



Kristian Persson

Jordbearbetningens påverkan på fosfor- förlusterna från en mjälalättlera i södra Dalarna

Barbro Ulén, Göran Johansson och Katarina Kyllmar

Fosforläckage från elva observationsfält under tjugoett år

Barbro Ulén och Jenny Kreuger

Bekämpningsmedelsrester i svenska vatten 1985-1999

**Riktade provtagningar och monitoring samlade i en
databas**

Ekohydrologi 52

Uppsala 2000

Avdelningen för vattenvårdslära

Swedish University of Agricultural Sciences
Division of Water Quality Management

ISRN SLU-VV-EKOHYD--52--SE
ISSN 0347-9307

INNEHÅLL

Jordbearbetningens påverkan på fosforförlusterna från en mjälalättlera i södra Dalarna av Kristian Persson	5
Fosforläckage från elva observationsfält under tjugooett år av Barbro Ulén, Göran Johansson och Katarina Kyllmar	15
Bekämpningsmedelsrester i svenska vatten 1985-1999. Riktade provtagningar och monitoring samlade i en databas av Barbro Ulén och Jenny Kreuger	23

JORDBEARBETNINGENS PÅVERKAN PÅ FOSFORFÖRLUSTERNA FRÅN EN MJÄLALÄTTLERA I SÖDRA DALARNA.

The impact of soil cultivation on phosphorous losses from a silty clay soil in southern Dalarna.

Kristian Persson

Abstract: Phosphorous losses with surface runoff are affected by how the soil is cultivated. In a plot study, located in central Sweden, eight different management practices were tested on a silty clay soil with a 10% slope. The different treatments were; conventional autumn plowing, spring plowing with and without catch crop, no tillage, deep cultivation (40 cm), direct drilling, ley alternating with autumn wheat, and addition of organic material.

The two spring-plowed treatments had the lowest losses of total phosphorous; the catch crop did not develop sufficiently to affect the losses. The largest losses were from the autumn-plowed and the deep-cultivated plots, being almost twice those of the spring-plowed plots. The loss of phosphate-phosphorous were largest from the direct-drilled plot, where it contributed with half of the loss, compared to 10-20% in the other treatments. The treatments that gave the best ratio between phosphorous loss and harvest were the two spring-plowed plots and the one with addition of organic matter.

Målsättning

Målet med försöket är att studera hur fosforförluster med ytavrinningen beror av olika jordbearbetningsmetoder på en erosionskänslig jord. Även skördeutfallet och fosforupptag i grödan undersöktes. För kväveomsättning och kväveläckage redogörs i en separat rapport (Lindén, Rydberg och Stenberg, 1997).

Material och metoder

Försöksfält, odlingsåtgärder

Försöket startade 1993. Försöksfältet är beläget i södra Dalarna, strax utanför Hedemora (figur 1). Fältet har ca 10% lutning ned mot ett biflöde (Västerbydike) till Mässingsboån. Fältet är delat i åtta led med olika behandling (tabell 1). Växtföljden under sex år har varit korn, korn, havre, korn, havre och korn. I tabell 2 redovisas gödslingen. Det direktsådda ledet har vissa år (1994 och 1997) haft stora problem med ogräs. Dessa år behandlades ledet med glyfosat (3 l/ha) på hösten. Efterföljande vintrar var marken täckt med död ogräsvegetation. Som fånggröda i led F utnyttjades engelskt rajgräs de första fyra åren, men eftersom det etablerades dåligt utnyttjades klöver f o m 1997. I led G har grödan omväxlande varit höstvetete och vall vartannat år. Det organiska material som tillfördes led H motsvarade 6 ton/ha och utgjordes av gräsklipp från en omställningsmark. Materialet harvades ned i markytan på hösten.

Jorden

Jorden är en mjälalättlera (figur 2) med låg kolhalt (tabell 3) och följaktligen låg halt organisk material. Mjälajorden är känd för att vara mycket erosionskänslig. I området har jordens organiska halt minskat kraftigt på senare år på grund av minskad vallodling (Olsson, 1996).

