



Undersökning av bekämpningsmedel i sediment i jordbruksbäckar år 2001

Peter Sundin, Jenny Kreuger & Barbro Ulén

Avdelningen för vattenvårdslära
Institutionen för markvetenskap
Ekohydrologi 64
ISRN SLU-VV-EKOHYD-64-SE
ISSN 0347-9307

Institutionen för Miljöanalys
Rapport 2002:6
ISSN 1403-977X

Investigation of plant protection products in sediments in agricultural streams in 2001

Abstract

In Sweden, some 100 different plant protection products, in about 220 formulations, are available for use against weeds, fungi and insects in agriculture and horticulture. During 2001, sediment samples were collected in nine streams in agricultural areas, located in different Swedish agricultural regions, and analysed for pesticide residues. The study comprised 51 substances, 32 of which were approved for use in 2001. These corresponded to 54% of the total sale in the year 2000. The remaining 19 substances were either pesticides which were no longer approved, degradation products or by-products.

- In total, 21 different substances were found, 9 of which were approved for use in 2001. The other substances detected were of pesticides no longer approved, or degradation products.
- The herbicide glyphosate and its degradation product AMPA were detected in all sediment samples analysed, in concentrations up to 1850 µg/kg dry weight. No other substance was found at a concentration exceeding 140 µg/kg dry weight.
- In six of the nine areas DDE (a DDT-metabolite) was detected. Lindane (γ-HCH) was detected in three areas. The remaining substances were detected in one or two of the investigated areas.
- In one area, in the North Götaland region, 14 of the 21 substances were detected in the sediment samples, including traces of DDT and its degradation products, and four hexachlorocyclohexane (HCH) isomers. In an area in South Götaland, 11 of the 21 substances were detected, including traces of DDT and lindane.
- Seven of the substances detected in sediment samples were also detected in the water samples from the same area. Five of these substances were approved for use, and one was a degradation product of an approved substance. In addition, lindane (withdrawn from the Swedish market in 1989) was found in both sediment, at a maximum concentration of 140 µg/kg dry weight, and water samples in an area in the South Götaland region.
- Dutch sediment quality values for the protection of aquatic life are proposed for 10 of the 21 detected substances. Five of the substances with a Maximum Permissible Concentration value exceeded these on a total of seven occasions.
- In the EU water framework directive (2000/60/EC) a number of priority hazardous substances are selected for particular attention within aquatic monitoring programs. Of these, isoproturon (approved for use on the Swedish market), diuron (not approved after 1992) and lindane (not approved after 1989) were detected in sediment.

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | SAMMANFATTNING | 1 |
| 2 | INLEDNING..... | 2 |
| 2.1 | UPPDRAG OCH SYFTE | 2 |
| 2.2 | BAKGRUND TILL UPPDRAGET..... | 2 |
| 3 | PROVTAGNING OCH ANALYS | 3 |
| 3.1 | TYPOMRÅDEN FÖR JORDBRUKSMARK | 3 |
| 3.2 | SEDIMENTPROVTAGNING..... | 4 |
| 3.3 | ANALYSMETODER..... | 4 |
| 4 | RESULTAT..... | 6 |
| 5 | DISKUSSION..... | 7 |
| 5.1 | BEKÄMPNINGSMEDELSRESTER I SEDIMENT FRÅN JORDBRUKSBÄCKAR OCH MÖJLIGA MILJÖEFFEKTER..... | 7 |
| 5.2 | ANALYSMETODER..... | 9 |
| 6 | LITTERATURHÄNVISNINGAR..... | 10 |

Bilagor

Bilaga 1. Bekämpningsmedelsrester som ingår i analyserna

Undersökning av bekämpningsmedel i sediment i jordbruksbäckar år 2001

Peter Sundin

SLU Miljöanalys, Box 7050, 750 07 Uppsala
tel.: 018-673032, 070-728 0510; email: Peter.Sundin@ma.slu.se

Jenny Kreuger

SLU Markvetenskap, Avd. Vattenvårdslära, Box 7072, 750 07 Uppsala
tel.: 018-672462; email: Jenny.Kreuger@ma.slu.se

Barbro Ulén

SLU Markvetenskap, Avd. Vattenvårdslära, Box 7072, 750 07 Uppsala
tel.: 018-671251; email: Barbro.Ulen@mv.slu.se

1 Sammanfattning

För bekämpning av ogräs, svampar och insekter inom jordbruk och trädgårdsodling finns i Sverige idag ca 220 olika preparat med ett 100-tal olika kemiska aktiva substanser. Under senare delen av odlingssäsongen 2001 mättes flera av dessa substanser i sedimentprover från nio bäckar i jordbruksområden. Mätningarna omfattade totalt 51 substanser, varav 32 var registrerade för försäljning år 2001. Dessa substanser motsvarade 54% av mängden som såldes år 2000. De övriga 19 substanserna har tidigare varit registrerade eller var nedbrytningsprodukter eller biprodukter.

- Totalt kunde 21 olika substanser detekteras, varav 9 var godkända för användning år 2000. Övriga substanser var ej längre godkända bekämpningsmedel eller var nedbrytningsprodukter eller biprodukter.
- Glyfosat och dess nedbrytningsprodukt AMPA återfanns i alla prover som analyserades, i halter upp till 1850 µg/kg. Ingen annan substans hittades vid halter överstigande 140 µg/kg.
- I sex av de nio områdena kunde DDE detekteras (en DDT-metabolit), och lindan (-HCH) i tre. Övriga substanser detekterades i ett eller två områden.
- I ett område i Norra Götaland påträffades 14 av de totalt 21 funna substanserna i sediment, inklusive spår av DDT och dess nedbrytningsprodukter samt fyra hexaklorcyklohexan-isomerer (HCH). I ett område i Södra Götaland påträffades 11 av de 21 substanserna, inklusive spår av DDT och lindan.
- Sju av substanserna som hittades i sedimentproverna återfanns också i vattenproverna från samma område. Fem av dessa substanser var godkända för användning år 2000, och en var en nedbrytningsprodukt av ett godkänt ämne. Dessutom påträffades lindan (förbjuden sedan 1989), både i sedimentprover (maxhalt 140 µg/kg torrt sediment), och vattenprover från ett område i Södra Götaland.
- Gränsvärden för skydd av vattenlevande organismer har tagits fram för endast 10 av de 21 påträffade substanserna. Fem av substanserna med sådana effektgränser, varav isotroturon är godkänt för användning, översteg dessa vid sammanlagt sju tillfällen.
- I EUs ramdirektiv för vatten (2000/60/EC) anges ett trettiotal prioriterade farliga ämnen. Av dessa påträffades i sediment, isotroturon (godkänd för användning), samt diuron (ej godkänd efter 1992) and lindan (ej godkänd efter 1989).

