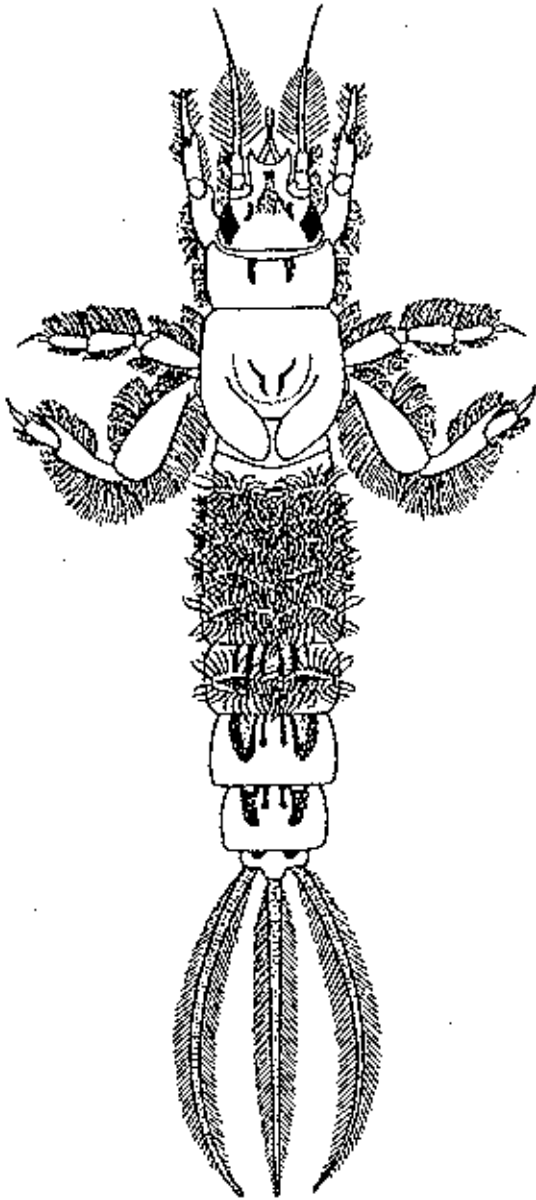


Sydlig odervattensmärla (Kärlslända: *Gammarus pulex*). Mycket föroreningskänslig, till men inte gynnas av förorenat vatten. Huvudsakligen i smala bäcker inom sådana Sveriges kalkrika marker.

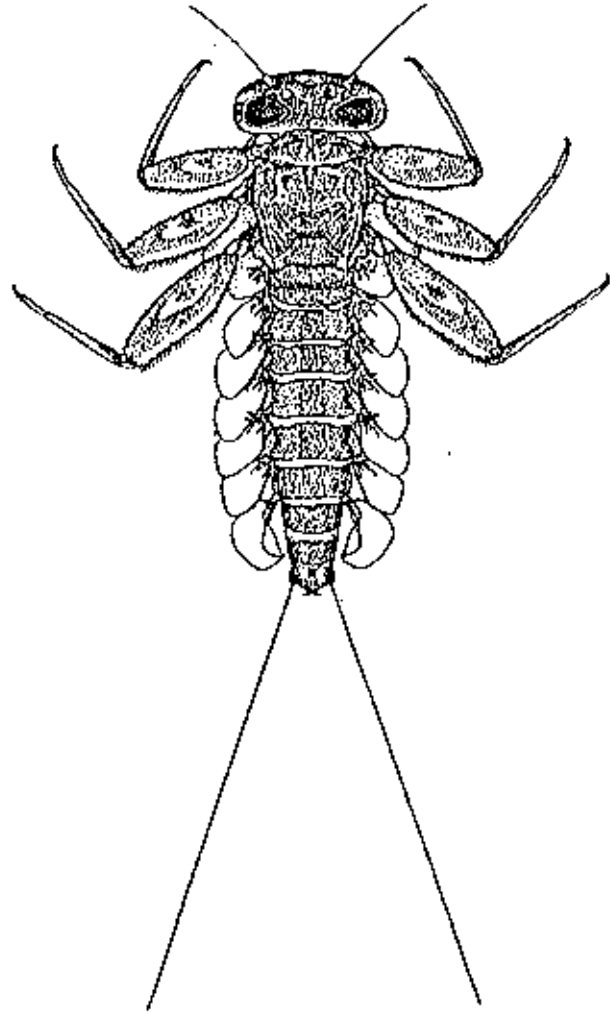


Årtussla (*Psidium*). Alla typer av rinnande vatten och sjöar i hela landet. Flest arter med skilda känsligheter för surt och förorenat vatten.

Figur 3. Några karaktärsarter i Vätternbäckarna.



Nymf av brandslända (Dagglända: *Ephemera danica*)  
 Mycket fösumningskraftig och kräver ganska rent vatten.  
 Orävarde art. I hela landet i rinnande vatten.  
 Sällsynt i fjällströmena.



Nymf av fossilända (Dagglända: *Rhyacoptera*). Troligen ganska  
 fösumningskraftig och renvattenkrävande. Sällsynt i östra landets rinnande  
 vatten.

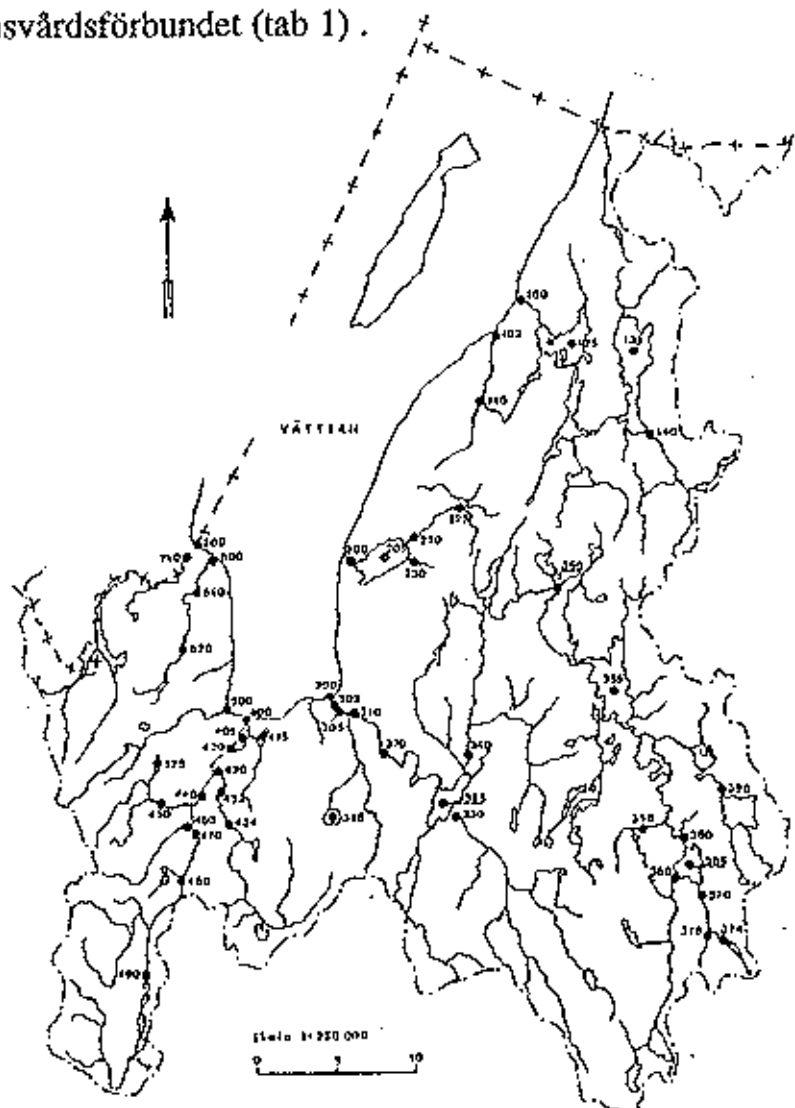
**Figur 4.** Några allmänt skyddsvärda arter som finns i några av Vätternbäckarna.

# Recipientkontroll i Vätterns tillflöden inom Jönköpings län.

Bernhard Jaldemark, Länsstyrelsen Jönköping

## Inledning

Vätterns tillflöden inom Jönköpings län (fig 1) omfattar 7 åar av varierande storlek (tab 1). Området är beläget i fyra kommuner, Aneby, Jönköping, Nässjö samt till en mindre del även i Vaggeryds kommun. Sedan 1977 finns ett samordnat recipientkontrollprogram för Vätterns tillflöden. I åarnas mynningspunkter finns dessutom stationer som drivs av PMK respektive Vätternsvårdsförbundet (tab 1).



Figur 1. Vätterns tillflöden inom Jönköpings län med recipientkontrollstationer fr o m 1992.



Det samordnade recipientkontrollprogrammet reviderades under 1991 och ett nytt program gäller fr o m 1 januari 1992.

Namn	Yta avr.omr	Provtagningsfrekvens
Huskvarnaån	661,7 km <sup>2</sup>	12 ggr/år (PMK)
Tabergsåån	219,9 km <sup>2</sup>	12 ggr/år (PMK)
Röttleån <sup>1)</sup>	215,2 km <sup>2</sup>	12 ggr/år (PMK)
Domneån	59,4 km <sup>2</sup> (varav 19,4 km <sup>2</sup> i R-län)	12 ggr/år (PMK)
Edeskvarnaån	54,2 km <sup>2</sup>	6 ggr/år (VVF)
Lillån	35,1 km <sup>2</sup>	6 ggr/år (VVF)
Dunkehallaån	24,9 km <sup>2</sup>	6 ggr/år (VVF)

Tabell 1. Avrinningsområdets storlek på de större åarna inom Vätterns tillflöden samt provtagningsfrekvens för PMK- resp. VVF-stationerna i åarnas mynningspunkter.

1) Röttleåsystemet har två utlopp, dels det gamla som avvattnar 48 km<sup>2</sup> och får ett visst vattenflöde från Bunn, dels det som går från Bunn via Gränna kraftverk 167 km<sup>2</sup>. En PMK-station finns vid vardera utloppet.

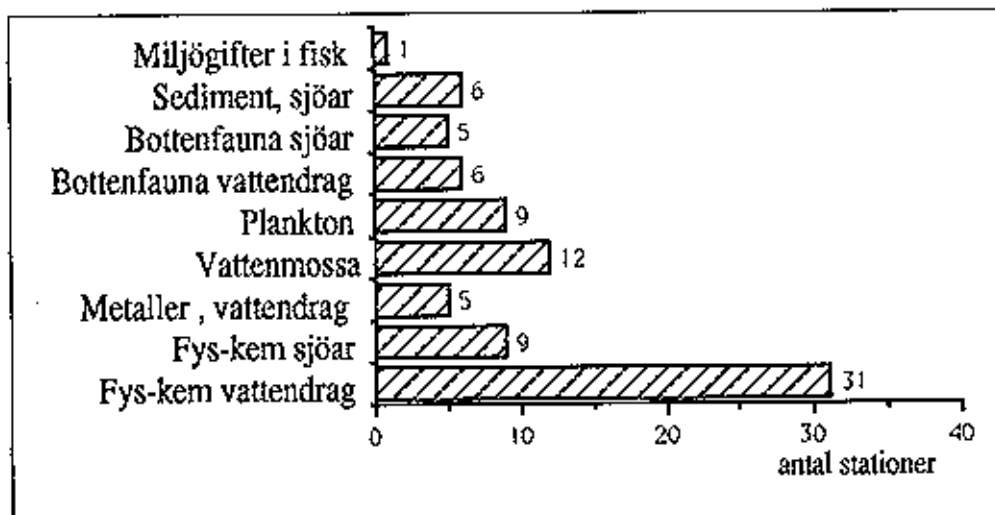
## Nytt samordnat recipientkontrollprogram

T. o. m. 1991 har provtagning och analyser utförts av respektive kommun. Provtagningsfrekvensen i rinnande vatten har varierat mellan 2 och 6 gånger/år vilket medfört vissa svårigheter vid jämförelse mellan de olika stationerna. Vidare har ingen ordentlig

- Provtagning och analyser görs av en konsult/laboratorium.
- Mätfrekvensen för fys-kem provtagningar har utökats till min. 6 ggr/år.
- Utökat metallprogram; analyser av metaller i vatten görs vid flera av åarnas mynningspunkter 6 ggr/år. Vattenmossaanalyser förekommer nedströms kända metallutsläpp (ex ytbehandlingsindustrier och ARV).
- Utökad undersökningar av sjöar med biologiska parametrar (plankton, bottenfauna) och sedimentundersökningar.
- Bottenfaunaundersökning i rinnande vatten.
- Miljögiftsundersökningar i Munksjön.
- Förbättrad rapportering och utvärdering.

Tabell 2. Innehållet i det nya recipientkontrollprogrammet samt de förändringar som gjorts av föregående program.

utvärdering av recipientkontrollen gjorts sedan starten 1977. En utvärdering och revidering av programmet var därför nödvändig. Innehållet i det nya programmet framgår av tabell 2. Omfattningen av de olika delmomenten i kontrollprogrammet framgår av



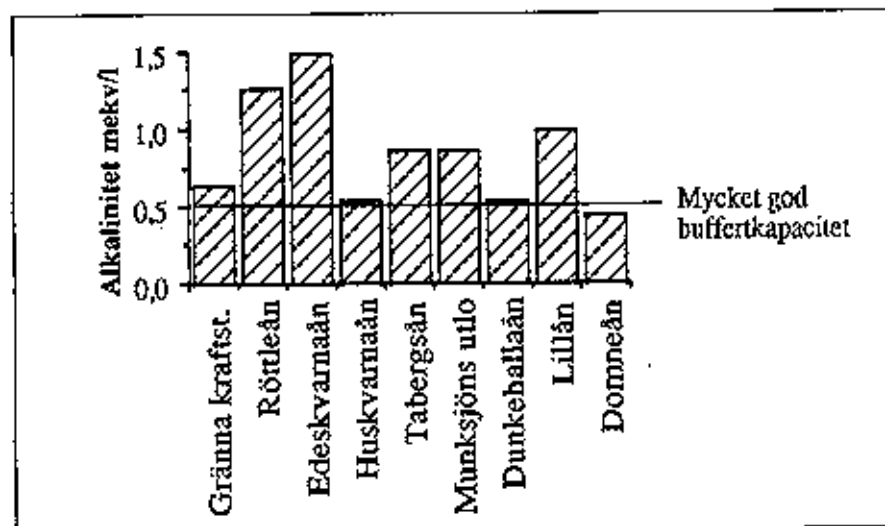
Figur 2. Omfattningen av de olika delmomenten i den samordnade recipientkontrollprogrammet för Vätterns tillflöden.

figur 2. Följande sammanställning redovisar resultat från mätningarna i vattendragen till Vättern. Mätvärdena är om inte annat anges treårsmedelvärden för åren 1988-90.

## Resultat av fys-kemundersökningar 1988-90

### Alkalinitet

Samtliga åar förutom Domneån har en mycket god buffertkapacitet (fig 3). Alkaliniteten i Domneån är dock relativt hög och det

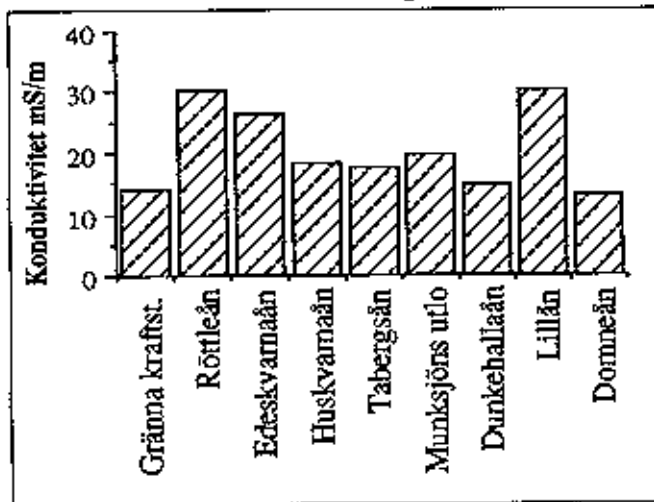


Figur 3. Alkalinitet i Vätterns tillflöden. Medelvärde för åren 1988-90.

lägre värdet jämfört med övriga åar kan bero på den stora andelen myrområde (34,7%) inom avrinningsområdet. Delar av Huskvarnaåns och Tabergsåns övre avrinningsområden är försurningspåverkade och kalkningsåtgärder förekommer. Röttleån och Edeskvarnaån har en mycket hög alkalinitet. Åarna är belägna i ett område med kalkrika jordar och stor andel odlad jord.