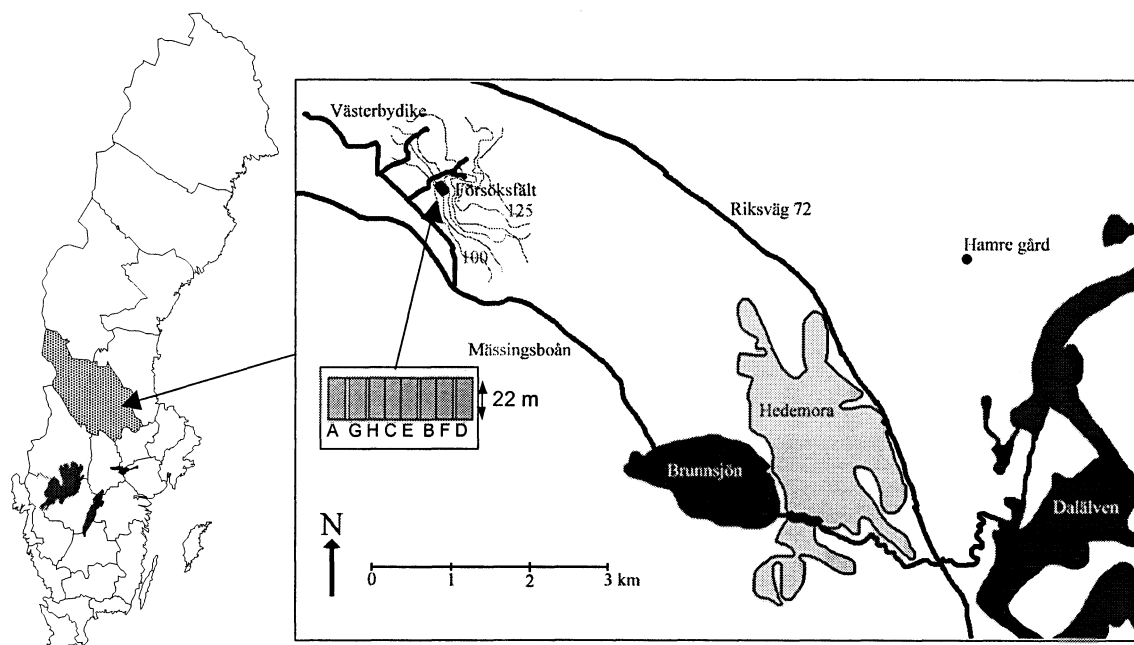
Tabell 1. Jordbearbetning, bearbetningsdjup (cm) och tidpunkt

Led	behandling	Djup	Djup	Djup
A	Konventionell plöjning, höst	21	Harvning 3 ggr, vår	5
B	Konventionell plöjning, vår	21	Harvning 3 ggr, vår	5
C	Plöjningsfri odling, tallriksharvning, höst	10	Kultivering 2 ggr, höst	15
D	Direktsådd, vår			5
E	Djupkultivering varje år, 3 ggr höst	15	Djupkultivering, höst	40
F	Insådd fånggröda, vårplöjning	21	Harvning 3 ggr, vår	5
G	Vintergrön, Vall / höstsäd, höstplöjning	21	Jordfräsning, höst	5
H	Tillförsel av org. mat., harv. 3 ggr, höst	5	Kultivering 2 ggr, höst	5

Tabell 2. Gödning

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
led A, B, C, E, F, H						
Giva N kg/ha	90	90	90	90	90	90
P kg/ha	14	14	18	18	18	17
K kg/ha	23	36	36	36	36	30
led D						
Giva N kg/ha	90	118	90	90	90	90
P kg/ha	14	21	18	18	18	17
K kg/ha	23	40	36	36	36	30
led G						
Giva N kg/ha	100	108+48	101	75	101	100+38
P kg/ha	22	36	-	25	-	33
K kg/ha	42	72+36	-	50	-	67+29

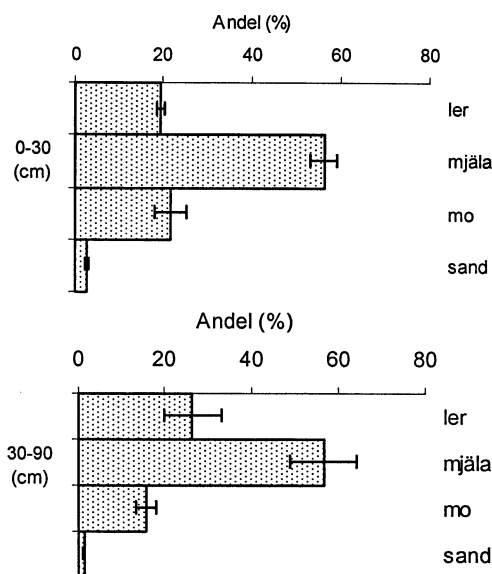
Vid försökets början hade jorden en likartad aggregatstabilitet i alla led (Tjell, 1994). P-AL talet var 3,35 mg / 100 g jord motsvarande klass II i matjordskiktet (0-30 cm). Halten var något högre än i Mässingsboåns avrinningsområde som helhet där den var 2,9 mg / 100 g jord. pH var däremot ganska lågt, drygt 5, vilket är lägre än vad som uppmäts i Mässingsboåns avrinningsområde som helhet där den var 6,1 (Olsson, 1996).



Figur 1. Försöksfältets läge.