2 Inledning

2.1 Uppdrag och syfte

Sommarhalvåret 2001 gjordes på uppdrag av Naturvårdsverket den första mera omfattande undersökningen av kemiska bekämpningsmedel i vatten i Sverige sedan mitten av 80-talet (Kreuger och Brink 1988). Undersökningen gjordes inom ramen för det nationella miljöövervakningsprogrammet, och syftet var att få en mer sammanhållen bild än tidigare av förekomsten av bekämpningsmedelsrester i vattenmiljön i olika delar av landet (Ulén m.fl. 2002).

Vattenprov togs bl.a. i nio jordbruksdominerade bäckar (**Figur 1**), och i dessa togs även sedimentprov i slutet av odlings säsongen (juli/augusti).

För att analysomfånget skulle vara så relevant som möjligt gjordes en genomgång tillsammans med representanter för Kemikalieinspektionen av vilka substanser som det vore önskvärt att kunna analysera i jordbruksområden, med hänsyn till kända uppgifter om försåld mängd, hektardos, miljögiftighet, förväntad rörlighet, samt förväntad förekomst i sediment. Dessutom sattes målet till att kunna bestämma de bekämpningsmedel som finns upptagna på listan över prioriterade substanser i EUs ramdirektiv för vatten.

2.2 Bakgrund till uppdraget

Bekämpningsmedel används i Sverige huvudsakligen inom jordbruk och trädgårdsbruk för behandling mot ogräs, svampangrepp och insektsangrepp. I flera undersökningar, såväl i Sverige som utomlands, har man under senare år funnit rester av bekämpningsmedel — både de som används idag och de vars användning upphört — i sjöar, vattendrag, sediment, grundvatten och regnvatten (se t.ex. Kreuger 1999 och referenser däri, Naturvårdsverket 1999a, Sundin 1999, Daniels m.fl. 2000, DSM 2000, Fredericia 2000, Gustafsson 2001). I arbetet med att följa miljös tillstånd och påvisa av människan orsakade förändringar är det därför viktigt att inkludera även kemiska bekämpningsmedel, både sådana som används idag och sådana som använts tidigare men som fortfarande kan dröja kvar i miljön.

Rester i miljön av de kemiska bekämpningsmedel som används inom jordbruket i Sverige har tidigare inte varit föremål för någon långsiktigt övervakning på nationell nivå. Fram till 1998 ingick inga av de s.k. ”moderna”¹ bekämpningsmedlen i den nationella miljöövervakningen (Naturvårdsverket, 1998). År 1998 genomförde Naturvårdsverket emellertid en screeningundersökning² av ytvatten, riktad mot ett antal åar i jordbruksområden samt deras recipienter, där rester av idag använda bekämpningsmedel bestämdes (Naturvårdsverket 1999a, Sundin 1999). Rester av moderna bekämpningsmedel i sediment har dock ej tidigare bestämts inom ramen för den nationella miljöövervakningen. DDT-, lindan- och hexaklorbensenrester mättes emellertid i ett 100-tal sjöar år 2000-2001 (Söderström m.fl. 2002), inom ramen för ett projekt finansierat av Naturvårdsverket.

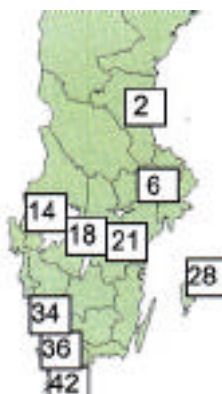
Som ett första steg i riktning mot ett fortlöpande nationellt övervakningsprogram riktat mot bekämpningsmedelsrester på jordbruksmark införlivades år 2000 ett mindre avrinningsområde på jordbruksmark (Vemmenhögsområdet) i det nya program för nationell miljöövervakning som Naturvårdsverket tog fram (Naturvårdsverket 1999b). Vemmenhögsområdet har sedan 1990 varit

¹ med moderna bekämpningsmedel avses här de som tillhör den ”generation av substanser” som efterträdde klorerade bekämpningsmedel såsom insektsgiftet DDT.

² i miljöövervakningssammanhang en korttidsinsats riktad mot ett antal ämnen vars förekomst i miljön man vill ha ökad kunskap om

föremål för fortlöpande övervakning med avseende på rester av bl.a. moderna bekämpningsmedel i ytvatten (Kreuger 2000), och utgör den enda systematiska längre undersökning som har gjorts inom landet. Under åren 1990-1991 insamlades i Vemmenhögsområdet även sedimentprover för bestämning av bekämpningsmedelsrester (Kreuger m.fl. 1999). Mätningarna upprepades i viss omfattning år 2000 (Gustafsson 2001).

År 2000 fick den nationella miljöövervakningen mer medel för övervakning av miljö- och hälsofarliga kemikalier, och en del av dessa resurser avsattes till ett löpande program för ”pesticidövervakning”³. Under vintern/våren år 2000/2001 togs fram ett förslag till grundstruktur för ett kommande övervakningsprogram av bekämpningsmedelsrester, i en grupp bestående av representanter för Naturvårdsverket, Kemikalieinspektionen, Jordbruksverket, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Lantbrukarnas riksförbund. Odlingssäsongen år 2001 genomfördes en screeningundersökning av bekämpningsmedelsrester i vatten (Ulén m.fl. 2002), främst för att ge ett första underlag till utformningen av det löpande programmet. Dessutom togs prov av sediment i de jordbruksbäckar (**Figur 1**) där vattnet undersöktes.



| Bäck ¹ | Lerhalt | Odlingsinriktning |
|-------------------|---------|---|
| 2 | 22 | vall (70-80%) |
| 6 | 35 | spannmål (40-50%), vall (10-15%) |
| 14 | 23 | spannmål (40-50%), vall (30-35%) |
| 18 | 42 | spannmål (70-80%) |
| 21 | 18 | spannmål (60-75%), potatis (10%) |
| 28 | 24 | spannmål (50-60%), sockerbetor (20-40%), |
| 34 | 15 | spannmål (50-55%), potatis (14%), |
| 36 | 26 | spannmål (30-70%), potatis (10-20%), sockerbetor (5%) |
| 42 | 17 | spannmål (60-70%), sockerbetor (20-30%) |

Figur 1. Lokalisering av de undersökta jordbruksbäckarna, samt genomsnittlig lerhalt (%) i matjorden och odlingen i avrinningsområdet under de senaste åren (www.mv.slu.se/Vv/slu_vv.htm).

¹ beteckning från "Typområden för jordbruksmark", Avdelningen för vattenvårdslära, SLU

3 Provtagning och analys

3.1 Typområden för jordbruksmark

Nio områden valdes ut bland de typområden för jordbruksmark som undersöks inom miljöövervakningsprogrammet för växtnäringsläckage (Carlsson m.fl. 2001) (**Figur 1, Tabell 1**). Ett område i Hälsingland (X län), ett i Uppland (C län), ett i Dalsland (O län), ett i Västergötland (O län), ett i Östergötland (E län), ett på Gotland (I län), ett i södra Halland (N län) samt ett i nordvästra och ett i sydvästra Skåne (LM län). Områdena valdes för att täcka in jordbruksbygder i olika delar av landet med olika jordar och klimat, samt med olika odlingsinriktning.