### Konduktivitet

Konduktiviteten varierar mellan de olika åarna (fig 4). Högst konduktivitet har de näringsrika åarna Röttleån, Edeskvarnaån

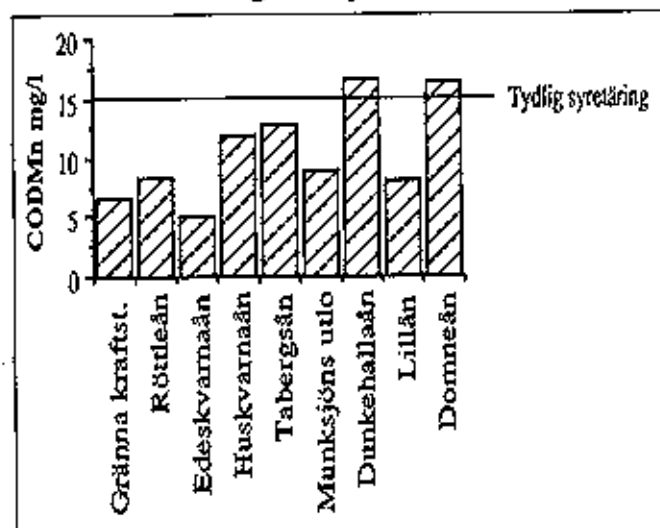


och Lillån, medan åarna med en hög sjö- och myrandel har lägst konduktivitet (Gränna kraftstation, Domneån).

Figur 4. Konduktivitet i Vätterns tillflöden. Medelvärde för åren 1988-90.

### Syretärande ämnen (CODMn)

Högst halt syretärande ämnen (fig 5) har de humusrika åarna Domneån och Dunkehallaån. Även Tabergsån och Huskvarnaån uppvisar relativt höga COD-värden. Anmärkningsvärd är den minskande mängden syretärande ämnen mellan Tabergsån och



Munksjöns utlopp. Huvuddelen av den tillförda mängden organiskt material sedimenterar troligtvis i Munksjön.

Figur 5. CODMn i Vätterns tillflöden. Medelvärde för åren 1988-90.

**Totalfosfor**

Totalfosforhalterna är mycket höga i 5 av åarna (fig 6). Högst är halterna i Edeskvarnaån (117 µg/l). Endast vattnet via Gränna kraftverk har halter som kan klassas som måttligt höga (16 µg/l).

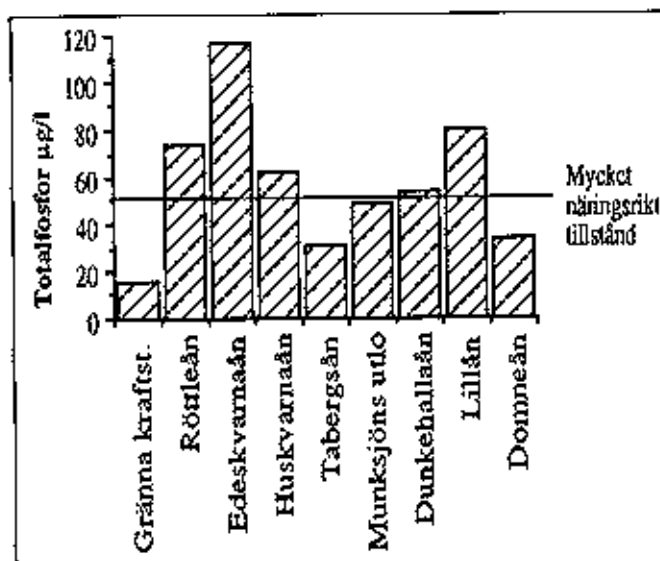
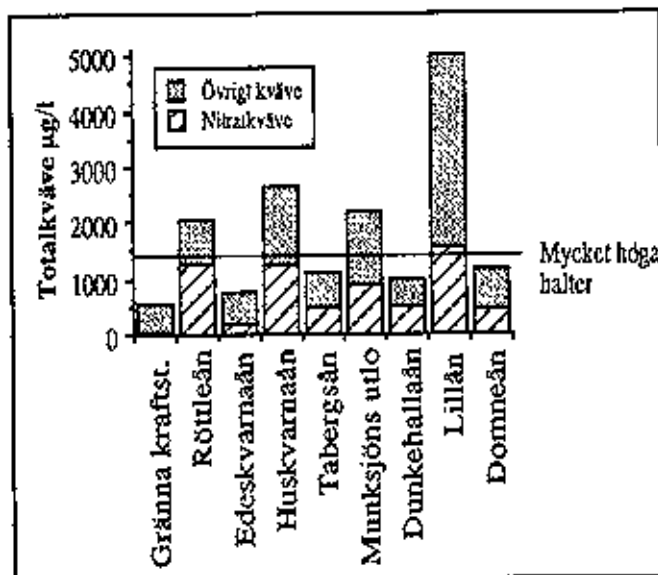


Fig 6. Totalfosfor i Vätterns tillflöden. Medelvärde för åren 1988-90.

**Totalkväve**

Totalkvävehalterna är mycket höga i 4 av åarna (fig 7). 3 av åarna har höga halter. Högst är halterna i Lillån (5028 µg/l) medan vattnet via Gränna kraftverk har lägst (528 µg/l) kvävehalter. Den låga kvävehalten i Edeskvarnaån kan förklaras av en hög kväveretention i Landsjön. Höga nitrathalter förekommer

fr. a. i åarna med påverkan från reningsverk och jordbruksmark.



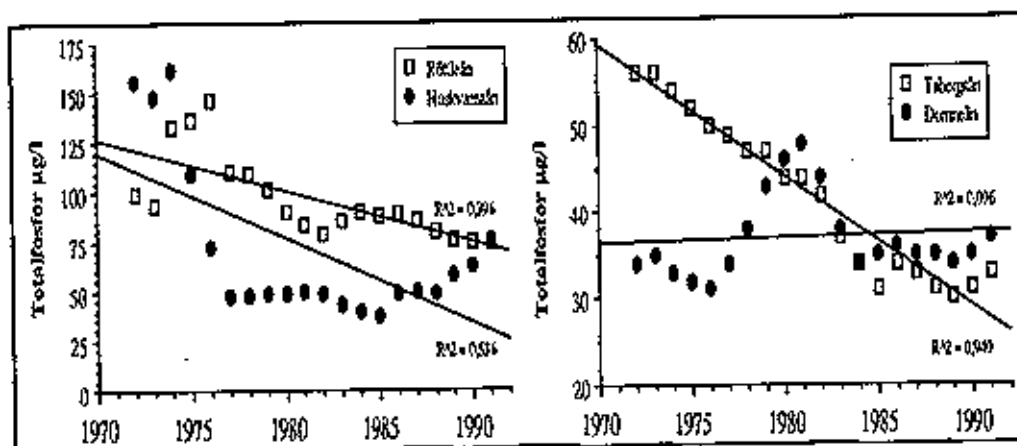
Figur 7. Totalkväve i Vätterns tillflöden. Medelvärde för åren 1988-90.

## Totalfosfor- och totalkvävehalter 1970-91.

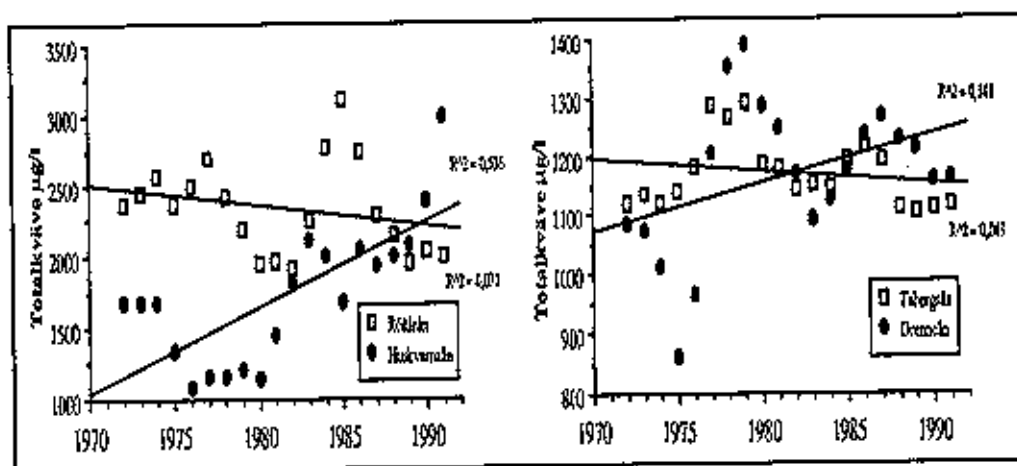
Kontinuerliga provtagningar (12 ggr/år) har förekommit i flera av Vätterns tillflöden sedan 1970. Treårsmedelvärden för totalfosfor och totalkväve för fyra år redovisas i fig 8 och 9. Resultatet för respektive år kommenteras i text nedan.

### Röttleån

Fosforhalterna har minskat sedan mitten av 1970-talet och uppgår under senare år till ca 75  $\mu\text{g/l}$  räknat som treårsmedelvärde. Även halterna av kväve har en tendens till att minska, även om denna inte är lika tydlig. En kraftig uppgång av kvävehalterna



Figur 8. Treårsmedelvärden för totalfosforhalterna under åren 1970-91 i fyra av Vätterns tillflöden, Jönköpings län.



Figur 9. Treårsmedelvärden för totalkvävehalterna under åren 1970-91 i fyra av Vätterns tillflöden, Jönköpings län.

ägde rum i mitten av 1980-talet. Halterna har därefter återigen minskat till ca 2000  $\mu\text{g/l}$ . Halterna av såväl fosfor som kväve får

fortfarande betecknas som mycket höga.

### Huskvarnaån

Totalfosforhalterna minskade kraftigt under 1970-talet. Halten låg därefter tämligen konstant under första hälften av 80-talet för att återigen öka till dagens nivå på ca 75 µg/l.

Halterna av totalkväve har mer än fördubblats mellan åren 1976 och 1991 och uppgår under 1989-91 till ca 3000 µg/l.

Halterna av såväl fosfor som kväve får betecknas som mycket höga. Orsakerna till ökningen av såväl fosfor- som kvävehalterna är inte klarlagda.

### Tabergsåns inlopp i Munksjön

Halterna av totalfosfor har minskat under hela mätperioden med undantag av de senaste åren då en viss ökning kan noteras. Halterna minskade från 60 µg/l till 30 µg/l mellan åren 1970-72 och 1987-89. Ån har succesivt avlastats från avloppsutläpp då överledningar har gjorts från samhällena utmed Tabergsåns till Simsholmens reningsverk i Jönköping.

Halterna av totalkväve har minskat från en halt på ca 1300 µg/l i slutet av 1970-talet till ca 1100 µg/l i början av 1990-talet. De nuvarande halterna är jämförbara med de som rådde i början av 1970-talet.

Halterna av såväl fosfor som kväve får betecknas som höga.

### Domneån

Halterna av totalfosfor är under senare år jämförbara med de som förekom i början av 1970-talet. En uppgång av fosforhalterna skedde i slutet av 1970-talet och nådde en topp under åren 1980-81. Orsaken till detta är inte klarlagd.

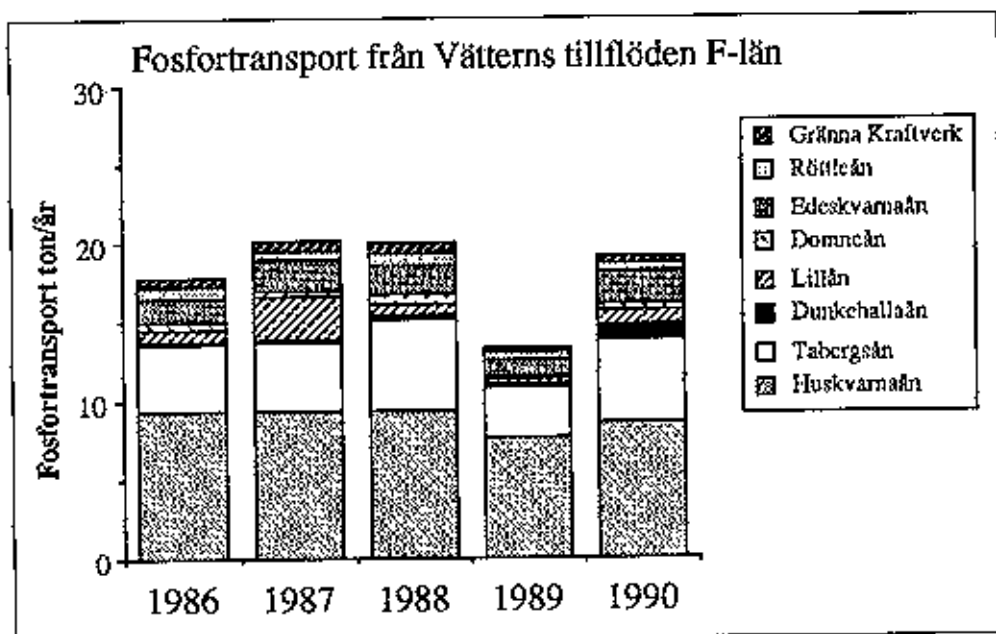
Halterna av totalkväve har varierat under mätperioden. Liksom totalfosforhalterna ökade kvävehalterna kraftigt under senare delen av 1970-talet för att nå ett högsta värde under åren 1978-79. Halterna minskar fram till mitten av 80-talet där en ny, men

inte lika hög topp kan avläsas. Halterna har efter 1986 minskat något och varierar mellan 1100-1200 µg/l.

Halterna av såväl fosfor som kväve får betecknas som höga.

### Närsaltstransport

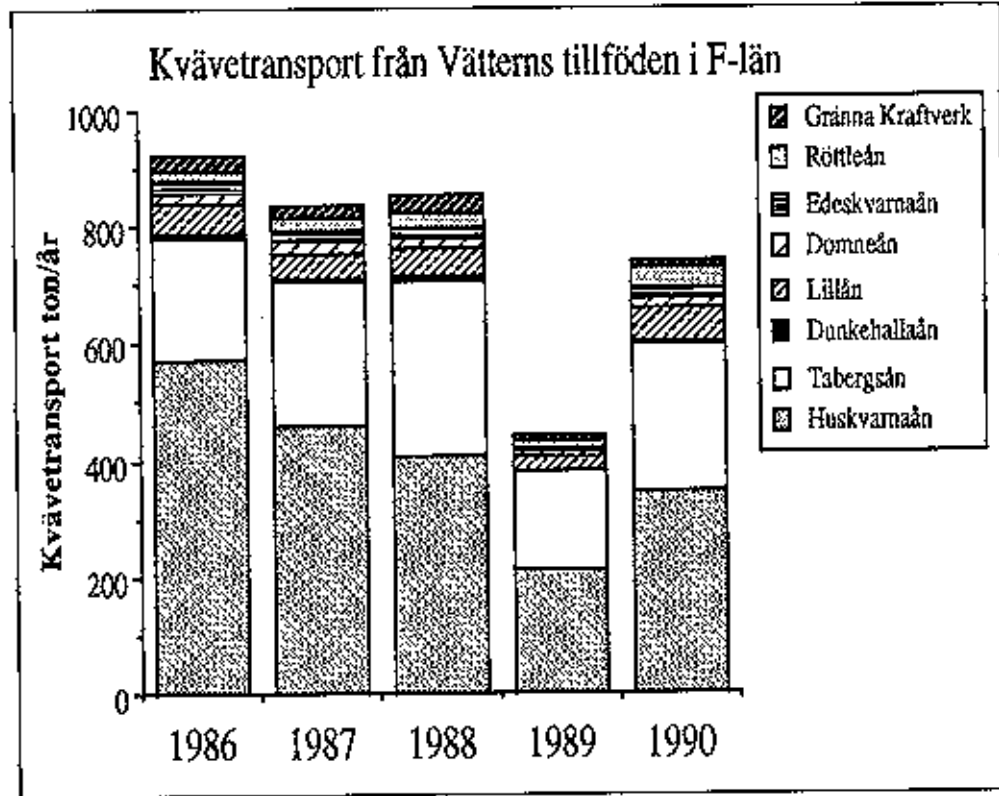
Den sammanlagda transporten av fosfor och kväve från åarna under perioden 1986-90 redovisas i fig 10 och 11. Huskvarnaån svarar för den största enskilda närsaltstransporten. De transporterade mängderna av totalfosfor är förhållandevis lika mellan de olika åren med undantag för torråret 1989. Transporten av totalkväve tenderar att minska under perioden. Den lägsta transporten sker liksom för totalfosfor under år 1989.