Tabell 3. Ytlagrets (0-5 cm) pH-värde mätt i ren vattenlösning, fosfor-, totalkol- och totalkvävehalt

		Medelhalt	Standardavvikelse
pH	(H ₂ O)	5,13	0,10
P-AL	(mg / 100 g ts)	3,35	0,28
Tot C	(% av ts)	1,43	0,13
Tot N	(% av ts)	0,15	0,02



Figur 2. Textur i matjord (0-30 cm) och alv (30-90 cm).

Ovanjordiskt växtmaterial och fosfor bortfört med kärnskörd

Ovanjordiskt växtmaterial mättes sent i oktober och tidigt i maj under perioden 1993-1996. Varje prov bestod av 5 delprov från vardera 2 kvadratiska ytor, 0,25 m² stora. Materialet delades i grönt och övrigt. Prover togs på samma sätt vid skörd. Vattenhalt och renhet analyserades och fosforinnehållet i kärnskörd 1994-1997 bestämdes med ICP-teknik efter uppslutning i koncentrerad svavelsyra.

Klimat

Nederbörd mättes med SMHI's standardmätare vid Hamre gård, 5 km från försöksplatsen. Även luft- och marktemperatur mättes här.

Ytavrinning och fosfor i ytvattnet

Rutorna var 22 m långa och avgränsade uppåt med en plogfåra och plastkant. Uppsamling för ytvattenprov startade hösten 1994 och skedde med hjälp av 0,5 m breda Gerlachtråg (Gerlach, 1967). 2-4 st parallella tråg grävdes ner i nedre kanten på varje ruta. Vattenproven samlades upp varje vecka då ytavrinning inträffat och mängden vatten mättes. Parallella vattenprov från samma led slogs ihop till ett samlingsprov. Analyser utfördes av totalfosfor (tot-P), partikulär fosfor (part-P) mätt som skillnaden mellan tot-P på filtrerat och ofiltrerat prov, fosfatfosfor (PO₄-P) mätt på filtrerat prov och suspenderat material (susp). Analyserna är utförda enligt svensk standard (1990) med undantag av att filtret hade porstorlek 0,2 µm istället för 0,45 µm, för att bättre kunna skilja av det finpartikulära materialet. Analyserna utfördes på ackrediterat laboratorium vid avdelning för Vattenvårdslära, SLU.

Jorden är mycket lätttröglig och erosion och frysning ledde till att uppsamlingskärlen rörde sig. Ytvattenavrinningen har därför mätts genom att ytvattnet samlats upp i ett gummiklätt dike, varefter mängderna registrerades med hjälp av vippkärl. Detta gjordes på 2 av rutorna; E som är höstbearbetad och B som är vårbearbetad. Dessa har antagits representera samma avrinning som leden A, C och H respektive D, F och G med avseende på ytavrinnande vatten.

Ämnestransporterna har beräknats genom att avrinningen multiplicerats med halterna mätta i Gerlachtrågen. Årstransporter redovisas i agrohydrologiska år: första juli till sista juni.

Tabell 4. Jämförelse mellan de olika ledens skördeutfall då höstplöjt led A har satts till 0. Signifikanta skillnader enligt t-test Led G med olika grödor redovisas ej

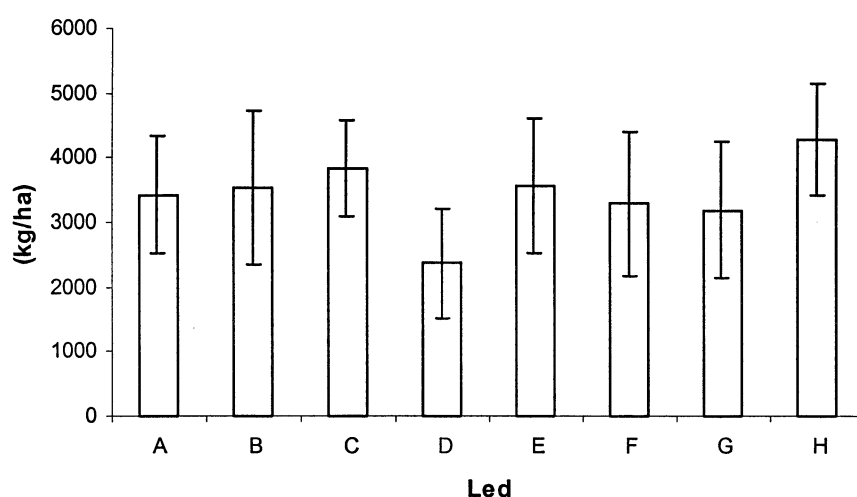
Led	A	B	C	D	E	F	H
A Höstplöjt	-						
B Vårplöjt	+ 0,371	-					
C Plöjningsfri	+ 2,219	+ 1,155	-				
D Direktsådd	- 3,706**	- 2,334	- 4,019**	-			
E Djupkult.	+ 1,133	+ 0,202	- 1,597	+ 3,062	-		
F Fånggröda	- 0,473	- 1,744	- 1,901	+ 1,957	- 1,092	-	
H Org. matrl.	+ 6,613**	+ 3,450**	+ 5,414**	+ 5,263**	+ 7,154**	+ 3,739**	-

