

Bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten i Vänerns avrinningsområde

- förekomst och möjliga effekter
på natur och människor



av Anna-Karin Bilén



Vänerns vattenvårdsförbund



Bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten i Vänerns avrinningsområde

- förekomst och möjliga effekter
på natur och människor

av Anna-Karin Bilén

Examensarbete 20 p.

Handledare:

Peter Sundin
Institutionen för miljöanalys
Sveriges lantbruksuniversitet
Box 7050 750 07 Uppsala

Agneta Christensen
Vänerns vattenvårdsförbund
c/o Länsstyrelsen
542 85 Mariestad

Rapport 2001:17

Rapport nr 19. 2001

Bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten i Vänerens avrinningsområde -
förekomst och möjliga effekter på natur och människor

Foto: Hardi International

Tryckår: 2001

Upplaga: 200 ex

Tryck: Länsstryckeriet, Länsstyrelsen i Västra Götaland

Utgiven av Vänerens vattenvårdsförbund och Institutionen för miljöanalys, SLU.

Vänerens vattenvårdsförbund, Rapport nr 19 2001. ISSN 1403-6134

Institutionen för miljöanalys, SLU, Rapport 2001:17. ISSN 1403-977X

Rapporten finns i sin helhet på Vänerens vattenvårdsförbunds hemsida på Internet,
adress: www.vanern.s.se

Pesticide residues in surface- and groundwater in the lake Vänern catchment area 1986-2000 – occurrence and possible effects on the environment and human beings

ABSTRACT

In 2001 the Lake Vänern Society for Water Conservation¹ started a project about xenobiotics in lake Vänern. The present study is a part of that project and the aim was to collect information from investigations of pesticide residues in surface- and groundwater in the catchment area of lake Vänern. With the results in mind, possible effects on nature and on human beings are discussed.

In the catchment area of lake Vänern five streams (Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidan and Uveredsbäcken) have been investigated regarding pesticide residues during several years. Several other streams have also been investigated but only at few occasions. Pesticides have been detected at 55% of the total amount of analyses. In Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidan and Uveredsbäcken the indicated concentration of one or several substances have exceeded the NC-value at several occasions. When the NC-value is exceeded the substance together with other substances may cause injuries to aquatic organisms (Crommentuijn et al., 1997). In some of the streams the MPC-value also was exceeded. When MPC is exceeded the substance alone may cause injuries to aquatic organisms (Crommentuijn et al., 1997). In total, 20 substances have been found in the investigated watercourses during the period of 1986-2000. The most common pesticide residues were bentazone, MCPA, mecoprop and dichlorprop. The concentrations of pesticide residues in the watercourses were probably not high enough to cause acute toxic effects to aquatic organisms. But they may give rise to sublethal effects in the environment, like reduced fertility.

Information about investigations has been collected from 24 water purification plants that use groundwater as incoming water and from ten plants that use water from lakes or streams. Pesticide residues were found in about 40% of the investigations of incoming water. Most of the plants where pesticide residues have been found have taken measures to reduce the concentrations. The most common substances found at water purification plants were bentazone and MCPA. In 52% of the 13 investigated private wells pesticide residues were found. The pesticide residues found in drinking water do probably not give rise to any significant health risks. However, in order to avoid reason for concern, drinking water should preferably be prepared from water free of contaminants

¹ www.vanern.se/engelsk/index-eng.htm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. SAMMANFATTNING.....	9
2. INLEDNING	11
3. BAKGRUND.....	12
3.1 Gränsvärden.....	12
3.2 Användning av bekämpningsmedel i Sverige.....	14
4. MATERIAL OCH METODER	16
4.1 Datainsamling	16
4.2 Undersökningarnas omfattning.....	18
4.2.1 Vattendrag	18
4.2.2 Allmänna vattenverk	18
4.2.3 Enskilda brunnar	19
4.3 Provtagningsteknik.....	19
4.4 Analysmetodik.....	19
5. RESULTAT OCH DISKUSSION	20
5.1 Vattendrag.....	20
5.1.1 Fåglabäcken.....	20
5.1.2 Lidan	21
5.1.3 Nossan.....	22
5.1.4 Tidän	22
5.1.5 Uveredsbäcken.....	22
5.1.6 Övriga åar.....	23
5.2 Den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester.....	23
5.3 Vattendragens sammanlagda fyndfrekvens	26
5.4 Vattenverk och enskilda brunnar.....	27
5.4.1 Kommunala ytvattentäkter	28
5.4.2 Kommunala grundvattentäkter och enskilda brunnar.....	31
5.4.3 Kommunalt dricksvatten	35
5.4.4 Fyndfrekvens i vatten från kommunala vattenverk och enskilda brunnar.....	36
5.5 Möjliga effekter på människor och natur.....	37
5.5.1 Möjliga effekter på växter och djur.....	37
5.5.2 Möjliga effekter på människor	41
6. SLUTSATSER.....	42
7. TACKORD.....	42
8. REFERENSER	43

APPENDIX

1. Tabell över försåld mängd bekämpningsmedel under perioden 1986-1999 i Sverige
2. Tabell över använd mängd bekämpningsmedel inom jordbruket i tidigare Skaraborgs- och Älvsborgs län respektive Värmlands län
3. Utskick till kommuner och vattenvårdsförbund
4. Rådata från provtagningar i Fåglabäcken
5. Rådata från provtagningar i Lidan
6. Rådata från provtagningar i Nossan
7. Rådata från provtagningar i Tidän
8. Rådata från provtagningar i Uveredsbäcken

9. Rådata från provtagningar i övriga år
10. Diagram över substanser som påvisats ofta i Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidån och Uveredsbäcken
11. Rådata från provtagningar i kommunala ytvattentäkter
12. Rådata från provtagningar i kommunala grundvattentäkter
13. Rådata från provtagningar i enskilda brunnar
14. Rådata från provtagningar av dricksvatten vid kommunala vattenverk

1. SAMMANFATTNING

Vänerns vattenvårdsförbund startade år 2001 projektet ”Kemikalier och miljögifter till Vänern”. Ett av delprojekten är ”Rester av bekämpningsmedel i Vänern och dess tillrinnande vattendrag – betydelse för människor och natur”. För att kunna avgöra om fler undersökningar bör göras och för att kunna bedöma vilka åtgärder som eventuellt bör sättas in för att minska halten av bekämpningsmedelsrester i Vänern är det nödvändigt att det finns underlag, exempelvis i form av en sammanställning av de undersökningar som gjorts av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten i Vänerns avrinningsområde. Denna översikt kan ses som ett första steg i arbetet med att ta fram underlag för det fortsatta arbetet i syfte att minska utsläppen av bekämpningsmedelsrester till Vänern.

De utförda undersökningarnas omfattning varierar mycket, exempelvis geografiskt, tidsmässigt och med avseende på vilka bekämpningsmedelsrester som undersökts. I Värmland har få undersökningar genomförts medan det i tidigare Skaraborgs län har genomförts relativt många undersökningar. Många vattendrag undersöktes i slutet av 80-talet och i början av 90-talet men därefter har endast ett fåtal undersökts. Få enskilda brunnar har analyserats med avseende på bekämpningsmedelsrester. Många kommuner runt om i avrinningsområdet har däremot undersökt om råvattnet vid vattenverken innehåller bekämpningsmedelsrester.

När det gäller vattendragen är variationen i de uppmätta halterna stor, både under ett år och mellan de olika åren. Vid många provtagningstillfällen var halterna under respektive påvisningsgräns, medan de vid andra tillfällen var mycket höga. De högsta bekämpningsmedelshalterna har uppmätts under perioden maj-augusti. Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidan samt Uveredsbäcken har undersökts med avseende på bekämpningsmedelsrester under många år, medan andra år som ingår i sammanställningen endast undersökts vid något eller några tillfällen. Bekämpningsmedelsrester har påvisats vid 55 procent av alla provtagningstillfällen under perioden 1986-2000. I Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidan samt Uveredsbäcken har vid flera tillfällen halten av någon eller några substanser överskridit gränsvärdet för när den enskilda substansen i samverkan med andra kan orsaka skada på flora och fauna i vattenmiljö (NC; Crommentuijn et al., 1997). Detta har skett vid relativt många provtagningstillfällen. I Fåglabäcken, Tidan och Uveredsbäcken har dessutom halten av någon eller några substanser överskridit gränsvärdet för när den enskilda substansen ensam kan ge upphov till skada på akvatiska växt- och djursamhällen (MPC; Crommentuijn et al., 1997). MPC har överskridits vid flest tillfällen i Uveredsbäcken och där har också flest substanser har påvisats.

Totalt har 20 substanser påvisats i vattendragen under perioden 1986-2000. De vanligast förekommande bekämpningsmedelsresterna i vattendragen var ogräsmedlen bentazon, MCPA, mekoprop och diklorprop. Vid jämförelse av fyndfrekvens och försäld mängd bekämpningsmedel framkom att de ämnen som sålts i störst mängder under åren också är de ämnen som oftast påvisats i vattendragen.

Inom Vänerns avrinningsområde har undersökningar av bekämpningsmedelsrester i råvatten från vattendrag och sjöar genomförts vid tio vattenverk. Vid två av dessa har bekämpningsmedelsrester påvisats, men endast vid ett av vattenverken har den uppmätta halten i råvattnet överskridit SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör vidtas för att åtgärda problemen (0,1 µg/l; SLV, 1996). Även dricksvattnet från detta vattenverk innehöll bekämpningsmedelsrester i halter över 0,1 µg/l. Detta vattenverk använder inte längre ytvatten som råvatten.

Undersökningar av bekämpningsmedelsrester i grundvatten har utförts både vid kommunala vattenverk och i enskilda brunnar. Vid två av vattenverken har halter överskridande SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör vidtas uppmätts i råvattnet. Ett av dessa vattenverk är nedlagt, medan det andra har installerat kolfilter. Innan kolfiltret installerades i vattenverket uppmättes även höga halter ($> 0,1 \mu\text{g/l}$) av bekämpningsmedelsrester i dricksvattnet, men därefter har inga påvisbara halter uppmätts. Vid de andra vattenverken som ingår i sammanställningen har inga bekämpningsmedelsrester uppmätts i grundvatten eller dricksvatten. Få enskilda brunnar har analyserats med avseende på bekämpningsmedelsrester. I fyra av totalt tretton undersökta enskilda brunnar har halter överskridande $0,1 \mu\text{g/l}$ uppmätts. Påvisbara halter har även uppmätts i fyra av de andra brunnarna. En del av brunnarna används fortfarande, medan andra ersatts av nya brunnar eller kommunalt vatten.

De substanser som förekom oftast i rå- och dricksvatten var ogräsmedlen bentazon och MCPA. Vid ca 40 % av provtagningarna i råvatten vid kommunala vattenverk påvisades bekämpningsmedel, medan fyndfrekvensen i dricksvatten var 22 %. I ytvattentäkter förekom fem substanser, i kommunala grundvattentäkter nio substanser och i kommunalt dricksvatten fyra substanser. I enskilda brunnar var fyndfrekvensen 52 % och sju substanser påvisades.

De uppmätta halterna av bekämpningsmedelsrester i vattendragen är inte så höga att de kan förväntas orsaka akuta miljöproblem, men de kan ge s.k. subletala effekter som t.ex. nedsatt kondition hos organismer. Vissa bekämpningsmedelsrester kan ha östrogenliknande effekt och även låga halter kan därmed ge stor påverkan på könsdifferentieringen hos djur. Dessa subletala effekter är mycket svårare att urskilja i naturen än akuta effekter, men kan ändå utgöra ett hot eftersom de på sikt kan påverka hela populationen av en art. Detta kan i sin tur leda till indirekta effekter på andra arter, t.ex. genom att deras födotillgång förändras eller att de gynnas p.g.a. att någon annan art hålls tillbaka. Studier vid Lunds universitet har visat att vanliga insektsmedel, pyretroider, kan orsaka ökad alg tillväxt (Woin, 1995). Algblomningen orsakas förmodligen av att det uppstår obalans i vattnet när många av småkrypen slås ut av bekämpningsmedlet.

Det är osannolikt att rester av bekämpningsmedel i dricksvatten utgör någon hälsorisk för gemene man i Sverige (SOU, 1996). För att vi människor inte ska behöva oroa oss för eventuella effekter på lång sikt bör dock dricksvattnet vara rent, vilket inkluderar att det bör vara fritt från bekämpningsmedelsrester.

2. INLEDNING

Med kemiskt bekämpningsmedel avses, enligt miljöbalken (proposition 1997/98:45, 1997/98:JoU20), en kemisk produkt som är avsedd för att förebygga eller motverka att djur, växter eller mikroorganismer förorsakar skada eller olägenhet för människors hälsa eller skada på egendom. De är med andra ord avsedda att eliminera oönskade organismer.

Bekämpningsmedel är vanligtvis naturfrämmande ämnen som således sprids i syfte att eliminera eller förhindra utvecklingen av oönskat biologiskt liv. Inom jordbruket används bekämpningsmedel för att kontrollera framförallt ogräs (herbicider), svampar (fungicider) och insekter (insekticider). Dessa ämnen påverkar emellertid inte enbart de organismer som utgör målgrupp utan kan även påverka annat biologiskt liv som de kommer i kontakt med. Bekämpningsmedelsrester som hittas i yt- och grundvatten kan därmed medföra risk för oönskade effekter på växter, djur och människor.

Bekämpningsmedel har uppmätts i yt- och grundvatten på flera platser i Sverige. Avdelningen för vattenvårdslära, Institutionen för markvetenskap, SLU har samlat in en del data från bekämpningsmedelsundersökningar i yt-, grund-, och regnvatten mellan åren 1985-1999 (Hessel et al., 2000). Av de under åren 1985-1995 undersökta ytvattenproven, återfanns bekämpningsmedelsrester i 56 % av de 1117 proven (Hessel et al., 1997). Vid 43 % av de insamlade grundvattenundersökningarna (415 st) påvisades bekämpningsmedelsrester. Råvattenundersökningarna (yt- och grundvatten) visade att det förekom bekämpningsmedelsrester i något mindre än hälften av de undersökta täkterna.

Ungefär 0,1 % av de bekämpningsmedel som sprids ut på åkrarna hamnar i bäckar och åar (Jordbruksverkets Vattenenhet, 1999). Bekämpningsmedelsresterna kan ha hamnat i yt- eller grundvattnet på olika sätt t.ex. genom ytavrinning, vindavdrift, spridning vid dräneringsbrunnar eller på ej biologiskt aktiv mark (fig 1).

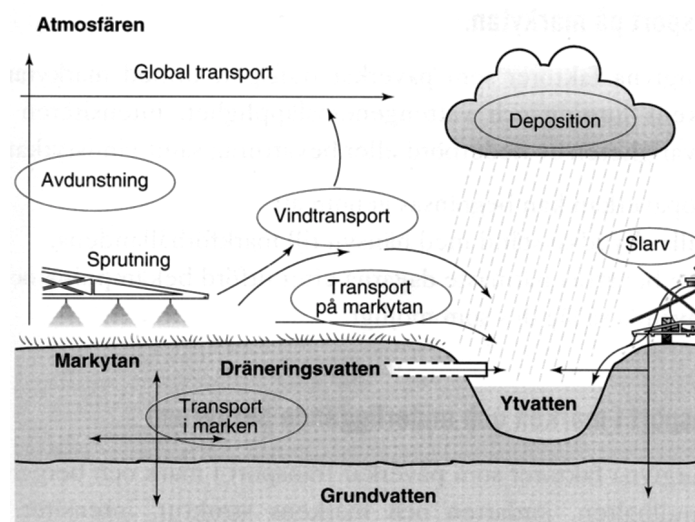


Fig 1. Möjliga spridningsvägar för bekämpningsmedelsrester till yt- och grundvatten (SNV, 1997).

Riksdagen har satt upp femton miljömål som ska vara uppfyllda inom en generation (prop. 1997/98:145, 1998/99:MJU6). Förekomst av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten är inte förenligt med minst tre av de uppsatta miljömålen; ”Grundvatten av god kvalitet”, ”Levande sjöar och vattendrag” samt ”Giftfri miljö”. I miljömålet om en giftfri miljö anges att halten av naturfrämmande ämnen i naturen ska vara nära noll.

Vänerns vattenvårdsförbund² startade år 2001 projektet ”Kemikalier och miljögifter till Vänern”. Ett av delprojekten är ”Rester av bekämpningsmedel i Vänern och dess tillrinnande vattendrag – betydelse för människor och natur”. För att kunna avgöra om fler undersökningar bör göras och för att kunna bedöma vilka åtgärder som eventuellt bör sättas in för att minska halten av bekämpningsmedelsrester i Vänern är det nödvändigt att det finns underlag, exempelvis i form av en sammanställning av de undersökningar som gjorts av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten i Vänerns avrinningsområde. Denna översikt kan ses som ett första steg i arbetet med att ta fram underlag för det fortsatta arbetet i syfte att minska utsläppen av bekämpningsmedelsrester till Vänern.

3. BAKGRUND

Vänern, som är Sveriges största sjö, är naturligt näringsfattig och därför relativt känslig för miljögifter (Christensen, 2000). Detta beror bl.a. på att näringsfattiga sjöar har en låg produktion, vilket innebär en risk för att miljögifter i högre grad än i näringsrika sjöar koncentreras i de levande organismer som finns i vattnet. Tillförseln av miljögifter till Vänern är dock idag inte något akut problem (Christensen, 2000), då utsläppen av många miljöfarliga ämnen har minskat under de senaste 30 åren (Lindeström, 1995). De tillrinnande vattendragen är den källa som står för den största tillförseln av halogenerat organiskt material och flertalet metaller i Vänern (Lindeström, 1995). En stor del av det halogenerade organiska materialet som kommer med åarna kan dock vara naturligt producerat i markerna (Asplund & Grimvall, 1991; SNV, 1993). De bekämpningsmedelsrester som åarna för med sig, späds ut när de når den stora vattenmassan i Vänern. Beroende på bekämpningsmedlens egenskaper såsom lösligheten i vatten, nedbrytningstid och bioackumuleringsförmåga, uppträder de på olika sätt i miljön. Till exempel binds en del bekämpningsmedelsrester till sediment eller tas upp av levande organismer medan andra återfinns i fria vattenmassan. De bekämpningsmedelsrester som har lång nedbrytningstid finns kvar under lång tid och kan på sikt möjligen ge negativa biologiska effekter i Vänern. År 1998 utfördes en undersökning av Vänerns ytsediment (Holgersson, 1999). De bekämpningsmedel som ingick i analysen var HCB (hexaklorbensen), HCH (hexaklorcyklohexan, lindan) och DDT. Dessa ämnen förelåg i låga eller ej påvisbara halter. Hur mycket bekämpningsmedelsrester som finns i vattnet i Vänern är inte så mycket undersökt. De enda bekämpningsmedelsanalyser av Vänervatten som utförts, är de som de kommunala vattenverk gjort som tar sitt råvatten från Vänern.

3.1 Gränsvärden

I Sverige finns endast gränsvärden för bekämpningsmedelsrester i vatten från allmän vattentäkt som nyttjas som dricksvatten. Enligt Livsmedelsverkets dricksvattenkungörelse (SLV, 1993) får dricksvatten från allmän vattentäkt och råvatten från allmän ytvattentäkt inte innehålla bekämpningsmedel i påvisbara halter. Dricksvatten med påvisbar halt bedöms alltid

² www.vanern.se

som tjänligt med hälsomässig anmärkning. Om halten av ett enskilt bekämpningsmedel är 0,1 µg/l eller högre, ska huvudmannen vidta nödvändiga åtgärder för att komma tillrätta med problemen (SLV, 1996). Exempel på åtgärder kan vara att spåra föroreningskällan och eliminera den, sätta in beredning som sänker halten eller byta vattentäkt. Vid lägre halter än 0,1 µg/l bör fortsatt provtagning ske för att följa utvecklingen. Råvattnet eller dricksvattnet från vattenverk som har jordbruk eller andra tänkbara föroreningskällor inom vattentäktens avrinningsområde, ska kontrolleras med avseende på förekomst av eventuella bekämpningsmedelsrester varje till vart femte år beroende på antalet anslutna personer (SLV, 1993).

När Livsmedelsverket fastställde kriteriet ”påvisad halt”, var 0,1 µg/l ofta den lägsta halt som laboratorierna kunde analysera. Numera kan ofta betydligt lägre halter påvisas och för att få en rimlig gräns för när åtgärder bör vidtas, tog Livsmedelsverket 1996 ett beslut om att tillämpa halten 0,1 µg/l (SLV, 1996). Gränsen vid 0,1 µg/l grundas inte på vare sig humantoxikologiska eller ekotoxikologiska överväganden. I resultatdelen jämförs de uppmätta halterna av bekämpningsmedelsrester mot SLV:s gränsvärde, vilket syftar till halten 0,1 µg/l.

Även dricksvatten från enskilda brunnar bör vara av tjänlig kvalitet (SLV, 1993). Vattnet från enskilda brunnar bör därför inte innehålla bekämpningsmedelsrester i påvisbar halt. Det finns dock ingen offentlig kontroll av detta vatten, utan det är upp till det enskilda hushållet.

Enligt EU:s dricksvattendirektiv (80/778/EEG³) är den högsta tillåtna koncentrationen av enskilda bekämpningsmedelsrester i dricksvatten 0,1 µg/l. Den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester av olika slag får inte överskrida 0,5 µg/l. Vid överskridande av dessa gränsvärden ska åtgärder vidtas för att minska bekämpningsmedelshalten i vattnet. Dessa gränsvärden kommer att tillämpas även i ramdirektivet 2000/60/EG. Varken gränsvärdet 0,1 µg/l eller 0,5 µg/l grundar sig på några toxikologiska överväganden. Gränsvärdet 0,5 µg/l tillämpas inte i Sverige (Doris Rosling, personlig kommunikation).

Nederländerna har tagit fram förslag till ekotoxikologiska gränsvärden för 70 olika bekämpningsmedel i akvatisk miljö (Crommentuijn et al., 1997). Syftet med dessa gränsvärden är att skydda alla vattenlevande växter och djur. Gränsvärdena grundar sig på ekotoxikologiska och andra toxikologiska undersökningar, där eventuella brister i dataunderlaget vägs upp av kompensationsfaktorer. För varje ämne finns det två gränsvärden, MPC (Maximum Permissible Concentration) och NC (Negligible Concentration). Om MPC överskrids, är halten av den enskilda substansen så hög att den ensam kan ge upphov till skada på växt och djursamhällen i vattenmiljö. Om NC överskrids däremot, är halten av den enskilda substansen så hög att den i samverkan med andra bekämpningsmedelsrester kan skada flora och fauna. NC fås genom att dela MPC med en faktor, oftast 100. Endast för en del av de ämnen som påvisats inom Vänerens avrinningsområde finns sådana gränsvärden framtagna. För dessa ämnen anges här företrädesvis om den högsta uppmätta halten överskrider NC, men i de fall den överskrider MPC anges detta istället. De ämnen som det inte finns MPC- och NC-värden för, jämförs endast med SLV:s gränsvärde för när huvudmannen bör vidta åtgärder (0,1 µg/l).

I grundvatten har få ekotoxikologiska undersökningar utförts. Det finns därför inget underlag till att ta fram gränsvärden för bekämpningsmedel i grundvatten. Nederländernas ”Health Council” har rekommenderat att gränsvärdena som tagits fram för ytvatten ska användas för

³ Direktivet ändrades senast genom direktiv 98/83/EG, men gränsvärdena för bekämpningsmedelsrester i dricksvatten ändrades inte.

grundvatten också (Crommentuijn et al., 1997). Eventuellt bör dock en säkerhetsfaktor användas eftersom grundvattenlevande organismer har sämre förmåga att återhämta sig än ytvattenlevande organismer. Storleken på faktorn är dock inte avgjord och därför jämförs här insamlade uppgifter om bekämpningsmedelshalter i grundvatten med NC- och MPC-värden för ytvatten.

GRÄNSVÄRDEN

EU:s gränsvärden = Halten av en enskild bekämpningsmedelsrest i dricksvatten får vara högst 0,1 µg/l. Den totala koncentrationen av olika slags bekämpningsmedelsrester får inte överskrida 0,5 µg/l.