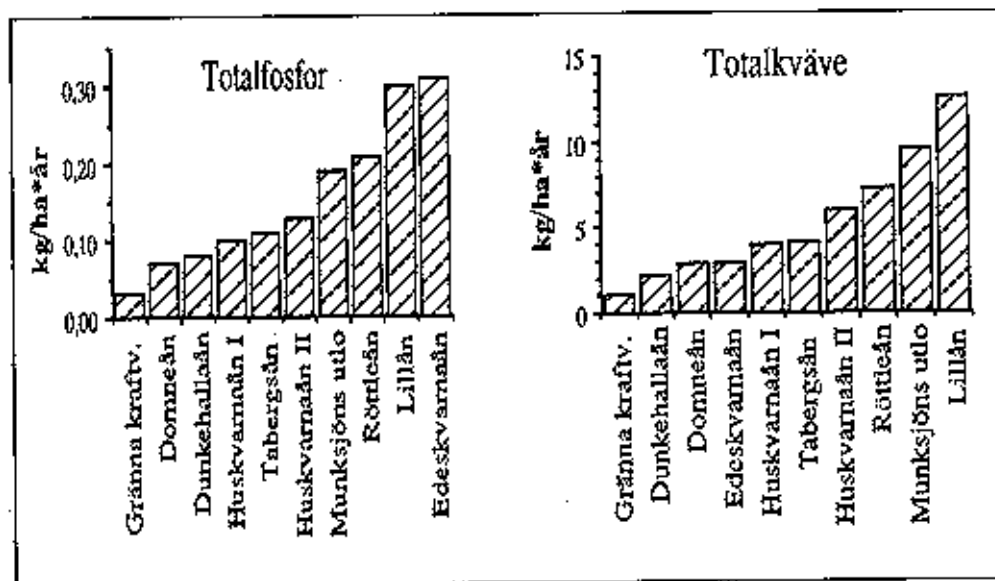
Figur 10. Totalfosfortransporter från Vätterns tillflöden under perioden 1986-90.

Arealkoefficienterna räknat på ett 5-årsmedel (1986-90) för respektive å redovisas i fig 12. Av arealkoefficienterna framgår att den största belastningen av totalfosfor sker från åar med en påverkan från reningsverk och jordbruksmark, medan totalkvävebelastningen fr a sker från åar med utsläpp från reningsverk.

De jordbrukspåverkade åarna Röttleån och fr. a. Edeskvarnaån har lägre arealkoefficienter för kväve än vad som kan förväntas



Figur 11. Totalkvävetransporter från Vätterns tillflöden under perioden 1986-90.



Figur 12. Arealcoefficiënt för totalfosfor och totalkväve i Vätterns tillflöden. Medelvärde för perioden 1986-90. Huskvarnaån I är uppströms Huskvarna reningsverk medan Huskvarnaån II är nedströms reningsverket



med tanke på andelen jordbruksmark inom avrinningsområdena. De lägre arealkoefficienterna kan förklaras av en god kväveretention i Edeskvarnaån (Landsjön) och Röttleån. Utsläpp av kväve från de större reningsverken (Jönköping, Huskvarna och Bankeryd) sker i närheten av åarnas mynningsområden, varför kväveretentionen i dessa vattendrag blir förhållandevis låg.

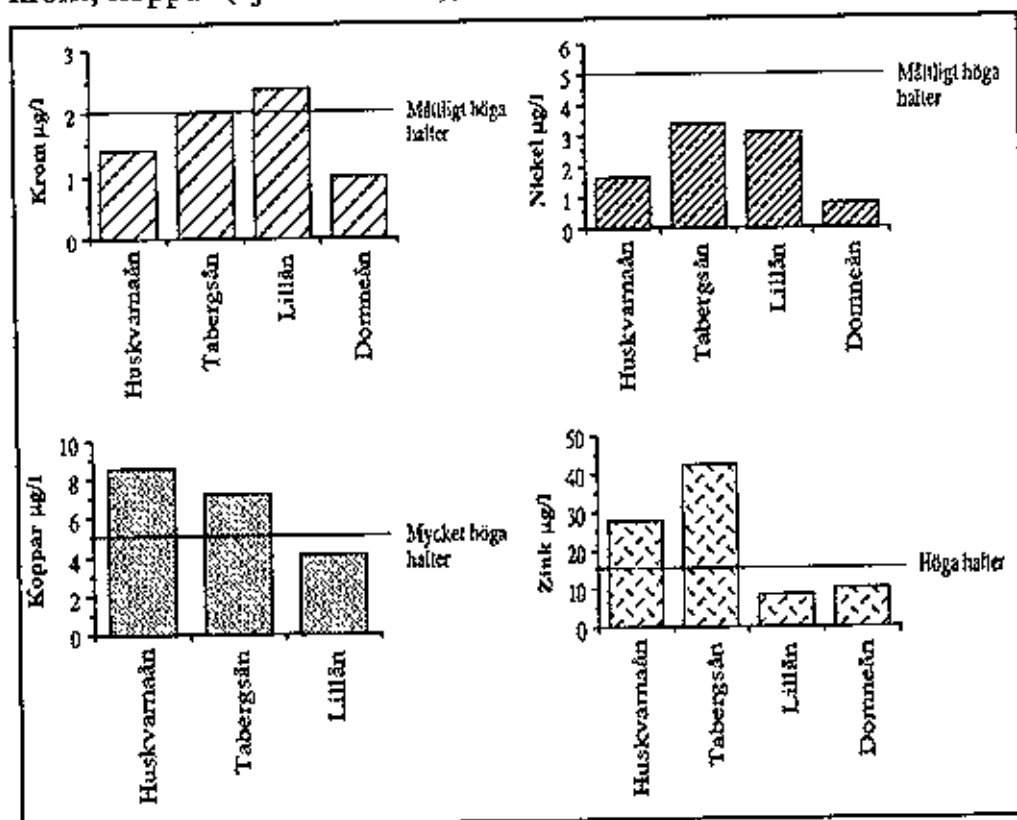
## Metallundersökningar

### Metaller i vatten

I den samordnade recipientkontrollen har tidigare endast ett fåtal vattendrag har undersökts m. a. p. metaller i vatten. De undersökta vattendragen och stationerna är;

1. Huskvarnaån strax uppströms utsläppspunkten för Huskvarna avloppsreningsverk.
2. Tabergsån nedströms Hovslätt.
3. Lillån nedströms Bankeryds avloppsreningsverk.
4. Domneån utlopp (t. o. m. 1989).

Provtagning har skett fyra gånger per år och analyserats m. a. p. krom, koppar (ej i Domneån), nickel och zink (endast 2 analyser



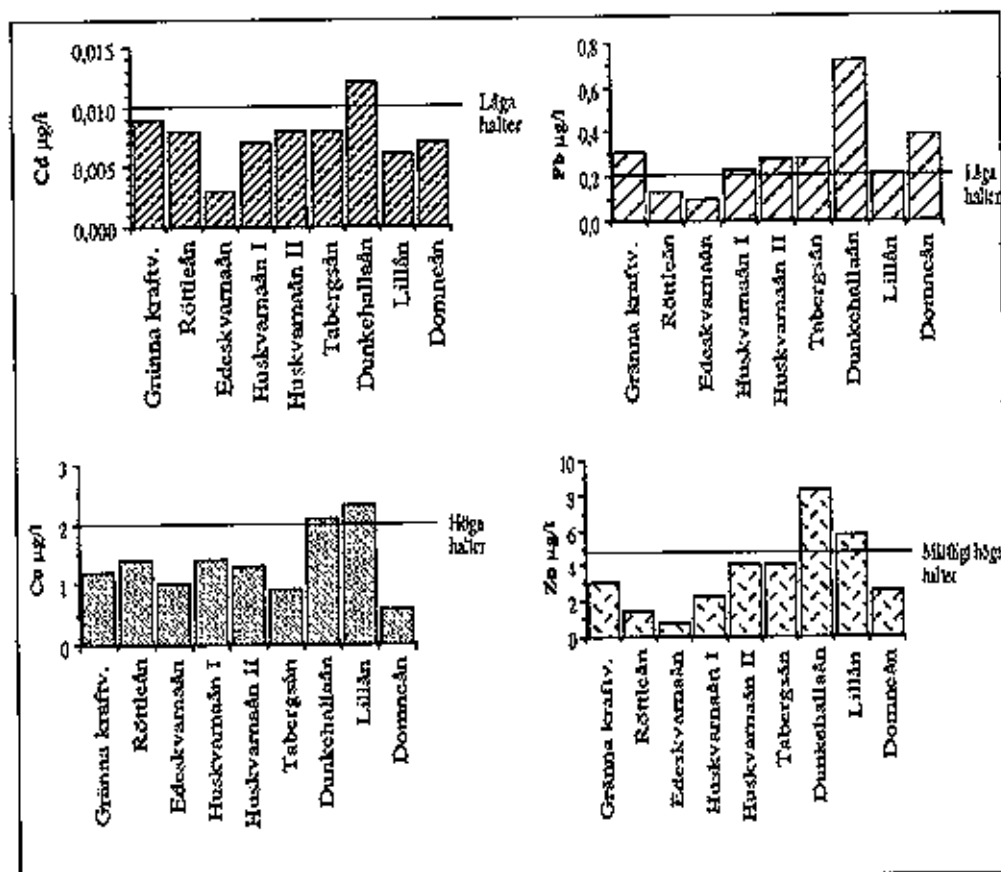
Figur 13. Metallhalter i Vätterns tillflöden, medelvärden för 4 - 8 provtagningar.

under 1991). Analysresultaten (fig 13) redovisas som medelvärden för 1990-91, för Domneån medelvärde för fyra provtagningar under 1989.

Av dessa undersökningar framgår att nickelhalterna är låga i samtliga undersökta åar. Lillån och Tabergsån har dock högre halter än övriga åar. Kromhalterna är låga i alla åar förutom i Lillån och Tabergsån. I dessa åar förekommer utsläpp av såväl krom som nickel.

Mycket höga kopparhalter förekommer i Tabergsån och Huskvarnaån. I Lillån är halterna höga. De höga halterna i åarna kan inte förklaras med kända industriutsläpp. Zinkhalterna är höga i Tabergsån och Huskvarnaån, medan de klassas som måttligt höga i Lillån och Domneån. Endast i Huskvarnaån förekommer idag något större utsläpp av zink.

Under april 1989 gjordes en provtagning i PMK- och VVF-stationerna. Resultatet redovisas i fig 14. Denna enstaka provtagning kan inte jämföras med metallundersökningarna inom recipientkontrollen, men kan ändå ge en viss information om



Figur 14. Metallhalter i Vätterns tillflöden april 1989.

metallpåverkan i de olika åarna. I regel uppmättes låga halter av de undersökta metallerna. Undantag utgör koppar, där höga halter uppmättes i Dunkehallaån och Lillån. För övriga åar kan kopparhalterna betecknas som måttligt höga. Måttligt höga halter av zink uppmättes även i Dunkehallaån och Lillån. I Dunkehallaån är samtliga metaller förhöjda jämfört med de övriga åarna

### Metaller i vattenmossa

Undersökningar av metaller i vattenmossa har tidigare inte ingått i den samordnade recipientkontrollen. Enstaka undersökningar har gjorts under år 1990 i Tabergsåån samt i Lillån och Domneån. Analyserna visar på höga halter av bly och järn samt förhöjda halter av koppar i Domneån. I Lillån är halterna av kadmium, järn och mangan höga. Även kopparhalterna är förhöjda. Såväl Lillåns som Domneåns nedre delar har i undersökningen bedömts som starkt metallpåverkade.

Under sensommaren 1990 uppmättes höga halter av koppar och zink samt förhöjda halter av nickel, krom och kobolt i Tabergsåån vid Norrahammar. Tabergsåån får bedömas som starkt metallpåverkad nedströms Norrahammar.

### Sammanfattning av metallanalyser

Metallsituationen i Vätterns tillflöden är för närvarande oklar då ingen samlad undersökning har gjorts. De olika undersökningarna visar dock på att koppar- och zinkhalterna är förhöjda i Huskvarnaån, Tabergsåån, Lillån och till viss del även i Dunkehallaån och Domneån. För övriga metaller är bilden fortfarande oklar för att dra några generella slutsatser. Metallundersökningarna i det nya recipientkontrollprogrammet kommer att inom några år ge en bättre bild av metallsituationen i tillflödena till södra Vättern.

### Bottenfauna

Bottenfaunaundersökningar har liksom vattenmossa inte tidigare ingått i recipientkontrollprogrammet. Enstaka undersökningar finns dock för ett 10-tal lokaler inom Huskvarnaåns, Tabergsåns

och Domneåns avrinningsområden. I tab 3 redovisas påverkan och skyddsvärdet m.m. på 11 bottenfaunalokaler. Tabellen redovisar även det totala antalet taxa. Detta kan användas för att bedöma vattenkvaliteten. Rena opåverkade vattendrag har vanligen fler arter/taxa än förorenade om bottenförhållanden är likvärdiga. Högst antalet arter finns i Huskvarnaån vid Ramsjöholm samt i ett av åns biflöden, Stensjöån.

Namn	Koordinat	Antal arter	ind/ m2	Shannon index	Sälls. arter	Påverkan	Skyddsvärde
Domneån	641720-139890	29	668	2,31	1	Ingen el. obetydlig	2
Domneån	641745-139915	26	188	2,48	1	Ingen el. obetydlig	2
Huskvarnaån	641350-141795	47	1203	3,00	3	Ingen el. obetydlig	3
Stensjöån	640145-141595	37	665	2,91	3	Ingen el. obetydlig	2
Lillån	640610-140960	23	531	2,60	1	Ingen el. obetydlig	2
Mussleböb.	640380-140935	32	515	3,00	1	Ingen el. obetydlig	2
Lannafallsån	638700-142750	23	72	2,76	-	Stark el. mkt stark	1
Venabäcken	641245-142650	20	338	2,27	-	Betydlig	1
Tabergsån	639850-139902	24	600	2,67	-	Ingen el. obetydlig	2
Tabergsån	639890-139930	21	300	2,44	-	Ingen el. obetydlig	1
Vederydsån	638530-139410	15	565	2,01	-	Stark el. mkt stark	1

*Tabell 3. Bottenfaunaundersökningar på 11 lokaler i Vätterns tillflöden. Sammanställningen är hämtad från länsstyrelsens arbete med naturvärdesbedömning av bottenfauna i rinnande vatten. Under skyddsvärde anger 1 - skyddsvärde i övrigt, 2 - högt skyddsvärde och 3 - mycket högt skyddsvärde.*

Vid beräkning av diversitet enligt Shannon tar man hänsyn till både antalet arter/taxa och varje arts/taxons relativa frekvens. Ett högt indexvärde visar på en bra bottenmiljö, medan värde runt 2 och lägre visar på en sämre bottenmiljö. Högsta Shannonindex förekommer för lokalerna Huskvarnaån, Stensjöån och Mussleböbäcken (biflöde till Lillån, Huskvarnaåns avrinningsområde).

På flertalet lokaler är påverkan ingen eller obetydlig. De lokaler som i tabellen har angetts som påverkade är fr. a. mindre biflöden till Huskvarnaån och Tabergsån som är försumningspåverkade. På dessa lokaler samt i nedre delarna av Tabergsån finns heller inga skyddsvärda arter.

Ett mycket högt skyddsvärde har Huskvarnaån nedströms Ramsjön. På denna lokal finns ett stort antal arter varav 3 är skyddsvärda. Domneån, Huskvarnaåns biflöden Stensjöån och Lillån samt de övre delarna av Tabergsån har ett högt skyddsvärde.

## Sammanfattning

Nedan görs en sammanfattande bedömning (tabell 4) av försurningssituationen, närsaltshalter och metallsituationen i respektive tillflöde. Då problem finns inom avrinningsområdet men inte bedöms ha någon större påverkan på Vättern anges detta i tabellen som "lokalt".