**p<0,0

Resultat

Skörd

Direktsådd (D) gav lägst skörd i jämförelse med led som hade höstplöjts, eller som varit plöjningsfria, djupkultiverats eller tillförts organiskt material (figur 3). Skörden i det direktsådda ledet blev bara hög ett år (1995) då grödan såddes tidigare än i de andra leden. Övriga år har ogräs och sen uppkomst minskat skörden. Höstsådd (A) har i medeltal gett ungefär samma skörd som vårsådd med (F) eller utan fånggröda (B). Led G med höstvetete gav dålig skörd 1993. Samtidigt med vete på hösten såddes vallen in och konkurrensen med gräset blev för stor. Vid nästa vetegröda, 1995, såddes därför inte vallen förrän på våren. Detta ledde dock till en mycket dålig vallutveckling och nysådd av vall fick göras våren 1996. 1997 gav en dålig höstveteskörd trots en god utveckling på våren. Vid statistiska beräkning av skillnader mellan de olika leden har skörden från höstplöjt led satts till 0 och skillnaden i den procentuella avvikelser från övriga led har beräknats för samtliga sex år (tabell 4). Led H med tillförsel av organiskt material hade signifikant högre skördar än alla andra behandlingar. I relation till det höstplöjda ledet var skördeutfallet också signifikant lägre ($P<0,05$) från direktsått led och djupkultiverat led. Övriga skillnader var inte signifikanta.



Figur 3. Medelvärde (staplar) med standardavvikelse (linjer) av skördar (kg/ha) 1993-1998. Led G är baserat på de tre år då höstvetete odlades.

Tabell 5. Ovanjordiskt dött och levande växtmaterial under vintern (kg/ha). Medelvärden från mätningar sent i oktober och början av maj 1993-1996

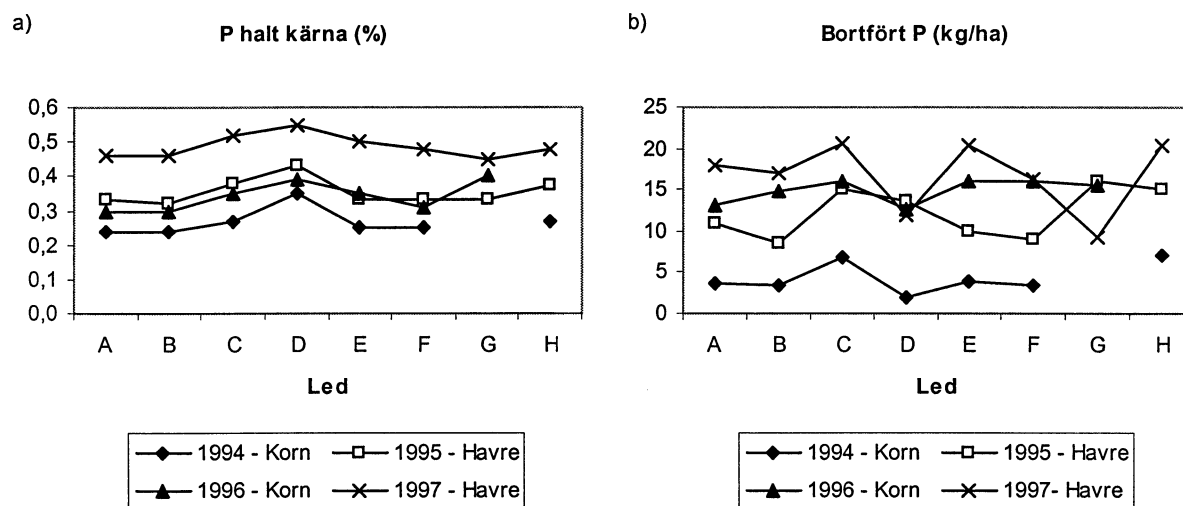
		Dött	Levande
A	Höstplöjning	0	0
B	Vårplöjning	1600	50
C	Plöjningsfri	360	7
D	Direktsådd	2000	120
E	Djupkultivering varje år	400	7
F	Vårplöjning och fånggröda	1700	260
G	Höstvete	30	130
G	Vall	3500	110
H	Plöjningsfri och organiskt mtrl	770	0

Fosfor i kärnskörd

Led D (direktsådd) hade de högsta halterna av fosfor i kärnan. Eftersom skörden var liten var den totala bortförslen av fosfor förhållandevis låg (figur 4). Högst bortförslen hade led C (plöjningsfri) med i medeltal 14,6 kg/ha. Även led G (vall/höstvete) hade stor bortförslen. 1994 var mängden bortförd fosfor från alla led mycket låg (i medeltal 4,3 kg/ha), då skörden var dålig. 1995 var medelbortförslen 12,2 kg/ha, 1996 14,9 kg/ha och 1997 16,7 kg/ha. Givan var vanligen 14 eller 18 kg P/ha (tabell 2). Fosfor i kärnskördens motsvarade i genomsnitt 31%, 68%, 83% respektive 93% av den tillförda fosfor åren 94-97.