NC (Negligible Concentration) = Ett av Nederländernas gränsvärden för akvatisk miljö. När detta gränsvärde överskrids är halten av den enskilda substansen så hög att den **i samverkan** med andra bekämpningsmedelsrester kan skada flora och fauna.

MPC (Maximum Permissible Concentration) = Ett av Nederländernas gränsvärden för akvatisk miljö. Om detta gränsvärde överskrids är halten av den enskilda substansen så hög att den **ensam** kan ge upphov till skada på växt- och djursamhällen.

SLV:s ”gränsvärde” = Om halten av en enskild bekämpningsmedelsrest är 0,1 µg/l eller högre ska huvudmannen vidta åtgärder för att minska halten av bekämpningsmedelsrester i dricksvattnet.

3.2 Användning av bekämpningsmedel i Sverige

Sedan mitten av 1980-talet har förbrukningen av bekämpningsmedel inom jordbruket minskat med 65 % (SCB, 2001). Minskningen beror till viss del på användningen av nya preparat vilka är verksamma i mycket låga doser. Under perioderna 1991-95 och 1996-99 har dock den i genomsnitt försålda mängden verksam substans per år varit ungefär lika stor (KemI, 1996, 2000). Detta tyder på att minskningen i användandet inom jordbruket skedde före 1991 och sedan dess har förbrukningen hållit sig på en förhållandevis jämn nivå. År 1999 såldes totalt 8 054 ton verksam substans, varav 21 % användes inom jordbruket. Den största delen (74 %) används inom industrin, främst för tryck- och vakuumimpregnering av virke. Försäljningen av bekämpningsmedel varierar mycket från år till år. Variationen inom jord- och skogsbruk beror till stora delar på växtodlings- och väderbetingelser samt förekomst av skadegörare (KemI, 2000). För att skydda grödor används inom svenskt jordbruk årligen ca 90 olika godkända kemiska substanser (Kreuger, 1997). Under perioden 1995-1999 var glyfosat, MCPA, met amitron, och isoproturon de ogräsmedlen som det såldes mest av (KemI, 2000). I figur 2 presenteras försåld mängd substans i Sverige i genomsnitt per år, under perioderna 1986-1990, 1991-1995 respektive 1996-1999. Endast de bekämpningsmedel som påvisats i yt-, grund-, eller dricksvatten enligt föreliggande sammanställning redovisas. I appendix 1 finns en noggrannare redovisning av försåld mängd bekämpningsmedel och exempel på preparat där respektive substans ingår.

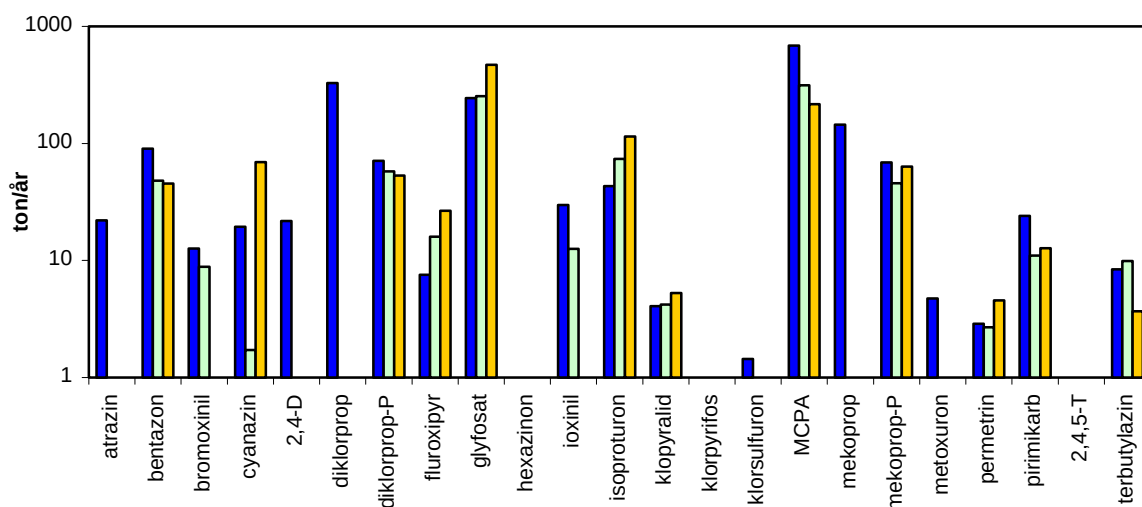


Fig. 2. Försåld mängd substans i Sverige i genomsnitt per år under perioderna 1986-1990 (■), 1991-1995 (■) och 1996-1999 (■) (KemI, 1987, 1988, 1989, 1991, 1996, 2000). Endast de substanser som påvisats i yt-, grund- eller dricksvatten enligt föreliggande sammanställning redovisas.

Bekämpningsmedlen atrazin, 2,4-D, hexazinon och 2,4,5-T har inte sålts efter 1989, 1990, 1994 respektive 1977, då de avregistrerades. I slutet av 80-talet lanserades de renframställda substanserna diklorprop-P och mekoprop-P som ersättning för diklorprop respektive mekoprop (som parallellt med den aktiva ingrediensen innehöll flera s.k. isomerer). I fortsättningen av detta dokument används dock namnen diklorprop respektive mekoprop som samlingsnamn för respektive substans. Av hexazinon, klorpyrifos och klorsulfuron har mycket små mängder (<1 ton/år) sålts.

Glyfosat är idag den substans som det säljs mest av, den utgör en tredjedel av den totala försålda mängden ogräsbekämpningsmedel. Försäljningen av isoproturon, cyanazin och bentazon var relativt stor under 1996-1999. Även fenoxisyrorna MCPA, mekoprop och diklorprop stod för en stor del av den försålda mängden ogräsmiddel. Det insektsmedel som det säljs mest av är pirimikarb, men totalt sett är försäljningen av insektsmedel relativt liten. Utav de bekämpningsmedel som används inom träsdyddsindustrin är det endast ett ämne, permetrin, som hittats vid undersökningar i yt- och grundvatten. Permetrin är ett insektsmedel som bl.a. används mot skadeinsekter på barrträdsplanter och obarkat timmer (KemI, 1997).

Jordbrukets användning av bekämpningsmedel mot ogräs, svamp och insekter under åren 1988-1998 finns kartlagt hos Statistiska centralbyrån (SCB). I appendix 2 finns resultaten för Värmlands län och för den del av Västra Götaland som tidigare hette Skaraborgs län respektive Älvsborgs län. Uppgifterna för tidigare Skaraborgs län och tidigare Älvsborgs län har räknats samman. I de undersökta länen minskade användningen av bekämpningsmedel från 1988 och fram till 1996, men därefter har den ökat lite igen. Trots den ökade användningen under senare år har dock mängden aktiv substans halverats från 1988 till 1998. I området som tidigare utgjorde Skaraborgs och Älvsborgs län används ungefär 80 ton aktiv substans ogräsmiddel per år, medan det i Värmland används ungefär 10 ton per år. År 1997/98 låg svampmedelsanvändningen i den aktuella delen av Västra Götaland på ca 21 ton och insektsmedelsanvändningen på ca 0,4 ton. Motsvarande siffror för Värmland är ca 2,7 ton respektive ca 0,0 ton. (SCB, 1991, 1993, 1995, 1997, 1999)

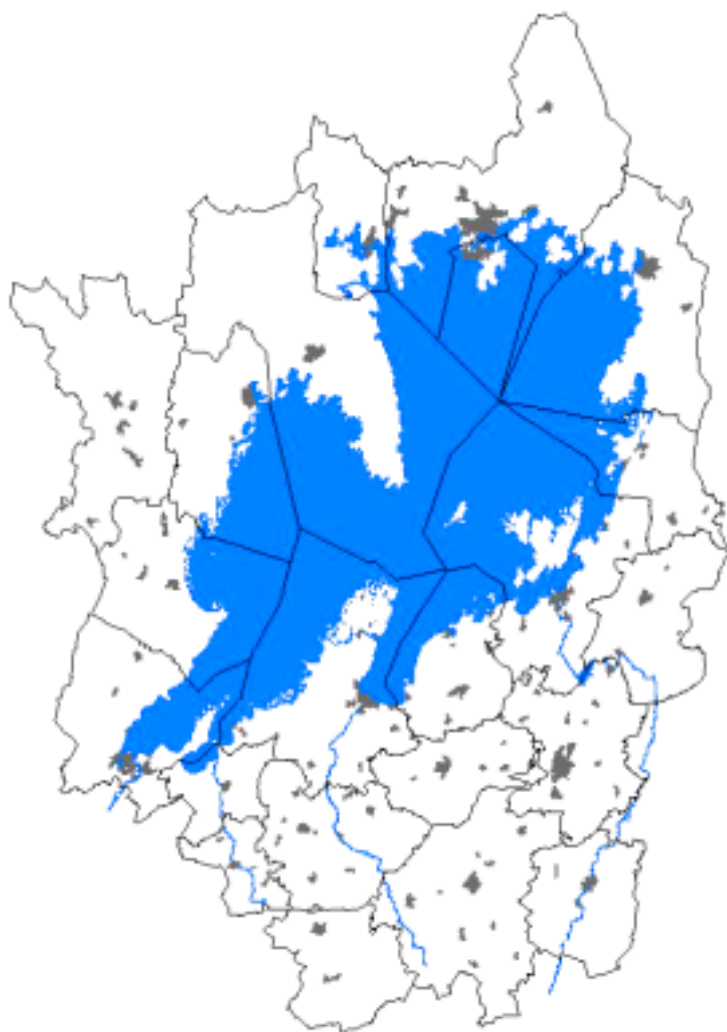
4. MATERIAL OCH METODER

4.1 Datainsamling

Insamling av data har främst skett genom kontakt med kommuner och vattenvårdsförbund, samt med Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län. Den första kontakten togs genom ett utskick (appendix 3) till alla berörda kommuner och vattenvårdsförbund (figur 3, tabell 1). Kontakten har sedan hållits via telefon, e-post, fax och brev. Komplettering av insänt material från kommuner och vattenvårdsförbund har bl.a. skett via kontakt med Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen (VAV). VAV har samlat in uppgifter om undersökningar av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten vid vattenverk från åren 1998-2000. De delar som har varit aktuella har använts i denna sammanställning. De vattenverk det gäller är Annelund, Dalskog, Furet, Hällekis, Lockörn, Lundsbrunn, Läckö, Melldala, Sverkersbyn, Säffle, Vita Sannars och Årnäs vattenverk samt Botten vattentäkt. Statens Livsmedelsverk (SLV) har bidragit med uppgifter från undersökningar vid Åsa vattenverk, Nossebro, under åren 1992-1995. På Avdelningen för Vattenvårdslära, Institutionen för markvetenskap, SLU, finns det en databas med uppgifter om bekämpningsmedelsundersökningar i hela Sverige från åren 1985-1999 (Ulén & Kreuger, 2000). I databasen finns dock långt ifrån alla lokalt utförda undersökningar med. Dessutom saknas en del uppgifter om de undersökningar som finns i databasen. Därför har de uppgifter från databasen som använts i denna sammanställning, kompletterats med uppgifter från kommunerna i fråga. För att få fram rådata har uppgifter även hämtats (med tillstånd från uppdragsgivare samt opublicerade data från egna undersökningar) från arkiven på Institutionen för miljöanalys, SLU och på Länsstyrelsen i Mariestad.

Uppgifter om undersökningar av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten har kommit in allt eftersom under en period av ca två och en halv månad. De inkomna uppgifterna har strukturerats upp och sammanställts i Excel. För att åskådliggöra det insamlade materialet har diagram och mindre, mer lättöverskådliga tabeller också gjorts i Excel. Med hjälp av länsstyrelsens Gisprogram OGIS2.1 har koordinater för provtagningsplatser tagits fram. För åarna Krokån, Stenebyälven, Vitlandaån samt ån vid Hälleberg, är provtagningsplatserna inte kända och därför har koordinater ej kunnat tas fram. Även för åarna Averstadsån, Dalbergsån, Frändeforsån och Holmsån är den aktuella provtagningsplatsen osäker. För dessa åar har dock koordinater tagits fram för den vanligen använda provtagningsplatsen i respektive å. Resultaten för vattenverk och enskilda brunnar redovisas i form av kartor gjorda i Arc-view Gis 3.2.

Vid kontakt med några kommuner framkom att resultaten från vissa undersökningar som gjorts i slutet av 80-talet eller i början av 90-talet av olika anledningar inte var möjliga att få fram. Det verkar därför finnas en viss brist i hur data från bekämpningsmedelsundersökningar lagras. På grund av dålig dokumentation vid provtagningen har det också varit svårt att få reda på var enskilda vattenprov togs och på vilket djup. En del uppgifter har p.g.a. dessa brister tyvärr inte fåtts med i denna sammanställning, men materialet är relativt komplett ändå. De ovan nämnda bristerna bör beaktas vid framtida undersökningar.



Figur 3. Karta över kommuner som ingår i denna sammanställning av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten.

Tabell 1. Förteckning över kommuner och vattenvårdsförbund som kontaktats vid insamling av data.

Kommuner	Vattenvårdsförbund
Bengtsfors kommun	Byälvens- och Borgvikälvens vattenvårdsförbund
Dals-Eds kommun	Dalbergså-Holmsåns vattenvårdsförbund
Essunga kommun	Dalslands kanals vattenvårdsförbund
Falköpings kommun	Gullspångsälvens vattenvårdsförbund
Grums kommun	Göta älvs vattenvårdsförbund
Grästorps kommun	Klarälvens vattenvårdsförbund
Gullspångs kommun	Lidan-Nossans vattenvårdsförbund
Götene kommun	Tidans vattenvårdsförbund
Hammarö kommun	
Herrljunga kommun	
Karlstads kommun	
Kristinehamns kommun	
Lidköpings kommun	
Mariestads kommun	
Melleruds kommun	
Skara kommun	
Skövde kommun	
Säffle kommun	
Tidaholms kommun	
Töreboda kommun	
Vara kommun	
Vänersborgs kommun	
Åmåls kommun	

4.2 Undersökningarnas omfattning

Undersökningarnas omfattning varierar mycket, såväl geografiskt som tidsmässigt och med avseende på vilka bekämpningsmedelsrester som undersökts. Under perioden 1988-1991 var det relativt lätt att få medel till provtagning i vattendrag, vilket gav resultatet att många undersökningar av bekämpningsmedelsrester i ytvatten genomfördes (Hessel et al., 1997). Därefter upphörde bidragen från Naturvårdverket för bekämpningsmedelsundersökningar och detta resulterade i färre provtagningar.

De kommuner i Västra Götalands län som ligger inom Vänerens avrinningsområde ingick förut i Skaraborgs samt Älvsborgs län. I tidigare Skaraborgs län var det mycket jordbruksmark och därför har relativt många undersökningar av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten gjorts. Skogsmark dominerade i det som tidigare var Älvsborgs län, men det fanns även en del jordbruksmark. Relativt många undersökningar genomfördes i slutet av 80-talet i det som tidigare var Älvsborgs län, men sedan dess har väldigt få provtagningar gjorts. I Värmlands län är ytan till största delen täckt av skog. Inom skogsbruk används en del bekämpningsmedel, men sett till den totala användningen i Sverige är förbrukningen liten. Eftersom det inte finns så mycket jordbruk i Värmland, har kommunerna och länsstyrelsen inte ansett det vara nödvändigt att undersöka halten av bekämpningsmedelsrester i vatten i någon större utsträckning.

4.2.1 Vattendrag

Förekomsten av bekämpningsmedelsrester i vattendrag har inte undersökts i Värmland. I Skaraborg har enstaka undersökningar utförts i Mariestadsfjärden, Ösan och ån vid Hälleberg medan mer omfattande undersökningar gjorts i Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidan och Uveredsbäcken. Åarna Fåglabäcken och Uveredsbäcken är biflöden till Nossan respektive Lidan. De flesta undersökningarna gjordes i slutet av 80-talet och början av 90-talet och de omfattade många bekämpningsmedel. Under mitten av 90-talet var det få undersökningar som gjordes, den enda större undersökningen var i Uveredsbäcken. Tre av åarna som undersöktes i slutet av 80-talet har även undersökts på senare år, nämligen Tidan, Lidan och Uveredsbäcken. (Johansson, 1987; Länsstyrelsen Skaraborg, 1993, 1996)

I den del av Västra Götaland som tidigare var Älvsborgs län togs under år 1989 ett vattenprov vardera från Dalbergsån, Frändeforsån, Holmsån, Krokån, Nossan (Eggvena), Nossan (Ölanda), Stenebyälven, Vitlandaån samt Åmålsån, för att undersökas med avseende på bekämpningsmedel. Denna undersökning genomfördes av Länsstyrelsen i Älvsborgs län i samarbete med länets miljö- och hälsoskyddskontor. Undersökningen omfattade även andra år, men bara de ovan nämnda ingår i Vänerens tillrinningsområde. Förutom denna undersökning togs under året några fler prover i Holmsån. Efter 1989 har dock inga undersökningar gjorts av bekämpningsmedelsrester i dessa vattendrag. (Wennerblom, 1989)

4.2.2 Allmänna vattenverk

Många kommuner runt om i avrinningsområdet har undersökt om råvattnet och dricksvattnet vid de kommunala vattenverken innehåller bekämpningsmedelsrester. Undersökningar har gjorts både vid små och stora vattenverk och både där grundvatten och ytvatten används som råvatten. Dricksvattenproven analyseras i princip bara när bekämpningsmedelsrester påvisats i råvattnet, vilket innebär färre undersökningar av dricksvatten än råvatten.

De flesta av vattenverksundersökningarna som ingår i denna sammanställning är från mitten av 90-talet och framåt. Vid Åsa vattenverk, Essunga kommun, har dock undersökningar gjorts från 1988 och fram till 1997 eftersom man haft stora problem med bekämpningsmedelsrester i vattnet.

4.2.3 Enskilda brunnar

Inga undersökningar av bekämpningsmedelsrester i enskilda brunnar har rapporterats från kommunerna i Värmland. I Västra Götaland har några brunnar undersökts under senare år. Dessa undersökningar har oftast gjorts då höga halter av bekämpningsmedel misstänkts. I södra delen av Lidköpings kommun har fem brunnar undersöks med avseende på bekämpningsmedelsrester. I Grästorps kommun har vattenprov tagits från sex enskilda brunnar på senare år. Under slutet av 80-talet undersöktes en brunn i Vara kommun vid två tillfällen. I Vänersborg kommun undersöktes år 1994 en enskild brunn.

4.3 Provtagningsteknik

De flesta av undersökningarna är stickprovsundersökningar, vilket innebär att resultatet enbart speglar halten i vattnet vid det tillfälle då provet togs. I Uveredsbäcken användes vid undersökningarna år 1995 och 2000 en annan metod. Då togs prov togs med hjälp av en samlingsprovtagare som var 6:e timma tog ett mindre delprov. Efter 14 dagar har man ett samlingsprov på ca 2 liter. Samlingsprovet ger en bild av hur halten varit i genomsnitt under de två veckorna, vilket har både för- och nackdelar. En nackdel med metoden är att koncentrationstopparna "försvinner" in i genomsnittet. Eftersom tillfälligt höga halter kan ha stor påverkan på livet i vattnet är det viktigt att få med dessa vid provtagningen. Men dessa är å andra sidan svåra att fånga även vid stickprovsundersökningar.

4.4 Analysmetodik

De flesta bekämpningsmedelsrester analyseras enligt för ändamålet utvecklade multimetoder som riktar sig mot substanser med begränsad vattenlöslighet. Med "fenoxisyrametoden" bestäms sura substanser som bentazon, 2,4-D, diklorprop, fluroxipyr, klopuralid, MCPA och mekoprop. För att analysera om vattnet innehåller s.k. lågdosmedel, glyfosat eller dess nedbrytningsprodukt AMPA krävs specialanalyser. Analyser av dessa ämnen är relativt ovanliga.

Analyser av bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten har utförts av flera olika laboratorier. De laboratorier som utfört analyser som ingår i denna sammanställning redovisas i tabell 2. Vissa av dessa laboratorier har bytt namn och ingår numera i något annat företag, men det som redovisas nedan är de företag som analysrapporterna är ifrån. I samband med att rådata redovisas i appendix 4-9 och 11-14 anges analyslaboratoriets nuvarande namn.

Tabell 2. Namn på de laboratorier eller laboratorieföretag där analyserna som ingår i denna sammanställning utförts.

Laboratorier

Agrolab Scandinavia AB
Alcontrol laboratories, Nyköping och Karlstad
AnalyCen, Lidköping och Göteborg
Institutionen för miljöanalys, SLU
KM Laboratorierna AB, Karlstad
Lantbrukskemiska stationen, Kristianstad
Livsmedelsverket, Uppsala
Miljölaboratoriet i Nyköping AB
Statens lantbrukskemiska laboratorium (SLL), Uppsala
Teknologisk Institut, Århus, Danmark

Varje analyslaboratorium har i princip sin egen variant av analysmetoderna, t.ex. använder en del vätske- och andra gaskromatografi. Laboratorierna undersöker olika ämnen i sina analyser och vilka ämnen som ingår varierar dessutom från år till år. Det går även att specialbeställa analyser och då undersöks bara de ämnen som beställaren och laboratoriet kommit överens om. Detektionsgränsen är olika för varje ämne och dessutom har de olika laboratorierna olika detektionsgränser för ämnena. Detektionsgränserna kan även variera beroende på faktorer såsom vattnets kemiska sammansättning och förekomsten av partiklar och organiskt material. Något som är positivt är att detektionsgränserna generellt har sänkts med åren p.g.a. bättre teknik, men detta måste också beaktas vid jämförelser mellan undersökningar gjorda på 80-talet och i nutid.

Även om laboratorierna använder olika metoder för att få fram resultaten, så är dessa förmodligen nominellt jämförbara. För att man ska kunna veta om så verkligen är fallet krävs dock att laboratoriernas analysskicklighet utvärderas i provtagningsjämförelser.

5. RESULTAT OCH DISKUSSION

5.1 Vattendrag

Variationen i uppmätta halter av bekämpningsmedelsrester är stor, både under ett år och mellan de olika åren. Vid många provtagningsstillfällen var halterna under påvisningsgränsen, medan de vid andra tillfällen var mycket höga. De högsta bekämpningsmedelshalterna under åren har uppmätts under perioden maj-augusti, speciellt under juni och juli. De flesta av undersökningarna är stickprov och man kan inte bedöma trender utifrån dessa eftersom provtagningsstillfällena är för få. Rådata för Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidän, Uveredsbäcken samt övriga vattendrag redovisas i appendix 4-9. För de substanser som påvisats ofta i Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidän respektive Uveredsbäcken finns diagram i appendix 10, där de funna halterna relateras till olika gränsvärden.

5.1.1 Fåglabäcken

Under åren 1988-1991 har totalt 22 provtagningar gjorts i Fåglabäcken, varav fenoxisyranalys och multianalys gjorts 20 respektive 13 gånger. Vid 47 % av undersökningarna påvisades bekämpningsmedelsrester i vattnet. Bentazon har uppmätts i en halt av 0,1 µg/l eller högre två gånger under denna period, men NC (0,64 g/l) har ej överskridits. Även diklorprop uppmättes

till 0,1 µg/l vid ett tillfälle. MCPA-halten i vattnet överskred både SLV:s gränsvärde och NC (0,017 µg/l) fem gånger under perioden. Förutom dessa ämnen så uppmättes även 0,1 µg/l pirimikarb vid ett enstaka tillfälle, vilket innebär att MPC för pirimikarb (0,09 µg/l) överskreds. Vid ett annat provtagningsstillfälle påvisades klorsulfuron. (tabell 3)

Tabell 3. Fynd av bekämpningsmedelsrester i Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidan respektive Uveredsbäcken under åren 1986-2000. Tabellen visar om den högsta uppmätta halten är högre eller lägre än SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör sättas in för att åtgärda problemen (0,1 µg/l; överskridanden markeras med fetstil). Dessutom anges om NC- eller MPC-värdet överskridits vid något tillfälle (Crommentuijn et al., 1997). Understruket substansnamn innebär att det saknas uppgifter om gränsvärden för akvatisk miljö. I de fall då inget resultat anges har ämnet inte analyserats i vattendraget.