Tillflöde	Försurning	Tot-P	Tot-N	Metaller
Gränna kraftverk				
Röttleån		Mkt höga	Mkt höga	
Edeskvarnaån		Mkt höga	Lokalt	
Huskvarnaån	Lokalt	Mkt höga		Delvis höga
Tabergsån	Lokalt	Höga	Höga	Delvis höga
Munksjöns utlopp		Höga	Mkt höga	
Dunkehallåån		Mkt höga		Delvis höga
Lillån		Mkt höga	Mkt höga	Delvis höga
Domneån		Höga	Höga	

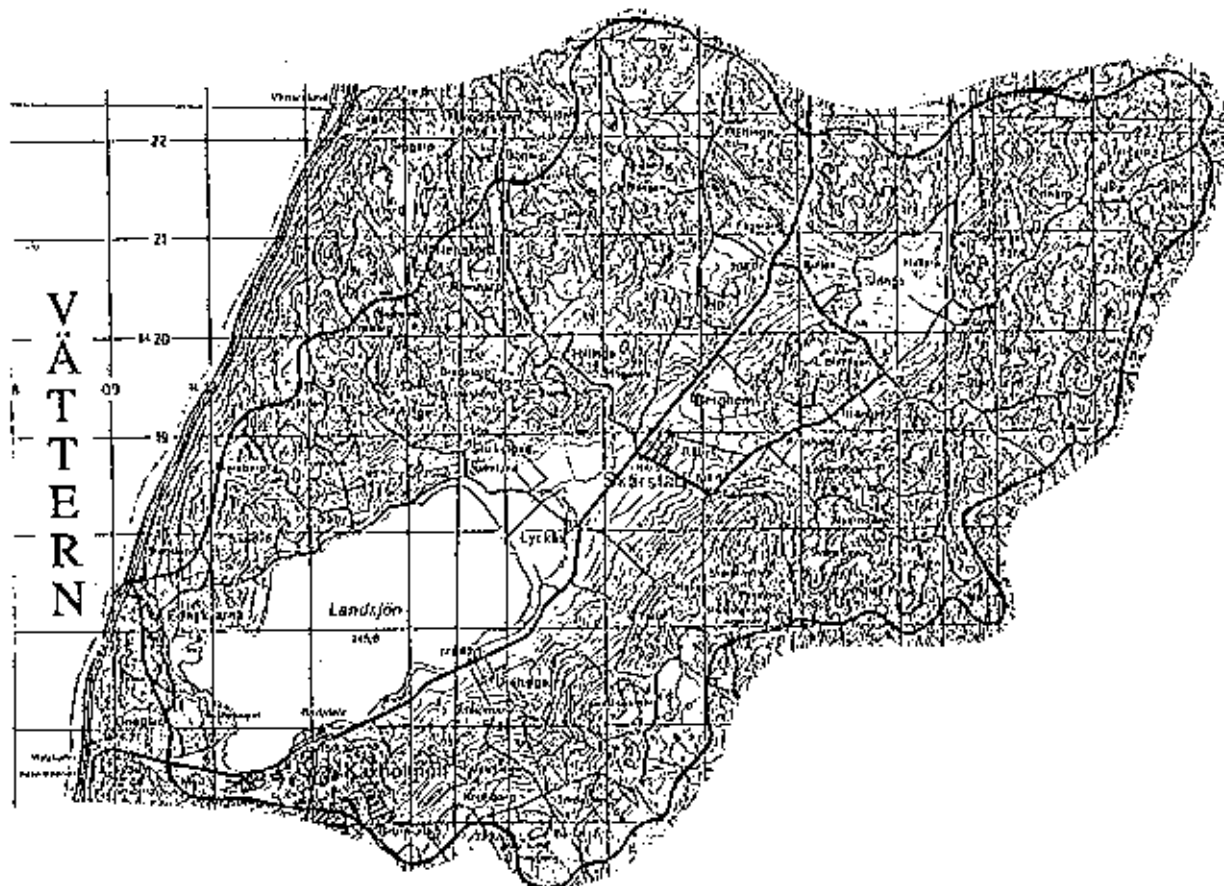
Tabell 4. Sammanfattning av problemområden inom respektive tillflöde till Vättern inom Jönköping län.

# ÅTGÄRDSPROGRAM FÖR MINSKAD JORDBRUKSPÅVERKAN INOM LANDSJÖNS AVRINNINGSSOMRÅDE.

*Joen Morales, Länsstyrelsen i Jönköpings län*

## Inledning

På uppdrag av Statens naturvårdsverk har Länsstyrelsen utfört kontroll av vattenkvalitetsutvecklingen inom ett antal jordbrukspåverkade avrinningsområden (inom ramen för anslaget för jordbrukets recipientkontroll - JRK). Ett av de undersökta områdena är Edeskvarnaåns avrinningsområde som avrinner genom Landsjön och Edeskvarnaån till Vättern (fig 1).



**Figur 1.** Edeskvarnaåns avrinningsområde

Resultat från de utförda undersökningarna har tidigare redovisats i ett antal delrapporter :

Landsjön, vattenkemi i tillflöde och utlopp 1989 - 91.

Förekomst av bekämpningsmedelsrester i ytvatten inom Landsjöns avrinningsområde.

Bottenfaunan i Lyckåsån 1990.

Dessa rapporter finns på Länsstyrelsen i Jönköping.

Av dessa redovisningar framgår att påverkan på Landsjön och dess tillflöden är betydande med avseende på i första hand närsalter och bekämpningsmedel. I redovisningen av de vattenkemiska undersökningarna föreslås att, som målsättning bör gälla att, tillförseln av kväve till Landsjön bör halveras och att fosforutflödet från Landsjön bör minska med ca 65 % och tillförseln till sjön med ca 30 %. Förhållandevis höga halter bekämpningsmedelsrester har påvisats i Lyckåsån och Drättingebäcken.

Bottenfaunastudierna visade att Lyckåsåns övre lopp var påverkad av en för hög belastning av närsalter och organiskt material.

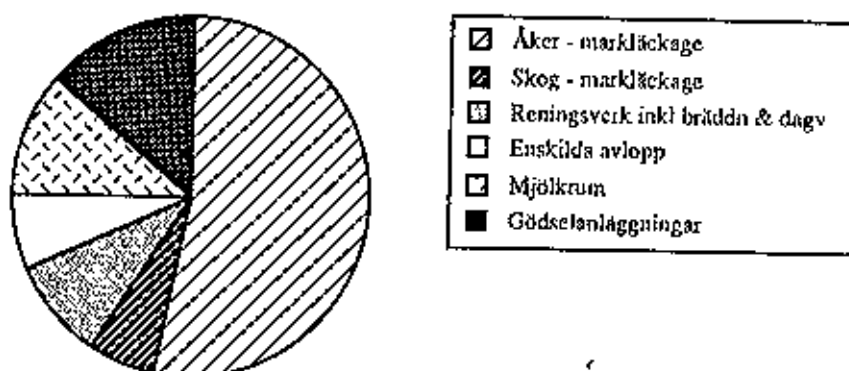
## Källor till närsaltsbelastning

Vid en analys av källorna till närsaltstillförsel inom avrinningsområdet beräknades att åkerbruket orsakar 78 resp. 51 % av antropogent tillfört kväve respektive fosfor. Totalt beräknades antropogena källor svara för 89 % av närsaltsbelastningen inom avrinningsområdet. Av figurerna 2 och 3 framgår de olika källornas bidrag till fosfor- resp. kvävetillförseln till Landsjön.

## Åtgärdsprogram

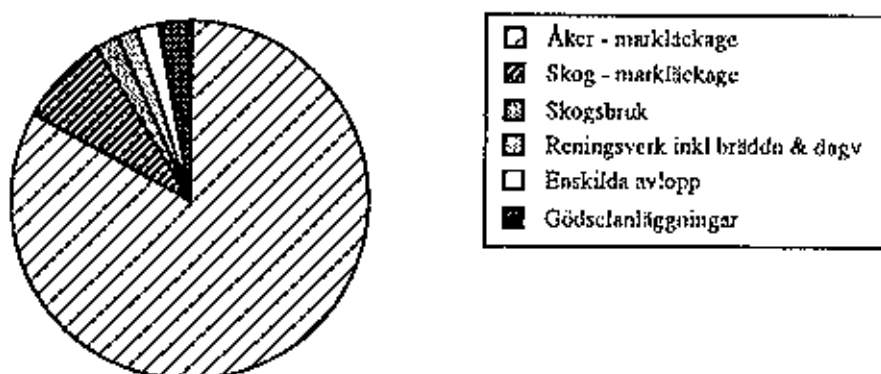
I syfte att öka kunskapen inom Skärstaddalen om vattenkvalitetsförhållandena inom Landsjöns avrinningsområde har Länsstyrelsen, i samarbete med Jönköpings kommun, dåvarande lantbruksnämnden och Skärstads LRF-avdelning, årligen redovisat resultaten från recipientkontrollen. Orsakerna till föroreningarna och lämpliga åtgärder för att minska dem har diskuterats.

### Källfördelning fosfor - %



Figur 2. Forsfortillförsel orsakad av mänskliga aktiviteter inom Landsjöns avrinningsområde, 1990.

### Källfördelning kväve - %



Figur 3. Kvävetillförsel orsakad av mänskliga aktiviteter inom Landsjöns avrinningsområde, 1990.



Vid redovisningen 1991 beslutades att ett samlat åtgärdsprogram för åtgärder i jordbrukslandskapet skulle tas fram under det kommande året. En arbetsgrupp med representater från Skärstads LRF-avdelning, miljö- och hälsoskyddsnämnden i Jönköpings kommun och Länsstyrelsen utsågs. Arbetet skulle utgå från en redovisning av markanvändning 1990 inom Landsjöns avrinningsområde, som utförts i Länsstyrelsens regi.

Under vintern 1991 - 1992 utarbetades ett förslag till möjliga och önskvärda åtgärder för att minska närsalts- och bekämpningsbelastning på Lyckåsån med biflöden, Drättingebäcken och två bäckar vid Säby med direkt utlopp till Landsjön.

Under våren 1992 beviljade Jordbruksverket sammanlagt 200 000 kronor till ersättning till markägare som vidtar åtgärder för att minska närsaltsutflödet från jordbruksmarken.

Markägare är enligt ersättningsreglerna berättigade till 10 000 kr per ha jordbruksmark som undantas från aktivt jordbruk samt till full ersättning för utförda arbeten. Efter ytterligare diskussioner påbörjades arbetet med faktiska överenskommelser och avtal med markägare och brukare. Avtalstecknandet slutfördes före den 30 juni 1992.

### **Förslag till åtgärdsprogram.**

Åtgärder med syfte att minska närsaltstillförseln till vattendrag i en jordbruksbygd omfattar både åtgärder på anläggningar, såsom samfällda och enskilda avlopp samt gödselvårdsanläggningar och mjölkkrumsavlopp samt åtgärder i jordbrukslandskapet. Vidare har åtgärder inom jordbruksdriften, såsom gödselvårdsplanering och hänsyn vid gödselspridning stor betydelse för närsaltsutflödet från jordbruksmark. Drifttekniska åtgärder, liksom åtgärder i jordbrukslandskapet kan även bidra till att minska tillförseln av bekämpningsmedelsrester till närliggande vattendrag.

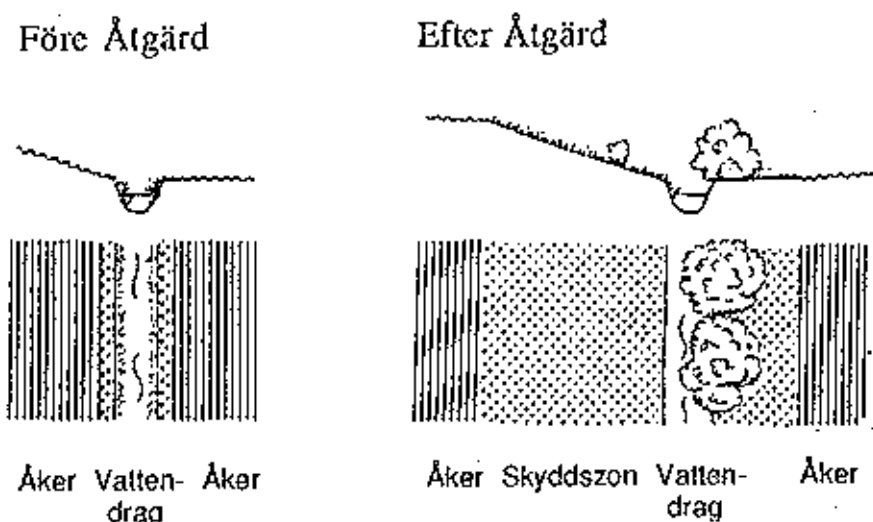
Åtgärdsarbetet med avseende på anläggningar och driftteknik drivs inom ramen för miljö- och hälsoskyddsnämndens i Jönköpings kommun respektive Länsstyrelsens lantbruksenhets myndighetsuppgift.

I det följande beskrivs de åtgärder i jordbrukslandskapet som föreslagits och som utförs inom ramen för detta samlade åtgärdsprojekt.

### Åtgärder i jordbrukslandskapet

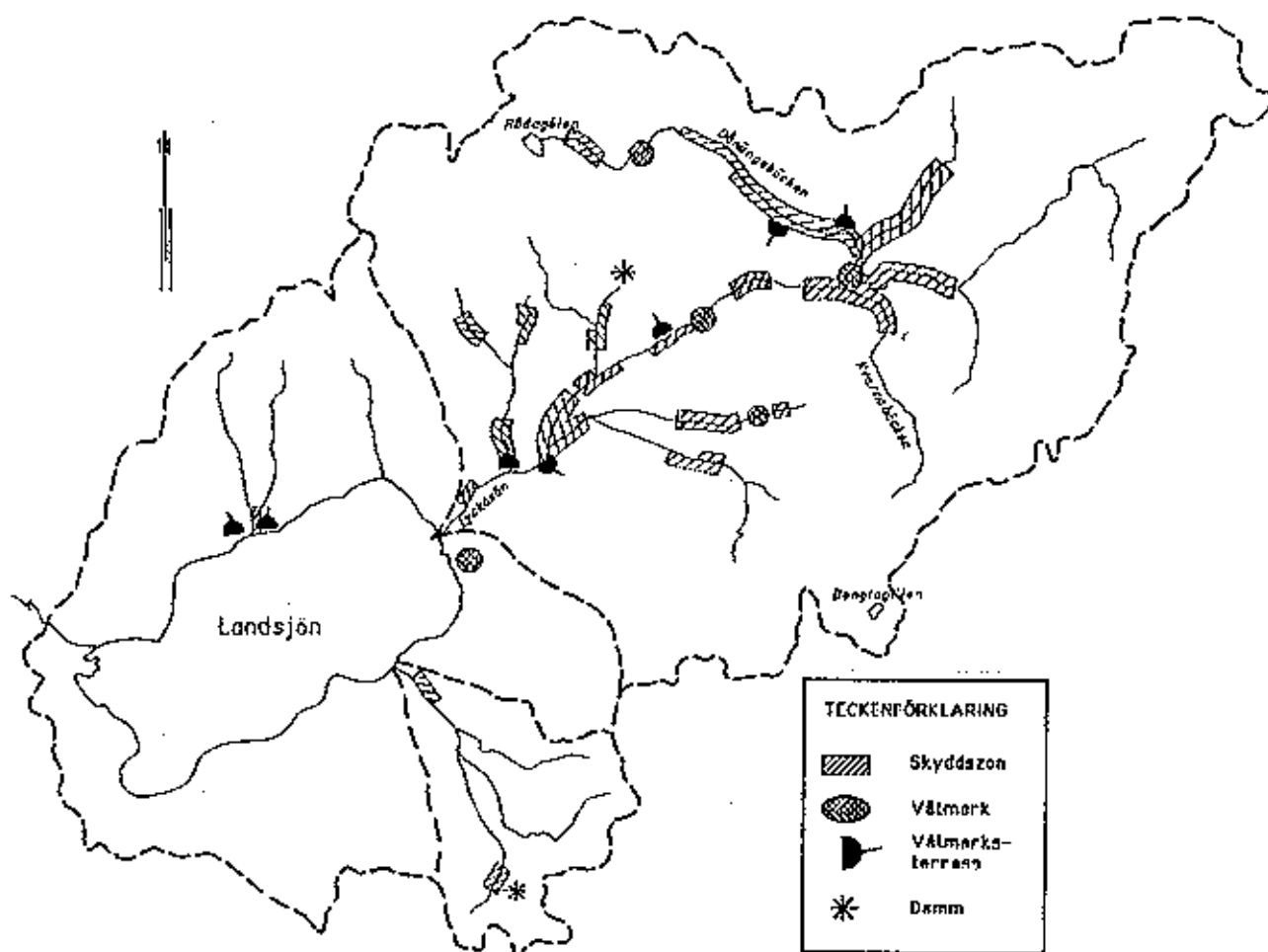
De åtgärder som föreslogs inför arbetet med övnskommelser och avtal med berörda markägare syftar till dels att begränsa närsalts- och bekämpningsmedelsutflödet till ytvatten från jordbruksmark, dels att reducera närsaltstransport till områdets bäckar och åar från redan förorenade diken, såväl täckta som öppna. Åtgärdsförslaget redovisas i figur 5.

Till de förstnämnda åtgärdstypen hör avsättande av s.k. skyddszoner närmast vattendragen, inom vilka jordbearbetning och gödsling inte får förekomma (figur 4).



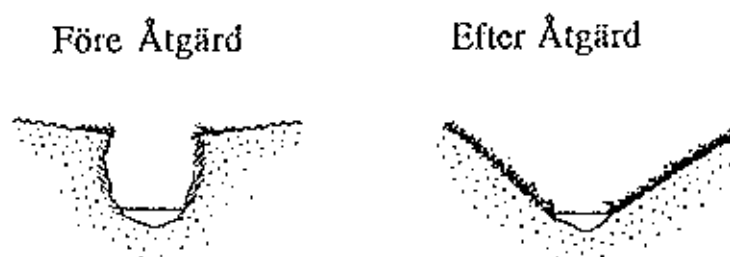
**Figur 4.** Vattendrag utan respektive med skyddszon (från Länsstyrelsen i M län, medd. nr. 1990:2 Höje å Landskapsvårdsplan)

Skyddszonerna, som kan vara mellan 5 och 10 meter breda, kan vara bevuxna med vall, som bör skördas. Lämpligen tillåts att en busk- eller trädbård etablera sig på någon sida av vattendraget. Studier har visat att näringsämnesretentionen i skyddszonen varierar mellan 50 - 100 % för kväve, 37 -80 % för fosfor och 94 % för partikulärt material. Skyddszonernas effektivitet påverkas av dess bredd och markanvändning inom zonen.