Växtmaterial på markytan under vintern

Växtmaterial på markytan bör leda till mindre erosion än om marken är bar. Den konventionella höstplöjningen innebär att det varken fanns levande eller dött material på markytan (tabell 5), medan vårbearbetade led hade mycket växtmaterial varav det mesta var dött. Fånggrödan hade ofta haft en dålig etablering och dålig tillväxt på hösten, och gav därför inte mycket erosionskydd. Växtsäsongen är för kort för att fånggrödan ska hinna utvecklas.



Figur 4. a) Halten fosfor i kärnskörd. b) Mängd fosfor som bortfördes med skörd.

Ytavrinning

Ytavrinningen (figur 5) varierade mycket mellan olika år och var episodisk. Störst var avrinningen vintern 1998/99 då det rann 157 respektive 185 mm i led B och E. Medelavrinningen för alla år var 63 respektive 62 mm.

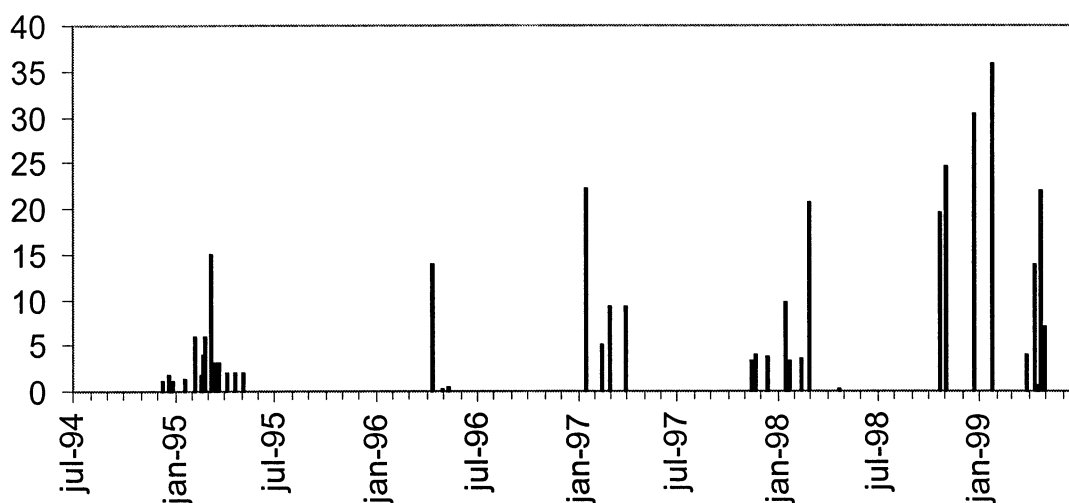
Fosforkoncentrationer och fosforförluster med ytvatten

År med liten ytvattenavrinningar är det små eller inga skillnader i fosforhalter och avrunna mängder fosfor. Led A hade de högsta halterna av partikulärt bunden fosfor i ytvattningen de tre första åren, medan led E hade de högsta halterna de två sista åren. Led D, G och B hade i medeltal de lägsta halterna (figur 6a). Riktigt höga halter suspenderat material uppmättes bara i höstbearbetade led (figur 7). Det suspenderade materialet hade ungefär samma halt fosfor i de höstbearbetade leden som i de vårbearbetade.