³ pesticid = bekämpningsmedel (av eng. *pesticide*)

3.2 Sedimentprovtagning

I slutet av juli eller i augusti insamlades sedimentprov vid ett tillfälle från ackumulationsbottnar. Sedimentprovet togs med ”rör-provtagare” eller provtagare av typ modifierad Ekman- och Ponar-hämtare (med lock eller luckor på provtagarens ovansida). Det översta 0 – 2,5 cm skiktet av det ostörda ytsedimentet togs till vara (**Tabell 2**), efter det att överliggande vatten försiktigt avlägsnats. I område 28, där bäcken hade hård botten, var dock sedimentlagret inte tjockare än 1 cm där det kunde påträffas. Flera proppar eller ”hugg” togs så att den sammanlagda provvolymen blev ca 0,5 liter. I de fall bottenarna var för hårda för att rörprovtagare eller ”huggare” skulle kunna användas skopades ytsedimentet istället försiktigt upp.

Sedimentprovet förvarades i glaskärl högst ett dygn i kyl innan transport per post med ankomst till laboratoriet påföljande dag. Transporten skedde i frigolitförpackning, om möjligt med en nedfryst kylklamp inpackad tillsammans med varje prov.

I områdena 2, 6, 14 och 28 togs två till tre prov vid i stort sett samma lokal, dessa poolades till ett samlingsprov per område. I område 21 analyserades endast ett av de insamlade proven. I områdena 34, 36 och 42 togs tre prov per område vilka alla analyserades separat (**Tabell 2**).

Tabell 1. Bakgrundsinformation om de undersökta områdena (www.mv.slu.se/Vv/slu_vv.htm). För ytterligare uppgifter, se **Figur 1**

| Område | Län | Areal (ha) | Jordart | Åker | Temp. ^a (°C) | Nederb. ^a (mm/år) | Avrinning ^b (mm/år) | pH | SS ^c mg/l | Tot-N ^d mg/l | Tot-P ^e mg/l |
|--------|-----|---------------|-------------------|------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 2 | X | 900 | lättlera | 60% | 4,7 | 618 | 254 | 6,1 | 22 | 2,7 | 0,12 |
| 6 | C | 3290 | mellanlera | 60% | 5,8 | 570 | 238 | 7,5 | 86 | 3,4 | 0,14 |
| 14 | O | 1000 | lättlera | 70% | 5,9 | 732 | 337 | 7,2 | 39 | 6,0 | 0,18 |
| 18 | O | 776 | mellanlera | 91% | 6,2 | 571 | 354 | 7,9 | 45 | 5,9 | 0,23 |
| 21 | E | 1681 | lättlera | 89% | 6,0 | 477 | 139 | 7,9 | 10 | 10,7 | 0,07 |
| 28 | I | 490 | moränlättlera | 90% | 6,8 | 514 | 164 | 8,0 | 7 | 9,8 | 0,10 |
| 34 | N | 1430 | lättlera | 93% | 7,2 | 773 | 325 | 7,0 | 26 | 11,5 | 0,08 |
| 36 | LM | 791 | styv lera o morän | 79% | 7,6 | 694 | 281 | 7,7 | 53 | 9,6 | 0,20 |
| 42 | LM | 902 | moränlera | 95% | 7,7 | 662 | 265 | 7,7 | 12 | 8,1 | 0,12 |

^a Temperatur och nederbörd avser 30-årsmedelvärde uppmätt vid närmaste SMHI-station.

^b Avrinning avser medelavrinning per år från området sedan mätningarna inleddes (6-13 år sedan).

^c SS avser medelvärdet för suspenderat material i ytvatten sedan mätningarna inleddes.

^d Tot-N avser medelvärdet för totalkvävehalten i ytvatten sedan mätningarna inleddes.

^e Tot-P avser medelvärdet för totalfosforhalten i ytvatten sedan mätningarna inleddes.

3.3 Analysmetoder

Sedimentproverna analyserades enligt **Tabell 3** och omfattade 51 st olika substanser (**Bilaga 1**).

Analysmetoderna beskrivs inte närmare här, men glyfosat och AMPA bestämdes av SLU Mikrobiologi enligt metoden (GC-MS) som beskrivs i Börjesson och Torstensson (2000), modifierad till att omfatta intern standardisering med isotopmärkt glyfosat.

Bestämningen av opolära och semipolära pesticider (metod OMK 54:1) skedde i korthet efter kapillärgaskromatografisk (GC) separation med detektion på elektroninfångningsdetektor (electron capture detector; ECD), kväve-fosfor-detektor (NPD) eller masspektrometri (MS). Alla påvisningar, kvantifierbara och spår, konfirmerades masspektrometriskt.

Tabell 2. Sedimentprovtagning för analys av bekämpningsmedelsrester. Provtagningsplatsens läge anges i förhållande till vattenföringsstationen (VFS) eller annat riktmärke

| Bäck | Datum | Prov | Skikt (cm) | Poolade prover | Provtagningsplats |
|------|--------|------|------------|----------------|---|
| 2 | 010813 | 1 | 0-2,5 | 1+2+3 | 43 m uppströms stora vägen |
| 2 | 010813 | 2 | 0-2,5 | 1+2+3 | 23 m uppströms stora vägen |
| 2 | 010813 | 3 | 0-2,5 | 1+2+3 | 3 m uppströms stora vägen |
| 6 | 010809 | 1 | 0-2,5 | 1+2 | vid VFS i huvudfåran |
| 6 | 010809 | 2 | 0-2,5 | 1+2 | vid VFS nära stranden |
| 14 | 010726 | 1 | 0-2,5 | 1+2 | vid VFS |
| 14 | 010726 | 2 | 0-2,5 | 1+2 | vid VFS |
| 18 | 010813 | 1 | 0-2,5 | 1+2+3 | vid nya provtagningsstationen |
| 18 | 010813 | 2 | 0-2,5 | 1+2+3 | vid nya provtagningsstationen |
| 18 | 010813 | 3 | 0-2,5 | 1+2+3 | vid nya provtagningsstationen |
| 21 | 010820 | 1 | 0-2,5 | | 4,4 km uppströms VFS vid f d radiostation |
| 28 | 010813 | 1 | 0-1 | 1+2+3 | 30 m nedströms VFS |
| 28 | 010813 | 2 | 0-1 | 1+2+3 | 30 m nedströms VFS |
| 28 | 010813 | 3 | 0-1 | 1+2+3 | 30 m nedströms VFS |
| 34 | 010822 | 1 | 0-2,5 | | 3,2 km uppströms VFS, före inlopp t. övre dammen (S om vägen) |
| 34 | 010822 | 2 | 0-2,5 | | 3,1 km uppstr. VFS, 50 m nedströms nedre dammen (S om vägen) |
| 34 | 010822 | 3 | 0-2,5 | | omedelbart uppströms VFS |
| 36 | 010822 | 1 | 0-2,5 | | 1,8 km uppstr. VFS (åt NV) där bäcken går i dagen första gången |
| 36 | 010822 | 2 | 0-2,5 | | 300 uppströms VFS vid liten markväg |
| 36 | 010822 | 3 | 0-2,5 | | 50 m uppströms VFS |
| 42 | 010821 | 1 | 0-2,5 | | vid VFS, 3 m nedströms utlopp från kulvert (provpunkt "UT10")* |
| 42 | 010821 | 2 | 0-2,5 | | 1,1 km nedströms VFS vid utlopp från dammen |
| 42 | 010821 | 3 | 0-2,5 | | 1,1 km nedstr. VFS, ca 10 m nedstr. prov 2 (provpunkt "LU12")* |