Substans	Fåglabäcken	Lidan	Nossan	Tidan	Uveredsbäcken
<u>AMPA</u> ¹					≥ 0,1
atrazin	ep	ep	ep	≥	≥
<u>BAM</u> ²		< 0,1	spår	spår	ep
bentazon	≥ 0,1		≥ 0,1	≥	
cyanazin	ep		ep	ep	
diklorprop	≥ 0,1	≥	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,1
fluroxipyr		≥ 0,1	ep	ep	≥ 0,1
<u>glyfosat</u>					≥ 0,1
hexazinon	ep	ep	ep	ep	< 0,1
isoproturon	ep			ep	ep
klopyralid	ep	< 0,1	ep	≥ 0,1	spår
klorpyrifos	ep	ep	ep	ep	≥ 0,1
klorsulfuron	< 0,1	ep	ep	ep	ep
MCPA	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,1
mekoprop	ep		ep		
<u>metoxuron</u> ³	ep	ep	≥ 0,1	ep	ep
<u>para-nitrofenol</u>					< 0,1
permetrin	ep	ep	ep	ep	≥ 0,1
pirimikarb	≥ 0,1	ep	ep	ep	≥ 0,1
terbutylazin	ep	< 0,1	ep	ep	≥ 0,1

¹ Nedbrytningsprodukt av glyfosat.

² 2,6-diklorbensamid, nedbrytningsprodukt av diklobenil.

³ Ej analyserat efter 1991.

ep = ej påvisad

spår = påvisad halt under bestämningsgränsen

■ = NC. Den högsta uppmätta halten är så hög att flera bekämpningsmedelsrester i samverkan kan skada djur- och växtsamhällen i vattenmiljö.

■ = MPC. Den högsta uppmätta halten är så hög att substansen ensam kan orsaka skada på flora och fauna.

5.1.2 Lidan

Undersökningar i Lidan har främst gjorts under perioden 1986-1991 och under år 1999, men enstaka vattenprov har även tagits år 1997 och 1998. Totalt har vattnet i Lidan undersökts med avseende på bekämpningsmedel 37 gånger. Fenoxisyranalys har använts vid 35 av tillfällena och multianalys 31 gånger. Påvisbara halter uppmättes vid 54 % av provtagningarna. Bentazon har uppmätts i halter av 0,1 µg/l eller högre fyra gånger under denna period och vid ett av dessa tillfällen överskreds NC (0,64 µg/l). Vid fem analystillfällen uppmättes halten av diklorprop till 0,1 µg/l eller högre och NC (0,4 µg/l) överskreds vid ett

provtagningstillfälle år 1999. Den uppmätta mekoprophalten var högre eller lika hög som NC (0,039 µg/l) vid åtta provtagningstillfällen och högre eller lika hög som 0,1 µg/l vid sju tillfällen. Under perioden 1986-1991 var MCPA-halten i vattnet högre än NC (0,017 µg/l) och över eller lika med SLV:s gränsvärde (0,1 µg/l) vid nio tillfällen. Vid undersökningarna 1997-2000 överskreds NC vid fyra tillfällen och 0,1 µg/l vid ett tillfälle. Under åren 1997-1999 uppmättes, vid enstaka tillfällen, även andra ämnen i vattnet från Lidan. Ämnena fluroxipyr och cyanazin hittades i halter av 0,1 µg/l eller högre. För fluroxipyr finns det inget NC-värde, men cyanazinhalt som uppmättes överskred NC (0,0019 µg/l). Även isoproturon uppmättes vid ett tillfälle i en högre halt än NC (0,0032 µg/l). Halten överskred dock inte SLV:s gränsvärde för när åtgärder ska vidtas i dricksvatten och råvatten från ytvattentäkt. Övriga ämnen som påvisats i vattnet från Lidan är BAM, klopuralid och terbutylazin. (tabell 3)

5.1.3 Nossan

Bekämpningsmedelsrester i Nossan har undersökts under åren 1988-1991 samt vid ett tillfälle 1997. Totalt har 18 provtagningar genomförts, varav fenoxisyranalys och multianalys använts vid 16 respektive 13 tillfällen. Vid 50 % av undersökningarna påvisades bekämpningsmedelsrester i vattnet. SLV:s gränsvärde på 0,1 µg/l har överskridits tre gånger för bentazon respektive diklorprop. Varken NC-värdet för bentazon (0,64 µg/l) eller diklorprop (0,4 µg/l) överskreds dock. Den aktiva substansen MCPA uppmättes i halter över NC (0,017 µg/l) och SLV:s gränsvärde vid sex tillfällen. Vid några av undersökningarna uppmättes även halter av metoxuron, isoproturon och BAM. Av dessa ämnen är det endast för isoproturon som det finns gränsvärde för den akvatiska miljön. NC för isoproturon är 0,0032 µg/l och denna halt överskreds vid det tillfälle då ämnet påvisades. Gränsvärdet 0,1 µg/l överskreds dock inte. Vid det tillfälle då metoxuron påvisades överskred den uppmätta halten 0,1 µg/l. Av BAM fann man spår vid ett flertal provtagningstillfällen. (tabell 3)

5.1.4 Tidan

Vattenprov för bekämpningsmedelsanalys har tagits i Tidan under åren 1987-1991 samt år 1998 och 1999. Vid de totalt 37 provtagningarna har analysmetoderna fenoxisyranalys och multianalys använts vid 35 respektive 30 tillfällen. Påvisbara halter av bekämpningsmedelsrester uppmättes vid 54 % av provtagningarna. Vid fyra tillfällen överskred bentazonhalten 0,1 µg/l och vid ett av dessa tillfällen överskreds NC (0,64 µg/l). Diklorprophalten i vattnet var 0,1 µg/l eller högre vid fyra tillfällen men aldrig så hög att den överskred NC (0,4 µg/l). Den uppmätta MCPA-halten var högre eller lika hög som NC (0,017 µg/l) vid elva provtagningstillfällen och högre än 0,1 µg/l vid fem tillfällen. Vid ett tillfälle överskreds även MPC (1,7 µg/l). Både NC för mekoprop (0,039 µg/l) och SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör vidtas överskreds tre gånger under provtagningsperioden. Ytterligare tre ämnen uppmättes i vattnet från Tidan vid enstaka tillfällen; atrazin, BAM och klopuralid. Av dessa tre bekämpningsmedelsrester är det bara för atrazin som det finns gränsvärden för den akvatiska miljön. Atrazinhalt var högre än NC, vilken ligger på 0,029 µg/l. Halten som uppmättes var 0,1 µg/l vilket innebär att även SLV:s gränsvärde överskreds. Klopuralidhalten överskred vid ett tillfälle 0,1 µg/l, medan man av BAM endast fann spår. (tabell 3)

5.1.5 Uveredsbäcken

Bekämpningsmedelsundersökningar har utförts i Uveredsbäcken under åren 1988-1991 samt år 1995 och 2000. Totalt har 44 provtagningar genomförts, varav fenoxisyranalys och multianalys använts vid 40 respektive 26 tillfällen. Vid 27 av undersökningarna (44 %)

uppmättes påvisbara halter av bekämpningsmedelsrester. Bentazon har uppmätts i halter av 0,1 µg/l eller högre vid 22 av provtagningarna och vid två av dessa tillfällen överskreds dessutom NC (0,64 µg/l). Vid nio undersökningstillfällen var MCPA-halten i vattnet högre än både NC (0,017 µg/l) och SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör vidtas. Även MPC (1,7 µg/l) överskreds vid ett tillfälle. Den uppmätta halten av mekoprop var högre än NC (0,039 µg/l) vid nio provtagningstillfällen och högre än 0,1 µg/l vid sju tillfällen. Diklorprophalten i vattnet var 0,1 µg/l eller högre vid fyra tillfällen, men NC (0,4 µg/l) överskreds inte. Ytterligare tolv ämnen påvisades vid enstaka tillfällen i vattnet. Av ämnena fluroxipyr, atrazin, cyanazin, terbutylazin, permترین, pirimikarb, klorpyrifos, glyfosat och AMPA uppmättes halter som var högre eller lika höga som SLV:s gränsvärde. För substanserna atrazin, cyanazin, permترین och pirimikarb finns det gränsvärden för akvatisk miljö. Atrazin har påvisats i Uveredsbäcken vid två tillfällen. Båda dessa gånger överskred den uppmätta atrazinhalten NC (0,029 µg/l). Den uppmätta halten av cyanazin, permترین respektive pirimikarb överskred MPC (0,19 µg/l, 0,0002 µg/l resp. 0,09 µg/l). Av ämnena klopyralid, hexazinon och para-nitrofenol uppmättes endast låga halter. (tabell 3)

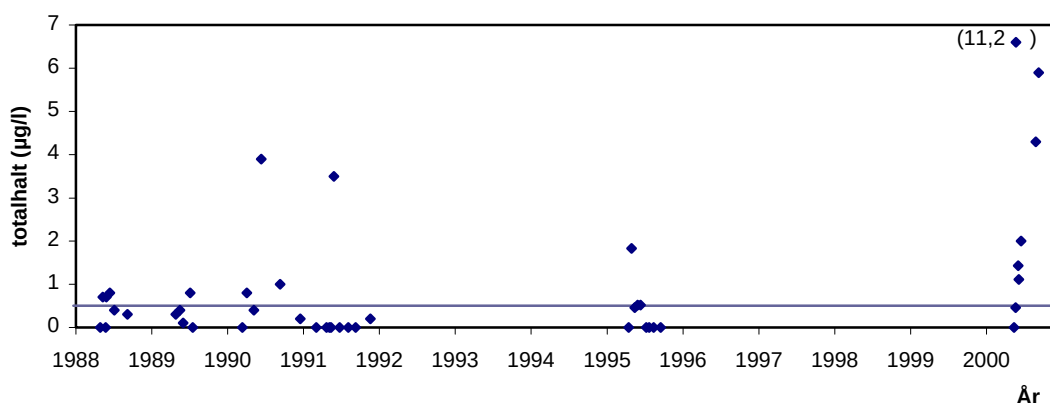
5.1.6 Övriga åar

Vid den provtagning som år 1989 skedde i Dalbergsån, Frändeforsån, Holmsån, Krokån, Nossan (Eggvena), Nossan (Ölanda), Stenebyälven, Vitlandaån respektive Åmålsån påvisades inga bekämpningsmedelsrester. Inte heller vid de enstaka undersökningar som utförts i Mariestadsfjärden, Tidan (Galgbacken), Ösan (Kavlås), Nossan (pumpstationen i Grästorp) och ån vid Hälleberg har några bekämpningsmedelsrester påvisats. Under år 1989 utfördes sex undersökningar av bekämpningsmedelsrester i Nossan vid Nossebro. Vid ett av tillfällena påvisades en halt över 0,1 µg/l av diklorprop respektive MCPA. NC för MCPA (0,017 µg/l) överskreds men inte NC för diklorprop (0,4 µg/l). Två provtagningar har gjorts i Averstadsån i Säfte kommun. I provet år 1989 påvisades inga bekämpningsmedelsrester. År 1991 hittades emellertid bentazon i en halt överskridande SLV:s gränsvärde men inte högre än NC (0,64 µg/l).

5.2 Den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester

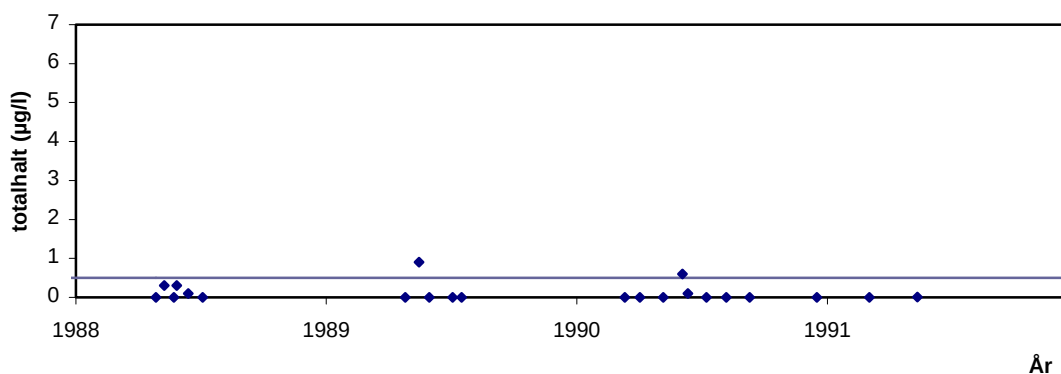
Enligt EU:s dricksvattendirektiv (80/778/EG) får den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester i dricksvatten inte överskrida 0,5 µg/l. Då det inte finns något svenskt eller nederländskt gränsvärde för den totala bekämpningsmedelskoncentrationen i akvatisk miljö, jämförs nedan den totala koncentrationen i Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidan respektive Uveredsbäcken med gränsvärdet 0,5 µg/l.

Uveredsbäcken var den av de undersökta åarna som överskred gränsvärdet för den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester flest antal gånger, även med hänsyn taget till antalet prov. Vid provtagningar i Uveredsbäcken överskreds gränsvärdet 0,5 µg/l vid 16 tillfällen, vilket motsvarar 36 % av provtagningstillfällena (fig. 4). Vattnet i Fåglabäcken överskred gränsvärdet vid endast 9 % av provtagningstillfällena (fig. 5). De uppmätta bekämpningsmedelshalterna i vattnet från Lidan, Nossan och Tidan överskred halten 0,5 µg/l vid 19, 17 respektive 14 % av undersökningarna (fig. 6, 7 och 8).



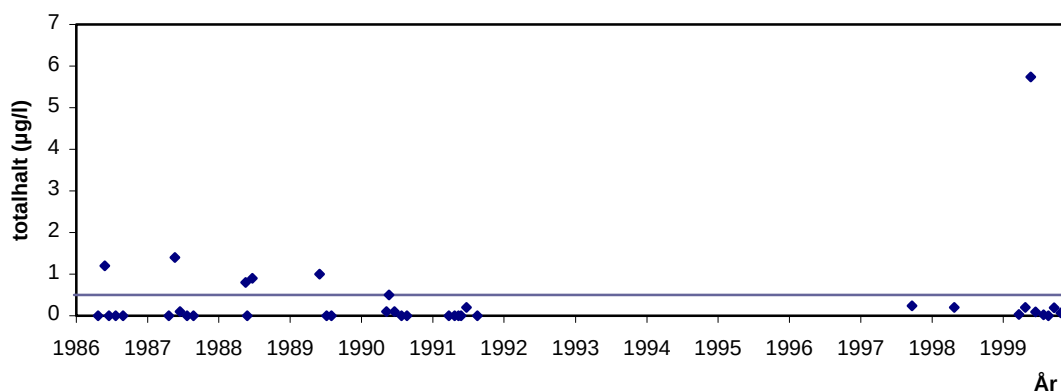
Figur 4. Den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester vid respektive provtagning i Uveredsbäcken under perioden 1988-2000. Den gråa linjen motsvarar EU:s gränsvärde för den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester i dricksvatten (0,5 µg/l). Nollstrecket motsvarar ej påvisad halt.

Varje år som provtagningar utförts i Uveredsbäcken har den sammanlagda halten av bekämpningsmedelsrester överskridit 0,5 µg/l vid något eller några tillfällen. Den totala halten bekämpningsmedelsrester har varierat mycket under perioden 1988-2000. År 2000 överskreds gränsvärdet 0,5 µg/l vid sex av åtta provtagningstillfällen, vilket är oftare än tidigare år. Detta tyder på en ökning av bekämpningsmedelsrester i vattnet snarare än en minskning.



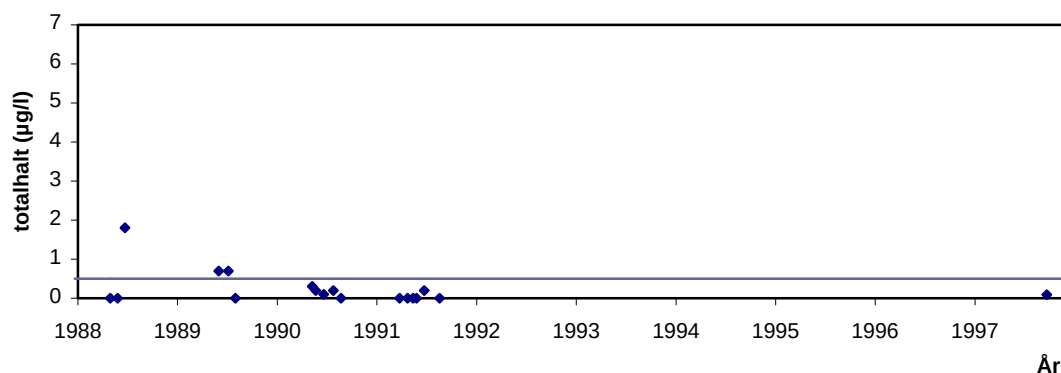
Figur 5. Den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester vid respektive provtagning i Fåglabäcken under perioden 1988-1991. Den gråa linjen motsvarar EU:s gränsvärde för den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester i dricksvatten (0,5 µg/l). Nollstrecket motsvarar ej påvisad halt.

Fåglabäcken har provtagits vid för få tillfällen för att förhållandena där ska kunna diskuteras närmare.



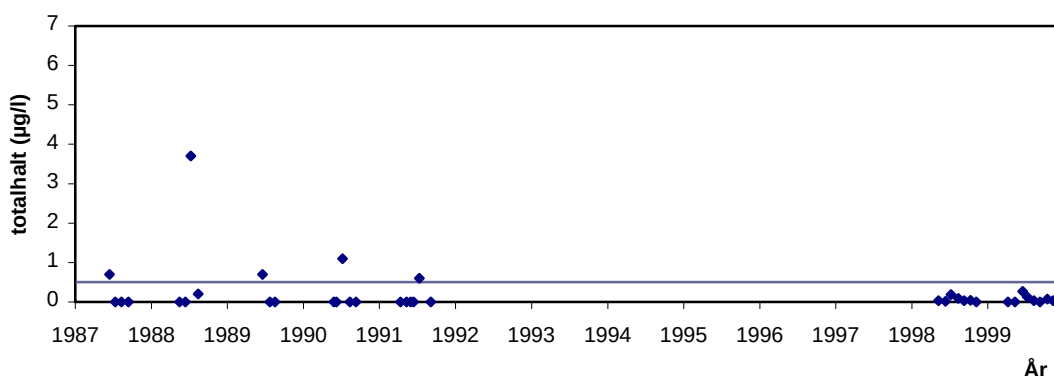
Figur 6. Den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester vid respektive provtagning i Lidan under perioden 1986-1999. Den gråa linjen motsvarar EU:s gränsvärde för den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester i dricksvatten (0,5 µg/l). Nollstrecket motsvarar ej påvisad halt.

Nästan varje år som Lidan provtagits med avseende på bekämpningsmedelsrester har den totala halten överskridit 0,5 µg/l vid något tillfälle. Vid undersökningarna år 1999 var den högsta totala halten högre än vad som påvisades under åren 1986-1991. Detta skulle kunna tyda på en ökad bekämpningsmedelshalt i vattnet, men för få provtagningar är utförda för att någon slutsats ska kunna dras.



Figur 7. Den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester vid respektive provtagning i Nossan under perioden 1988-1997. Den gråa linjen motsvarar EU:s gränsvärde för den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester i dricksvatten (0,5 µg/l). Nollstrecket motsvarar ej påvisad halt.

Nossan har provtagits vid för få tillfällen för att förhållandena där ska kunna diskuteras närmare.



Figur 8. Den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester vid respektive provtagning i Tidan under perioden 1987-1999. Den gråa linjen motsvarar EU:s gränsvärde för den sammanlagda koncentrationen av bekämpningsmedelsrester i dricksvatten (0,5 µg/l). Nollstrecket motsvarar ej påvisad halt.

När Tidan undersöktes åren 1987-1991 var den totala halten högre än 0,5 µg/l vid något tillfälle under varje år. Vid provtagningar under 1998 och 1999 har gränsvärdet 0,5 µg/l inte överskridits. Detta kan tyda på att halten av bekämpningsmedelsrester har minskat i Tidan.

Både Uveredsbäcken och Fåglabäcken har ett relativt litet avrinningsområde (813 resp. 975 ha) men andelen jordbruksmark skiljer sig mycket (Länsstyrelsen Skaraborg, 1996). I Uveredsbäckens avrinningsområde är 91 % jordbruksmark medan det endast är 53 % i Fåglabäckens avrinningsområde. Detta kan förklara varför högre halter uppmätts i Uveredsbäcken än i Fåglabäcken. Åarna Lidan, Nossan och Tidan har stora avrinningsområden. Av dessa tre är det Lidan som har störst andel jordbruksmark och det kan vara orsaken till att höga halter uppmätts vid något fler tillfällen än i Nossan och Tidan.

Övriga år har provtagits vid så få tillfällen att den sammanlagda koncentrationen inte kan diskuteras överhuvudtaget.

5.3 Vattendragens sammanlagda fyndfrekvens

I de år som ingått i sammanställningen påvisades bekämpningsmedelsrester vid 55 procent av alla provtagningstillfällen under perioden 1986-2000 (tabell 4). Under åren 1996-2000 var fyndfrekvensen väldigt hög (92 %), men under denna period gjordes inte så många provtagningar vilket leder till att resultatet blir osäkert. Fyndfrekvensen kan ha ökat markant på senare år bl.a. på grund av att bestämningsgränsen generellt har minskat, vilket leder till att ämnen påvisas oftare. Ökningen kan dock p.g.a. få undersökningar lika gärna bero på slumpmässiga variationer. Även under perioden 1991-1995 genomfördes få undersökningar av bekämpningsmedelsrester i vattendrag. Vid relativt få (29 %) av dessa provtagningar upptäcktes bekämpningsmedelsrester. Detta tyder på att fyndfrekvensen kan slå åt båda håll vid för få undersökningar.

Totalt har 20 substanser påvisats i åarna under perioden 1986-2000. Utav dessa ämnen är 14 ogräsmedel, två nedbrytningsprodukter av ogräsmedel, tre insektsmedel och en nedbrytningsprodukt av svampmedel. De vanligast förekommande bekämpningsmedelsresterna i vattendragen var ogräsmedlen bentazon (35 %), MCPA (30 %), mekoprop (17 %) och

diklorprop (14 %). Även BAM var vanligt förekommande (19 %), men då ämnet inte analyserats vid mer än 32 provtagningar är resultatet osäkert. BAM (2,6-diklorbensamid) bildas vid nedbrytning av det sedan 1990 avregistrerade ämnet diklobenil (Sundin, 1999). Glyfosat och dess nedbrytningsprodukt AMPA förekom i de prov där dessa ämnen analyserades. Detta leder till en procentuellt hög förekommandefrekvens, men då endast tre analyser har gjorts av dessa substanser är det resultatet inte särskilt relevant. De övriga substanser som hittats förekom i påvisbar halt vid 4 % eller färre av provtagningstillfällena. (tabell 4)

Tabell 4. Den procentuella andelen prov då bekämpningsmedelsrester påvisats av det totala antalet analyserade ytvattenprov. Fyndfrekvensen redovisas både uppdelat på kortare tidsperioder och totalt för hela perioden 1986-2000. Totalsiffran under varje kolumn anger vid hur stor andel av det totala antalet undersökningarna under en given period som någon bekämpningsmedelsrest påträffades. Inom parentes står antalet undersökningar där substansen analyserades under den aktuella perioden. Substanser som under perioden 1986-2000 söktes färre än 90 gånger har ej tagits med i tabellen.