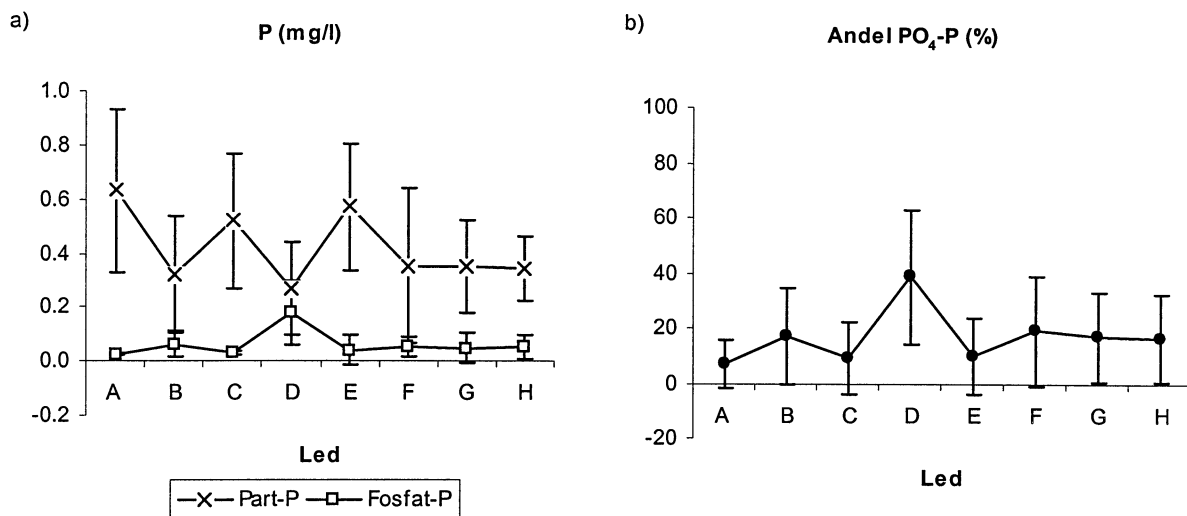
Fosfatfosfor utgjorde i medeltal mellan 7 och 39% av den totala fosfor (figur 6b). Den uppvisade också ett annat läckagemönster mellan de olika leden än den partikulära fosfor. Led D avvek genom en betydligt större andel fosfatfosfor (45%) än de övriga leden där den låg mellan 4 och 18%. Vid ett tillfälle under hösten 1996 var 88% av tot-P i led D i form av fosfat-P. Lägst förluster av fosfatfosfor hade led A och C. Dessa led hade å andra sidan höga förluster av partikulärt bunden fosfor.

Förlusten av fosfor varierar kraftigt mellan olika år (tabell 6). År 95/96 var förlusterna små, medan de var stora 98/99 och i viss mån också 94/95. Högst ytvattenförlust skedde från led A, E, C och D. I medeltal (figur 8) var förlusterna av partikulär fosfor mellan 0,2 och 0,4 kg/ha och för fosfatfosfor mellan 0,2 och 0,5. Led D, som var direktsådd, hade en förlust av partikulär fosfor och fosfatfosfor som båda var 0,14 kg/ha.

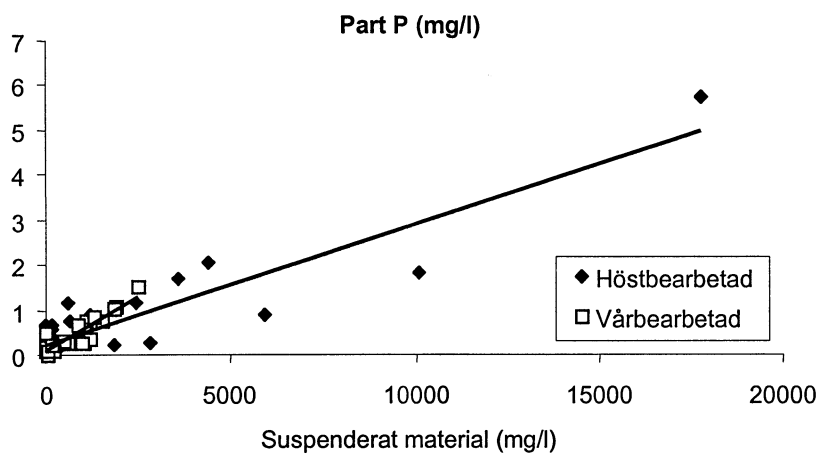
Avrinning (mm)



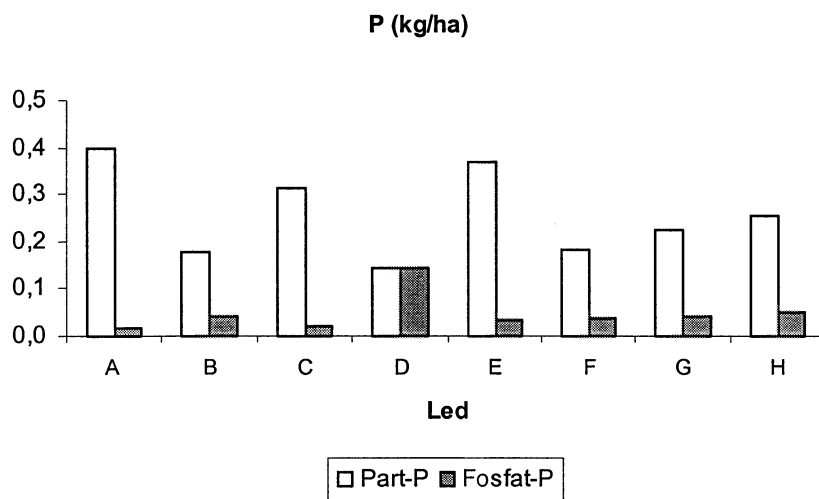
Figur 5. Ytavrinning per vecka representerat av led B (mm).