* se Kreuger m.fl. (1999)

Koncentrationer som anges som spår ligger över detektionsgränsen men för att en halt ska kunna anges måste även bestämningsgränsen överskridas. Bestämningsgränsen är vanligtvis 3-5 gånger högre än detektionsgränsen. Båda dessa gränser kan variera något mellan olika provomgångar samt mellan sediment av olika karaktär. De detektionsgränser som anges i **Bilaga 1** är de som vanligtvis gäller.

De 32 godkända substanser som ingick i analyserna (**Bilaga 1**) representerar ca 54 % av den totala försäljningen år 2000 av ogräs-, svamp- och insektsmedel för jordbruks- trädgårds- och hushållsbruk år 2000 (Kemikalieinspektionen, 2001). För vidare diskussion kring analysomfånget se Avsnitt 5.2.

Tabell 3. Översikt av analysmetoder (se **Bilaga 1** för detaljerade uppgifter om vilka substanser som analyserna omfattade), använda i samtliga områden

| Analysmetod, beteckn. | substanser, karaktär | substanser, antal |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------|
| * | glyfosat och AMPA** | 2 |
| OMK 54:1 | opolära och semipolära pesticider | 51 |

*väsentligen enligt Börjesson, E. och Torstensson, L. (2000)

**AMPA = aminometylfosfonsyra, nedbrytningsprodukt av glyfosat.

4 Resultat

Sedimenten var av varierande karaktär och uppvisade halter av totalt organiskt kol (TOC) på 0,5 till 12 % på torrviktsbasis (**Tabell 4**). Torrsubstanshalten (TS) varierade mellan 24 och 73 % och med en tydligt negativ korrelation till TOC-halten, d.v.s. i prover med låga TS-halter återfanns de högsta TOC-halterna. Lägst TS-halter påträffades i prov från område 21 och i ett av proven från område 42 (prov 1).

Tabell 4. Torrsubstanshalt (TS), och resultat från dubbelbestämning av totalt organiskt kol (TOC; % på torrviktsbasis)

| Område | 2 | 6 | 14 | 18 | 21 | 28 | 34:1 | 34:2 | 34:3 | 36:1 | 36:2 | 36:3 | 42:1 | 42:2 | 42:3 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| TS (%) | 42,7 | 53,5 | 56,6 | 60,7 | 27,4 | 65,4 | 42,9 | 68,0 | 63,7 | 51,6 | 29,3 | 72,9 | 23,8 | 41,8 | 38,6 |
| TOC I (%) | 7,0 | 4,4 | 3,8 | 2,2 | 7,6 | 2,8 | 3,5 | 0,61 | 2,5 | 3,0 | 5,9 | 0,51 | 12,0 | 6,4 | 5,9 |
| TOC II (%) | 7,8 | 4,2 | 2,6 | 2,4 | 7,6 | 2,6 | 3,4 | 0,93* | 1,5 | 2,9 | 6,5 | 0,49 | 11,4 | 6,9 | 5,0 |

* medelvärde av två analyser som vardera gav värdena 1,0 och 0,87

Sammanlagt kunde 21 olika substanser identifieras i de undersökta sedimentproven, varav 6 ogräsmedel, 5 svampmedel och 3 insektsmedel, samt 7 nedbrytningsprodukter eller biprodukter (**Tabell 5**). Dessa representerade 45% av den försålda mängden ogräs-, svamp-, och insektsmedel år 2000 (Kemikalieinspektionen 2001). Ogräsmedlet glyfosat och dess metabolit aminometylfosfonsyra (AMPA) återfanns i samtliga analyserade sedimentprover, i halter upp till 1850 µg/kg TS. I de flesta av provena påträffades ytterligare ett antal (upp till 12) andra substanser, med högsta halten 140 µg/kg TS för en enskild substans. Rester av svamp- och insektsmedel återfanns i relativt sett större utsträckning i sediment än i motsvarande vattenprover (Ulén m.fl. 2002).

Flest fynd gjordes i område 21, följt av en av provtagningslokalerna i område 42 (prov 1). De vanligaste fynden, efter glyfosat och AMPA, var DDE, en metabolit av insektsmedlet DDT (användning förbjöds 1975), i 9 prover från 6 områden, och lindan (ej godkänt efter 1989), i 5 prover från tre områden. Lindan i kvantifierbara mängder hittades endast i område 34 (södra Halland).

Registrerade bekämpningsmedel som vid något tillfälle påträffades i kvantifierbara halter var diflufenikan, esfenvalerat, glyfosat, isoproturon, propikonazol, terbutylazin och tolklofosmetyl. Övriga bekämpningsmedel som påträffades i kvantifierbara halter var antingen avregistrerade (diuron och lindan) eller metaboliter (AMPA – till glyfosat; DDD och DDE – till DDT; och endosulfansulfat – till endosulfan).

Sju av de substanser som påträffades i sediment förekom även i vattenprover (Ulén m.fl. 2002). Dessa var glyfosat och AMPA, diflufenikan, fenpropimorf, isoproturon, lindan och terbutylazin.

Glyfosat och AMPA påträffades i alla analyserade sediment, och halterna i sediment speglade i viss omfattning halterna i vatten. D.v.s. höga halter i sediment motsvarades av förhöjda halter i vatten vid de provtagningar som gjordes vid ungefär samma tidpunkt som sedimentprover togs. I område 34 var halterna av dessa substanser högst vid vattenföringsstationen, men i område 36 var halterna lägst vid vattenföringsstationen. I område 42 var halterna höga nedströms den stora stora kulvert som bäcken rinner igenom, men något lägre längre nedströms efter passagen av en större damm.

I område 34 påträffades lindan i alla tre sedimentprov, som togs den 24/8, och i vattenprover tagna 30/7 och 27/8. I område 14 uppmättes förhöjda halter av terbutylazin i vattnet under juli-augusti och substansen påträffades i sedimentet 27/7. I område 21 påträffades isoproturon i vattnet i juni-augusti och som spår i sedimentet 22/8. I område 42 påträffades diflufenikan i ett av

sedimentproven 22/8 och i vattnet i slutet av augusti. Isoproturon fanns i ett av sedimentproven och ofta i vattnet juni – augusti. Fenpropimorf påträffades som spår i alla sedimentprov och fanns i vattnet i vissa prov under säsongen.