Figur 5. Åtgärdsförslag för Landsjöns tillrinningsområde

Genom släntning av åkanter minskas vattnets eroderande verkan under högflöden (figur 6). Lutningen bör inte överstiga 25 %. Samtidigt ökar vattendragets benägenhet att bilda meandrar och behovet av rensningsarbeten i ån/bäcken minskar. Genom den erosionsbegränsade effekten minskar utflödet av partikulärt material och därvid bundna fosforföreningar.



**Figur 6.** Före och efter släntning av åkant, (från Länsstyrelsen i M län, medd. nr. 1990:2, Höje å Landskapsvårdsplan)

Åtgärder som syftar till att reducera närsaltstransporten i redan förorenade diken och bäckar utgörs i detta område av våtmarksterrasser och våtmarker samt dammar.

Vanligast bland dessa är anläggande av s.k.

våtmarksterrasser. Våtmarksterrassernas principiella uppbyggnad framgår av figur 7.

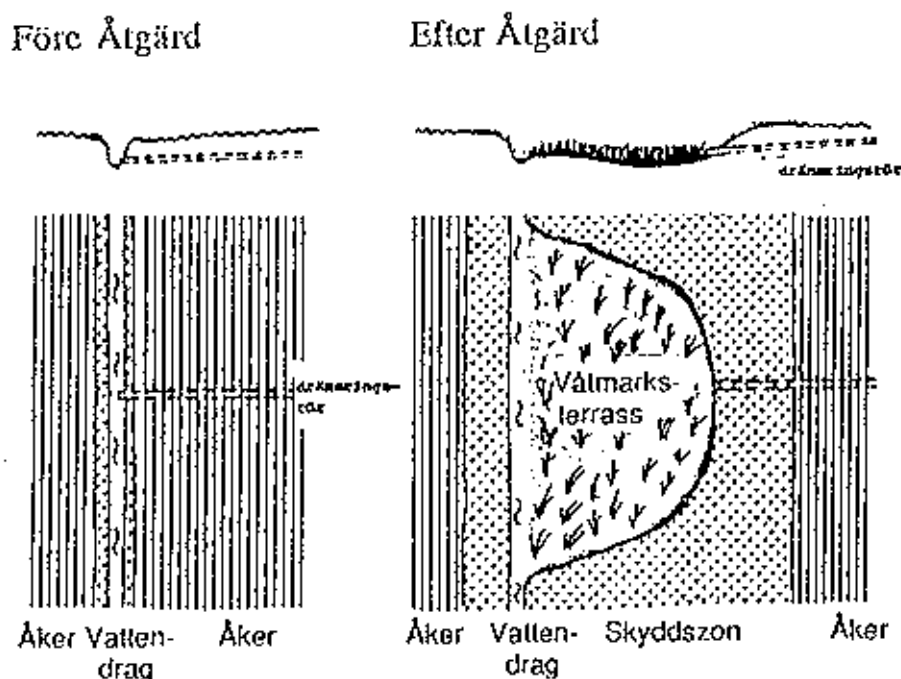
Syftet är att öka vattendragens aktiva ytor, d.v.s. ytor inom vilka näringsämnen kan omhändertas av vegetation och där denitrifikationsprocesser kan äga rum. Vidare bidrar våtmarksterrasserna till att nedbringa vattnets flödes hastighet så att partiklar kan sedimentera.

Våtmarksterrasser bör därför utformas så att mesta möjliga vegetation, främst vassbildande arter kan etablera sig. Endast ett fåtal data finns tillgängliga som beskriver våtmarksterrassers potential för närsaltsreduktion. Dessa visar att nitrattransporten kan minska med 5 - 70 % under vegetationsperioden.

Genom att förbättra sedimentationsförhållandena bidrar våtmarksterrasser till att minska även fosfortransporten. Det är väsentligt att våtmarksterrassernas bottnar och kanter är väl bevuxna för att inte erosionen skall öka under högflödesperioder.

Vegetationsrensningar i våtmarksterrasser bör därför utföras med stor försiktighet eller undvikas i så stor utsträckning som möjligt.

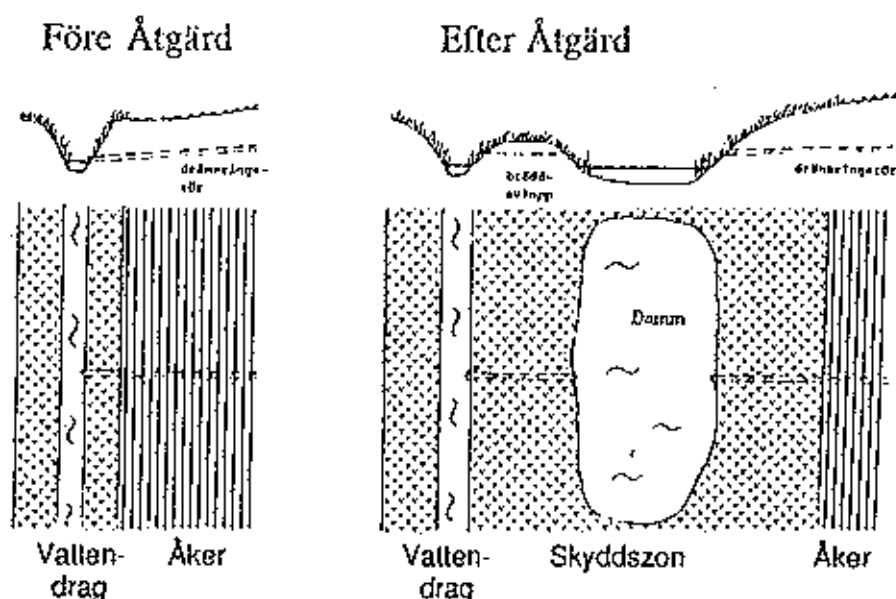
De våtmarker som föreslagits för detta område utgör i huvudsak förstärkningar av redan befintliga våtmarksområden. I övrigt följer de samma principer som gäller för våtmarksterrasser.



**Figur 7.** Före och efter anläggning av våtmarksterrass, (från Länsstyrelsen i M län, medd. nr. 1990:2, Höje å Lanskapsvårdsplan)

Dammar (figur 8) kan spela en viktig roll för att minska närsaltsutflödet från åkermark genom dess sedimenteringskapacitet och goda förutsättningar för att hysa lämpliga miljöer för denitrifikation. Dammarnas stränder bör vara långsamt sluttande för att gynna etablering av vattenväxter.

Upphållstiden bör var minst 3 - 5 dygn under medelhögvattenperioder. Strävan att uppnå kraftig vattenväxter och goda sedimentationsförhållanden gör att dammarna bör rensas så sällan som möjligt. Beroende på belastning och utformning kan dammar medföra en fosforreduktion på mellan 40 och 95 % samt en kvävereduktion på upp till 25 %.

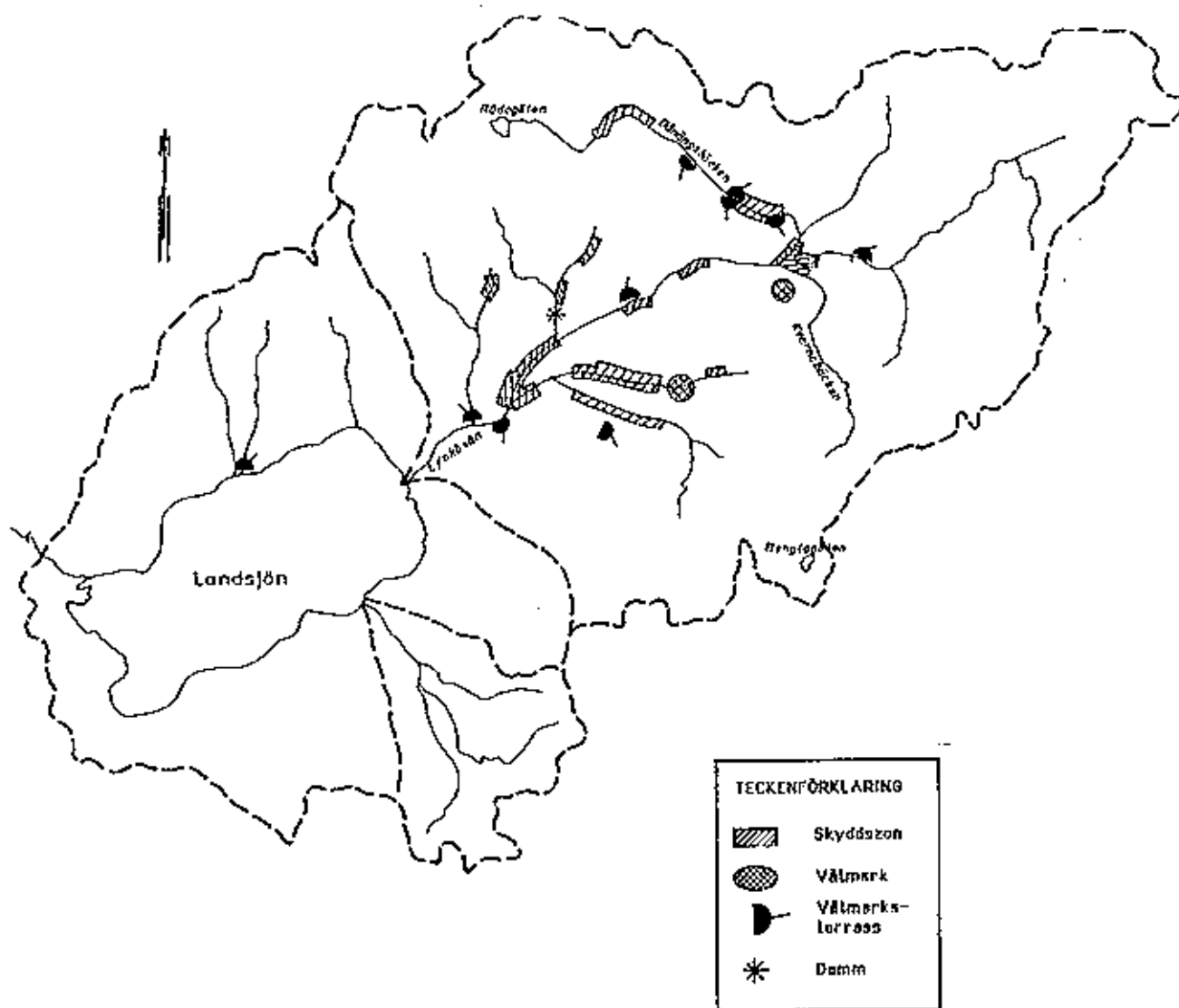


**Figur 8.** Fångdamm i anslutning till utlopp från dräneringsrör, (från Länsstyrelsen i M län, medd. nr.1990:2, Höje å Landskapsvårdsplan)

### Åtgärder som kommit till utförande

Efter samråd med berörda markägare och avtalstecknande har ett slutligt åtgärdsprogram utformats. Programmet framgår av figur 9. Ytterligare åtgärder kan komma i fråga under resten av budgetåret 1992/93.

Anläggning och hållande av skydds-zoner utmed vattendragen omfattas i samtliga fall av avtal och ansvaret för åtgärderna åvilar således markägaren. Övriga åtgärder regleras i huvudsak endast genom avtal med Jönköpings kommun.. Dessa åtgärder utfördes under oktober 1992 efter en gemensam upphandling för hela åtgärdsområdet.



**Figur 9.** Hittills utförda eller avtalade åtgärder inom Landsjöns tillrinningsområde

## Uppföljning av utförda åtgärder

Uppföljningen av utförda åtgärder sker i princip inom ramen för den löpande miljöövervakningen i området och information hämtas ur tre program.

1. JRK-område.  
En stor del av Lyckåsåns avrinningsområde ingår i det delavrinningsområde som ingår i det nationella programmet för jordbrukets recipientkontroll.
2. Specialuppföljning av utförda åtgärder.  
En del av de utförda åtgärderna kommer att specialstuderas genom intensivinsatser under några olika flödessituationer och årstider. Syftet med dessa studier är att analysera funktionen av respektive åtgärd.
3. Samordnad recipientkontroll.  
Resultaten från den samordnade recipientkontrollen i Vätterns tillflöden i Jönköpings län kommer bl a att kunna belysa nettoresultatet av alla utförda åtgärder i form av belastningsförändringar på Landsjön och Vättern. Inom ramen för recipientkontrollen utförs även en återkommande kontroll av såväl kemiska som biologiska förändringar i Landsjön.

## Slutligen

Ett tack till markägare, brukare, entreprenörer, Jönköpings kommun och dess tjänstemän samt övriga berörda enheter på Länsstyrelsen i Jönköpings län för ett gott samarbete och en fortlöpande konstruktiv diskussion.



# VÄTTERN 1989 - 1991

I vattenvårdsplanen "Vättern 90" redovisas fem prioriterade problemområden: **kväve, klororganiska föreningar, metaller, farligt gods samt militär verksamhet**. För vart och ett av de fem områdena redovisas förslag till åtgärder i en rad "verka för-satser". Vätternvårdsförbundet har för varje problemområde utsett en arbetsgrupp som inom respektive område arbetar med åtgärdsprogrammets genomförande. Sedan 1990 finns också en samordningsgrupp som arbetar med övergripande och långsiktiga frågor (SÖL). Det är Vätternvårdsförbundets ambition att resultatet av åtgärdsgruppernas arbete skall redovisas fortlöpande och i samlad form i årsskriften 1995.

Vattenvårdsplanen "Vättern 90" är baserad på 1988 års redovisning. Följande avsnitt redovisar utsläppsstatistik för de olika "nyckelämnen" som övervakats under längre tidsperioder fram till 1991 års utgång.

För de större industrierna redovisas förutom utsläppsstatistik också de viktigare miljöförbättrande åtgärder som beslutats eller vidtagits under året. I några fall har denna redovisning hämtats från företagens miljörapporter.

En förnyad källfördelning för olika utsläppstyper återkommer i årsskriften 1995 (jfr Vättern 90).

I föreliggande årsskrift har texten inom respektive branch/företags redovisning kompletterats med jämförelser med andra punktutsläpp av respektive ämne.

## KOMMUNER

Vätterns vatten utnyttjas av omkringliggande kommuner på ett flertal olika sätt. I följande avsnitt berörs Vättern främst som recipient.

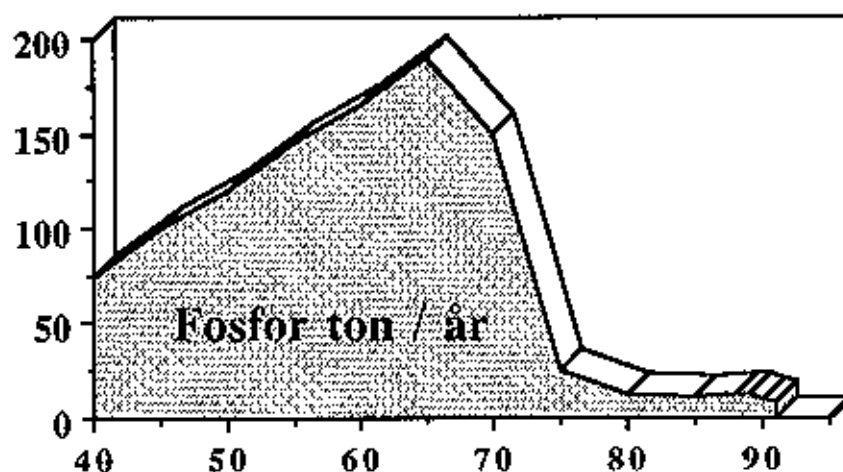
### Avloppsreningsverk

Inom Vätterns tillrinningsområde finns 30 avloppsreningsverk av skiftande storlek. Av dessa har 13

Vättern som direkt recipient medan övriga har utsläpp i tillrinnande vattendrag.

Bland aktuella åtgärder märks särskilt de påbörjade försöken med kvävereduktion vid reningsverken i Jönköping och Huskvarna samt pågående arbete med att minska utgående föroreningshalter vid bräddning genom installation av s k cyklonbräddavlopp Dessa åtgärder presenterades i förbundets årsskrift 1991 och kommer ytterligare att följas upp i kommande årsskrifter.

Avloppsreningsverken är i huvudsak byggda för att reducera utsläppen av fosfor och organiskt material till recipienten. Fosfor är det enskilda näringsämne som begränsar produktionen i de flesta svenska vatten, så också i Vättern. Utbyggnaden av kommunala avloppsreningsverk medförde en markant minskning av fosforbelastningen på Vättern mellan 1965 och 1975 (fig 1).