Figur 6. a) Medelvärden 1993-1998 av halten av partikulär P och fosfat P (mg/l). **b)** Medelvärden 1993-1998 av andelen fosfat-P i procent av total-P. Linjerna är standardavvikelse.



Figur 7. Sambanden mellan partikulärt bunden fosfor och suspenderat material (mg/l) i ytavrinningsvattnet i höstbearbetade ($R^2 = 0,83$) och vårbearbetade ($R^2 = 0,84$) led.



Figur 8. Medelvärden 1994-98 av förlusterna av partikulär P och fosfat-P (kg/ha) med ytavrinning.

Tabell 6. Förluster av olika fosforfraktioner med ytavrinning (kg/ha)

Tot-P						
Led	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	medel
A	1,18	0,04	0,25	0,14	0,68	0,46
B	0,36	0,03	0,06	0,17	0,54	0,23
C	0,46	0,00	0,11	0,15	1,10	0,36
D	0,42	0,08	0,32	0,11	0,65	0,32
E	0,53	0,03	0,13	0,17	1,25	0,42
F	0,43	0,03	0,10	0,08	0,60	0,25
G	0,63	0,05	0,07	0,13	0,55	0,29
H	0,46	0,04	0,06	0,16	0,93	0,33
Part-P						
Led	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	medel
A	1,04	0,03	0,24	0,10	0,57	0,40
B	0,34	0,02	0,05	0,09	0,39	0,18
C	0,43	0,00	0,05	0,12	0,98	0,32
D	0,24	0,07	0,08	0,07	0,26	0,14
E	0,50	0,02	0,06	0,13	1,14	0,37
F	0,40	0,02	0,06	0,03	0,39	0,18
G	0,60	0,03	0,06	0,03	0,40	0,22
H	0,42	0,02	0,04	0,10	0,68	0,25
PO ₄ -P						
Led	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	medel
A	0,01	0,00	0,00	0,01	0,06	0,02
B	0,02	0,01	0,01	0,06	0,11	0,04
C	0,02	0,00	0,03	0,01	0,04	0,02
D	0,11	0,02	0,23	0,02	0,34	0,14
E	0,02	0,00	0,07	0,01	0,07	0,03
F	0,02	0,01	0,02	0,03	0,12	0,04
G	0,02	0,02	0,01	0,05	0,10	0,04
H	0,03	0,02	0,01	0,02	0,18	0,05

Fosforförlusterna bör inte bara relateras till arealen utan också till skörden (figur 9). De vårplöjda leden A och F, direktsådd (D) och ledet med tillförsel av organiskt material (H) hade lägst kvot mellan partikulär fosforförlust och skörd. Kvoten fosfatfosforförlust och skörd var däremot lägst för de höstplöjda ledet (A) och djupkultiverade ledet (E), vilket kan bero på att fosforfattig jord har förts upp till ytan med minskad fosfatförlust som följd. Direktsått led hade den i särklass högsta kvoten fosfatfosforförlust och skörd, framförallt eftersom skörden var dålig.

Diskussion

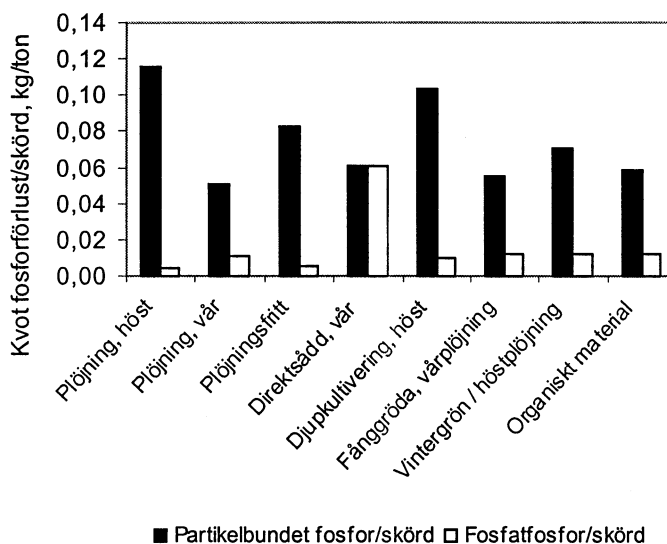
De olika odlingsåtgärderna har kraftigt påverkat förlusten av fosfor under perioden som helhet. Höstbearbetade led hade större förlust av fosfor än vårbearbetade led. Erfarenheterna från andra försök där höst- och vårbearbetning jämförts är blandade. I en dansk undersökning var ytavrinningsförlusterna av fosfor från höstplöjda fält mindre än från höstsådda. Detta förklarades med att vattnet samlades i gropar och infiltrerade på de höstplöjda leden, medan markytan var slät och avrinningen blev större i de höstsådda leden (Schjønning *et al.* 1995). Vårbearbetade led hade en stark koppling mellan suspenderat material och partikulär fosfor