Substans	Fyndfrekvens (%)			
	1986-1990	1991-1995	1996-2000	1986-2000
atrazin	4 % (68)	0 % (25)	0 % (34)	2% (127)
bentazon	28 % (85)	18 % (39)	69 % (35)	35 % (158)
cyanazin	1 % (68)	0 % (25)	6 % (34)	2 % (127)
diklorprop	16 % (94)	0 % (39)	23 % (35)	14 % (168)
hexazinon	0 % (68)	0 % (25)	6 % (34)	2 % (127)
isoproturon	0 % (63)	0 % (1)	8 % (26)	2 % (90)
klopyralid	2 % (94)	0 % (39)	9 % (35)	3 % (168)
klorpyrifos	2 % (63)	0 % (25)	0 % (8)	1 % (100)
MCPA	31 % (94)	10 % (39)	49 % (35)	30 % (168)
mekoprop	14 % (94)	5 % (39)	40 % (35)	17 % (168)
permetrin	2 % (68)	0 % (25)	0 % (34)	<1 % (127)
pirimikarb	2 % (68)	0 % (25)	6 % (34)	2 % (127)
terbutylazin	4 % (68)	0 % (25)	3 % (34)	3 % (127)
totalt	42 % (104)	29 % (42)	92 % (37)	55 % (183)

Vid jämförelse av fyndfrekvens och försåld mängd bekämpningsmedel (appendix 1) framkom att de ämnen som sålts i störst mängder under åren också är de ämnen som oftast påvisats i vattendragen. MCPA, diklorprop, mekoprop och bentazon har sålts i stor mängd under många år och detta visar sig genom en hög fyndfrekvens. Glyfosat, som är det ogräsmedel som är störst mängdmässigt, har också en hög fyndfrekvens men denna frekvens är som ovan nämnts osäkert p.g.a. få analyser. Användningen av isoproturon har ökat under senare år, men substansen har under hela perioden 1986-1999 sålts relativt mycket. Det är dock först under senare år som ämnet påvisats i vattendrag. Att isoproturon påvisats på senare år beror sannolikt på att bestämningsgränsen för isoproturon varit högre de tidigare åren. För många av substanserna kan en del av ökningen i fyndfrekvens på senare år förklaras med att bestämningsgränsen minskat med åren.

5.4 Vattenverk och enskilda brunnar

Vattenverk kan använda antingen grundvatten eller ytvatten från sjöar och vattendrag som råvatten vid dricksvattenproduktion. Vid undersökningar tas oftast vattenprov både på rå- och dricksvatten, men dricksvattnet analyseras nästan enbart då bekämpningsmedelsrester påvisats

i råvattnet. Rådata för vattenverk och enskilda brunnar som ingår i sammanställningen redovisas i appendix 11-14.

5.4.1 Kommunal ytvattentäkter

Inom Vänerns avrinningsområde har undersökningar av bekämpningsmedelsrester i ytvatten genomförts vid tio vattenverk (vv), figur 9. Undersökningarna är från år 1995 och framåt, förutom för Åsa vv där provtagningar utförts under perioden 1988-1997. Vid Åsa vv i Nossebro har man haft problem med höga bekämpningsmedelshalter och därför har 25 provtagningar av råvattnet utförts. De flesta övriga vattenverk har endast gjort enstaka undersökningar av bekämpningsmedelsrester i råvatten.

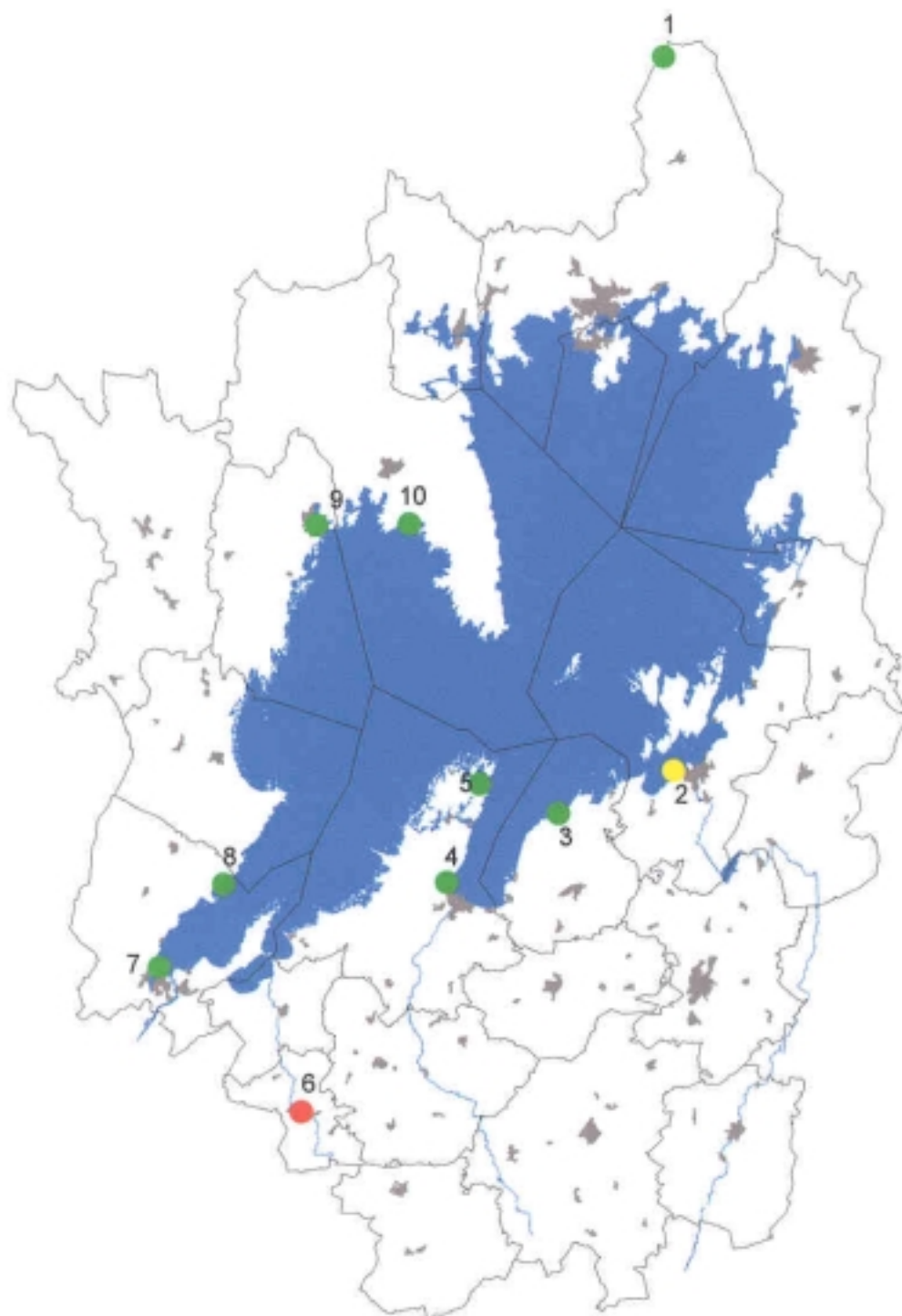
Älvsbacka vv i Karlstads kommun tar råvatten ifrån sjön Gräsmangen. Under år 1999 gjordes en undersökning av bekämpningsmedelsrester i råvattnet och då uppmättes inga påvisbara halter.

Inga bekämpningsmedelsrester i påvisbara halter har påträffats i råvattnen från Hällekis vv, Lockörn vv, Läckö vv, Rörviks vv, Skräcklans vv, Säffle vv och Åmål vv. Samtliga dessa vattenverk tar råvatten ifrån Väner. Även Lindholmens vv har råvattenintag i Väner, Mariestadsfjärden, men där har desisopropylatrazin påvisats vid ett tillfälle år 2000. Desisopropylatrazin är en nedbrytningsprodukt av atrazin. NC för atrazin är 0,029 µg/l och denna halt överskreds vid provtagningstillfället år 2000, men varken SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör vidtas eller MPC (2,9 µg/l) överskreds. Under tidigare år har dock inga bekämpningsmedelsrester påvisats i råvattnet. Vid Lindholmens vv sker provtagning av bekämpningsmedelsrester en gång per år, men ingen särskild uppföljning utförs med anledning av fyndet år 2000 (Håkan Magnusson, personlig kommunikation, 2001).

Den högsta halten av en enskild substans som uppmätts i ytvattnet vid Åsa vv i Nossebro är 1,0 µg/l MCPA, vilket med en faktor 10 överskrider SLV:s gränsvärde för när åtgärder ska vidtas. Då NC för MCPA är lägre än 0,1 µg/l överskreds även detta gränsvärde, men MPC (1,7 µg/l) överskreds inte. Vid samma provtagningstillfälle år 1995 uppmättes även halter överstigande 0,1 µg/l av diklorprop respektive bentazon. Varken NC för diklorprop (0,4 µg/l) eller för bentazon (0,64 µg/l) överskreds. Substansen mekoprop har påträffats vid undersökningar på senare år, dock ej i halter som överskrider vare sig 0,1 µg/l eller NC (0,039 µg/l). De höga halterna som uppmättes vid det ovan nämnda provtagningstillfället år 1995, resulterade i att den totala summan av bekämpningsmedelsrester blev 1,8 µg/l. Detta är den högsta totala halt som uppmätts vid de undersökta vattenverken och den är mycket högre än EU:s gränsvärde på 0,5 µg/l. Råvattnet vid Åsa vattenverk togs under denna period från Nossan. Uppströms Nossebro finns det en hel del jordbruksmark, vilket kan förklara de höga halterna. Ytvatten används inte längre som råvatten vid Åsa vv.

Tabell 5. Namn på de enskilda vattenverk som finns markerade i figur 9.

Nr.	Namn	Nr.	Namn
1	Älvsbacka vattenverk	6	Åsa vattenverk
2	Lindholmen vattenverk	7	Skräcklans vattenverk
3	Hällekis vattenverk	8	Rörviks vattenverk
4	Lockörn vattenverk	9	Åmål vattenverk
5	Läckö vattenverk	10	Säffle vattenverk



Grön = ej påvisad halt

Gul = uppmätta halter av enskilda bekämpningsmedelsrester överskrider ej SLV:s gränsvärde ($< 0,1 \mu\text{g/l}$)

Orange = uppmätt halt av någon eller några enskilda substanser överskrider SLV:s gränsvärde ($> 0,1 \mu\text{g/l}$)

Röd = summan av de uppmätta bekämpningsmedelsresterna överskrider EU:s gränsvärde på $0,5 \mu\text{g/l}$

Figur 9. De högsta uppmätta halterna av bekämpningsmedelsrester som i ytvatten, som används som råvatten, under åren 1988-2000. Varje punkt motsvarar ett kommunalt vattenverk (se tabell 5). Nossan används inte längre som råvattentäkt av Åsa vattenverk (nr 6). Endast de provtagningsstationer som kommit till författarens kännedom har tagits med. Punkternas färg indikerar hur höga halter som uppmätts enligt skalan ovan.

5.4.2 Kommunal grundvattentäkter och enskilda brunnar

Undersökningar av bekämpningsmedelsrester i grundvatten har utförts både vid kommunala vattenverk (24 vattenverk resp. vattentäkter) och i enskilda brunnar (13 stycken), figur 10. Totalt har 86 undersökningar av grundvatten gjorts under 90-talet, varav de flesta skett under senare delen av 90-talet. I de kommunala vattenverken har 55 provtagningar gjorts och i enskilda brunnar 31 st. Multianalys och fenoxisyranalys har utförts vid 37 respektive 84 tillfällen.

En del av grundvattenundersökningarna är utförda i de kommunala vattentäkter medan andra tagit råvatten inne i vattenverket. I tabell 6 framgår vart provet är taget, d.v.s. i vattentäkten eller inne i vattenverket. Enskilda brunnar anges ej i tabellen för att enskilda markägare inte ska pekas ut.

I Karlstads kommun har Hertzöga vv, Hynbyholms vv, Mellerudstorps vv, Törne vv, Ulvsby vv och Väse vv undersökts åren 1995 och 1998. För Hynbyholms vv finns även en undersökning från 1988. Vid dessa vattenverk har bekämpningsmedelsrester inte påvisats i råvattnet vid något provtagningstillfälle.

Under perioden 1997-2000 har totalt 23 provtagningar gjorts vid Svaneberg vv, Mariestads kommun. I vattentäkten har höga bentazonhalter hittats vid flertalet provtagningstillfällen. Den högsta uppmätta halten av bentazon var 0,71 µg/l, vilket överskred både SLV:s gränsvärde för när åtgärder ska sättas in och NC (0,64 µg/l). Däremot överskreds inte MPC för bentazon (64 µg/l). Förutom bentazon har även andra substanser påträffats i grundvattnet vid Svaneberg, men bara vid ett fåtal tillfällen. De halter som uppmäts av substanserna 2,4-D, MCPA, mekoprop och 2,4,5-T överskred både gränsvärdet 0,1 µg/l och NC för respektive ämne (0,099 µg/l, 0,017 µg/l, 0,039 µg/l resp. 0,087 µg/l). Däremot överskreds inte MPC för något av ämnena (9,9 µg/l, 1,7 µg/l, 3,9 µg/l resp. 8,7 µg/l). 2,4,5-T avregistrerades redan år 1977 och därför det är anmärkningsvärt att denna substans påvisades så sent som år 1998. Diklorprophalten i grundvattnet var vid två tillfällen högre än 0,1 µg/l men inte så hög att den överskred NC (0,4 µg/l). Dessutom har mycket höga halter av substanserna bromoxinil, ioxinil och klopuralid uppmäts i Svaneberg vattentäkt. För dessa ämnen finns inga gränsvärden för den akvatiska miljön att jämföra med, men halten av respektive ämne överskred SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör sättas in för att minska bekämpningsmedelshalten i dricksvatten (0,1 µg/l). Sedan 1998 finns ett kolfilter installerat i vattenverket och på sikt är tanken att området ska saneras. Vattnet används idag som dricksvatten. Den troliga orsaken till de höga halterna av bekämpningsmedelsrester i grundvattnet är att restprodukter eller tunnor med bekämpningsmedel grävts ned i närheten av vattentäkten (bergab, 2001).

I råvattnet vid Örslösa vattenverk, Lidköpings kommun, uppmättes 1992 påvisbara halter av diklorprop och mekoprop. Diklorprophalten överskred inte vare sig SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör sättas in eller NC (0,4 µg/l). Den uppmätta mekoprophalten överskred både NC (0,039 µg/l) och 0,1 µg/l, däremot överskreds inte MPC (3,9 µg/l). Detta vattenverk är inte längre i bruk.

Vid undersökningarna av grundvatten från kommunala vattenverk och vattentäkter i Essunga, Götene, Herrljunga, Skövde och Vara kommun har inte några bekämpningsmedelsrester påvisats. Av dessa kommuner är det endast i Vara kommun som prov har tagits för att göra bekämpningsmedelsanalyser på vattnet i en enskild brunn. Denna enskilda brunn undersöktes vid två tillfällen under 1989. Bentazon uppmättes i en halt av 0,2 µg/l vid båda dessa

tillfällen, vilket innebar att SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör sättas in överskreds. NC-värdet överskreds däremot inte (0,64 µg/l).

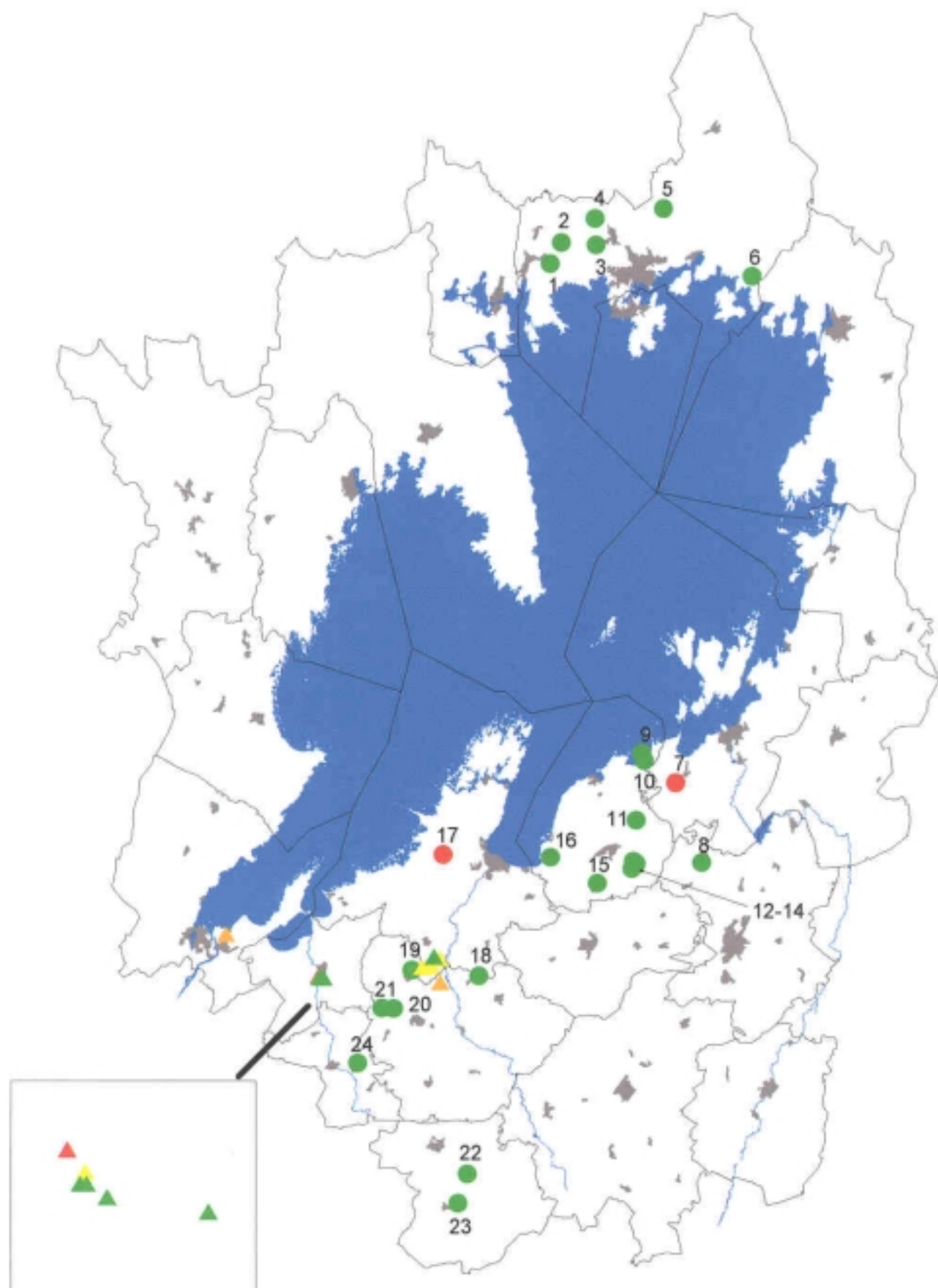
I Vänersborgs kommun undersöktes år 1994 en enskild brunn vid ett tillfälle. I grundvattnet påträffades en hög halt av MCPA. Den uppmätta halten överskred både NC (0,017 µg/l) och gränsvärdet vid 0,1 µg/l, men MPC-värdet (1,7 µg/l) överskreds inte. Inga andra bekämpningsmedelsrester påvisades vid detta tillfälle.

I Grästorps kommun har under perioden 1993-1998 höga halter (> 0,1 µg/l) av MCPA, mekoprop och bentazon uppmätts i en enskild brunn. MCPA-halten överskred NC (0,017 µg/l) vid fem tillfällen och vid ett tillfälle överskreds även MPC (1,7 µg/l). NC för mekoprop (0,039 µg/l) överskreds vid fem tillfällen, men MPC överskreds ej. Den uppmätta bentazonhalten överskred inte NC (0,64 µg/l). Brunnen slutade användas år 1993 då en ny brunn borrades som ersättning för den tidigare. År 1998 uppmättes även halter (< 0,1 µg/l) av bekämpningsmedel i den nya brunnen. Vid två tillfällen har mekoprophalter överskridande NC (0,039 µg/l) uppmätts. Även bentazon har uppmätts men i halter lägre än NC (0,64 µg/l). Fyra intilliggande brunnar har också undersökts med avseende på bekämpningsmedelsrester, men utan att några har kunnat påvisas. De höga halterna av MCPA, mekoprop och bentazon som uppmätts i grundvattnet, beror förmodligen på läckage från en gammal soptipp som ligger i närheten. Det har gjorts geologiska undersökningar och då framkom att det finns en sprickbildning i berggrunden med riktningen från soptippen mot den förorenade gamla brunnen (Svensson, 1994). Vid undersökning av lakvatten och dräneringsvatten från soptippen fann man höga halter av MCPA, mekoprop, diklorprop samt bentazon. Detta beror förmodligen på att växtbekämpningsmedel otillåtet dumpats på tippen, eventuellt tillsammans med avfall från ett tidigare verksamt kemiskt företag (Grästorps kommun, 2000).

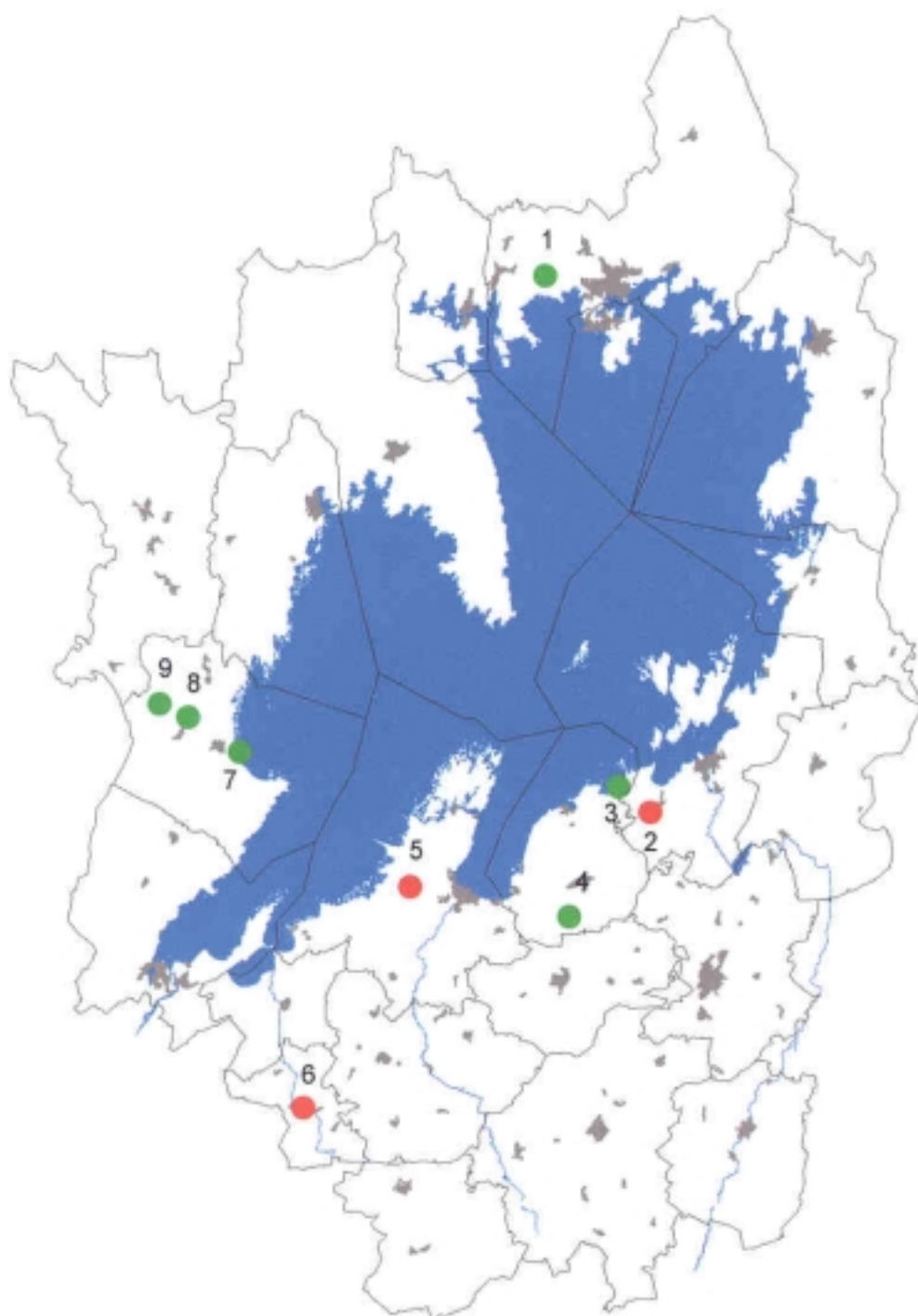
Länsstyrelsen i Västra Götaland har under år 2000 genomfört en undersökning av bekämpningsmedelsrester i enskilda brunnar i ett litet avrinningsområde i Lidköpings kommun (Lann, 2000). Fyra brunnar undersöktes och i samtliga påvisades glyfosat samt dess nedbrytningsprodukt AMPA. I en av brunnarna var halten av glyfosat respektive AMPA så hög att den överskred SLV:s gränsvärde för när åtgärder ska sättas in för att komma tillrätta med problemet. I den brunnen uppmättes även halter av fenpropimorf och propikonazol. Halten av respektive ämne var dock inte så hög att den överskred 0,1 µg/l. Varken för glyfosat, AMPA, fenpropimorf eller propikonazol finns det gränsvärden för den akvatiska miljön att jämföra med. Den brunn där halterna överskred 0,1 µg/l, används inte längre som källa till dricksvatten. Under år 1998 undersöktes grundvattnet i en annan brunn inom samma område. I det vattnet uppmättes inga påvisbara halter av bekämpningsmedelsrester.