Tabell 5. Påvisade bekämpningsmedelsrester ($\mu\text{g}/\text{kg}$ torrsubstans) i ytsediment från 9 bäckar i jordbruksområden (Se **Figur 1**, **Tabell 1** och **Tabell 2**), samt uppgift om ekotoxikologiskt gränsvärde (MPC; $\mu\text{g}/\text{kg}$ torrsubstans vid 10 % TOC) och detektionsgräns (det.gr.; $\mu\text{g}/\text{kg}$ torrsubstans). H = ogräsmedel (herbucid); F = svampmedel (fungicid); I = insektsmedel (insekticid); M = nedbrytningsprodukt (metabolit); B = biprodukt/förorening

| Område | 2 | 6 | 14 | 18 | 21 | 28 | 34:1 | 34:2 | 34:3 | 36:1 | 36:2 | 36:3 | 42:1 | 42:2 | 42:3 | MPC* | det.gr |
|----------------------|----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|
| aklonifen (H) | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | ed | saknas | 20 |
| DDT, pp- (I) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | 9,4 | 5 |
| DDD, pp- (M) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | 17 | spår | ed | ed | ed | ed | 1,8 | 3 |
| DDE, pp- (M) | ed | spår | ed | spår | 14 | spår | ed | ed | ed | spår | spår | ed | 10 | spår | spår | 1,5 | 1 |
| diflufenikan (H) | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | 80 | ed | ed | saknas | 20 |
| diuron (H) | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | 30 | ed | ed | 9 | 8 |
| endosulfansulfat (M) | ed | ed | ed | ed | 10 | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | saknas | 3 |
| esfenvalerat (I) | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | 41 | ed | ed | saknas | 8 |
| fenpropimorf (F) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | spår | spår | spår | saknas | 8 |
| glyfosat (H) | ** | 280 | 180 | 450 | 160 | 20 | ** | 20 | 670 | 320 | 270 | 20 | 1450 | 870 | 1040 | saknas | *** |
| AMPA (M) | ** | 290 | 240 | 750 | 180 | 20 | ** | 60 | 150 | 150 | 170 | 20 | 1850 | 560 | 540 | saknas | *** |
| hexaklorbensen (F) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | 1,2 | 1 |
| isoproturon (H) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | 30 | ed | ed | 5,3 | 10 |
| lindan, -HCH (I) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | 140 | 30 | 3 | ed | ed | ed | spår | ed | ed | 190 | 1 |
| -HCH (B) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | 220 | 2 |
| -HCH (B) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | 92 | 4 |
| -HCH (B) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | saknas | 2 |
| propikonazol (F) | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | 130 | ed | ed | saknas | 30 |
| terbutylazin (H) | ed | ed | 44 | ed | ed | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | ed | saknas | 2 |
| toklofosmetyl (F) | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | 10 | spår | ed | ed | ed | ed | 130 | 1 |
| vinklozolin (F) | ed | ed | ed | ed | spår | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | ed | saknas | 2 |

* Maximum Permissible Concentration; se Crommentuijn m.fl. (2000)

** ej analyserat

*** 20-200

5 Diskussion

5.1 Bekämpningsmedelsrester i sediment från jordbruksbäckar och möjliga miljöeffekter

De förhållandevis höga halterna av glyfosat och AMPA i sediment är inte oväntade med tanke på den ganska omfattande användningen, i synnerhet under sensommaren efter skörd, och den betydande bindningen av dessa substanser till sediment (Coyette m.fl. 2002). Det vore av intresse att närmare studera fördelningen av glyfosat mellan vatten och sediment i svenska jordbruksområden, med tanke på den eventuella risken för att substansen åter går i lösning. Även nedbrytningen i sediment borde ägnas mera intresse.

I område 42 har tidigare gjorts mätningar av bekämpningsmedelsrester (dock ej glyfosat och AMPA) i sediment (Kreuger m.fl. 1999, Gustafsson 2001). Kreuger m.fl. (1999) undersökte sediment från flera lokaler i området, en av dessa var belägen 200 m nedströms provpunkt 42:1 och en annan motsvarande provpunkt 42:2 i föreliggande undersökning (**Tabell 2**), och påträffade

totalt 11 substanser (där DDT med nedbrytningsprodukter räknades som en, och 3 var fenoxisyrorna diklorprop, MCPA och mekoprop, vilka inte omfattades av sedimentundersökningen 2001). Liksom i föreliggande undersökning påträffade Kreuger m.fl. (1991) fenpropimorf i samtliga prover, fast i halter mellan 20 och 200 µg/kg TS.

På lokalen nära 42:1 påträffades 1991 samtliga 11 substanser. På samma lokal tio år senare (år 2001) återfanns av dessa DDT med metaboliter, diuron, esfenvalerat (fenvalerat i Kreuger m.fl. 1991) och propikonazol, i 1-10 ggr högre halter än 1991, samt spårvärde av fenpropimorf. Lindan, isoproturon och terbutylazin påträffades endast i proverna från 2001, där också diflufenikan, samt glyfosat och AMPA (mättes inte 1991) återfanns. Även Gustafsson (2001) påträffade här diflufenikan, diuron och isoproturon, samt spår av fenpropimorf.

På lokalen motsvarande 42:2 påträffade Kreuger m.fl. (1991) den högsta halten av fenpropimorf samt ytterligare 8 substanser, medan år 2001 endast spår av DDE och fenpropimorf kunde påvisas. Gustafsson (2000) påträffade dock på samma lokal, i ytsedimentprover tagna i april 2000, DDT, DDE, diflufenikan, diuron, esfenvalerat, fenpropimorf, isoproturon och metabenzotiazuron, samt spår av permetrin, pirimicarb och propikonazol. Anledningen till att det gjordes så få fynd under år 2001 av bekämpningsmedelsrester i sedimentet från den nedre dammen (42:2 och 42:3) beror sannolikt på att dammen muddrades kraftigt mellan Gustafssons provtagning i april 2000 och provtagningen i föreliggande undersökning, i augusti 2001.

Halterna av lindan i sediment från område 34 är kraftigt förhöjda i jämförelse med mediankoncentrationen (0,18 µg/kg TS) för 60 sjöar i Götaland och Svealand (Söderström m.fl. 2002). Eftersom lindan påträffades även i vattenprover (Ulén m.fl. 2002) finns det sannolikt en lokal källa inom området.

Halterna i sediment av DDT med metaboliter i föreliggande undersökning överensstämmer, där de kan kvantifieras, med halter som ofta påträffas i ytsediment i sjöar utan direkt jordbrukspåverkan i Götaland (Söderström m.fl. 2002). Där har ca hälften av sjöarna har summahalter av DDT med metaboliter på 10 – 20 µg/kg TS. I sedimenten i de undersökta jordbruksbäckarna dominerar metaboliterna, framför allt DDE, vilket tyder på källor av diffus eller ålderstigen karaktär.