**Figur 1.** Utsläpp av fosfor från de kommunala reningsverken till Vättern under perioden 1940 - 1991.

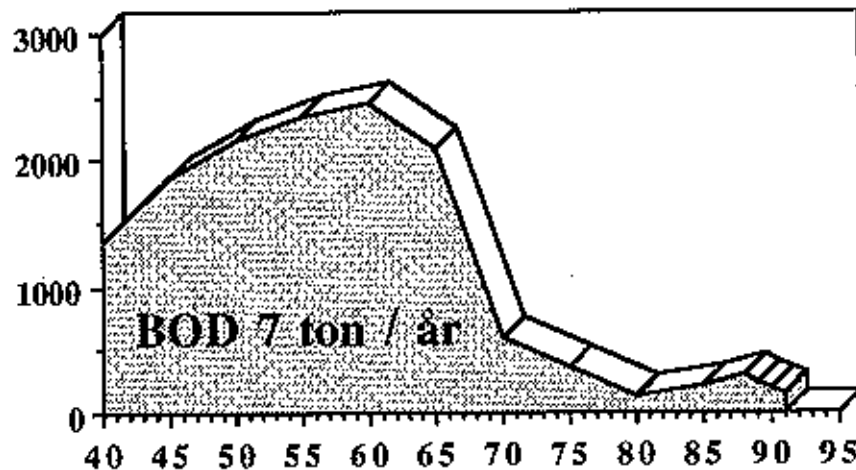
Jämförs utsläppet av fosfor från de kommunala reningsverken i ett kortare tidsperspektiv, fr o m 1988 (som är basår för beräkningarna i Vättern 90) och fram till 1991, kan följande noteras.

Vid flertalet mindre reningsverk har förändringar av fosforutsläppen varit marginella under tidsperioden 1988-1991. Avloppsreningsverken (ARV) i Habo, Hjo och Karlsborg redovisar dock minskade fosforutsläpp med

mellan 50 och 25 % jämfört med fosforutsläppen 1988. Minskningen sker i huvudsak mellan 1988 och 1989. En markant minskning redovisas också vid Medevi ARV (100 kg fosfor 1988 och 38 kg fosfor 1991). Likaledes minskade fosforutsläppen från de två stora ARV i Jönköping och Huskvarna under perioden med 68 respektive 57 %. Uttryckt i ton per år har fosforbelastningen från ARV runt Vättern minskat från 12,4 ton 1988 till 8 ton 1991.

Ökade fosforutsläpp har under perioden registrerats från ARV i Gränna, Bankeryd, Hammar och Vadstena. Störst ökning har skett vid Vadstena ARV där fosforutsläppet stigit från 620 kg 1988 till 998 kg 1991. Mellanliggande år rapporteras 550 kg 1989 respektive 330 kg 1990. Det högre fosforutsläppet 1991 beror på driftstörningar i samband med ombyggnad av Vadstena ARV samt på att mer avloppsvatten nu behandlas i verket på grund av förbättringsåtgärder på ledningsnät och pumpstationer (enligt uppgifter i miljörapport och enligt Länsstyrelsen i Östergötland). Sammantaget kommer genomförda åtgärder att på sikt leda till en förbättrad avloppshantering i Vadstena.

Utsläpp av organiskt material medför en syretäring i recipienten. Syretäring uppstår vid nedbrytningen av det organiska materialet och mäts ofta som biologisk syreförbrukning under sju dygn (BOD 7). Även för syretärande material skedde en markant minskning av belastningen på Vättern efter avloppsreningsverkens tillkomst (fig 2).



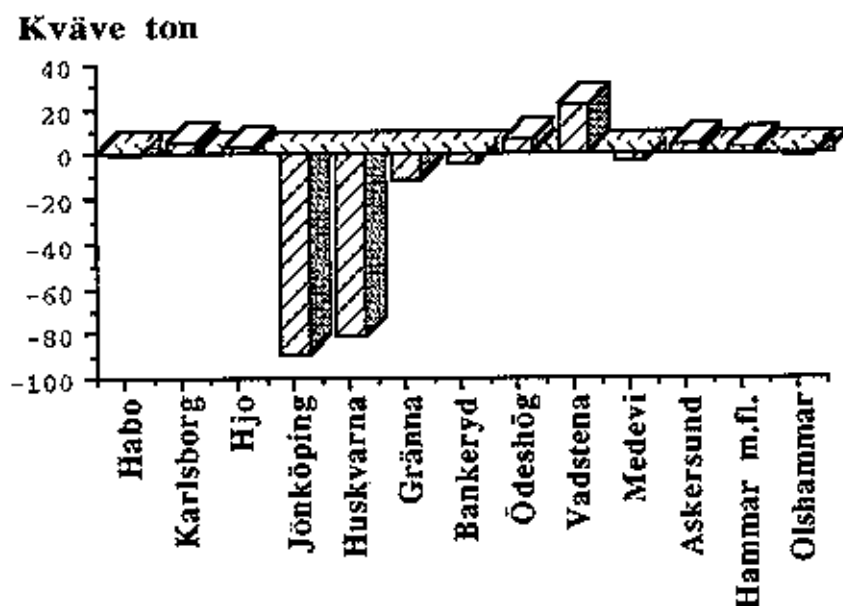
Figur 2. Utsläpp av syreförbrukande material (mätt som BOD 7) från de kommunala reningsverken till Vättern under perioden 1940 - 1991.

I likhet med fosforutsläpp från ARV har utsläppen av BOD minskat, från 284 ton 1988 till 158 ton 1991. Huvuddelen av minskningen härrör från minskade BOD-utsläpp vid ARV i Karlsborg (20 ton), Huskvarna (30 ton) och Jönköping (100 ton). De ovan omnämnda driftstörningarna i samband med ombyggnaden av Vadstena ARV har även medfört ett ökat utsläpp av BOD med ca 10 ton för 1991 (jfr fosforavsnittet ovan).

Inför arbetet med vattenvårdsplanen "Vättern 90" inhämtades uppgifter angående kväveutsläppen från ARV. Eftersom även kväveutsläpp numera registreras vid flertalet ARV runt sjön är det möjligt att även här göra en jämförelse mellan 1988 och 1991. Jämförelsen antyder att belastningen av kväve på Vättern från ARV runt sjön minskat sedan 1988. Det är dock svårt att bedöma om den registrerade minskningen redovisar en faktisk minskning eftersom beräkningsunderlaget 1988 var förhållandevis grovt. Oavsett resultaten medför det faktum att kväveutsläppen från ARV numera registreras vid flertalet reningverk en avsevärd förbättring i beräkningsunderlaget för Vätterns kvävebelastning.

Avloppsreningsverken i Jönköping och Huskvarna svarade för 77% av den totala kvävebelastningen från ARV runt sjön 1988 (jfr Vättern 90 s 20). Dessa ARV:s procentuella

andel har sänkts till 67% 1991. Det är dock inte troligt att den registrerade minskningen för dessa reningsverk beror på de pågående försöken med kvävereduktion eftersom dessa 1991 bedrevs i begränsad omfattning.



**Figur 3.** Förändringar i kväveutsläpp från ARV till Vättern 1991 jämfört med 1988.

## Bräddning

Bräddning av orenat avloppsvatten förekommer såväl ute på ledningsnätet som i anslutning till avloppsreningsverken i de kommuner som har så kallade kombinerade system (dag- och spillvatten rinner i samma ledningsnät). Kombinerade system finns främst i Jönköping-Huskvarna, Askersund och i de äldre delarna av vissa andra tätorter. I övrigt har dag- och spillvattennäten separerats från varandra. I de flesta kommuner pågår mer eller mindre omfattande arbeten på avloppsledningsnätet för att "bygga bort" problem med inläckage och bräddningar samt att separera dag- och spillvatten.

Bräddningens andel av den totalt utsläppta mängden föroreningar i Vättern är relativt liten. Under 1988 svarade bräddning för 0,5% av den totala BOD-belastningen. Motsvarande siffror var för kväve 0,8 % och

för fosfor ca 5%. (jfr vattenvårdsplanen, Vättern 90.) Någon ny samlad beräkning har ej utförts men med tanke på de åtgärder som redovisas av flera kommuner torde utsläpp till Vättern via bräddning gradvis minskat under perioden.

Även om i Vättern 90 redovisade beräkningar är osäkra, tyder resultaten på att problemen vid bräddning snarast är lokala (vid utsläppspunkterna) och mindre viktiga för situationen i Vättern som helhet.

Principiellt är det otillfredsställande att orenat avloppsvatten via bräddning släpps ut i recipienten. Utsläppen sker dessutom ofta i små vattendrag och i strandnära områden. Lokalt kan också bräddningen utgöra en stor del av det totala utsläppet från ett ARV. Under 1991 beräknar t ex Askersunds kommun att 1,4 ton av totalt 1,8 ton syretärande material (BOD 7) som släppts ut i Olshammar härrör från bräddning.

# INDUSTRIER

De industriella utsläppen till Vättern redovisas för kategorierna skogsindustri, gravindustri och verkstadsindustri.

## Skogsindustri

Skogsindustrin representeras av två anläggningar med utsläpp i Vätterns tillrinningsområde, Munksjö Aspa Bruk i nordvästra delen med utsläpp i Sörviken och Munksjö AB (Munksjö Hygien AB och Munksjö AB) med utsläpp till Munksjön vid Vätterns sydspets.

## MUNKSJÖ, ASPA BRUK

Aspa sulfatfabrik i Olshammar anlades 1928. Fabriken har genomgått ett antal utbyggnader och moderniseringar. I Vätternvårdsförbundets årsskrift 1991 gavs en detaljerad redovisning av processutvecklingen vid Aspa sulfatfabrik av fabrikschefen Hans Fastén.

Av företagets miljörapport framgår bl a att i september 1991 fattades beslut om att tillis vidare gå ifrån klor- och klordioxidblekt massa. Produktionen skall domineras av syrgas- och väteperoxidblekt massa. En mindre del skall vara helt oblekt. Endast om marknaden ej förmår ta emot hela produktionen av de nya kvalitéerna kommer blekning med klorhaltiga kemikalier att användas. Samarbetet med kemikalieleverantörerna har utvidgas och prov med enzym utförts. Målet var att ljusheten skulle höjas och massaegenskaperna skulle vara oförändrade.

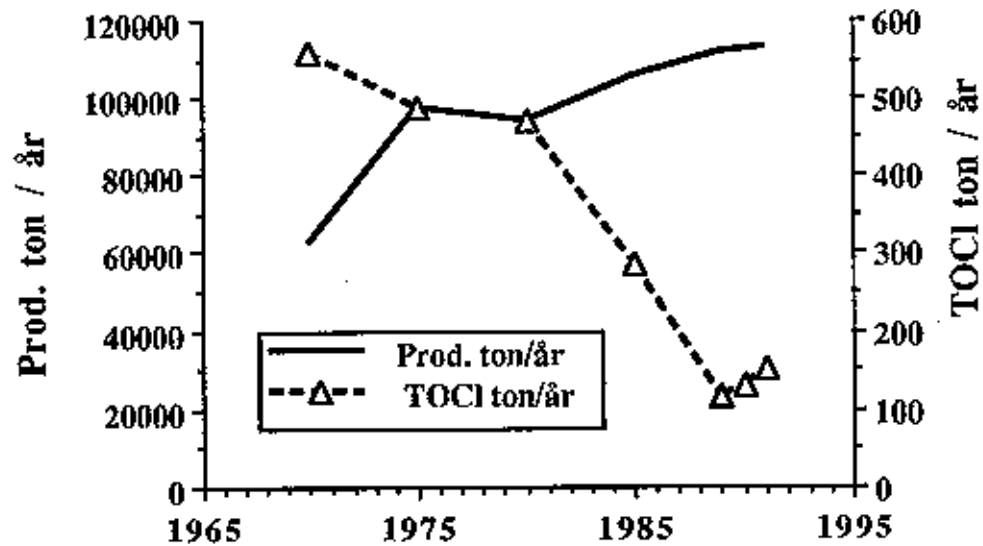
Vidare konstateras att tillämpning av klorfri blekteknik öppnar möjligheter till att kunna sluta blekeriet ytterligare.

En intensiv forskning och undersökningsverksamhet har utförts för att klarlägga massaindustrins miljöpåverkan. Fördjupade undersökningar har även utförts i relation till utsläppen från Aspa Bruk och dessas effekter i Vättern. Resultaten av undersökningarna kommer att presenteras i Vätternvårdsförbundets årsskrift 1993 samt i samband med

ett planerat seminarium under hösten 1993 om klorerade organiska föreningar och dessas miljöeffekter .

Under 1991 utgjordes produktionen vid Aspa Bruk till 13% av oblekt massa, 45% sk EF-70 massa och 42% blekt massa. EF-70 massa bleks enligt en modifierad Lignox-metod med syrgas och väteperoxid.

Utsläpp av klororganiska föreningar har minskat avsevärt sedan 1980. Om företagets intentioner enligt ovan kan infrias torde framtida utsläpp av klororganiska ämnen till Vättern från Aspa Bruk bli mycket små.



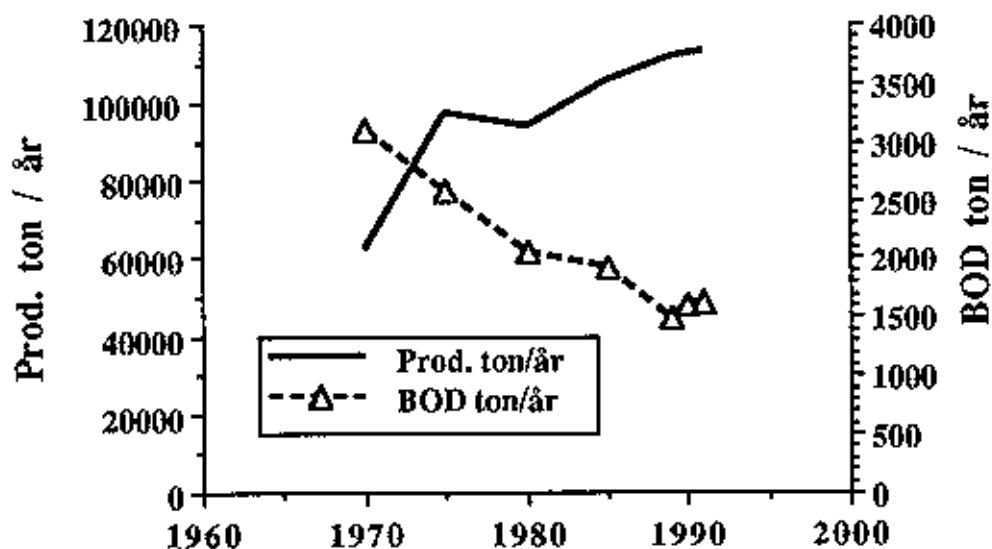
Figur 4. Produktion respektive utsläpp av TOCl (totalt organiskt bundet klor)till Vättern från Aspa Bruk under perioden 1970 - 1991.

Även utsläppen av syreförbrukande material (fig 5 ) har reducerats avsevärt i förhållande till produktionen under den senaste 20-årsperioden. Aspa Bruks utsläpp av syreförbrukande substans (mätt som COD omräknad till BOD) uppgick 1991 till 1612 ton, vilket är ungefär 10 gånger mer än vad som släpptes ut av de kommunala ARV runt Vättern detta år.

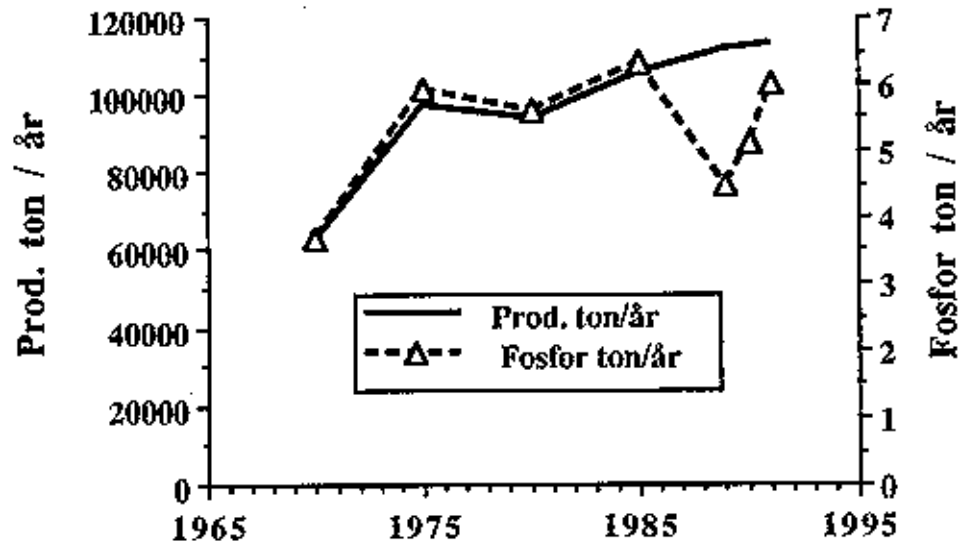


Utsläppen av fosfor ( fig 10 ) och kväve 1991 var 6 respektive 29 ton. Utsläppssiffrorna kan jämföras med utsläppen från avloppsreningsverken runt sjön. Tillsammans släppte dessa ut 8 ton fosfor och 480 ton kväve 1991. Som punktkälla för kväve är Aspa Bruks utsläpp i samma storleksordning som t ex ARV i Karlsborg och Bankeryd.