Tabell 6. Namn på de kommunala vattenverk resp. vattentäkter som finns markerade i figur 10.

Nr.	Namn	Nr.	Namn
1	Törne vattenverk	13	Vägen vattentäkt
2	Mellerudstorps vattenverk	14	Kärret vattentäkt
3	Hertzöga vattenverk	15	Lundsbrunn vattentäkt
4	Hynboholms vattenverk	16	Källbytorp vattenverk
5	Ulvby vattenverk	17	Örslösa vattenverk
6	Väse vattenverk	18	Jung vattenverk
7	Svaneberg vattenverk	19	Smedtofta vattenverk
8	Melldala vattenverk	20	Helås vattenverk
9	Skottven vattentäkt	21	Almeåsens vattenverk
10	Björnemossens vattentäkt	22	Ölanda vattenverk
11	Botten vattentäkt	23	Annelund vattenverk
12	Motorp vattentäkt	24	Furett vattenverk



Figur 10. De högsta uppmätta halterna av bekämpningsmedelsrester i grundvatten vid kommunala vattenverk och vattentäkter samt från enskilda brunnar. Enskilda brunnar är markerade med trekant och kommunala vattenverk samt vattentäkter med punkt. Vad de kommunala vattenverken resp. vattentäktarna heter framgår i tabell 6, men de enskilda brunnarna anges ej. Endast de provtagningar som kommit till författarens kännedom är med. Punkternas färg indikerar hur höga halter som uppmäts enligt skalan i figur 9.



Grön = ej påvisad halt

Gul = uppmätta halter av enskilda bekämpningsmedelsrester överskrider ej SLV:s gränsvärde ($< 0,1 \mu\text{g/l}$)

Orange = uppmätt halt av någon eller några enskilda substanser överskrider SLV:s gränsvärde ($> 0,1 \mu\text{g/l}$)

Röd = summan av de uppmätta bekämpningsmedelsresterna överskrider EU:s gränsvärde på $0,5 \mu\text{g/l}$

Figur 11. De högsta uppmätta halterna av bekämpningsmedelsrester i dricksvatten från kommunala vattenverk. En punkt motsvarar ett vattenverk (se tabell 7). Endast de provtagningar som kommit till författarens kännedom är med. Punkternas färg indikerar hur höga halter som uppmätts enligt skalan ovan.

5.4.3 Kommunalt dricksvatten

De gränsvärden som finns för akvatisk miljö är inte relevanta för dricksvatten och därför jämförs de uppmätta halterna endast med SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör sättas in för att minska halterna (0,1 µg/l).

I Vänerens avrinningsområde har åtta vattenverk låtit analysera sitt dricksvatten (figur 11). Totalt har 45 undersökningar av dricksvatten gjorts under perioden 1988-2000. Av dessa är 26 provtagningar gjorda vid Åsa vv i Nossebro. Multianalys och fenoxisyranalys har utförts vid 29 respektive 43 tillfällen.

Vid Dalskog vv, Lundsbrunn vv, Sverkersbyn vv, Sörmons vv, Vita Sannars vv respektive Årnäs vv har dricksvattnet undersökts vid ett tillfälle år 2000. Inga påvisbara halter av bekämpningsmedelsrester uppmättes vid provtagningarna i dessa vattenverk.

Vid Svaneberg vv, Mariestads kommun, uppmättes höga bekämpningsmedelshalter i dricksvattnet åren 1997 och 1998, men under senare år har inga bekämpningsmedelsrester hittats i vattnet. Den högsta bentazonhalten som uppmättes var 4,2 µg/l, vilket överskred SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör vidtas för att komma tillrätta med problemen (0,1 µg/l). Vid samma tillfälle uppmättes även höga halter av 2,4-D (0,2 µg/l) och mekoprop (0,4 µg/l).

Vid drygt en tredjedel av provtagningstillfällena vid Åsa vv, Essunga kommun, hittades bentazon i dricksvattnet. Den högsta bentazonhalt som uppmättes var 0,4 µg/l och detta påträffades år 1990. Halten överskred SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör vidtas för att komma tillrätta med problemen (0,1 µg/l). Efter år 1993 och fram till det att undersökningarna upphörde år 1997 har bentazonhalten varit 0,05 µg/l eller lägre, vilket innebär att gränsvärdet vid 0,1 µg/l inte överskridits. Vid ett provtagningstillfälle år 1989 uppmättes dock klorpyralid i en halt av 0,8 µg/l och därmed överskreds SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör sättas in.

I dricksvattnet vid Örslösa vattenverk, Lidköpings kommun, uppmättes år 1992 mycket höga halter av mekoprop (12 µg/l), MCPA (4,0 µg/l) och diklorprop (0,9 µg/l). Dessa uppmätta halter överskred SLV:s gränsvärde för när åtgärder bör vidtas för att minska halten av bekämpningsmedelsrester i dricksvattnet.

Tabell 7. Namn på de kommunala vattenverk som finns markerade i figur 11.

Nr.	Namn
1	Sörmons vattenverk
2	Svaneberg vattenverk
3	Årnäs vattenverk
4	Lundsbrunn vattentäkt
5	Örslösa vattenverk
6	Åsa vattenverk
7	Vita Sannars vattenverk
8	Sverkersbyn vattenverk
9	Dalskog vattenverk

5.4.4 *Fyndfrekvens i vatten från kommunala vattenverk och enskilda brunnar*

De substanser som förekom oftast i yt-, grund- och dricksvatten var ogräsmedlen bentazon och MCPA (tabell 8). Även ogräsmedlen diklorprop och mekoprop återfanns relativt ofta i proven. Glyfosat och dess nedbrytningsprodukt AMPA hade en väldigt hög fyndfrekvens men då dessa ämnen endast analyserats vid fyra tillfällen är fyndfrekvenserna inte rättvisande och anges därför med kursiv stil i tabell 8. Vid ca 40 % av provtagningarna i råvatten påvisades bekämpningsmedel, medan den totala fyndfrekvensen i dricksvatten var 22 %. Detta resultat var väntat eftersom huvudmannen vid för höga halter av bekämpningsmedelsrester i vattnet måste vidta åtgärder i vattenverket. I ytvattentäkter förekom fem substanser, i kommunala grundvattentäkter nio substanser och i kommunalt dricksvatten 4 substanser.

Vid undersökningar av enskilda brunnar fann man bekämpningsmedelsrester i drygt hälften av de undersökta brunnarna. Totalt påvisades sju substanser.

Tabell 8. Den procentuella andelen prov då bekämpningsmedelsrester påvisats av det totala antalet analyserade yt-, grund- respektive dricksvattenprov vid kommunala vattenverk samt för grundvatten från enskilda brunnar. Inom parentes står antal undersökningar där substansen analyserades under perioden 1989-2000. Den totala fyndfrekvensen i yt-, grund- respektive dricksvatten redovisas underst i tabellen. Fyndfrekvenser angivna med kursiv stil indikerar att värdet p.g.a. ett för litet antal undersökningar inte betraktas som rättvisande.

Substans	Fyndfrekvens (%)			
	Kommunala ytvattentäkter	Kommunala grundvattentäkter	Kommunalt dricksvatten	Grundvatten i enskilda brunnar
AMPA				100 % (4)
bentazon	16 % (45)	33 % (55)	28 % (43)	17 % (30)
bromoxynil		6 % (16)		
2,4-D		6 % (55)	2 % (43)	
desisopropylatrazin	3 % (32)			
diklorprop	13 % (45)	6 % (55)		
fenpropimorf				17 % (6)
glyfosat				100 % (4)
ioxynil		6 % (55)		
klopyralid		2 % (55)	2 % (43)	
MCPA	33 % (45)	4 % (55)		20 % (30)
mekoprop	7 % (45)	4 % (55)	2 % (43)	23 % (30)
propikonazol				5 % (22)
2,4,5-T		4 % (55)		
totalt	38 % (45)	42 % (55)	22 % (45)	52 % (31)

Oftast utförs undersökningar på grund av att man misstänker att det finns en förorening. Detta leder till att fyndfrekvensen blir för hög för att gälla generellt i Vänerens avrinningsområde och i Sverige. Om man hittar bekämpningsmedelsrester i rå- eller dricksvatten sker dessutom en fortsatt provtagning på platsen. Ett fynd av bekämpningsmedelsrester får därmed stor påverkan på fyndfrekvensen, speciellt med tanke på att relativt få provtagningar gjorts totalt sett.

5.5 Möjliga effekter på människor och natur

I sammanställningen som genomförts framkom att bekämpningsmedelsrester påvisats relativt ofta i yt- och grundvatten i Vänerns avrinningsområde. I och med detta finns risk för oönskade effekter på växter, djur och människor. I detta avsnitt kommer möjliga effekter av att bekämpningsmedelsrester påvisats i yt- och grundvatten att tas upp.

5.5.1 Möjliga effekter på växter och djur

Förmodligen har det funnits bekämpningsmedelsrester i svenska vattendrag lika länge som användningen av dessa har pågått. Allt eftersom nya substanser har börjat användas och andra har försvunnit kan eventuellt florans och faunas i vattendragen, i den mån de påverkats, ha genomgått en gradvis anpassning till de nya förhållandena. (Kreuger, 1990)

Vattendrag har i viss utsträckning något som kan betecknas som en självrenande förmåga vilket innebär att de höga halterna av bekämpningsmedelsrester i vattenfasen inte blir så långvariga. Detta beror bl.a. på mikrobiell och fotokemisk nedbrytning men också på att nytt rent vatten tillförs hela tiden. Vissa bekämpningsmedelsrester binds i sediment och blir därmed otillgängliga för många av de vattenlevande organismerna. Senare kan dock dessa ämnen frigöras igen och kan då eventuellt leda till effekter på växt- och djursamhällen.

Olika bekämpningsmedelssubstanser bryts ned olika snabbt. Många av dagens bekämpningsmedel är relativt lättnedbrytbara men fortfarande används flera tämligen långlivade substanser. De klorerade bekämpningsmedelssubstanserna har lång nedbrytningstid eftersom bindningen klor-kol är förhållandevis stabil. Dessa ämnen har "designats" för att vara långlivade i miljön, vilket tidigare sågs som en fördel. Ju stabilare en substans är desto större är dock risken för att den på längre sikt medför skador på växt- eller djurlivet i vattnet. Nedbrytningshastigheten av en enskild substans kan också variera mycket. Nedbrytningen går mycket långsammare när substansen befinner sig i stora vattendrag eller sjöar jämfört med i diken eller små kanaler (Kreuger, 1997). Detta innebär att bekämpningsmedelsrester kan finnas kvar i de sjöar och stora vattendrag under lång tid. Den långsamma nedbrytningen leder därför i princip till mer konstant förhöjda halter och därmed till att växter och djur utsätts för en låg koncentration under lång tid.

Det är tiden som en organism utsätts för bekämpningsmedelsresten och koncentrationen i vävnaden där substansen har effekt som bestämmer hur stor inverkan på organismen blir. När en organism utsätts för en låg koncentration av ett ämne under lång tid så kan den toxiska effekten bli annorlunda än om den utsätts för högre koncentration av substansen under en kort tidsperiod. Effekterna kan även påverkas av t.ex. vattnets näringsstatus, temperatur, pH-värde och salthalt. Dessa kan enligt Bowmer (1987; refererad i Kreuger, 1990) antingen försvaga eller förstärka bekämpningsmedlets verkningar. Förekomsten av sjukdomar kan också förstärka effekten av även relativt låga halter av bekämpningsmedelsrester i vattnet (Kreuger, 1990). Riskbedömningen av bekämpningsmedelssubstanser görs oftast utifrån resultat från laborieförsök med enskilda arter. Dessa studier ger en vink om hur giftig substansen är och vilka djurgrupper som är mest känsliga, men det är svårt att förutspå substansens effekt i naturen utifrån dessa resultat (Lundbergh et al., 1995). I naturen finns det så många olika aspekter som spelar in att det är svårt att visa att vissa förändringar beror på förekomsten av bekämpningsmedelsrester i vattnet.

Hur potentiellt giftig en substans än är kommer den inte att kunna få någon effekt på flora och fauna om den inte tas upp av dessa. Det krävs en transport av ämnet från den icke biologiska delen av miljön till levande organismer för att giftverkan ska uppstå. Hos växter sker det främsta upptaget av ämnen via rötter och blad, medan det hos vattenlevande djur kan tas in bl.a. via gälar och föda. Substanser är olika tillgängliga för upptag hos organismer och har olika stor förmåga att motstå utsöndring och omvandling. Därför är det inte bara exponeringen för ett ämne som påverkar hur stor halt som kommer att återfinnas i en organism.

Utifrån sammanställningen av vattendragsundersökningarna kan ses att de uppmätta halterna av substanserna MCPA och mekoprop överskred NC vid relativt många provtagningstillfällen. Detta visar på långvarigt höga halter och därmed finns det stor risk för att substansen i samverkan med andra bekämpningsmedelsrester kan ge skador på flora och fauna. Många andra ämnen överskred föreslagna NC eller MPC vid ett fåtal tillfällen, vilket visar på kortvariga höga halter. Men även mycket kortvariga doser över effektgränsen kan ge långvariga effekter (Woin, 1995). De uppmätta halterna av bekämpningsmedelsrester i vattendragen är förmodligen inte så höga att de orsakar akuta miljöproblem, men de kan orsaka s.k. subletala effekter. Exempel på subletala effekter är nedsatt kondition, nedsatt fertilitet, rubbad ämnesomsättning, nedsatt frösättning och rubbat lekbeteende. Dessa effekter är mycket svårare att urskilja i naturen än akuta effekter, men är ändå ett allvarligt hot mot naturen eftersom de på sikt kan påverka hela populationen av en art. Detta kan i sin tur leda till indirekta effekter på andra arter då t.ex. deras födotillgång förändras eller om de gynnas p.g.a. att någon annan art hålls tillbaka. (SNV, 1997)

Bekämpningsmedelsrester som är fettlösliga påvisas sällan i den fria vattenmassan utan återfinns istället i bottensediment, organismer och den organiska ytfilmen. Fettlösliga ämnen kan bioackumuleras, dvs. lagras in i levande vävnad. Vid exempelvis svält tär djuren på sina fettreserver, vilket är de vävnader där merparten av miljögifterna finns ansamlade. Ämnena ifråga koncentreras därmed i de fettdepåer som finns kvar eller frigörs och kan då få toxiska effekter. Bioackumulering innebär dessutom att ämnen ibland anrikas längs näringskedjan (biomagnifieras), vilket leder till höga halter hos djur i näringskedjornas översta led. (Bernes, 1998; Walker et al., 1996)

De fettlösliga substanserna som bioackumulerats i en organisms kropp transporteras inte bara vidare från art till art utan även från generation till generation. I "äggulan" är fetthalten hög och när ägget bildas får det i stort sett samma koncentration av miljögifter som allt annat fett i moderns kropp. När embryot börjar utvecklas hämtas näring från gulan och då upptas även de miljögifter som finns.

I organismer sker en metabolisering av fettlösliga substanser för att göra dem mer vattenlösliga så att de kan utsöndras. Denna mekanism är mycket viktig för djur som andas med lungor medan den direkta diffusionen är viktigare för gälandande organismer. Vanligtvis minskar toxiciteten ju mer ämnet bryts ned men det kan även bli mer giftigt. Organismer kan också ha en mekanism för reparation av cellskador som orsakats av föroreningar. Både metabolism och reparation kräver dock energi, vilket innebär att dessa resurser inte blir tillgängliga för exempelvis produktion. Därför är det möjligt att tillväxten och reproduktionen minskar när en organism utsätts för bekämpningsmedelsrester.

Eftersom många av de bekämpningsmedel som idag används inom jordbruket är relativt vattenlösliga återfinns man oftast dessa i vattenfasen. Därmed är de i allmänhet också mer biotillgängliga än de tidigare bekämpningsmedlen som ofta var mer fettlösliga (Kreuger,

1997). Vattenlösliga ämnen upplagras dock inte i kroppen utan utsöndras utan att behöva metaboliseras. Trots att dessa ämnen inte biomagnifieras kan de dock ha stor inverkan på faunan (SNV, 1986). Ett exempel på detta är organiska fosforinsektmedel som t.ex. klorpyrifos. Dessa har en kumulativ effekt, vilket innebär att upprepade smådosor kan försätta organismen i ett sådant tillstånd att en ytterligare liten dos kan vara livshotande (Borg, 1975).

Beroende på om de enskilda bekämpningsmedelssubstanserna är vattenlösliga eller fettlösliga kan organismer som lever i bottensediment eller i den organiska ytfilmen utsättas för mycket högre bekämpningsmedelshalter än de organismer som lever i den fria vattenmassan. Om bottenfaunan påverkas kan det leda till indirekta effekter på ekosystemet eftersom de bl.a. deltar i omsättningen av organiskt material.

Insektmedel har generellt stor påverkan på vattenlevande djur. En del av dessa substanser inhiberar enzymaktiviteten och verkar därför som nervgift. Vid enstaka tillfällen har tre olika insektmedel påvisats i relativt höga halter i de undersökta vattendragen. Vissa insektmedel är relativt sett mer toxiska för fiskar än för t.ex. kräddjur, medan det omvända gäller för andra insektmedel (Berglund & Johansson, 1982). Exempel på direkta effekter som kan uppstå är balansstörningar, spasmer, stimupplösning, lever- och njurskador samt skador på luktslemhinnor. Många direkta effekter är svåra att se och därför kanske inte skadan märks förrän indirekta effekter, som t.ex. förändrad artsammansättning, uppstår. Vid förändrad artsammansättning kan bl.a. omsättningen av näring förändras vilket leder till effekter på ekosystemnivå.

Studier vid Lunds universitet har visat att vanliga insektmedel, pyretroider, kan orsaka ökad alg tillväxt. Vid försök har djur, växter och mikroorganismer från ett naturligt sjöekosystem utsatts för bekämpningsmedlet fenvalerat. I de bassänger som insektmedlet tillsattes, växte algerna mycket medan känsliga organismer (insekter och andra leddjur) försvann. Arter som var okänsliga för bekämpningsmedlet påverkades också, men indirekt då de utsattes för mindre konkurrens. De obesprutade bassängerna fortsatte att ha ett rikt djur- och växtsamhälle. Man har även sett liknande effekter i miljön vid jämförelse av vattendrag intill konventionellt odlade marker och ekologiskt odlade marker. Vattendrag vid konventionellt odlade marker kan ha stora problem med algblomning medan vatten vid ekologiska odlingar är mera klart och rent. Detta kan förklaras av att det uppstår obalans i vattnet när många av småkrypen slås ut av bekämpningsmedlet, vilket således kan vara en orsak till algblomning. Det blir också ett visst näringstillskott i vattnet när de döda småkrypen bryts ned. Vattenlevande organismer kan dö av relativt små mängder bekämpningsmedel (tiondelar av $\mu\text{g/l}$). I försök har Woin kunnat visa att mängden växtplankton ökar med ökad dos av bekämpningsmedel. Pyretroider är fettlösliga och bryts ned relativt snabbt men de kan ändå ge långvariga och eventuellt även irreversibla effekter. Substanserna kan hinna att störa hela ekosystemet både direkt och indirekt, vilket leder till att det får svårt att återhämta sig. (Woin, 1995)

Mindre vattensamlingar utnyttjas ofta som lekdammar för grod- och kräddjur. Om dammen ligger i närheten av jordbruksmark är risken stor att den förorenas av insektmedel och då kan hela den lokala populationen slås ut. När vanlig padda och stinkpadda utsätts för bekämpningsmedelsrester kan de bli också sterila och mer känsliga för svampangrepp. (SNV, 1986)

Vissa klororganiska bekämpningsmedelsrester kan ha östrogenliknande effekt och därmed påverka könsdifferentieringen hos djur. Exempel på effekter är störningar i utvecklingen av manliga könsorgan, kvarvarande av honliga könsorgan hos hanar och påverkan på reproduktionsbeteendet. Sådana effekter har konstaterats hos fåglar, fiskar och alligatorer. (SOU, 1996)

Vattenväxter kan vara känsliga för de ogräsmedel som hamnat i vattendraget. Ogräsmedel verkar på växter antingen genom att påverka fotosyntesen eller genom att ha tillväxt-reglerande egenskaper. Då vissa av vattenväxterna eventuellt hålls tillbaka eller dödas, gynnas andra växter vilket resulterar i förändrad artsammansättning. Ibland bevattnas grödor med vatten ifrån åar, vilket kan leda till en oönskad besprutning ifall vattnet innehåller bekämpningsmedelsrester. Detta kan leda till påverkan på de bevattnade växterna, men det är svårt att skilja symtomen från de som uppstår till följd av t.ex. olika sjukdomar eller näringsbrist. I ett försök där tomater, lök och linser bevattnades med vatten innehållande fenoxysyror visade det sig att tomater reagerade för fenoxisyrahalter kring 10 µg/l, lök vid 5 µg/l och linser vid 2 µg/l (Solyom, 1986; refererad i Kreuger, 1990). I en norsk studie där blomsterkulturer bevattnades med vatten innehållande atrazin och simazin såg man effekt vid halter om 0,5 µg/l (GEFO, 1987; refererad i Kreuger, 1990). Vid en studie av bevattning av havre med olika koncentrationer av atrazin gav halter upp till 25 µg/l inga effekter på tillväxten, men vid 50 µg/l halverades tillväxten (Wehtje et al., 1983; refererad i Kreuger, 1990). Dessa försök visar på att växter är olika känsliga för olika bekämpningsmedelsrester.

Många planktonorganismer är mycket känsliga och ackumulerar lätt olika substanser (SNV, 1986). Växtplanktonpopulationer kan vara känsliga för relativt låga halter av ogräsmedel då dessa påverkar algernas fotosyntes (Torstensson, 1988). Bekämpningsmedelsrester kan även påverka arter som själva inte varit i kontakt med ämnet genom att förändra deras livsvillkor. Ett exempel är att om en art slås ut så kommer bl.a. de fiskar som livnär sig på denna få svårare att hitta föda. Ett annat exempel är att om en insektsart och en växtart hjälper varandra på något sätt och en av arterna påverkas negativt av en substans så kommer den andra också att påverkas. Förändringar i artsammansättningen kan dock vara övergående och systemet kan därför vara återställt efter några veckor (Torstensson, 1988). Bestående negativa effekter på plankton eller bottenfauna har endast konstaterats i undantagsfall vid bekämpning av vattenvegetation med normal dosering av fenoxysyror (Torstensson, 1988). En av få undersökningar där man under lång tid studerat de ekologiska effekterna av bekämpningsmedelsrester i vattenmiljö har utförts i Tyskland (Caspers & Heckman, 1982; refererad i Torstensson, 1988). I områden där bekämpningsmedel använts i ca 25 år var faunan i diken tydligt utarmad medan floran endast påverkats något.