Det är svårt att uttala sig om hur de här substanserna kan påverka sedimentlevande organismer, eftersom det för de flesta substanser bara finns ett fåtal eller inga relevanta undersökningar. Endast för 10 av de 21 påträffade substanserna finns det förslag till "ekotoxikologiska gränsvärden" för sediment (Crommentuijn m.fl. 2000). När dessa överskrids finns det en potentiell risk för att sedimentlevande organismer påverkas negativt. Dessa effektgränser har tagits fram för ett "tysediment" med en lerhalt på 25 % och en halt av organiskt material (TOC) på 10 %. Substanserna binds framför allt i den organiska fraktionen av sedimentet. För att kunna jämföra halterna med effektgränsen, i sediment som håller en annan halt av organiskt material än tysedimentet, måste halterna därför räknas om, "normaliseras" till att gälla för samma TOC-värde som i tysedimentet. Av **Tabell 6** framgår att 5 substanser i 7 sedimentprover, efter normalisering av halterna, överskred de ekotoxikologiska effektvärdena. Endast en av dessa substanser, isoproturon, försåldes under år 2000.

Bedömningen av betydelsen av substansernas förekomst i sediment bör framför allt avse vilken ekologisk risk som dessa kan ge upphov till. Förutom att det saknas ekotoxikologiska gränsvärden för flera substanser kan effektgränserna ligga lägre än de nuvarande detektionsgränserna. Detta är bl.a. fallet för flera pyretroider, samt fosforpesticider såsom klorfenvinfos, där detektionsgränserna i multimetoder ligger en till två tiopotenser över de ekotoxikologiska gränsvärden som har beräknats (Crommentuijn m.fl. 2000). De ekotoxikologiska gränsvärden som finns kan dessutom behöva omvärderas när nya uppgifter om substansernas effekter kommer fram.

Tabell 6. Prov med substanser som hade högre koncentrationer ($\mu\text{g}/\text{kg}$ torrt sediment, normaliserad till en TOC-halt på 10%*) än nederländska ekotoxikologiska gränsvärdena för sediment

| Substans | Anmärkning | Plats | Uppmätt halt, $\mu\text{g}/\text{kg}$ | Normaliserad halt, $\mu\text{g}/\text{kg}$ | Gränsvärde MPC**, $\mu\text{g}/\text{kg}$ |
|------------------|--------------------------|---------|---------------------------------------|--|---|
| DDD, pp- (M) | av DDT, förbjöds 1975 | bäck 36 | 17 | 58 | 1,8 |
| DDE, pp- (M) | av DDT, förbjöds 1975 | bäck 21 | 15 | 18 | 1,5 |
| DDE, pp- (M) | av DDT, förbjöds 1975 | bäck 42 | 10 | 9 | 1,5 |
| diuron (H) | ej godkänd efter 1992 | bäck 42 | 30 | 26 | 9 |
| isoproturon (H) | 115,2 ton såldes år 2000 | bäck 42 | 30 | 26 | 5,3 |
| lindan, -HCH (I) | ej godkänd efter 1985 | bäck 34 | 140 | 406 | 190 |
| lindan, -HCH (I) | ej godkänd efter 1985 | bäck 34 | 30 | 388 | 190 |

*gränsvärdena är även beräknade för att gälla vid en lerhalt på 25%, vilket inte kunnat tas hänsyn till här.

**Maximum Permissible Concentration; enligt Crommentuijn m.fl. 2000. Gränsvärdena är beräknade under förutsättningen att varje ämne förekommer enskilt. När flera ämnen förekommer samtidigt divideras gränsvärdet med säkerhetsfaktorn 100.

5.2 Analyismetoder

För användning inom jordbruket och i trädgårdsodling finns ett 100-tal olika substanser tillgängliga för bekämpning av ogräs, svampar och insekter (Kemikalieinspektionen 2001). De ingår i drygt dubbelt så många preparat, av vilka år 2000 försålles totalt 1 670 ton (**Tabell 7**). Mätningarna i föreliggande undersökning omfattade 51 substanser, varav de 32 som var godkända för användning (endast 30 såldes) representerar ca 900 ton, eller 54% av försåld mängd år 2000. Det 20-tal godkända substanser som påträffades motsvarade 45% av försåld mängd.

Betraktas analysmöjligheterna i sediment för godkända ogräsmedel, svampmedel och insektsmedel var för sig framgår att analyserna i ungefär lika omfattning täckte in de tre olika typerna av produkter, både till antal och försåld mängd (**Tabell 7**).

Om analysomfånget för vatten- (Ulén m.fl. 2002) och sedimentanalyser läggs ihop framgår att 93% av försäljningen 2001 täcks in (**Tabell 8**). Av de ämnen som ej analyserades i vatten (Ulén m.fl. 2002) mättes pyretroider (cyflutrin, cypermetrin, deltametrin, esfenvalerat och permetrin), samt fenmedifam och spiroxamin i sediment.

Tabell 7. Jämförelse av antalet försålda substanser år 2000 samt den försålda mängden, inom kategorierna ogräsmedel, svampmedel och insektsmedel (Kemikalieinspektionen, 2001). med antalet av dessa substanser som ingick i sedimentanalyserna samt den försålda mängden av dem. (De 21 substanser som ingick i analyserna men som saknar försäljning eller där uppgift saknas är ej medräknade).

| kategori | antal försålda | antal analyserade | andel analyserade av antal försålda | försåld mängd, ton | försåld mängd av analyserade substanser, ton | andel av försåld mängd som motsvaras av analyserade substanser, ton |
|--------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------|--|---|
| ogräsm. | 42 | 10 | 24% | 1405 | 783 | 56% |
| svampm. | 28 | 10 | 36% | 230 | 111 | 48% |
| insektsm. | 29 | 10 | 34% | 35 | 16 | 45% |
| <i>summa</i> | <i>99</i> | <i>30</i> | <i>30%</i> | <i>1670</i> | <i>909</i> | <i>54%</i> |

I EUs ramdirektiv för vatten upptas på listan över prioriterade ämnen ogräsmedlen alaklor, atrazin, diuron, isoproturon, simazin och trifluralin, samt insektsmedlen klorfenvinfos, klorpyrifos och lindan. Alaklor (ej godkänt i Sverige efter 1978) ingick inte i analyserna, och trifluralin mättes enbart i vatten (Ulén m.fl. 2002), men övriga ingick i analyserna av sediment (**Bilaga 1**). Av de tre som är godkända i Sverige (isoproturon, klorfenvinfos och klorpyrifos) påträffades endast isoproturon, som spår i sediment från område 21 (**Tabell 5**) och i högre halt i ett av sedimentproverna från område 42 (**Tabell 5**, **Tabell 6**). Av ej godkända substanser påträffades diuron i ett av

sedimentproverna från område 42, och lindan som spår i samma sedimentprov, samt i sediment från område 21, och i mätbara halter i samtliga tre sedimentprov från område 34 (**Tabell 5** och **6**).