Under perioden 1960 -1985 rådde ett relativt konstant förhållande mellan massaproduktion och fosforutsläpp. Fosforutsläppet per producerad ton massa sänktes därefter kraftigt fram till 1990 för att under senare år återigen öka.



**Figur 5.** Producerad mängd massa respektive utsläpp av syretärande ämnen till Vättern från Aspa Bruk under perioden 1970 - 1991.



**Figur 6.** Producerad mängd massa respektive utsläpp av fosfor till Vättern från Aspa Bruk under perioden 1970 - 1991.

Inom ramen för Aspa Bruks kontrollprogram analyseras bottenfaunan omedelbart utanför Sörvikens mynning. Provtagningslokalen är belägen på transportbotten, vilket medför att små mängder organiskt material permanent sedimenterar på dessa bottnar. Resultaten 1991 visar en relativt rikt diversifierad (många olika djurarter, 24 taxa) bottenfauna och tyder ej på någon allvarlig störning av bottenfaunan på denna provtagningspunkt.

## MUNKSJÖ, JÖNKÖPING

Munksjö AB har drivit pappersbruk vid Munksjöns strand sedan 1862 och bedrivs idag inom verksamheterna Munksjö Hygien AB och Munksjö Paper AB. Följande redovisning är baserad på företagets miljörapport för 1991.

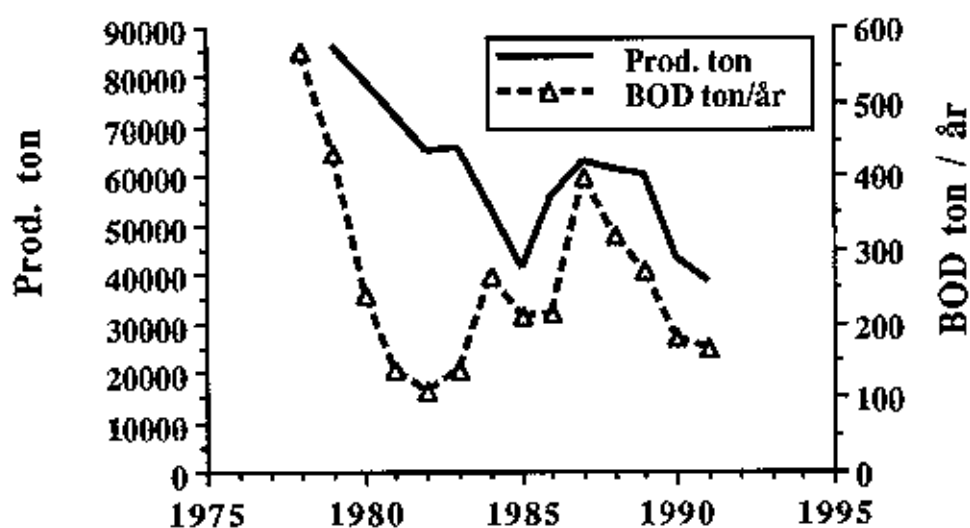
Fiberråvaran utgörs av inköpt oblekt respektive blekt sulfatmassa samt returpapper (i huvudsak tidningsretur). Avloppsvattnet från returfiberanläggning och pappersbruk leds till en sedimenteringsbassäng. Bassängen är försedd

med flockningskammare. Sedimenterat material avvattnas och deponeras på tipp. Pressvatten återförs till sedimenteringsbassängen.

Under 1992 skall företaget redovisa förutsättningarna för att rena de icke fiberförande avloppsvattnen från förädlings- och konverteringsavdelningarna. Under 1991 avledes dessa vatten direkt till recipient (Munksjön).

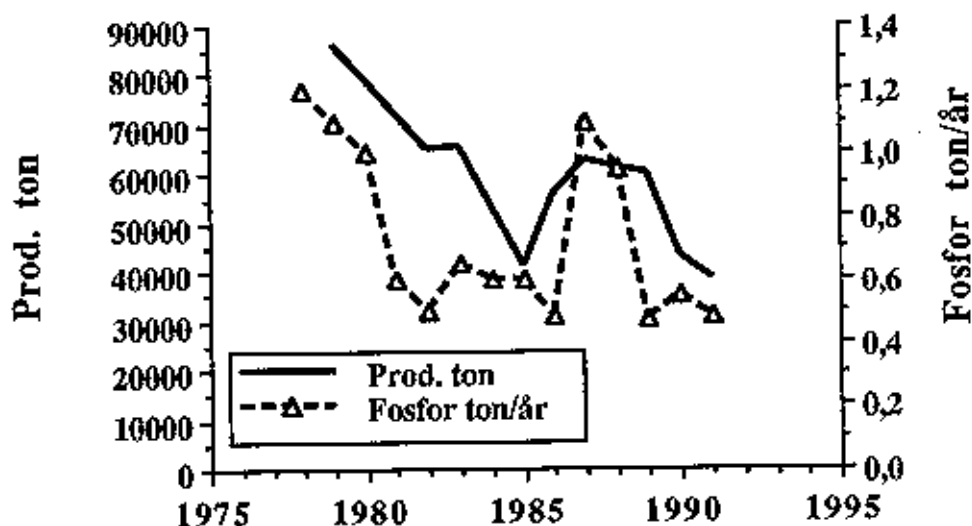
Under 1991 installerades ett nytt luftningssystem (sk Limnoaggregat) i Munksjön i samarbete med Jönköpings kommun.

Produktionen 1991 bestod av 38 700 ton papper fördelat på 23 300 ton specialpapper och 15 400 ton tissuepapper. Nedan redovisas utsläppen av syretärande material (fig 7) och fosfor (fig 8) från företagen till Munksjön.



**Figur 7.** Produktion respektive utsläpp av syretärande material (BOD) per år från Munksjö AB, Jönköping till Munksjön under perioden 1970 - 1991.

Utsläppet av syretärande material från Munksjö i Jönköping 1991 (167 ton) var något högre än det sammanlagda utsläppet från ARV runt sjön (158 ton).



Figur 8. Produktion respektive utsläpp av fosfor per år från Munksjö AB, Jönköping till Munksjön under perioden 1970 - 1991.

Fosforutsläppet från Munksjö i Jönköping (480 kg) var ca 1/8 av fosforutsläppet från Jönköpings ARV (3780 kg) under 1991. Båda anläggningarna har sina utsläpp till Munksjön.

## Gruvindustri

Gruvbolaget Vieille Montagne bryter zinkmalm i Zinkgruvan sedan 1857. Den zinkmalm som bryts vid Zinkgruvan anrikades fram till och med 1976 i anrikningsverket i Åmmeberg. Avfallssanden deponeras invid Kärrafjärden. Anrikningsverket flyttades 1977 till Zinkgruvan.

Under den tid då anrikningen av malmen skedde i Åmmeberg har Kärrafjärden tillförts avsevärda mängder zink och andra metaller. Omfattande åtgärder har under de senaste åren utförts för att begränsa utläckaget av metaller från det gamla sandmagasinet i Kärrafjärden (jfr Lundqvist s 47-59).

Avfallssanden deponeras nu i ett sandmagasin strax söder om anläggningen. Därifrån avrinner avloppsvattnet till en klarningsjö med utsläpp i Ekershyttbäcken och vidare via Salaån till Kärrafjärden.

Använt vatten i anläggningen recirkuleras till ca 50% (1991 53%). Nytt vatten tillförs processen från Trysjön som regleras med hänsyn till pumpningen av vatten till Trysjön från Åmmelången.

Utöver de metaller som släpps ut via klarningssjön sker en utlakning av metaller ur gamla slagg- och varphögar som är belägna i området. Här föreligger ett stort behov av sanering för att reducera även denna metallpåverkan på Vättern (jfr Comet s 64-71).

Bolaget erhöll 1989 tillstånd av Koncessionsnämnden för miljöskydd för en utökad drift från 700 000 till 900 000 ton/år. Tillståndet medförde bland annat att zinkutsläppen skall reduceras från nuvarande ca 1 mg zink / liter till 0,7 mg, i ett första steg. Dessutom skall bolaget under en treårsperiod utreda hur utsläppen skall kunna minskas ytterligare ner till 0,1 mg zink / liter.

Utöver metallutsläpp sker utsläpp av sk flotationsmedel, dvs kemikalier som används i anrikningen. Dessa ämnen har hög potentiell miljöpåverkan.

Användning av sprängmedel i gruvan ger också upphov till en viss kvävebelastning på recipienten.

Nedan återges några av de viktigare punkterna i miljörapporten 1991 relaterat till vattenbelastning.

Under året uppnåddes den hittills största genomsättningen i anrikningsverket då drygt 721 000 ton malm med halterna 9,36 % Zn, 2,32 % Pb och 54 g/t Ag anrikades. Produktionen har fortlöpt utan några anmärkningsvärda störningar.

Även miljömässigt har produktionen inte heller medfört några nämnvärda störningar.

Under våren och försommaren uppstod emellertid tidvis damning från de sandtytor i sandmagasinet som ej var vattentäckta. Utplacering av sprinkler och bevattning av dessa sandtytor kunde i stor utsträckning begränsa damningen. För bevattningen användes magasinsvatten.

En fortlöpande processtrimning har under året givit till resultat att ytterligare reduceringar av kemikalietillsatser

blivit möjliga. Detta gäller speciellt svavelsyra och xantater. Som en följd av detta uppvisar utskovsvattnet från sandmagasinet endast spår av xantatrester (jfr fig 11).

Användning av gruvvatten i processen, återcirkulation av vatten från sandmagasinet samt det stabila och förhållandevisa höga pH-värdet i sandmagasinet (pH 7.5) har tillsammans bidragit till att zinkkoncentrationen i utgående vatten från magasinet är låg. Zinkhalten har i årsmedeltal varit 0,29 mg/l vilket är det lägsta värdet sedan gruvvatten började att pumpas ut till sandmagasinet 1979 (gällande riktvärde är 0,7 mg Zn /l) Följaktligen är utflödet av zink 358 kg 1991, ett av de lägsta sedan tappning från magasinet påbörjades 1979.

För att ytterligare begränsa utflödet av zink till Salaåns vattensystem har ett projekt genomförts där företaget stängt av utflödet från en av varprester kontaminerad sjö, Trysjön i Zinkgruvan. För att upprätthålla det av vattendomstolen angivna vattenflödet från området har en cirka 240 m lång kulvert byggts för att leda av metaller opåverkat vatten från Viksjön till en punkt nedströms Trysjön. Resultatet av denna åtgärd har blivit en reducering av zinkmetallflödet till Salaån med cirka 200-300 kg/år.

I samband med utredningen kring företagets prövotidsfrågor har studier genomförts som visar zinkbalansen i Salaån och metallhalter hos fisk i norra Vättern. Resultatet av dessa undersökningar har publicerats i rapporter från SMHI, Uppsala Universitet och Miljöforskargruppen. Undersökningarna har bidragit till att ge en djupare kännedom om metallsituationen i området.

Den 31 augusti 1990 fick företaget en ny vattendom som reglerar de förändringar i vattenföringen som erfordras för ökningen av malmproduktionen till 900 000 ton per år. Malmproduktionen i gruvan uppgick under året till 721 000 ton varur cirka 115 591 ton zinkslig och 19 700 ton blyslig utvunnits.

Företaget har till Koncessionsnämnden för miljöskydd ingett en utredning angående sektionering av sandmagasinet i Enemossen.

Utredningen ingick som ett utredningsföreläggande i den koncessionsdom som meddelades under 1989. I utredningen konstateras att en sektionering av Enemossen inte skulle medföra några miljömässiga fördelar utan avsevärt fördyra kostnaderna för sanddeponering. I samband härmed undersöktes vittringsbenägenheten hos anrikningssanden som befanns vara extremt låg. Eftersom sanden samtidigt innehåller låga svavelhalter och hög halt av basiska mineral så beräknas utläckningen av zink ur deponerad sand bli ringa.

Koncessionsnämnden föreskrev som villkor i sitt tillstånd att bolaget i samråd med berörda myndigheter utreder förutsättningarna för att ytterligare minska utsläppen av zink och xantater.

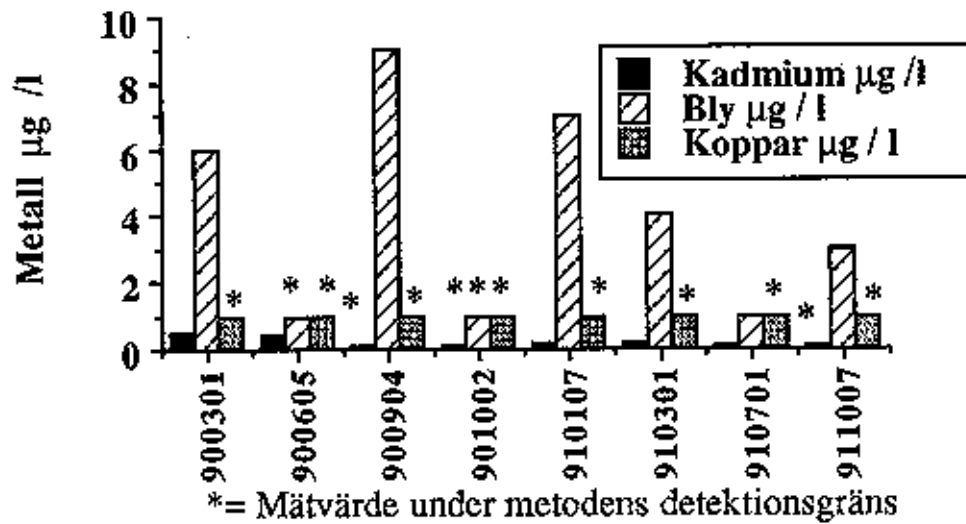
Undersökningar av ett antal olika metoder pågår i laboratorieskala där bl.a. jonbytes- och adsorptionstekniken studerats. Dessa har visat att adsorption på anrikningssand är en metod som kan användas för reducering av zink i vattenfas.

Möjligheterna att byta ut xantater mot andra alternativ har undersökts. Biotester på mercaptobenzothiazol (MBT) har utförts vid SNV:s laboratorium, men testerna visar att MBT inte är ett realistiskt alternativ.

Följande villkor vad gäller utsläpp till vatten har föreskrivits i Koncessionsnämndens beslut, september 1989.

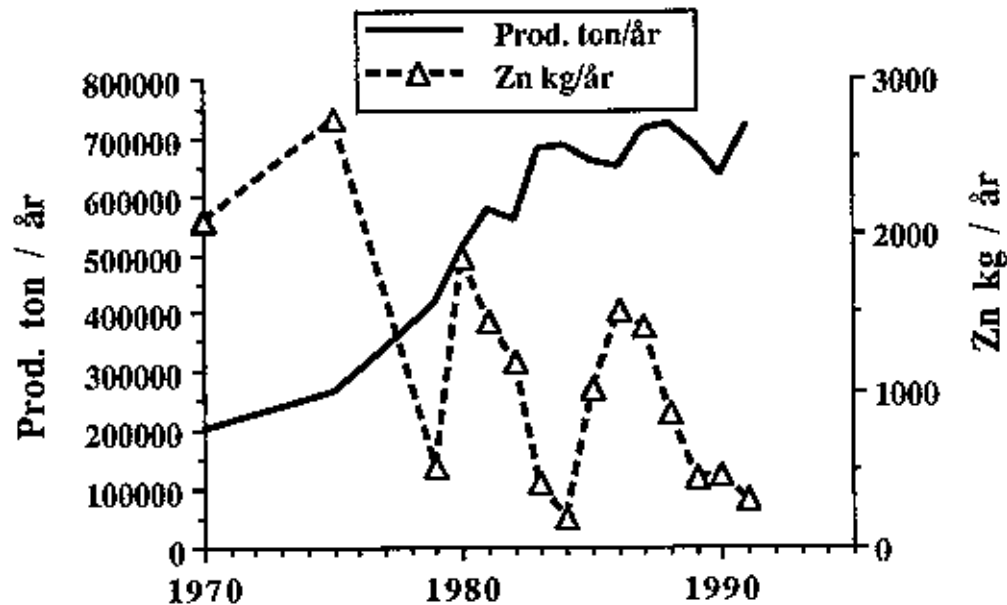
	Riktvärde mg/l	Årsmedeltal 1991 (medelvärde )
Zink	0,7	0,29
Susp.ämnen	5	< 5
pH	> 6,5	7,5

För metallerna Cu, Pb, Cd, har ej några riktvärden föreskrivits, då koncentrationerna av dessa metaller genomgående har varit låga (fig 9).