I grundvatten går nedbrytningen av bekämpningsmedelsrester ofta långsamt. På några platser i Sverige har substanser som varit förbjudna i mer än 10 år kunnat påvisas i grundvattnet (SNV, 1999). I Svaneberg påvisades år 1998 det sedan 1977 förbjudna ämnet 2,4,5-T. I detta fall beror dock den uppmätta halten troligtvis inte enbart på lång nedbrytningstid utan kanske även på att ämnet möjligen finns nedgrävt någonstans i närheten av vattentäkten. Vid två vattenverk där grundvatten används som råvatten, överskreds gränsvärdet för när en substans i samverkan med andra substanser kan orsaka skada på flora och fauna i vattenmiljö (NC). Grundvattenorganismer har som tidigare nämnts sämre förmåga att återhämta sig än ytlevande organismer, vilket leder till att effekten blir mer varaktig och därmed större.

Vid undersökningar av vattendrag och grundvatten finner man oftast flera bekämpningsmedelsrester samtidigt. Detta är viktigt att beakta eftersom substanser ibland påverkar varandra på så sätt att en substans kan förstärka eller försvaga effekten av en annan. Även om den uppmätta halten av ett enskilt ämne inte var så hög kan effekten bli stor p.g.a. att andra bekämpningsmedelsrester fanns i vattnet. Dessutom kan det i vattnet finnas påvisbara halter av bekämpningsmedelssubstanser som inte ingått i den analys som gjorts. Dessa ämnen påverkar dock också organismerna i vattnet, men eftersom man inte vet i vilken utsträckning de finns är det svårt att säga något om effekter. Med fortsatt bekämpningsmedelsanvändning

är det viktigt att mer i detalj utreda de biologiska effekterna av exponering av bekämpningsmedelsrester, särskilt i en komplex exponeringssituation med låga halter.

5.5.2 Möjliga effekter på människor

De bekämpningsmedelshalter som uppmätts vid vattenverken utgör inte i något fall någon direkt hälsofara, eftersom man vidtagit åtgärder där det har behövts. Ett vattenverk (Lindholmen vv) använder dock råvatten där påvisbar halt av en bekämpningsmedelsrest uppmätts vid ett enstaka tillfälle, fast i halter under 0,1 µg/l. Enligt SLV:s dricksvattenkungörelse (SLV, 1993) får dricksvatten inte innehålla påvisbara halter av bekämpningsmedelsrester. Dricksvattnet från Lindholmen vv kan enligt SLV (1996) klassas som tjänligt med hälsomässig anmärkning. Enligt Socialdepartementets utredning (SOU, 1996) är det osannolikt att rester av bekämpningsmedel i dricksvatten utgör någon hälsorisk för gemene man i Sverige.

Vi människor reagerar olika inför uppgifter om att bekämpningsmedelsrester finns i dricksvattnet. En del reagerar i princip inte alls medan andra reagerar mycket starkt, även om de uppmätta halterna ligger under gällande gränsvärden (Hult, 2001). Halten spelar i detta fall ingen roll, utan det är själva förekomsten av bekämpningsmedelsrester som oroar. För att vi människor inte ska behöva oroa oss för eventuella effekter bör dricksvattnet vara rent, vilket inkluderar att det bör vara fritt från bekämpningsmedelsrester.

Det är stor variation på hur giftiga bekämpningsmedelsrester är för människor. En del insektsmedel som används vid svåra insektsangrepp, kan vara akutgiftiga om de återfinns i dricksvattnet (SOU, 1996). Medan andra bekämpningsmedelssubstanser endast är verksamma mot växter eller insekter och inte har någon effekt alls på människan. Ämnen som kommit in i kroppen omvandlas i stor utsträckning till mer vattenlösliga former som kan utsöndras med galla eller urin. Vid intag av ämnen som bryts ned och utsöndras snabbt är risken för förgiftning störst efter tillförsel av en stor engångsdos (Ahlborg, 1975). Medan ämnen som metaboliseras långsamt i kroppen kan upplagras i fettvävnader och vid frigörelse ge upphov till svåra förgiftningar efter en lång tids tillförsel av små mängder (Ahlborg, 1975). Vid amning kan miljögifter överföras från modern till barnet via den feta mjölken.

Enligt en rapport från en internationell forskarkonferens i Köpenhamn år 2000 (refererad i UNT, 2001) kan en del miljögifter ge svåra hormonrubbingar. Dessa hormonrubbande ämnen anses ligga bakom de senaste decenniernas ökning av bröstcancer hos kvinnor, minskad fruktbarhet hos män och missbildade könsorgan hos pojkfoster. Inget enskilt ämne kan pekats ut som orsak, utan detta är en samlad effekt av de hormonrubbande ämnen som finns i människornas närmiljö. Enligt forskarna finns det inte heller någon miniminivå under vilken man kan utesluta skador från hormonrubbande ämnen, utan också små mängder kan vara skadliga. Forskarnas teori är att små mängder av flera olika ämnen kan tillsammans få stor effekt på människan. EU kommissionens rådgivare har identifierat 560 ämnen som är eller misstänks vara hormonrubbande och en förteckning över dessa är på gång ifrån EU:s miljökommission. Enligt SOU (1996) kan vissa klororganiska bekämpningsmedelsrester vara östrogenliknande och därmed eventuellt leda till hormonrubbingar. Eftersom människor ständigt utsätts för både kroppsegna östrogener och växtöstrogener är det dock svårt att påvisa hur stor effekt östrogenliknande miljöföroreningar har.

Även om halten av enskilda bekämpningsmedelsrester inte överskrider 0,1 µg/l så har ibland fler än en substans påvisats i råvattnet. Dessutom kan det som tidigare nämnts finnas andra

bekämpningsmedelsrester i vattnet än de som ingått i analysen. Hur olika substanser påverkar varandra och vilken effekt som de kan resultera i är ännu inte känt. Det är inte heller känt hur människan påverkas av att under lång tid utsättas för låga halter av ett eller flera ämnen. Några exempel på hälsoeffekter som eventuellt kan uppstå vid denna situation är cancer och genetiska förändringar (Lundbergh et al., 1995; Ahlborg, 1975). Även om det inte är säkert att bekämpningsmedelsrester i dricksvatten bidrar till dessa sjukdomar är det viktigt att hålla halterna nere.

6. SLUTSATSER

Vid sammanställningen av bekämpningsmedelsundersökningar i yt- och grundvatten i Vänerns avrinningsområde framkom att bekämpningsmedelsrester:

- ofta påvisats, och stundom i relativt höga halter, i Fåglabäcken, Lidan, Nossan, Tidan och Uveredsbäcken.
- påvisats både vid vattenverk som använder ytvatten och som använder grundvatten som råvatten. De flesta vattenverk där bekämpningsmedelsrester påvisats har vidtagit åtgärder för att minska halten i dricksvattnet.
- ofta påvisats vid undersökningar av enskilda brunnar, vilket dock till stor del kan förklaras av att undersökningar oftast utförs då man misstänker att det finns en förorening.

De uppmätta halterna av bekämpningsmedelsrester i vattendragen är inte så höga att de kan förväntas orsaka akuta miljöproblem, men de kan ge sk. subletala effekter. Dessa effekter är mycket svårare att urskilja i naturen än akuta effekter, men kan ändå utgöra ett hot eftersom de på sikt kan påverka hela populationen av en art. Detta kan i sin tur leda till indirekta effekter på andra arter och t.ex. orsaka ökad alg tillväxt på grund av att det uppstår obalans i vattnet

Det är osannolikt att rester av bekämpningsmedel i dricksvatten utgör någon hälsorisk för gemene man i Sverige. För att vi människor inte ska behöva oroa oss för eventuella effekter på lång sikt bör dock dricksvattnet vara rent, vilket inkluderar att det bör vara fritt från bekämpningsmedelsrester.

7. TACKORD

Tack Agneta Christensen (Vänerkansliet) och Peter Sundin (Inst. för miljöanalys) för den tid som ni lagt ned på att hjälpa mig med mitt examensarbete. Ett speciellt tack till Agneta för ditt stöd och din uppmuntran och för att jag fått prata av mig... Jag vill även tacka Mats Johansson på Länsstyrelsen i Mariestad för hjälpen med att göra kartorna som ingår i denna sammanställning. Tack också Hans Lann och Bengt Norrman för att ni har delat med er av era kunskaper och böcker... Jag vill även tacka resten av folket på Miljöskyddsenheten och Naturvårdsenheten i Mariestad för en trevlig tid.

Ett stort tack till alla kommuner och vattenvårdsförbund som har hjälpt till genom att skicka in material. Utan Er hade det inte blivit någon rapport. Tack även Gullvy Hedenberg (VAV)

och Barbro Ulén (avdelningen för vattenvårdslära, SLU) för de uppgifter om bekämpningsmedelsundersökningar som jag har fått från er. Slutligen vill jag tacka alla andra som på något sätt har bidragit till denna rapport.

8. REFERENSER

80/778/EEG. Rådets direktiv av den 15 juli 1980 om kvalitet på vatten avsett att användas som dricksvatten.

98/83/EG. Rådets direktiv av den 3 november 1998 om kvaliteten på dricksvatten.

2000/60/EG. Europaparlamentets och rådets direktiv av den 23 oktober 2000, om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.

Ahlborg, U.G., 1975. Humanmedicinska synpunkter. I: Bekämpningsmedlen - användning och risker, 98-115. LTs förlag, Stockholm.

Asplund, G. & Grimvall, A., 1991. Organohalogens in nature. Environ. Sci. Tech., 25:1346-1350.

bergab, 2001. Undersökning av mark och grundvatten, Svaneberg 7:1 och Svaneberg 5:1, Mariestads kommun. Slutrapport - PM. Göteborg.

Berglund, S. & Johansson, D., 1982. Miljöpåverkan i odlingslandskapet. LTs förlag, Stockholm.

Bernes, C., 1998. Organiska miljögifter - ett perspektiv på ett internationellt plan. Naturvårdsverket, monitor 16.

Borg, K., 1975. Viltet och bekämpningsmedlen. I: Bekämpningsmedlen - användning och risker, 133-141. LTs förlag, Stockholm.

Bowmer, K.H., 1987. Herbicides in surface water. Progress in Pesticide Biochemistry and Toxicology, 6. Herbicides, 271-355.

Caspers, H. & Heckman, C.W., 1982. The biota of a small standing water ecosystem in the Elbe flood plain. Arc. Hydrobiol. Suppl. 61:3, 227-316.

Christensen, A., 2000. Aktuella miljöfrågor. Vänern – tema biologisk mångfald. Rapport nr 11, 2000. Vänerens vattenvårdsförbund.

Crommentuijn, T., Kalf, D.F., Polder, M.D., Posthumus, R., van de Plassche, E.J., 1997. Maximum Permissible Concentrations and Negligible Concentrations for Pesticides. Report 601501 002, National Institute of Public Health and the Environment, Nederländerna.

GEFO, 1987. Plantevernmidler i overflatevann og grunnvann. Institut for georessurs- og forurensningsforskning/Statens Plantevern, 39 pp.

Grästorps kommun, 2000. Läckagefri tipp – natur på tipp.

Hessel, K., Kreuger, J. & Ulén, B., 1997. Kartläggning av bekämpningsmedelsrester i yt-, grund- och regnvatten i Sverige 1985-1995. Resultat från monitoring och riktad provtagning. Ekohydrologi 42. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Holgersson, H., 1999. Miljögifter och metaller i Vänerns sediment. I: Väner. Vänerns vattenvårdsförbunds årsskrift 1999, 15-32.

Hult, A., 2001. Det gäller att förtjäna konsumenternas förtroende. Cirkulation nr 1, 2001, s.10.

Johansson, A., 1989. Växtgifter i Tidan och Lidan. Tidans Vattenförbund.

Jordbruksverkets Vattenenhet, 1999. Rester av bekämpningsmedel i vattnet. Vattenstänk, nr 3 1999. Årgång 16. Information från Jordbruksverkets Vattenenhet.

KemI, 1987. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 1986. Kemikalieinspektionen.

KemI, 1988. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 1987. Kemikalieinspektionen.

KemI, 1989. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 1988. Kemikalieinspektionen.

KemI, 1991. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 1990. Kemikalieinspektionen.

KemI, 1996. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 1995. Kemikalieinspektionen.

KemI, 1997. Ämnesblad för bekämpningsmedel. Kemikalieinspektionen. www.kemi.se

KemI, 2000. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 1999. Kemikalieinspektionen.

Kreuger, J., 1990. Bekämpningsmedel i vatten. SLU-Info – Trädgård. Rapport nr 357, 52-55.

Kreuger, J., 1997. Bekämpningsmedel i ytvatten: sju års studier i ett jordbruksområde. Sjöar och vattendrag, årsskrift från miljöövervakningen 1997. Naturvårdsverket, rapport 4967.

Lann, H., 2001. Bekämpningsmedel i bäckvatten och brunnar på västra slättbygden i Skaraborg. Resultat från undersökningar utförda år 2000. Länsstyrelsen Västra Götaland, 2001:6.

Lindeström, 1995. Metaller och stabila organiska ämnen i Väner – tillstånd, utveckling, källfördelning, risker. Åtgärdsgruppen Väner, rapport nr 2, 1995.

Lundbergh, I., Kreuger, J. & Johnson, A., 1995. Pesticides in surface waters. A review of pesticides in surface waters in Nordic countries, Germany and the Netherlands and problems relates to pesticide contamination. Council of Europe Press, 1995.

Länsstyrelsen Skaraborg, 1993. Jordbrukets recipientkontroll i Skaraborgs län 1988-1992.

Länsstyrelsen Skaraborg, 1996. Övervakning av typområden på jordbruksmark i Skaraborgs län 1994/1995.

Prop. 1997/98:45, 1997/98:JoU20. Miljöbalk. Regeringens proposition 1997/98:45, antagen av Riksdagen 3 juni 1998 (1997/98:JoU20).

Prop. 1997/98:145, 1998/99:MJU6. Svenska miljömål – miljöpolitik för ett hållbart Sverige. Regeringens proposition 1998/99:145, antagen av Riksdagen 29 april 1999 (1998/99:MJU6).

SCB, 1991. Bekämpningsmedel i jordbruket 1988/89. Statistiska meddelanden, Na 31 SM 9102.

SCB, 1993. Bekämpningsmedel i jordbruket 1991/92. Statistiska meddelanden, Na 31 SM 9303.

SCB, 1995. Bekämpningsmedel i jordbruket 1993/94. Statistiska meddelanden, Na 31 SM 9502.

SCB, 1997. Bekämpningsmedel i jordbruket 1995/96; beräknat antal doser. Statistiska meddelanden, Na 31 SM 9707.

SCB, 1999. Bekämpningsmedel i jordbruket 1997/98. Förbrukning i åkergrödor. Statistiska meddelanden, Mi 31 SM 9902.

SCB, 2001. Bekämpningsmedel, förbrukning i jordbruket. Statistiska centralbyrån. www.scb.se/landmiljo/annan/miljosverige/miljojordbruk10.asp (2001-05-08).

SLV, 1993. Statens livsmedelsverks kungörelse om ändring i kungörelsen (SLV FS 1989:30) med föreskrifter och allmänna råd om dricksvatten, SLV FS 1993:35.

SLV, 1996. Tillämpning av 22 § dricksvattenkungörelsen beträffande bekämpningsmedel i dricksvatten. Statens livsmedelsverk, dnr 3811/96.

SNV, 1986. Jordbruket och miljön - handlingsprogram. Naturvårdsverket informerar.

SNV, 1993. Bleached pulpmill effluents. Composition, fate and effects in the Baltic Sea. Naturvårdsverket, rapport 4047.

SNV, 1997. Spridning av kemiska bekämpningsmedel. Naturvårdsverkets Allmänna råd 1997:3, sid 11.

SNV, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – grundvatten. Naturvårdsverket, rapport 4915.

Solyom, P., 1986. Synpunkter på kvalitetskrav på vatten till bevattning. SLU, Konsulentavd. Rapport, Allmänt 84, 2:1-2:4.

SOU, 1974. Spridning av kemiska medel. Betänkande avgivet av utredningen om spridning om kemiska medel. Statens offentliga utredningar 1974:35, Jordbruksdepartementet.

SOU, 1996. Miljörelaterade hälsorisker. Bilaga 1 till Miljöhälsoutredningen. Statens offentliga utredningar 1996:124, Socialdepartementet.

Sundin, P., 1999. Livet i vattnet tar skada av bekämpningsmedelsrester. Fakta Jordbruk, nr 9 1999. SLU, Informationsavdelningen.

Svensson, C., 1994. Yttrande över geologiska förhållanden å Kolbogården och dess omgivning, Grästorps. I: Läckagefri tipp – natur på tipp. Grästorps kommun, 2000.

Torstensson, L., 1988. Bekämpningsmedel i den yttre miljön - förekomst, spridning och effekter. Naturvårdsverket, rapport 3536.

Ulén, B. & Kreuger, J., 2000. Bekämpningsmedelsrester i svenska vatten 1985-1999. Riktade provtagningar och monitoring samlade i en databas. Ekohydrologi 52. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

UNT, 2001. Miljögifter ger svåra hormonrubbingar. Uppsala Nya Tidning, 2001-06-14. TT-Ritzau.

Walker, C.H., Hopkin, S.P., Sibly, R.M. & Peakall, D.B., 1996. Principles of ecotoxicology. Taylor & Francis.

Wehtje, G.R., Spalding, R.F., Burnside, O.C., Lowry, S.R. & Leavitt, R.C., 1983. Biological significance and fate of atrazine under aquifer conditions. Weed Science 31, 610-618.

Wennerblom, T., 1989. Undersökning av bekämpningsmedelrester i ytvatten sommaren 1989. Länsstyrelsen i Älvsborgs län i samarbete med länets miljö- och hälsoskyddskontor.

Woin, P., 1995. Short and long-term effects of the pyrethroid insecticide fenvalerate on a invertebrate pond community. In: Xenobiotics in aquatic ecosystems: effects at different levels of organisation. Department of Ecology. Chemical Ecology and Ecotoxicology. Lund University.

Personlig kommunikation

Magnusson, H., 2001-06-13. Miljökontoret, Mariestad kommun.
Rosling, D., 2001-05-18. Statens Livsmedelsverk.

Appendix 1. Försåld mängd bekämpningsmedel i genomsnitt per år i Sverige under perioderna 1986-90, 1991-95, 1996-99. Mängden anges i ton verksam substans per år.

Verksam beståndsdel	1986-90	1991-95	1996-99	Typ	Kommentar	Exempel på handelsnamn
atrazin	22,0			OG	avregistrerades 89	Totex strö, Primatol
bentazon	90,1	48,0	45,4	OG		Basagran SG, Basagran MCPA
bromoxinil	12,7	8,9		OG	avregistrerades 94	Actril s, Oxitril-p
cyanazin	19,4	1,7	69,5	OG		Bladex 500 SC, Iontranil
2,4-D	21,7			OG	avregistrerades 90	Combiherb, Hormoslyr 64
diklorprop	327,7			OG	avregistrerades 89	Tricornox special, Weedex total
diklorprop-P	71,2	57,9	53,2	OG		Astrix DP, Weibulls stoppar ogräs
fluroxipyr	7,6	16,0	26,6	OG		Starane 180, Ariane S
glyfosat	243,9	252,8	468,8	OG		Roundup, Totex flytande spray
hexazinon	0,8	0,2		OG	avregistrerades 94	Ficsan, Velpar
ioxinil	29,8	12,6	0,2	OG		Actril, Oxitril-p
isoproturon	43,3	73,8	114,4	OG		Cougar, Tolkan SC
klopyralid	4,1	4,2	5,3	OG		Bensalox, Matrigon
klorpyrifos	0,0	0,1	0,1	IN		Blattanex insektsdosa, Raid myrdosa
klorsulfuron	1,4	0,7	0,2	OG	avregistrerades 99	Caddy, Glean 20 DF
MCPA	686,0	314,7	216,5	OG		kvk buskmedel 500 m, Stroller kombi
mekoprop	144,6			OG	avregistrerades 89	Iontryx, Johnson raid ogräsmedel
mekoprop-P	68,8	45,7	63,3	OG		Duplosan Meko, Optica Trio
metoxuron	4,8			OG	avregistrerades 89	Dosamix, Rapsol
permetrin	2,9	2,7	4,6	IN, TR		Gori 920 L, Chevalet
pirimikarb	24,1	11,0	12,7	IN		Fajt, Pirimor
2,4,5-T				OG	avregistrerades 77	Gullviks brushkiller, Hormoslyr
terbutylazin	8,4	9,9	3,7	OG		Gardoprim 500 fw, Topogard
total försåld mängd	11008,0	8952,0	8327,0			
försåld mängd inom jordbruket	3125,0	1599,0	1616,3			

OG = ogräsbekämpningsmedel

IN = insektsbekämpningsmedel

TR = tryck- och vacuumimpregneringsmedel

Appendix 2. Mängd aktiv substans som förbrukats inom jordbruket i Värmland respektive tidigare Skaraborgs och Älvsborgs län under åren 1988-1998 (ton/år). I resultatredovisningen för ogräsmedel ingår inte glyfosatpreparat som används vid kvickrotsbekämpning.

Tidigare Skaraborgs län samt tidigare Älvsborgs län

	1988/89	1991/92	1993/94	1995/96	1997/98
Ogräsmedel	175,5	83,1	86,0	72,5	79,2
Svampmedel	46,7	46,6	32,2	15,0	21,1
Insektsmedel	1,6	3,2	1,2	0,3	0,4
Totalt	223,9	132,8	119,5	88,0	100,8

Värmland

	1988/89	1991/92	1993/94	1995/96	1997/98
Ogräsmedel	25,3	12,4	16,1	10,1	10,4
Svampmedel	3,4	4,9	2,8	1,1	2,7
Insektsmedel	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0
Totalt	28,8	17,7	19,0	11,3	13,1



Vänerns vattenvårdsförbund

Mariestad 2001-02-14

Sändes till: se sändlista

Utredning om bekämpningsmedel i Vänerns avrinningsområde

Hej!

Vänerns vattenvårdsförbund startade förra året ett kemikalieprojekt. Vid två uppstartsmöten, i Vänersborg och Karlstad, deltog bl.a. representanter från vänerkommunernas miljö- och hälsoskyddskontor och de två länsstyrelserna. Vid mötena valde man tre områden där det finns ett stort behov av sammanställningar, åtgärder eller ytterligare provtagning. Dessa tre områden är dagvatten, bekämpningsmedel samt fritidsbåtar och fritidsbåts- och gästhamnar.

Jag heter Anna-Karin Bilén och läser på Naturresursprogrammet, SLU Ultuna. Jag ska under våren göra mitt 20 p examensarbete inom Vänerns vattenvårdsförbunds kemikalieprojekt, med inriktning på bekämpningsmedel. Arbetet består till stor del av att sammanställa de undersökningar av bekämpningsmedel som är gjorda i yt- och grundvatten i Vänerns avrinningsområde. Någon sådan sammanställning finns inte idag och mitt arbete börjar därför med att samla in material från kommuner, vattenvårdsförbund m.fl. Därför vänder jag mig till Er med förhoppning om att Ni kan hjälpa till med uppgifter om de undersökningar som gjorts vad gäller bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten. De uppgifter jag behöver är:

- provtagningsdatum
- provtagningsplats; koordinater eller karta
- typ av provtagningsplats; vattendrag etc.
- analyslab och analysmetod (om möjligt)
- uppmätt halt bekämpningsmedel

Vid provtagning av brunnsvatten behövs dessutom information om:

- typ av brunn; borrhäls eller grävd
- brunnsdjup
- brunnens tillstånd; t.ex. om ytvatten läcker in
- vad vattnet används till
- vad omkringliggande mark används till och om ev. skyddszoner finns
- spridning av bekämpningsmedel i brunnens närhet
- bergart och jordart vid brunnen (om möjligt)

Vore tacksam om Ni kan skicka de uppgifter Ni har så snart som möjligt, helst före 1 mars, så att arbetet kan komma igång. Om Ni har intressanta resultat hoppas jag att jag kan få besöka Er för att få ytterligare upplysningar. Som tack för hjälpen skickas ett exemplar av rapporten till Er.

Med vänliga hälsningar

Anna-Karin Bilén
c/o Vänerkansliet
Länsstyrelsen i Västra Götalands län
542 82 Mariestad
annakarinbilen@hotmail.com

Vid frågor angående kemikalieprojektet hör gärna av er till Agneta Christensen vid Vänerns vattenvårdsförbund; 0501 - 60 53 85

Appendix 4. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar utförda i Fåglabäcken under åren 1988-1991.
Koordinater för provtagningsplatsen är X=1321970, Y=6451920.