Tabell 8. Jämförelse av antalet försålda substanser år 2000 samt den försålda mängden, inom kategorierna ogräsmedel, svampmedel och insektsmedel (Kemikalieinspektionen, 2001) med antalet av dessa substanser som ingick i vatten- och/eller sedimentanalyserna samt den försålda mängden av dem. (Substanser som saknar försäljning eller där uppgift saknas är ej medräknade).

| kategori | antal försålda | antal analyserade | andel analyserade av antal försålda | försåld mängd, ton | försåld mängd av analyserade substanser, ton | andel av försåld mängd som motsvaras av analyserade substanser, ton |
|--------------|----------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------|--|---|
| ogräsm. | 42 | 32 | 76% | 1405 | 1370 | 97% |
| svampm. | 28 | 14 | 50% | 230 | 163 | 71% |
| insektsm. | 29 | 12 | 41% | 35 | 18 | 51% |
| <i>summa</i> | <i>99</i> | <i>58</i> | <i>58%</i> | <i>1670</i> | <i>1551</i> | <i>93%</i> |

Idag saknas för miljöprover rutinmässigt användbara analysmetoder för ett antal godkända bekämpningsmedel. Detta trots att det för nya aktiva substanser som ska godkännas finns krav på tillverkaren att ge en beskrivning av hur resthalter ska kunna bestämmas i miljön. För att rationell analys ska kunna genomföras rutinmässigt till rimliga kostnader, räcker det emellertid inte att substanserna kan analyseras ett och ett. Istället måste så många ämnen som möjligt kunna bestämmas i s.k. "multimetoder"⁴. Beroende på att bekämpningsmedelsubstanser har så olika karaktärer finns det dock alltid vissa substanser som inte faller in i multimetoder utan måste bestämmas enskilt. Detta försvårar utvecklingen av heltäckande analysmetoder och fördyrar också analyserna avsevärt, exempelvis jämfört med analys av rester av persistenta miljögifter, såsom PCB.

6 Litteraturhänvisningar

- Börjesson, E. och Torstensson, L. (2000) New method for determination of glyphosate and (aminomethyl) phosphonic acid in water and soil. *Journal of Chromatography A* 886, 207-216.
- Carlsson, C., Kyllmar, K. och Johansson, H. 2001. Typområden på jordbruksmark för det agrohydrologiska året 1999/2000. *Ekohydrologi* nr 59. Avdelningen för Vattenvårdslära, SLU.
- Coyette, B., Garnett, R.P. and Reding, M-A (2002) Glyphosate surface water contamination: position paper (Europe), Monsanto Europe.
- Crommentuijn, T., Sijm, D., de Bruijn, J., van Leeuwen, K. och van de Plassche, E. (2000) Maximum permissible and negligible concentrations for some organic substances and pesticides. *Journal of Environmental Management*, 58 (2000) 297-312.
- Daniels, W.M., House, W.A., Rae, J.E. och Parker, A. (2000) The distribution of micro-organic contaminants in river bed sediment cores. *Science of the Total Environment* 253, 85-93.
- DSM (2000) Pesticider og grundvand. Temanummer fra Grundvandsgruppen. Det Strategiske Miljøforskningsprogram, 42, april 2000. (www.geus.dk)
- Fredericia, J. (2000) Pesticides and groundwater. Final report. The Danish Environmental Research Programme 1996-99. (www.geus.dk)
- Gustafsson, A. (2001) Pesticides in stream and pond sediments of the Vemmenhög area, a small agricultural catchment in southern Sweden. *SLU Miljöanalys Rapport 2001:7*.
- Kemikalieinspektionen (2001) Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 2000. (<http://www.kemi.se>)

⁴ multimetoder innebär gruppvis analys av flera substanser med liknande egenskaper

- Kreuger, J. (1999) Pesticides in the environment – atmospheric deposition and transport to surface waters. Doktorsavhandling, SLU. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria* 162.
- Kreuger J. (2000). Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne. Årsredovisning för Vemmenhögprojektet 1998 samt en kortfattad långtidsöversikt. Ekohydrologi Nr 54, SLU Markvetenskap/Vattenvårdslära. (http://www.mv.slu.se/Vv/publ/s_ekohy.htm)
- Kreuger, J. och Brink, N. (1988) Losses of pesticides from arable land. Växtskyddsrapporter, Jordbruk 49, 50-61.
- Kreuger, J., Peterson, M. och Lundgren, E. (1999) Agricultural inputs of pesticides to stream and pond sediment in a small catchment in southern Sweden. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 62, 55-62.
- Naturvårdsverket (1998) Hur miljöövervakningen kan användas för att följa upp beslut om begränsning och/eller frivilliga åtaganden för att minska användningen av kemikalier med oönskade miljö- och hälsoeffekter. Redovisning av ett regeringsuppdrag, Dnr 721-152-98Mm.
- Naturvårdsverket (1999a) Nytt program för miljöövervakning. Rapport 4980.
- Naturvårdsverket (1999b) Ökade eller minskade miljögiftshalter i den svenska miljön? Rapport 5016.
- Sundin, P. (1999) Livet i vattnet tar skada av bekämpningsmedelsrester. Fakta Jordbruk Nr 9, SLU. (<http://www.slu.se/forskning/fakta/faktajordbruk/index.html>)
- Söderström, M., Asplund, L., Kylin, H. och Sundin, P. (2002) Organochlorine contaminants in sediments from 100 Swedish lakes – relation to lake type and location. *In* M. Söderström, Local and global contaminants in Swedish waters: Studies of PCBs, DDTs, 4,5,6-triguaiacol and their transformation products in fish and sediments. PhD Thesis, Stockholm University.
- Ulén, B., Kreuger, K. och Sundin, P. (2002) Undersökning av bekämpningsmedel i vatten från jordbruk och samhällen år 2001. Ekohydrologi 63; SLU Miljöanalys Rapport 2002:4.