Figur 9. Koppar-, kadmium- och blyhalter i utskovsvattnet under 1990- 91.

En orsak till de låga zinkhalter som uppnåtts (en av de lägsta sedan 1979) är att gruvvattnet konsekvent kunnat användas i processen under anrikningsverkets drift. Speciell omsorg har också lagts vid att pumpa gruvvattnet till områden i Enemossen som ger lång uppehållstid under de perioder som anrikningsverket ej varit i drift.



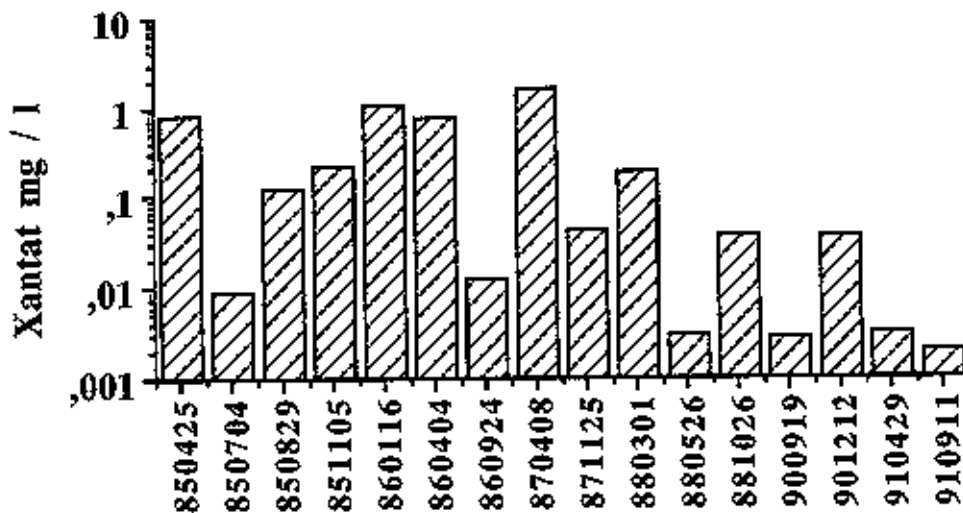
Figur 10. Produktion respektive zinkutsläpp under 1970- 91.



Den låga halten i kombination med det begränsade utflödet av vatten från magasinet ( 38 l/s ), som möjliggjorts genom återcirkulation av vatten, har medfört att metallmängden zink ut från sandmagasinet minskat för femte året i följd.

I jämförelse med det årliga zinkutsläppet från verkstadsindustrin (ytbehandlingsföretag) runt Vättern (1991 ca 150 kg) ger nuvarande gruvdrift upphov till ett drygt dubbelt så stort utsläpp av zink (1991 ca 360 kg).

Xantatanalyser har utförts vid två tillfällen under året och båda gångerna har halterna legat på låga nivåer ( < 40 ppb ). Sedan mitten av 1988 då det datoriserade processtyrningssystemet togs i drift har därmed xantathalterna i samtliga fall understigit nivån 40 ppb.



**Figur 11.** Xantathalter i utskovsvattnet under 1985- 91.  
(OBS Skalan på Y-axeln är logaritmisk)

Den utgående koncentrationen av oorganiskt kväve har analyserats vid några tillfällen under året. Vid dessa analystillfällen har den oorganiska kvävekoncentrationen varit mycket konstant, ca 31-32 mg N/l i gruvvattnet och varierat mellan 1,46 - 4,96 mg/l i utskovsvattnet. Beräknat på medelhalten 3,8 mg/l (n= 4) fås ett årsutsläpp av ca 4,6 ton för 1991. Kvävebelastningen (oorganiskt kväve) på sandmagasinet 1991 har beräknats

till ca 16,6 ton medan den utgående mängden var 4,6 ton medförande en "årsretention" på ca 28 %

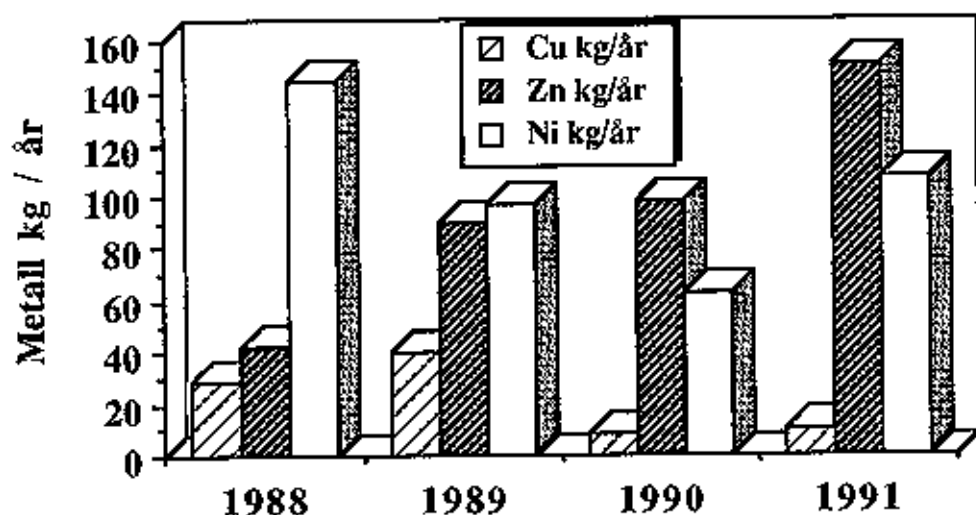
Jämfört med andra punktkällor är 4,6 ton kväve /år något mindre än från de flesta ARV runt Vättern. Mätt som totalkväve är årsutsläppet från t ex Askersunds ARV ca 18 ton och från Hammars ARV ca 1,6 ton 1991.

## Verkstadsindustri

Med verkstadsindustri avses här främst industrier med ytbehandlingsverksamhet. För närvarande finns 13 företag med ytbehandlingsverksamhet med utsläpp till Vättern. I huvudsak sker utsläpp av koppar, krom, nickel och zink samt cyanid. En beräkning av verkstadsindustrins andel av den totala tillförseln av dessa ämnen har redovisats i vattenvårdsprogrammet, Vättern 90.

Utsläpp av andra metaller som silver (ca 400 g/år) och tenn (ca 100 g/år) är mycket låga.

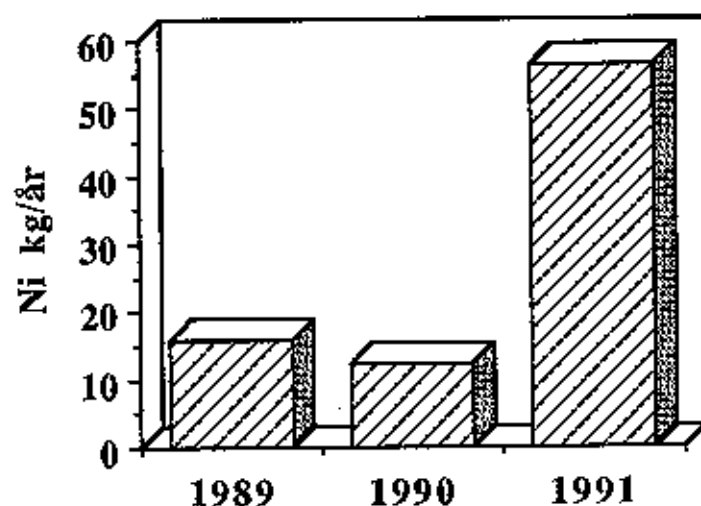
Utsläppen från metallindustrierna runt Vättern minskade avsevärt under senare delen av 80-talet (jfr Vättern 90). I föreliggande årsskrift redovisas utsläppen för perioden 1988 - 1991.



**Figur 12.** Utsläpp av koppar, nickel och zink till Vättern 1988-1991 från verkstadsindustrin .

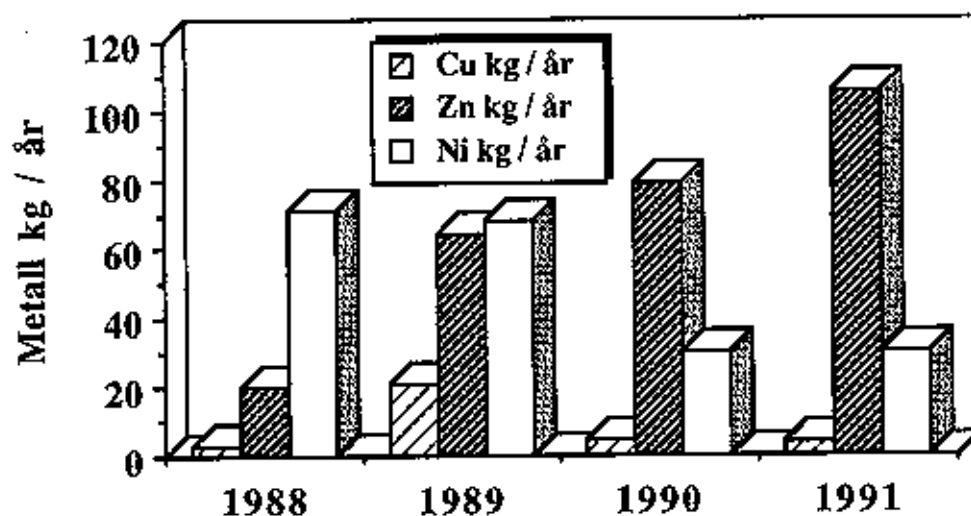
Under 1988 till 1991 skedde en ökning av zinkutsläppen till Vättern från ytbehandlingsföretagen runt sjön. Till viss del beror ökningen på att flera företag ingår i rapporteringen fr o m 1989 (jfr Årsskrift 1991). Jämförs 1991 med 1990 är utsläppsmängderna av zink och nickel högre 1991. Huvuddelen av variationen i utsläppta mängder förklaras av variationer hos två företag. Nedan redovisas inrapporterade utsläppsmängder för MIHAB

Ytbehandling AB i Huskvarna och AB CG Isaksson & Co i Habo.



Figur 13. Nickelutsläpp från MIHAB Ytbehandling AB 1989-1991

För MIHAB redovisas i miljörapporten att bristande funktion hos jonbytarna (reningsanläggning) orsakat tidvis förhöjda nickelutsläpp. Företaget har åtgärdat felet och intensifierat kontrollen av nickel i utgående vatten (prov tas dagligen).

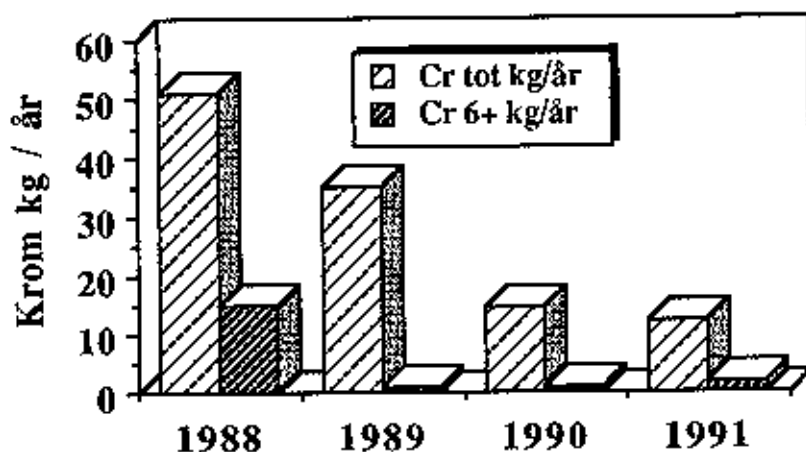


Figur 14. Utsläpp av koppar, zink och nickel från AB CG Isaksson & Co under perioden 1988 - 1991.

AB CG Isaksson & Co svarade 1989-1990 för cirka 50 % av koppar-, 75 % av zink- och 45 % av nickelutsläppet från verkstadsindustrin till Vättern. Motsvarande andel var för 1991 40% för koppar, 70% för zink och för nickel 28 % alternativt 72 %. Osäkerheten angående företagets nickelutsläpp beror på en mycket hög koncentration i utgående vatten under en månad då 170 kg nickel enligt rapporterad koncentrationmätning skulle lämnat företaget. Länsstyrelsen i Skaraborgs län bedömer att det rör sig om ett felaktigt analysresultat.

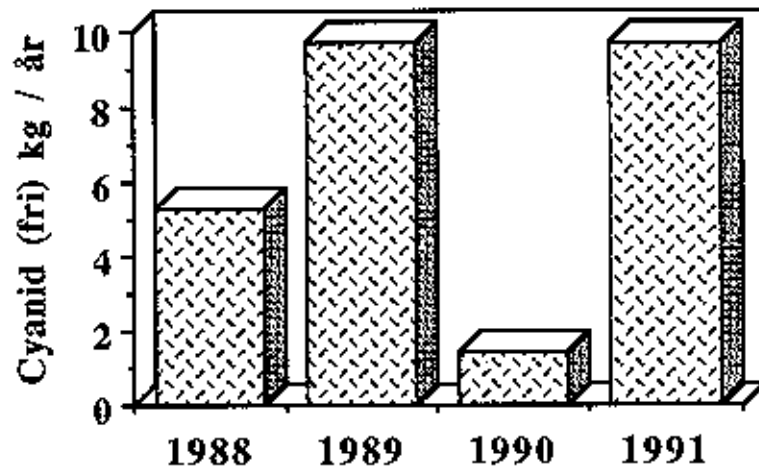
Årssammanställningen (fig 12 och 14) har, liksom den lägre %- siffran ovan, beräknats på ett årsutsläpp av 30 kg nickel 1991.

Kromutsläppen till Vättern minskade under perioden 1988 till 1990. Utsläppsvärdena av krom för 1991 var av samma storleksordning som föregående år.



Figur 15. Kromutsläpp till Vättern 1988-1991 från verkstadsindustrin runt sjön.

Vid ytbehandling förekommer ofta förutom metallutsläpp, utsläpp av cyanid. Nedan redovisas utsläpp av cyanid till Vättern. Under 1970- och 80- talen har utsläppen av cyanid reducerats avsevärt (jfr vattenvårdsplanen, Vättern 90).



**Figur 16.** Cyanidutsläpp till Vättern 1988-1991 från verkstadsindustrin.

Den utveckling mot minskande cyanidutsläpp som finns under perioden 1970 - 1990 uppvisar en tillfällig ökning 1989 och 1991. Denna ökning härrör från variationer i utsläppta mängder hos AB CG Isaksson & Co. Inrapporterade utsläppsmängder är 1988 1,8 kg, 1989 9,0 kg, 1990 mindre än 1 kg och 1991 8,4 kg.

Det utsläppsmässigt dominerande verkstadsföretaget med Vättern som recipient, AB CG Isaksson & Co, ansökte under 1991 om tillstånd enligt miljöskyddslagen för fortsatt och utökad verksamhet. Länsstyrelsen i Skaraborgs län gav tillstånd till verksamheten i juni 1992. Bl a meddelades rikt- och gränsvärden för cyanid, krom, koppar, zink och nickel. Årsutsläppet från företaget begränsas härmed till 27 kg zink, 13 kg nickel, 9 kg krom (tot) och 9 kg koppar. För fri cyanid meddelades ett gränsvärde av 0,4 mg/l. Gränsvärdena skall gälla från 1 januari 1994. På sikt (1994) kommer således företagets utsläpp av bl a zink och nickel att minska väsentligt jämfört med dagens nivå.

Som framgår av vattenvårdsplanen, Vättern 90, har reduktionen av metallutsläpp från verkstadsindustrin starkt reducerat dessa industriers andel av den totala metalltillförseln till Vättern. Även om redovisade utsläppssiffror för 1989 och 1990 visar på ökade utsläpp

för vissa metaller förändras ej det principiella "källfördelningsmönstret" som redovisades i Vättern 90. Dagens situation utesluter dock inte att lokala miljöeffekter kvarstår i närområdet till vissa utsläppspunkter samt belyser vikten av att bästa möjliga reningsteknik används vid alla företag med metallutsläpp.

De nedre delarna av flera åar (t.ex. Huskvarnaån, Tabergsån, Lillån (Bankeryd) och Malmabäcken (Habo)) har under mycket lång tid fått motta stora mängder metallföroreningar från en omfattande metallindustri i området. Denna "historiska" metallbelastning finns avsatt i lugnvattensområden i dessa vattendrag. Det är angeläget att dessa sedimenterade metallföroreningar ej frigörs genom muddrings- eller grävningsarbeten. Det är också angeläget att kontroll av metallflödet i dessa recipienter utföres inom ramen för den samordnade recipientkontrollen.