Datum	Resultat	MCPA	Övriga påvisade substanser
1991-06-03 ¹	Fynd av...		Klorsulfuron 0,01
1991-03-25 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1991-01-07 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1990-10-01 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1990-08-28 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1990-07-30 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1990-07-03 ¹	Fynd av...	0,1	
1990-06-25 ¹	Fynd av...	0,2	Bentazon 0,4
1990-05-28 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1990-04-24 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1990-04-02 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1989-08-07 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1989-07-25 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1989-06-21 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1989-06-06 ¹	Fynd av...	0,9	
1989-05-17 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1988-07-25 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1988-07-04 ¹	Fynd av...		Pirimikarb 0,1
1988-06-17 ¹	Fynd av...	0,2	Bentazon 0,1
1988-06-13 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
1988-05-30 ¹	Fynd av...	0,2	Diklorprop 0,1
1988-05-18 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		

¹ Inst. för miljöanalys, SLU

² AnalyCen

Appendix 5. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar utförda i Lidan under åren 1986-1999. Koordinater för provtagningsplatsen är X=134530, Y=648892.

Datum	Resultat	Bentazon	Diklorprop	MCPA	Mekoprop	Övriga påvisade substanser		
1999-11-15 ¹	Fynd av...	0,05			0,02			
1999-10-12 ¹	Fynd av...	0,02	0,02	0,05	0,1			
1999-09-13 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1999-08-18 ¹	Fynd av...	0,02						
1999-07-08 ¹	Fynd av...	0,06	spår	0,03	spår	Klopyralid spår		
1999-06-14 ¹	Fynd av...	1,0	1,0	3,0	0,6	Cyanazin 0,1	Klopyralid 0,04	Terbutylazin spår
1999-05-17 ¹	Fynd av...	spår				Fluroxipyr 0,2		
1999-04-14 ¹	Fynd av...	0,03				Klopyralid spår		
1998-05-18 ¹	Fynd av...				0,2			
1997-10-14 ¹	Fynd av...	0,03	0,04	0,03	0,04	BAM 0,04	Isoproturon 0,06	
1991-09-09 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-07-15 ²	Fynd av...			0,2				
1991-06-17 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-06-04 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-05-15 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-04-16 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1990-09-13 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1990-08-16 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1990-07-11 ¹	Fynd av...	0,1						
1990-06-12 ¹	Fynd av...			0,5				
1990-05-30 ¹	Fynd av...			0,1				
1989-08-21 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1989-07-27 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1989-06-21 ¹	Fynd av...			0,7	0,3			
1988-07-12 ¹	Fynd av...	0,5	0,1	0,2	0,1			
1988-06-16 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1988-06-07 ¹	Fynd av...	0,1	0,1	0,5	0,1			
1987-09-14 ¹	Fynd av...	spår						
1987-08-11 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1987-07-06 ¹	Fynd av...		spår	0,1	spår			
1987-06-11 ¹	Fynd av...		0,2	1,0	0,2			

Appendix 5. Fortsättning

Datum	Resultat	Bentazon	Diklorprop	MCPA	Mekoprop	Övriga påvisade substanser
1987-05-11 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.					
1986-09-17 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.					
1986-08-11 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.					
1986-07-07 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.					
1986-06-16 ¹	Fynd av...		0,2	1,0		
1986-05-13 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.					

¹ Inst. för miljöanalys, SLU

² AnalyCen

Appendix 6. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar utförda i Nossan under åren 1988-1997. Koordinater för provtagningsplatsen är X=131469, Y=647568.

Datum	Resultat	Bentazon	MCPA	Övriga påvisade substanser	
1997-10-14 ¹	Fynd av...			BAM spår	Isoproturon 0,09
1991-09-09 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades				
1991-07-15 ²	Fynd av...		0,2		
1991-06-17 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades				
1991-06-04 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades				
1991-05-15 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades				
1991-04-16 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades				
1990-09-13 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades				
1990-08-16 ¹	Fynd av...			Metoxuron 0,2	
1990-07-11 ¹	Fynd av...	0,1			
1990-06-12 ¹	Fynd av...		0,2		
1990-05-30 ¹	Fynd av...		0,3		
1989-08-21 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades				
1989-07-27 ¹	Fynd av...		0,4	Diklorprop 0,3	
1989-06-21 ¹	Fynd av...	0,1	0,5	Diklorprop 0,1	
1988-07-12 ¹	Fynd av...	0,4	1,1	Diklorprop 0,3	
1988-06-16 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades				
1988-05-19 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades				

¹ Inst. för miljöanalys, SLU

² AnalyCen

Appendix 7. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar utförda i Tidån under åren 1987-1999. Koordinater för provtagningsplatsen är X=138526, Y=650960.

Datum	Resultat	Bentazon	Diklorprop	MCPA	Mekoprop	Övriga påvisade substanser
1999-11-15 ¹	Fynd av...	0,03				
1999-10-19 ¹	Fynd av...	0,05		0,02		
1999-09-14 ¹	Fynd av...					BAM spår
1999-08-15 ¹	Fynd av...	0,03				
1999-07-14 ¹	Fynd av...	0,06		0,07		
1999-06-22 ¹	Fynd av...	0,07	spår	0,2	spår	
1999-05-17 ¹	Fynd av...	spår				
1999-04-13 ¹	Fynd av...	spår		spår		
1998-11-11 ¹	Fynd av...					
1998-10-14 ¹	Fynd av...			0,04		
1998-09-14 ¹	Fynd av...	0,02		0,01		
1998-08-17 ¹	Fynd av...	0,02		0,06	0,01	BAM spår
1998-07-13 ¹	Fynd av...	0,1	spår	0,07	0,02	BAM spår
1998-06-16 ¹	Fynd av...			0,02	spår	BAM spår
1998-05-13 ¹	Fynd av...	spår		0,01	0,02	
1991-09-09 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1991-07-15 ²	Fynd av...			0,6		
1991-06-17 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1991-06-04 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1991-05-15 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1991-04-16 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1990-09-13 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1990-08-16 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1990-07-11 ¹	Fynd av...	0,5		0,2		Klopyralid 0,4
1990-06-12 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1990-05-30 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1989-08-21 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1989-07-27 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1989-06-21 ¹	Fynd av...	0,2	0,1	0,4		
1988-08-16 ¹	Fynd av...				0,2	
1988-07-12 ¹	Fynd av...	1,1	0,2	2,1	0,2	Atrazin 0,1

Appendix 7. fortsättning

Datum	Resultat	Bentazon	Diklorprop	MCPA	Mekoprop	Övriga påvisade substanser
1988-06-16 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1988-05-18 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1987-09-16 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades					
1987-08-13 ¹	Fynd av...	spår				
1987-07-14 ¹	Fynd av...			spår	spår	
1987-06-16 ¹	Fynd av...		0,1	0,4	0,2	

¹ Inst. för miljöanalys, SLU

² AnalyCen

Appendix 8. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar utförda i Uveredsbäcken under åren 1988-2000. Koordinater för provtagningsplatsen är X=133736, Y=647405.

Datum	Resultat	Bentazon	Diklorprop	MCPA	Mekoprop	Övriga påvisade substanser		
2000-10-02 ^{2,3}	Fynd av...					Glyfosat 5,2	AMPA 0,7	
2000-09-18 ^{2,3}	Fynd av...					Glyfosat 2,2	AMPA 2,1	
2000-07-10 ^{2,3}	Fynd av...	0,41	0,14	0,25	0,07	Glyfosat 0,95	AMPA 0,15	Pirimikarb 0,03
2000-06-26 ²	Fynd av...	0,92	0,1			Fluroxipyr 0,31	Pirimikarb 0,1	
2000-06-13 ²	Fynd av...	0,46						
2000-05-29 ²	Fynd av...	0,78		0,23	0,08	Hexazinon 0,02		
2000-05-15 ²	Fynd av...	0,6		10,4	0,15	Cyanazin 0,02	Hexazinon 0,02	Para-nitrofenol 0,01
2000-05-05 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1995-10-09 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1995-09-04 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1995-08-14 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1995-07-31 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1995-07-03 ^{1,2}	Fynd av...	0,52						
1995-06-19 ^{1,2}	Fynd av...	0,52						
1995-06-06 ^{1,2}	Fynd av...	0,13		0,33				
1995-05-22 ^{1,2}	Fynd av...	0,53			1,3			
1995-05-08 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-12-11 ^{1,2}	Fynd av...	0,2						
1991-09-30 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-08-26 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-07-15 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-06-17 ²	Fynd av...	3,5						
1991-06-03 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-05-27 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-05-13 ^{1,2}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-03-25 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.							
1991-01-07 ²	Fynd av...				0,2			
1990-10-01 ¹	Fynd av...	0,1				Terbutylazin 0,9		
1990-07-03 ¹	Fynd av...	2,5				Atrazin 0,4	Terbutylazin 1,0	
1990-05-28 ¹	Fynd av...			0,2	0,1	Terbutylazin 0,1		

Appendix 8. Fortsättning

Datum	Resultat	Bentazon	Diklorprop	MCPA	Mekoprop	Övriga påvisade substanser	
1990-04-24 ¹	Fynd av...	0,1	0,1	0,1		Permetrin 0,5	
1990-04-02 ¹	Inga bmr påvisades.						
1989-08-07 ¹	Inga bmr påvisades.						
1989-07-25 ¹	Fynd av...	0,2		0,4	0,2		
1989-06-21 ¹	Fynd av...	0,1				Klopyralid spår	
1989-06-06 ¹	Fynd av...	0,1				Klorpyrifos 0,3	
1989-05-17 ¹	Fynd av...	0,3					
1988-09-26 ¹	Fynd av...	0,3					
1988-07-25 ¹	Fynd av...	0,4					
1988-07-04 ¹	Fynd av...					Atrazin 0,4	Cyanazin 0,4
1988-06-17 ¹	Fynd av...	0,2		0,4	0,1		
1988-06-13 ¹	Inga bmr påvisades.						
1988-05-30 ¹	Fynd av...	0,2	0,1	0,2	0,2		
1988-05-18 ¹	Inga bmr påvisades.						

¹ Inst. för miljöanalys, SLU

² AnalyCen

³ Teknologisk Institut, Århus, Danmark

Appendix 9. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar utförda i övriga år under åren 1988-1998. Koordinater för respektive provtagningsplats står i tabellen, i den mån de är kända.

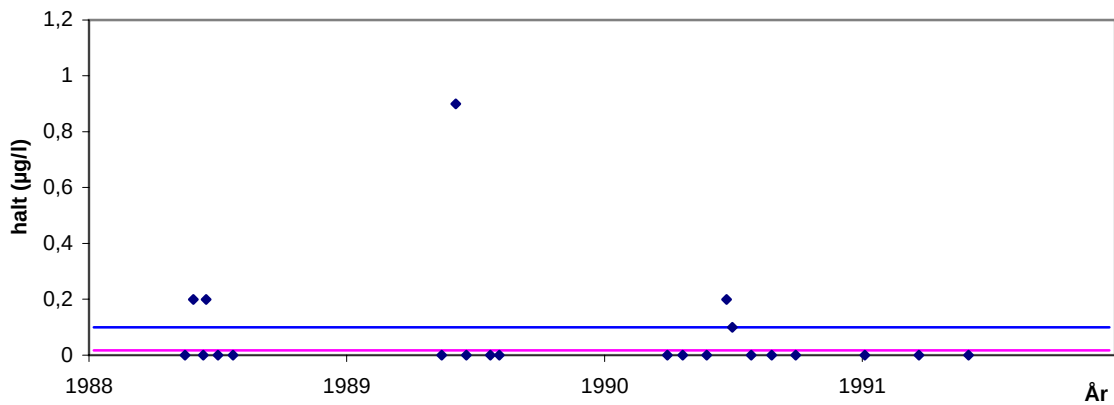
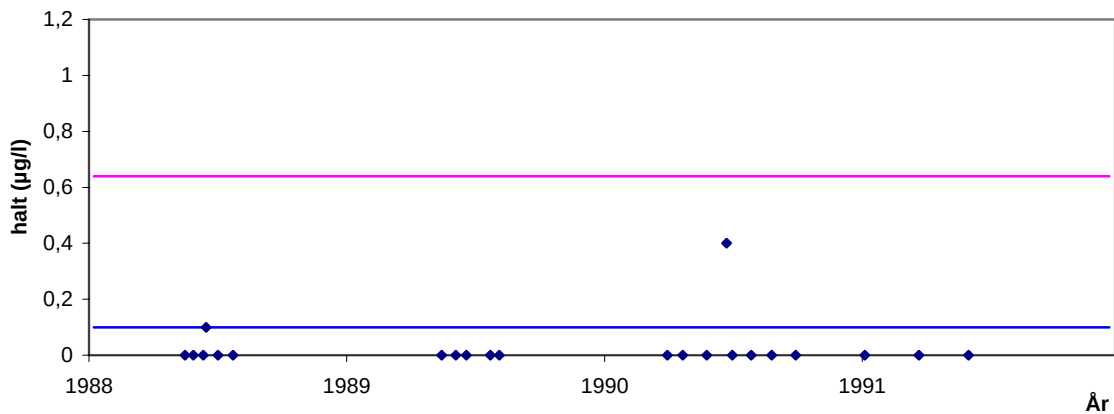
Lokal	Kommun	X	Y	Datum	Resultat	Påvisade substanser	
Stenebyälven	Bengtstors			1989-06-26 ^{1,4}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Nossan, Nossebro	Essunga	1319942	6455314	1989-10-03 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Nossan, Nossebro	Essunga	1319942	6455314	1989-09-04 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Nossan, Nossebro	Essunga	1319942	6455314	1989-07-24 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Nossan, Nossebro	Essunga	1319942	6455314	1989-06-20 ¹		Diklorprop 0,2	MCPA 0,3
Nossan, Nossebro	Essunga	1319942	6455314	1989-05-29 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Nossan, Nossebro	Essunga	1319942	6455314	1989-04-11 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Nossan, pumpstationen	Grästorps	131625	6471376	1993-08-20 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Nossan, Eggvena	Herrljunga	1326935	6443364	1989-06-26 ⁴	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Nossan, Ölanda	Herrljunga	1340768	6438069	1989-06-26 ⁴	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Mariestadsfjärden	Mariestad	138798	651817	1998-06-12 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Dalbergsån	Mellerud	131192	650126	1989-06-26 ^{1,4}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Frändeforsån	Mellerud	130262	650003	1989-06-26 ^{1,4}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Holmsån	Mellerud	130818	651442	1989-08-28 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Holmsån	Mellerud	130818	651442	1989-07-24 ^{1,4}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Holmsån	Mellerud	130818	651442	1989-06-26 ^{1,4}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Holmsån	Mellerud	130818	651442	1989-05-30 ^{1,4}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Krokån	Mellerud			1989-06-26 ^{1,4}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Averstadsån	Säffle	134503	654534	1991-06-14 ¹		Bentazon 0,1	
Averstadsån	Säffle	134503	654534	1989-06-14 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Tidan, Galgbacken	Tidaholm	139029	645017	1998-06-23 ⁵	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Ösan, Kavlås	Tidaholm	138685	645782	1998-11-03 ⁵	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Ån vid Hälleberg	Vara			1988-05-18 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Vitlandaån	Åmål			1989-06-26 ^{1,4}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åmålsån	Åmål			1989-06-26 ^{1,4}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		

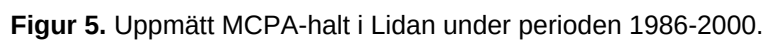
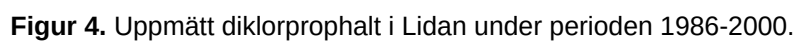
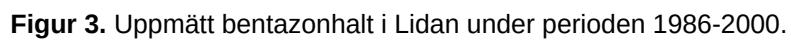
¹ Inst. för miljöanalys, SLU

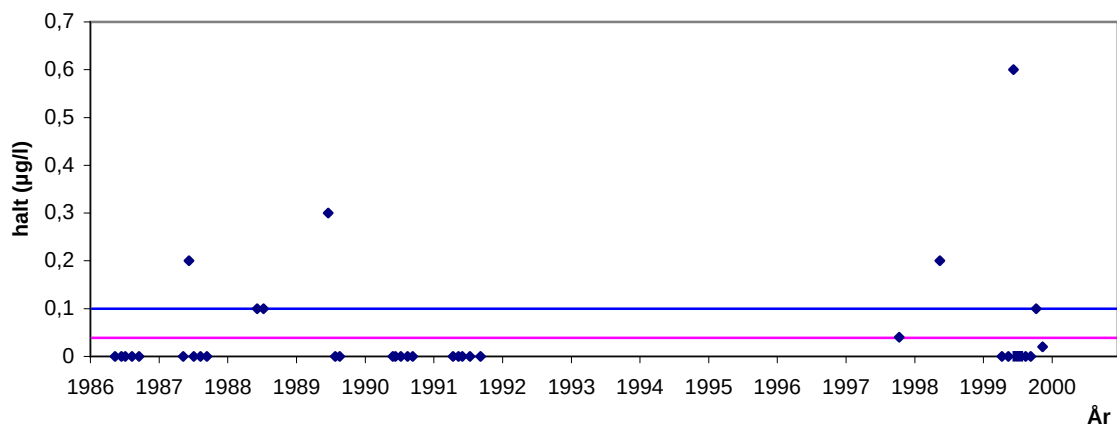
² AnalyCen

⁴ Lantbrukskemiska stationen i Kristianstad

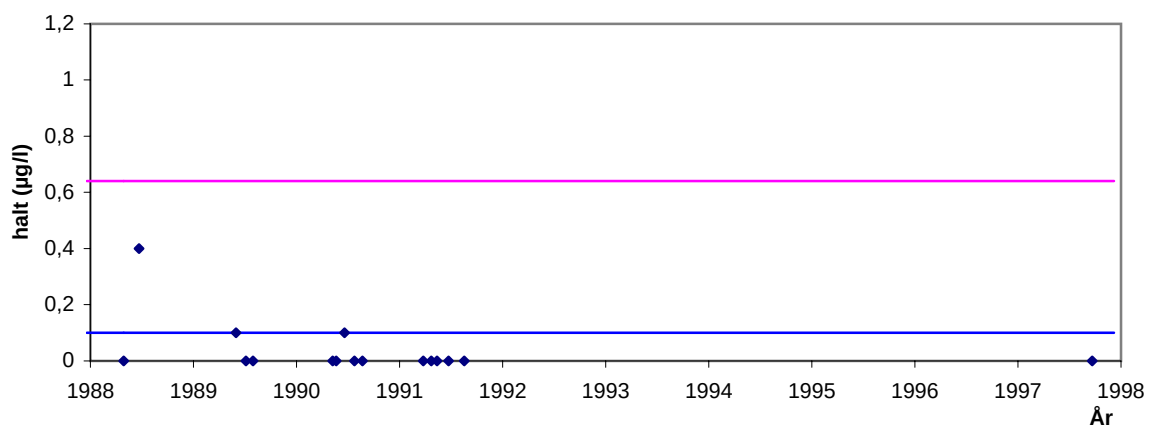
⁵ Agrolab Scandinavia AB



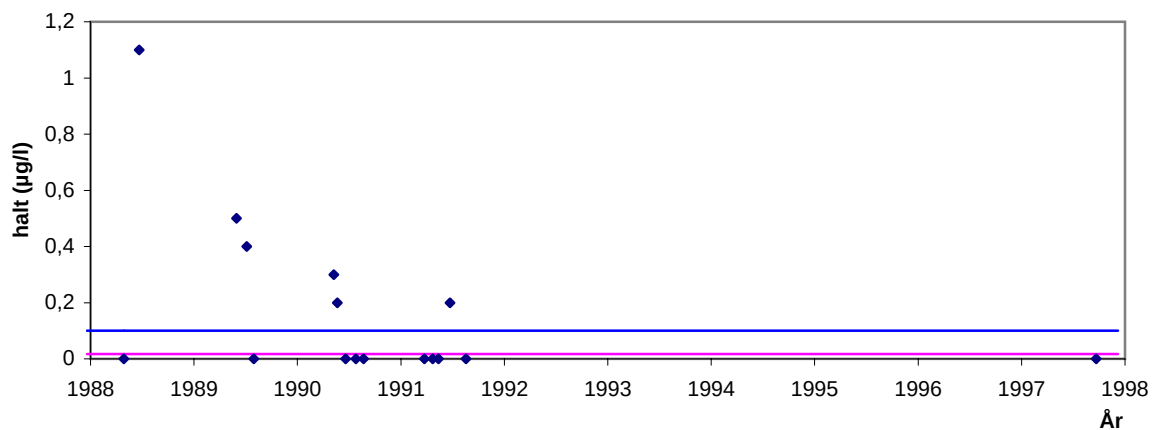




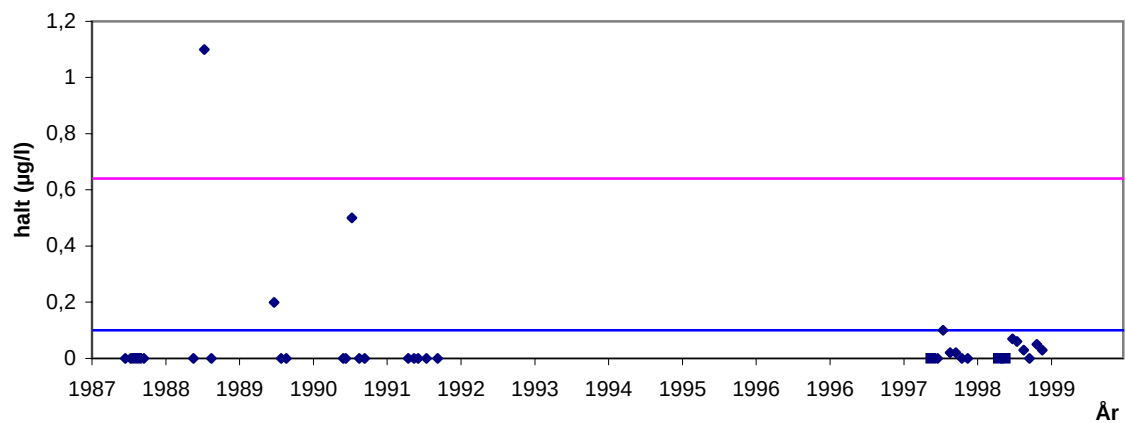
Figur 6. Uppmätt mekoprophhalt i Lidan under perioden 1986-2000.



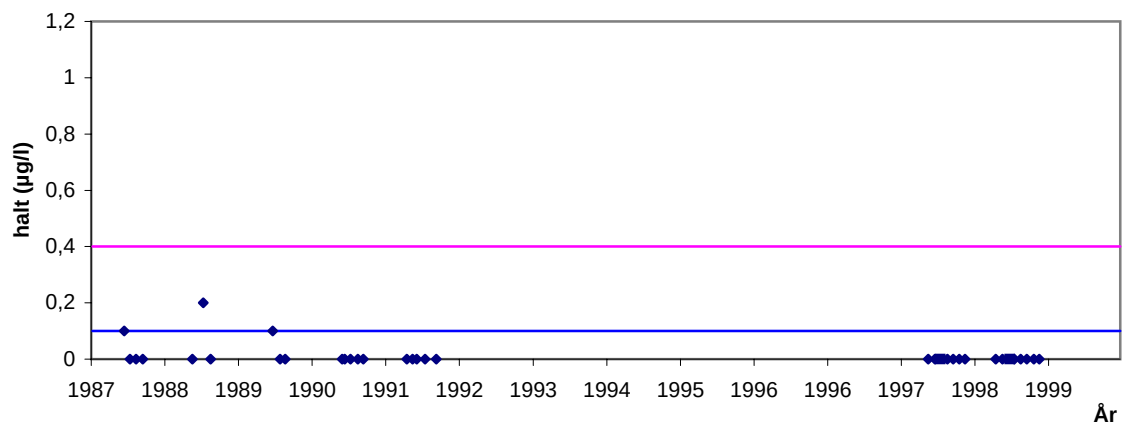
Figur 7. Uppmätt bentazonhalt i Nossan under perioden 1988-1997.