Bilaga 1. Bekämpningsmedelsrester som ingår i analyserna. Substanserna är alfabetiskt ordnade, men nedbrytningsprodukter/biprodukter har sorterats in under respektive modersubstans i den mån även denna förekommer. Uppgift om vilka substanser som har påträffats finns i Tabell 4, samt i Bilaga 2. Detektionsgränsen (det.gr.; µg/kg TS; TS = torrs substans, d.v.s. torr vikt) kan variera något mellan analysomgångarna, och "vanligaste detektionsgräns" anges. Mätosäkerheten (MO; %) anges för de substanser där sådan har kunnat beräknas. Kursiv stil i produktnamn används för produkt som ej längre säljs. Försäljningssiffran gäller substansen, inte de produkter som anges som exempel. För mer information om produkter och klassning (Klass), se Kemikalieinspektionens webbsida: <http://www.kemi.se>.
Förklaringar: H = herbicid (ogräsmedel); F = fungicid (svampmedel); I = insekticid (insektsmedel); M = metabolit (nedbrytningsprodukt); B = biprodukt; (-) = ingen försäljning; Nedbrytningsprodukter/biprodukter: AMPA = aminometylfosfonsyra, av glyfosat; endosulfansulfat, av - och -endosulfan; -, - och -HCH (HCH = hexaklorocyklohexan) är biprodukter (isomerer) till lindan (-HCH) ; karbofuran, av karbosulfan.

| Substans | Metod * | Det.gr. µg/kg TS | MO % | Produktnamn (exempel) | Klass | Försäljning 2000 (ton) | Ej god- känd efter |
|-----------------------|------------|---------------------|---------|---------------------------|-------|---------------------------|-----------------------|
| aklonifen (H) | OMK 54:1 | 20 | | Fenix | 2L | 11,8 | |
| alfa-cypermethrin (I) | OMK 54:1 | 10 | 16 | Fastac | 2L | 3,2 | |
| atrazin (H) | OMK 54:1 | 2 | 28 | <i>Totex Strö</i> | 3 | - | 1989 |
| azoxystrobin (F) | OMK 54:1 | 10 | | Amistar | 2L | 37,5 | |
| bitertanol (F) | OMK 54:1 | 200 | | Baycor | 2L | 9,5 | |
| cyflutrin (I) | OMK 54:1 | 20 | 16 | Baytroid Trädgård | 3 | 0,2 | |
| cypermethrin (I) | OMK 54:1 | 60 | | Cyperb, Myrr | 2L/3 | 0,3 | |
| cyprodinil (F) | OMK 54:1 | 20 | | Stereo, Unix | 2L | 10,6 | |
| p,p-DDT (I) | OMK 54:1 | 10 | 33 | Dederol, Gantix IV | **** | - | 1975 |
| p,p-DDD (M) | OMK 54:1 | 8 | 8 | | | | |
| p,p-DDE (M) | OMK 54:1 | 8 | 21 | | | | |
| o,p-DDT (B) | OMK 54:1 | 10 | 23 | | | | |
| deltamethrin (I) | OMK 54:1 | 30 | 20 | Decis | 2L | 0,5 | |
| diflufenikan (H) | OMK 54:1 | 20 | | Cougar | 2L | 11,2 | |
| diuron (H) | OMK 54:1 | 8 | 30 | <i>Karmex 80</i> | 2L | - | 1992 |
| -endosulfan (I) | OMK 54:1 | 30 | | <i>Cyclodan</i> | 1L | - | 1995 |
| -endosulfan (I) | OMK 54:1 | 20 | | <i>Cyclodan</i> | 1L | - | 1995 |
| endosulfansulfat (M) | OMK 54:1 | 3 | | | | | |
| esfenvalerat (I) | OMK 54:1 | 10 | 19 | Sumi-alpha | 2L | 2,5 | |
| etofumesat (H) | OMK 54:1 | 6 | 27 | Ethosan, Partner, Trammat | 2L | 6,5 | |
| fenmedifam (H) | OMK 54:1 | 100 | | Betanal, Goltix Trippel | 2L | 35,6 | |
| fenpropimorf (F) | OMK 54:1 | 8 | 56 | Forbel, Mentor, Tilt Top | 2L | 30,7 | |
| glyfosat (H) | ** | 10 | | Avans, Roundup, Totex | 2L | 566 | |
| AMPA (M) | ** | 10 | | | | | |
| hexaklorbensen (F) | OMK 54:1 | 2 | | <i>Voronit</i> | 3 | - | 1980 |
| imazalil (F) | OMK 54:1 | 50 | | Cevex, Fungazil | 2L | 2,7 | |
| isoproturon (H) | OMK 54:1 | 10 | | Arelon, Cougar, Tolkan | 2L | 115,2 | |
| karbosulfan (F) | OMK 54:1 | 100 | | Marshal | 1L | 0,4 | |
| karbofuran (M) | OMK 54:1 | 10 | | | | | |
| klorfenvinfos (I) | OMK 54:1 | 2 | 10 | <i>Birlane</i> | 1L | 0,6 | 2001 |
| klorpyrifos (I) | OMK 54:1 | 3 | | Empire | 1So | 0,1 | |
| lambda-cyhalotrin (I) | OMK 54:1 | 10 | 24 | | | 0,4 | |
| lindan (-HCH) (I) | OMK 54:1 | 3 | | <i>Gamma tresex</i> | 1L | | 1989 |
| -HCH (B) | OMK 54:1 | 2 | | | | | |
| -HCH (B) | OMK 54:1 | 4 | | | | | |
| -HCH (B) | OMK 54:1 | 2 | | | | | |
| metabenzthiazuron (H) | OMK 54:1 | 100 | 19 | Tribunil | 2L | 1,0 | |

Bilaga 1. (fortsättning)

| Substans | Metod * | Det.gr. µg/kg TS | MO % | Produktnamn (exempel) | Klass | Försäljning 2000 (ton) | Ej god- känd efter |
|---------------------------|------------|---------------------|---------|--------------------------|-------|---------------------------|-----------------------|
| metazaklor (H) | OMK 54:1 | 10 | 9 | Butisan | 2L | 17,9 | |
| pendimetalin (H) | OMK 54:1 | 100 | 21 | Stomp | 2L | 4,8 | |
| permetrin (I) | OMK 54:1 | 30 | 19 | Chevalet, Parmasect Plus | 3/2L | 4,2 | |
| pirimicarb (I) | OMK 54:1 | 4 | 19 | Pirimor | 1L | 3,8 | |
| prokloraz (F) | OMK 54:1 | 70 | 21 | Sportak | 1L | 1,8 | |
| propikonazol (F) | OMK 54:1 | 30 | 10 | Stereo, Tilt | 2L | 11,8 | |
| propyzamid (H) | OMK 54:1 | 6 | | Kerb | 2L | *** | |
| prosulfokarb (H) | OMK 54:1 | 30 | | Boxer | 2L | 13,0 | |
| simazin (H) | OMK 54:1 | 5 | 26 | <i>Gesatop</i> | 2L | - | 1994 |
| spiroxamin (F) | OMK 54:1 | 20 | | Impuls | 1L | 5,4 | |
| terbutryn (H) | OMK 54:1 | 20 | | Topogard | 2L | 0,0 | |
| terbutylazin (H) | OMK 54:1 | 4 | 17 | Topogard | 2L | 0,0 | |
| toklofosmetyl (F) | OMK 54:1 | 2 | | Rizolex | 2L | 0,3 | |
| vinklozolin (F) | OMK 54:1 | 1 | 20 | <i>Ronilan</i> | 1L | - | 1996 |
| summa, försäljning | | | | | | 909,5 | |

*Analyslaboratoriets metodbeteckning; se även **Tabell 2.**

** Se avsnitt 3.3

*** Uppgift saknas

**** Ej klassificerat