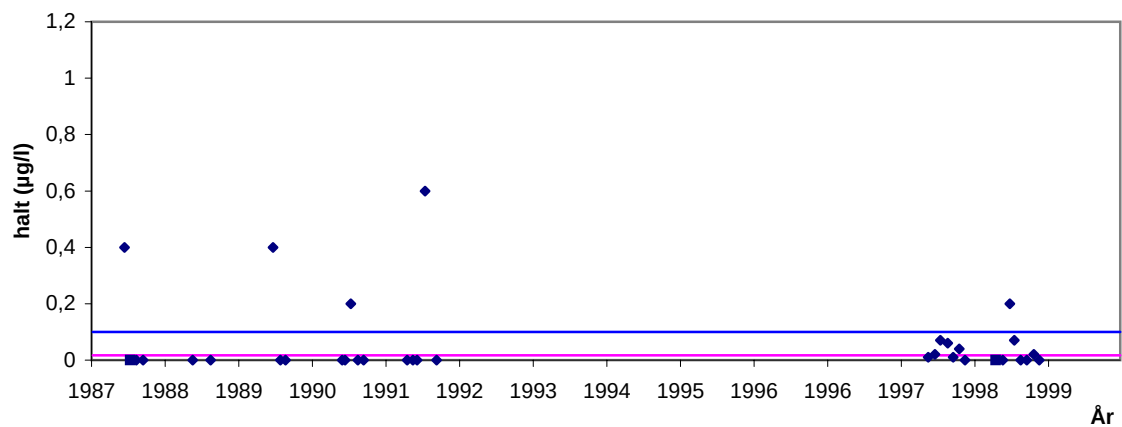
Figur 8. Uppmätt MCPA-halt i Nossan under perioden 1988-1997.



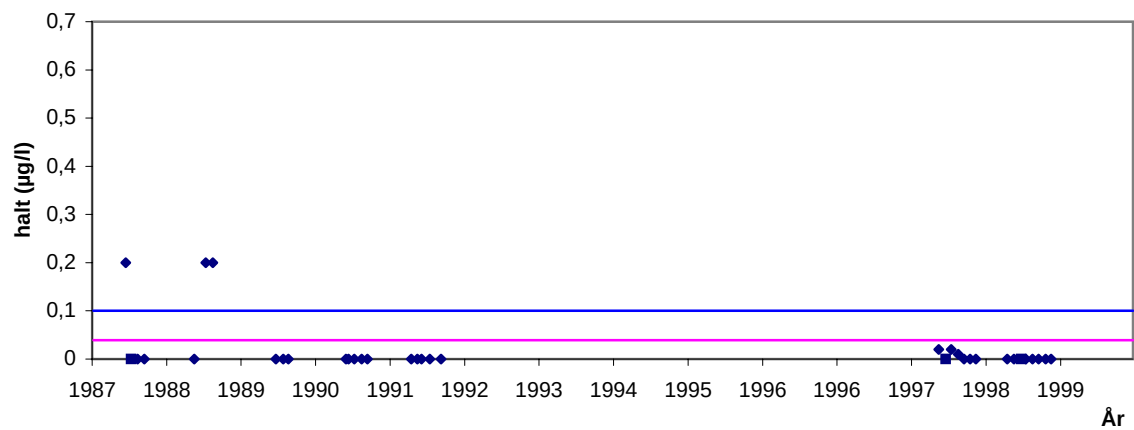
Figur 9. Uppmätt bentazonhalt i Tidan under perioden 1987-1999.



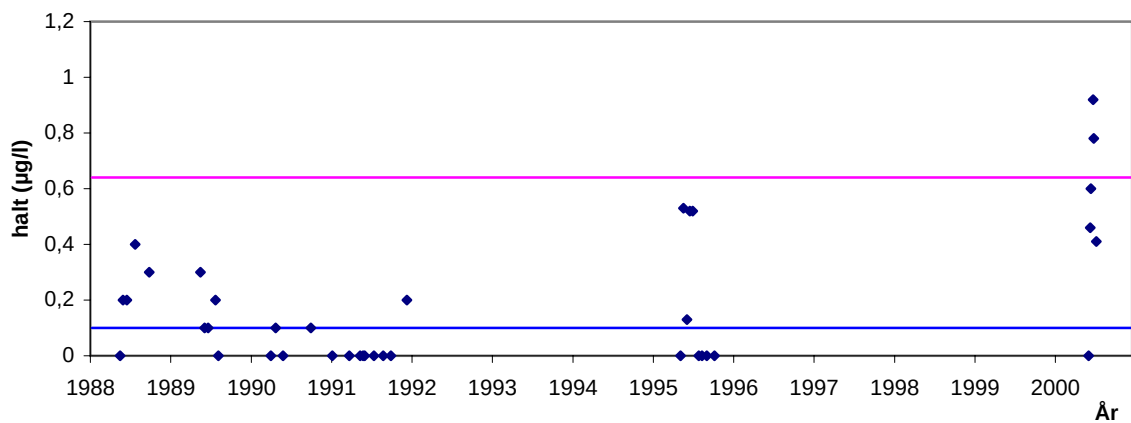
Figur 10. Uppmätt diklorprophalt i Tidan under perioden 1987-1999.



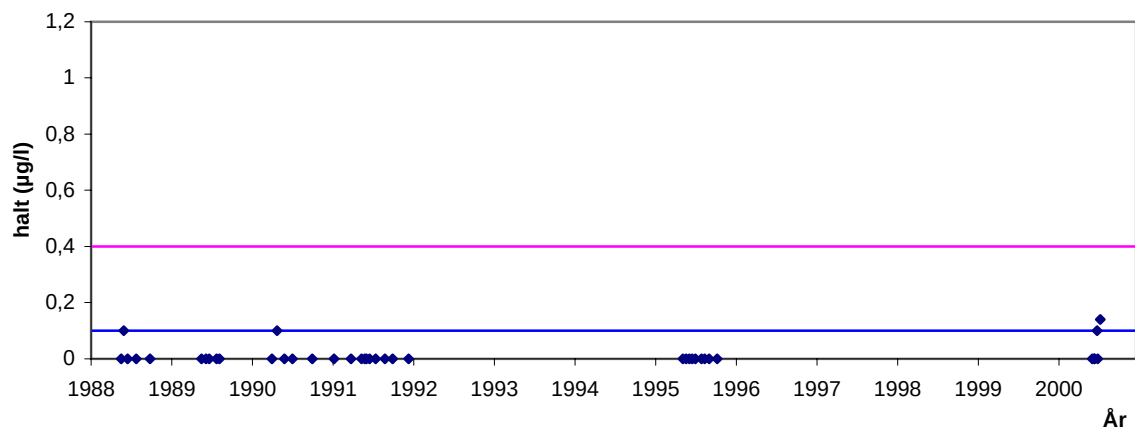
Figur 11. Uppmätt MCPA-halt i Tidan under perioden 1987-1999.



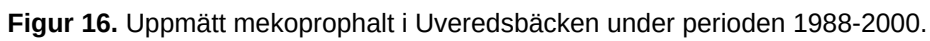
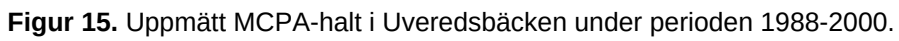
Figur 12. Uppmått mekoprophalt i Tidan under perioden 1987-1999.



Figur 13. Uppmått bentazonhalt i Uveredsbäcken under perioden 1988-2000.



Figur 14. Uppmått diklorprophalt i Uveredsbäcken under perioden 1988-2000.



Appendix 11. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar i ytvatten (råvatten) vid kommunala vattenverk. Koordinater för respektive vattenverk anges i tabellen.

Lokal	Kommun	X	Y	Datum	Resultat	Diklorprop	MCPA	Bentazon	Övriga påvisade substanser
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1997-06-09 ^b	Fynd av...	0,02	0,14	0,02	Mekoprop 0,02
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1996-07-23 ^{1,6}	Fynd av...	0,02	0,09	0,02	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1996-06-10 ^{1,6}	Fynd av...		0,05	0,28	Mekoprop 0,02
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1995-08-08 ^{1,6}	Fynd av...		spår	spår	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1995-06-19 ^{1,6}	Fynd av...	0,3	1,0	0,5	Mekoprop spår
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1995-05-29 ^{1,b}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1994-08-04 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1994-06-20 ¹	Fynd av...		0,1		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1993-09-23 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1993-09-01 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1993-05-21 ¹	Fynd av...		0,1		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1992-09-07 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1992-08-10 ¹	Fynd av...		spår		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-09-03 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-08-21 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-08-07 ¹	Fynd av...		0,3		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-07-25 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-06-26 ¹	Fynd av...		0,1		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-06-12 ¹	Fynd av...		0,1	0,1	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-05-21 ¹	Fynd av...		0,2		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1989-09-05 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1989-06-13 ¹	Fynd av...	0,1	0,3		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1988-06-29 ¹	Fynd av...		0,7		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1988-06-13 ¹	Fynd av...	0,1	0,9	0,1	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1988-06-01 ¹	Fynd av...	0,2	0,5		
Hällekis vattenverk	Götene	1362356	6504000	2000-12-05 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Älvsbacka vattenverk	Karlstad	1380104	6627422	1999-06-08 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Lockörn vattenverk	Lidköping	1343895	6492752	2000-05-10 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Lockörn vattenverk	Lidköping	1343895	6492752	1995-05-17 ^b	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Läckö vattenverk	Lidköping	1349443	6508785	2000-05-10 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Lindholmen vattenverk	Mariestad	1381333	6511008	2000-06-06 ⁷	Fynd av...				Desisopropylatrazin 0,056
Lindholmen vattenverk	Mariestad	1381333	6511008	1999-06-08 ^{3,7}	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Lindholmen vattenverk	Mariestad	1381333	6511008	1997-06-23 ^b	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Lindholmen vattenverk	Mariestad	1381333	6511008	1997-06-04 ^b	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				

Appendix 11. fortsättning

Lokal	Kommun	X	Y	Datum	Resultat	Diklorprop	MCPA	Bentazon	Övriga påvisade substanser
Säffle vattenverk	Säffle	1338015	6551298	1995-09-19 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Rörviks vattenverk	Vänersborg	1307188	6492454	1995-06-14 ^b	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Rörviks vattenverk	Vänersborg	1307188	6492454	1997-06-18 ^b	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Skräcklans vattenverk	Vänersborg	1296549	6479013	1995-06-14 ^b	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Skräcklans vattenverk	Vänersborg	1296549	6479013	1997-06-18 ^b	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Skräcklans vattenverk	Vänersborg	1296549	6479013	1998-07-02 ^b	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åmål vattenverk	Åmål	1322688	6551150	1999-05-04 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Åmål vattenverk	Åmål	1322688	6551150	1997-05-15 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				

¹ Inst. för miljöanalys, SLU² AnalyCen⁵ Agrolab Scandinavia AB⁶ Livsmedelsverket⁷ ALcontrol

Appendix 12. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar i grundvatten (råvatten) vid kommunala vattenverk. Koordinater för respektive vattenverk anges i tabellen. (bmr = bekämpningsmedelsrester)

Lokal	Kommun	X	Y	Datum	Resultat	Bentazon	Övriga påvisade substanser	
Furet vattenverk	Essunga	1322892	6456258	1998-07-14 ¹	Inga bmr påvisades.			
Furet vattenverk	Essunga	1322892	6456258	1998-07-14 ⁵	Inga bmr påvisades.			
Björnemossen vattentäkt	Götene	1370674	6506385	2000-12-05 ²	Inga bmr påvisades.			
Botten vattentäkt	Götene	1388706	6496500	2000-12-05 ²	Inga bmr påvisades.			
Källbytorp vattenverk	Götene	1355043	6490385	2000-12-05 ²	Inga bmr påvisades.			
Kärret vattentäkt	Götene	1368600	6488450	2000-12-05 ²	Inga bmr påvisades.			
Lundsbrunn vattentäkt	Götene	1362821	6486044	2000-12-05 ²	Inga bmr påvisades.			
Motorp vattentäkt	Götene	1368850	6489760	2000-12-05 ²	Inga bmr påvisades.			
Skottven vattentäkt	Götene	1370245	6507618	2000-12-05 ²	Inga bmr påvisades.			
Vägen vattentäkt	Götene	1369300	6489350	2000-12-05 ²	Inga bmr påvisades.			
Annelunds vattenverk	Herrljunga	1339548	6433045	1998-10-27 ⁵	Inga bmr påvisades.			
Ölanda vattenverk	Herrljunga	1339548	6433045	1998-10-27 ⁵	Inga bmr påvisades.			
Hertzöga vattenverk	Karlstad	1362803	6591605	1998-09-01 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Hertzöga vattenverk	Karlstad	1362803	6591605	1995-08-22 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Hynboholms vattenverk	Karlstad	1362651	6595988	1998-09-01 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Hynboholms vattenverk	Karlstad	1362651	6595988	1995-08-22 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Hynboholms vattenverk	Karlstad	1362651	6595988	1988-07-04 ¹	Inga bmr påvisades.			
Mellerudstorps vattenverk	Karlstad	1357008	6592026	1998-09-01 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Mellerudstorps vattenverk	Karlstad	1357008	6592026	1995-08-22 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Törne vattenverk	Karlstad	1355093	6588528	1998-09-01 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Törne vattenverk	Karlstad	1355093	6588528	1995-08-22 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Ulvby vattenverk	Karlstad	1373997	6597666	1998-05-27 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Ulvby vattenverk	Karlstad	1373997	6597666	1995-09-26 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Väse vattenverk	Karlstad	1388779	6586468	1998-05-26 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Väse vattenverk	Karlstad	1388779	6586468	1995-09-26 ⁷	Inga bmr påvisades.			
Örslösa vattenverk	Lidköping	1338760	6490680	1992-10-01 ²	Fynd av...		Diklorprop 0,04	Mekprop 1,0
Svaneberg-Ladugården	Mariestad	1375945	6502660	1998-11-18 ²	Inga bmr påvisades.			
Svaneberg brunn nr 7001	Mariestad	1375945	6502660	1998-11-18 ²	Inga bmr påvisades.			
Svaneberg brunn nr 7002	Mariestad	1375945	6502660	1998-11-18 ²	Fynd av...		2,4,5-T 0,19	
Svaneberg brunn nr 7003	Mariestad	1375945	6502660	1998-11-18 ²	Fynd av...		2,4-D 0,16	Ioxynil 5,17

Appendix 12. fortsättning

Lokal	Kommun	X	Y	Datum	Resultat	Bentazon	Övriga påvisade substanser		
Svaneberg brunn nr 7009	Mariestad	1375945	6502660	1998-11-18 ²	Fynd av...	0,71	Bromoxynil 1,02	2,4-D 3,06	Diklorprop 0,28
							Klopyralid 0,64	MCPA 0,16	Mekoprop 0,41
Svaneberg brunn nr: 7009	Mariestad	1375945	6502660	1997-10-21 ⁵	Fynd av...		2,4-D 0,1	Dikloprop 0,2	MCPA 0,09
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	2000-10-03 ⁷	Fynd av...	0,23			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	2000-08-15 ⁷	Fynd av...	0,19			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	2000-05-10 ⁷	Fynd av...	0,098			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	2000-03-07 ⁷	Fynd av...	0,12			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	2000-02-15 ⁷	Fynd av...	0,097			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-12-07 ⁷	Fynd av...	0,095			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-10-05 ⁷	Fynd av...	0,46			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-08-03 ⁷	Fynd av...	0,077			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-06-29 ⁷	Fynd av...	0,06			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-06-08 ⁵	Fynd av...	0,1			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-04-07 ⁷	Fynd av...	0,08			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-02-10 ⁵	Fynd av...	0,2			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1998-11-18 ²	Fynd av...		2,4,5-T 0,35		
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1997-10-30	Inga bmr påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1997-09-16 ⁵	Fynd av...	0,6			
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1997-07-01 ⁵	Fynd av...	0,4			
Melldala vattenverk	Skövde	1380309	6489505	1999-10-22 ⁵	Inga bmr påvisades.				
Melldala vattenverk	Skövde	1380309	6489505	1999-08-31 ⁷	Inga bmr påvisades.				
Melldala vattenverk	Skövde	1380309	6489505	1998-05-25 ⁵	Inga bmr påvisades.				
Almeåsens vattenverk	Vara	132690	646539	1998-09-02 ⁵	Inga bmr påvisades.				
Helås vattenverk	Vara	1328924	6465271	1998-07-22 ⁵	Inga bmr påvisades.				
Jung vattenverk	Vara	1343066	6470710	1998-07-22 ⁵	Inga bmr påvisades.				
Smedtofta vattenverk	Vara	1331943	6471636	1998-07-22 ⁵	Inga bmr påvisades.				

¹ Inst. för miljöanalys, SLU

² AnalyCen

⁵ Agrolab Scandinavia AB

⁷ ALcontrol

Appendix 13. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar i enskilda brunnar.

Kommentarer	Kommun	Datum	Vattenkvalitet	Resultat	Påvisade substanser			
Brunn 1. Gamla brunnen. Bergborrad, tät.	Grästorp	1998-12-02 ¹	ej dricksvatten	Fynd av...	Bentazon 0,35	MCPA 0,27	Mekoprop 0,51	
Brunn 1. Gamla brunnen. Bergborrad, tät.	Grästorp	1998-10-27 ¹	ej dricksvatten	Fynd av...	Bentazon 0,17	MCPA 0,15	Mekoprop 0,24	
Brunn 1. Gamla brunnen. Bergborrad, tät.	Grästorp	1996-11-21 ²	ej dricksvatten	Fynd av...	MCPA 0,66			
Brunn 1. Gamla brunnen. Bergborrad, tät.	Grästorp	1995-06-28 ²	ej dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 1. Gamla brunnen. Bergborrad, tät.	Grästorp	1993-08-20 ²	ej dricksvatten	Fynd av...	Mekoprop 1,0			
Brunn 1. Gamla brunnen. Bergborrad, tät.	Grästorp	1993-06-09 ²	ej dricksvatten	Fynd av...	MCPA 0,2	Mekoprop 0,27		
Brunn 1. Gamla brunnen. Bergborrad, tät.	Grästorp	1993-02-23 ²	ej dricksvatten	Fynd av...	MCPA 2,3	Mekoprop 0,6		
Brunn 1. Gamla brunnen. Bergborrad, tät.	Grästorp	1993-08-20 ²	ytvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 1. Gamla brunnen. Bergborrad, tät.	Grästorp	1993-06-09 ²	ytvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 2. Nya brunnen. Bergborrad.	Grästorp	2000-10-19 ¹	ej dricksvatten	Fynd av...	Bentazon 0,056			
Brunn 2. Nya brunnen. Bergborrad.	Grästorp	1998-12-02 ¹	dricksvatten	Fynd av...	Mekoprop 0,07			
Brunn 2. Nya brunnen. Bergborrad.	Grästorp	1998-10-27 ¹	dricksvatten	Fynd av...	Mekoprop 0,056			
Brunn 2. Nya brunnen. Bergborrad.	Grästorp	1993-08-20 ²	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 2. Nya brunnen. Bergborrad.	Grästorp	1993-06-09 ²	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 3.	Grästorp	2000-11-10 ⁷	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 3.	Grästorp	1993-06-09 ²	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 4.	Grästorp	2000-11-10 ⁷	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 4.	Grästorp	1999-01-13 ⁵	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 5.	Grästorp	2000-10-19 ²	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 5.	Grästorp	1999-01-13 ⁵	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 5.	Grästorp	1993-08-20 ²	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 6.	Grästorp	2000-11-10 ⁷	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 6.	Grästorp	1999-03-24 ⁷	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 7. Grävd brunn, trasiga ringar	Lidköping	2000-08-29 ^{2,3}	ej dricksvatten	Fynd av...	AMPA 0,44	Fenpropimorf 0,02	Glyfosat 0,21	Propikonazol 0,02
Brunn 8. Bergborrad brunn ca 100 m djup	Lidköping	2000-08-29 ^{2,3}	dricksvatten	Fynd av...	AMPA 0,062	Glyfosat 0,036		
Brunn 9. Grävd stensatt brunn	Lidköping	2000-08-29 ^{2,3}	dricksvatten sommartid	Fynd av...	AMPA 0,066	Glyfosat 0,072		
Brunn 10. Djupborrad brunn	Lidköping	2000-08-29 ^{2,3}	dricksvatten	Fynd av...	AMPA 0,024	Glyfosat 0,016		
Brunn 11.	Lidköping	1998-07-25 ¹	dricksvatten	Inga bmr påvisades.				
Brunn 12.	Vänersborg	1994-07-12 ⁵	grundvatten	Fynd av...	MCPA 0,4			
Brunn 13.	Vara	1989-06-21 ¹	grundvatten	Fynd av...	Bentazon 0,2			
Brunn 13.	Vara	1989-04-11 ¹	grundvatten	Fynd av...	Bentazon 0,2			

¹ Inst. för miljöanalys, SLU

⁵ Agrolab Scandinavia AB

⁵ Agrolab Scandinavia AB

² AnalyCen

⁷ ALcontrol

⁷ ALcontrol

³ Teknologisk Institut, Århus, Danmark

Appendix 14. Rådata från bekämpningsmedelsundersökningar av dricksvatten i kommunala vattenverk och vattentäkter. Koordinater för respektive vattenverk anges i tabellen.

Lokal	Kommun	X	Y	Datum	Resultat	Bentazon	Övriga påvisade substanser
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1997-06-09 ^{1,6}	Fynd av...	0,02	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1996-07-23 ^{1,6}	Fynd av...	spår	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1996-06-10 ^{1,6}	Fynd av...	0,02	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1995-08-08 ^{1,6}	Fynd av...	spår	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1995-06-19 ^{1,6}	Fynd av...	spår	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1995-05-29 ^{1,6}	Fynd av...	spår	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1994-08-04 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1994-06-20 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1993-09-23 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1993-09-01 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1993-05-21 ¹	Fynd av...	0,2	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1992-09-07 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1992-08-10 ¹	Fynd av...	spår	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-09-17 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-09-03 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-08-21 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-08-07 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-07-25 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-07-10 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-06-26 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-06-12 ¹	Fynd av...	0,4	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1990-05-21 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1989-09-05 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		Klopyralid 0,8
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1989-06-13 ¹	Fynd av...	0,2	
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1988-06-29 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Åsa vattenverk	Essunga	1319942	6455314	1988-06-01 ¹	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Lundsbrunn vattentäkt	Götene	1362821	6486044	2000-12-05 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Årnäs vattenverk	Götene	1370800	6506810	2000-12-05 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Sörmons vattenverk	Karlstad	1358945	6588507	2000-05-17 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.		
Örslösa vattenverk	Lidköping	1338760	6490680	1992-10-01 ²	Fynd av...		Diklorprop 0,4 Mekoprop 8,7

Appendix 14. fortsättning

Lokal	Kommun	X	Y	Datum	Resultat	Bentazon	Övriga påvisade substanser		
Örslösa vattenverk	Lidköping	1338760	6490680	1992-08-11 ²	Fynd av...		Diklorprop 0,9	MCPA 4,0	Mekoprop 12
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	2000-08-15 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	2000-05-10 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	2000-03-07 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	2000-02-15 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-08-03 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-06-29 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-06-08 ⁵	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1999-02-10 ⁵	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1998-11-18 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1998-09-01	Fynd av...	4,2	2,4-D 0,2	Mekoprop 0,4	
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1997-10-30 ²	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Svaneberg vattenverk	Mariestad	1375945	6502660	1997-09-17	Fynd av...	0,6			
Dalskog	Mellerud	1296739	6519961	2000-07-07 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Sverkersbyn vattenverk	Mellerud	1309646	6512303	2000-07-07 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				
Vita Sannars vattenverk	Mellerud	1301357	6517868	2000-07-07 ⁷	Inga bekämpningsmedelsrester påvisades.				

¹ Inst. för miljöanalys, SLU

² AnalyCen

⁵ Agrolab Scandinavia AB

⁶ Livsmedelsverket

⁷ ALcontrol