som förklarades av att aggregaten var mindre och band mycket fosfor. Vid höstbearbetningen fördes däremot jord med låg fosforhalt upp till ytan och fosforhalten i det suspenderade materialet var lägre och varierade mer. Norska undersökningar visade, till skillnad från de danska, att vårplöjda fält hade betydligt mindre förluster än höstplöjda (Ludvigsen, 1995). I dessa var i allmänhet flödena större och infiltrationen av vatten hade mindre betydelse. En finsk undersökning (Turtola, 1999) visade att ytavrinningen av vatten var högre från vall än från höstplöjda fält, men att förlusten av partikulär fosfor var mindre från vallen, i och med att marken med vall var mindre känslig för erosion.

Förlusten av löst fosfatfosfor var till skillnad från den partikulära fosfor högre från vallen i den finska undersökningen. Frostskadad vegetation kan vara en källa till sådana fosfatfosforförluster (Timmons *et al.*, 1970, Miller *et al.*, 1994). I försöken i Dalarna var fånggrödan mycket dåligt utvecklad, och påverkade inte förluster av löst eller partikulär fosfor. Den rikliga förekomsten av dött organiskt material i det direktsådda ledet kan ha varit en källa till fosfor. I ett mildare klimat och utan användning av ogräsbekämpningsmedel skulle troligen dessa fosfatförluster vara mindre. På vintergrön mark i Halland (Ulén, 1997) medförde fånggröda av engelskt rajgräs ett tillskott på mindre än 0,02 kg PO₄-P/ha i direktsått led, men i det här försöket i Dalarna var tillskottet i genomsnitt 0,11 kg PO₄-P/ha.

Slutsatser

De olika jordbearbetningsmetoderna i de olika leden påverkade fosfors rörlighet och skördeutfallet. Bäst beträffande förlust av fosfor var vårplöjning av marken och sämst var konventionell höstplöjning. Båda gav ungefär samma skörd. Bäst ur skördesynpunkt var om jorden tillfördes organiskt material. Sämst ur skördesynpunkt var direktsådd gröda och från det ledet förlorades också mest fosfatfosfor med ytvattnet.



Figur 9. Förhållandet mellan ytvattenförlust av fosfor och skörden, medelvärden för åren 1993-1998.

Referenser

- Gerlach, T. 1967. Hillslope throughs for measuring sediment movement. *Rev. Geomorph. Dynamique* 4:173.
- Lindén, B., Rydberg, T. & Stenberg, M. 1998. Jordbearbetningssystem på en mjälalättlera i södra Dalarna: Inverkan på grödornas kväve och fosforutnyttjande. Stencil. Institutionen för markvetenskap, SLU.
- Ludvigsen, G. H. (1995). Jordmonnovervågning i Norge 1992-1996, Rapport från programmet 1994. Jordforsk rapport 81/95. Ås, Norge
- Miller, M. H., Beauchamp, E. G. & Lauzon, J. D. 1994. Leaching nitrogen and phosphorus from the biomass of three cover crop species. *J. Environ. Qual.* 23:267-272.
- Olsson, K. 1996. Markkaraktärisering av ett jordbruksområde i Dalarna. Examensarbete, Avdelningen för marklära, SLU.
- Schjønning, P., Sibbesen, E., Hansen, A. C., Hasholt, B., Heidmann, M. B. & Nielsen, J. B. 1995. Surface runoff, erosion and loss of phosphorus at two agricultural soils in Denmark. SP report no 14.
- Svensk standard 1990. Kemiska vattenundersökningar. Katalog över svensk standard. Standardiseringskommissionen i Sverige, 588 s.
- Timmons, D. R., Holt, R. F. & Latterell, J. J. 1970. Leaching of crop residues as a source of nutrients in surface runoff. *Water. Resour. Res.* 6:1367-1375.
- Tjell, D. 1994. Fosforförluster från åkermark via yterrosion och inre erosion. Seminarier och examensarbeten nr 23. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU.
- Turtola, E. 1999. Phosphorus in surface runoff and drainage water affected by cultivation practices. Agricultural Research Centre of Finland, Institute of Crop and Soil Science, Jokioinen, Finland.
- Ulén, B. 1997. Nutrient losses by surface run-off from soils with winter cover crops and spring-ploughed soils in the south of Sweden. *Soil & Tillage research* 44:165-177

Fosforläckage från elva observationsfält under tjuogoett år

Losses of phosphorus from eleven arable fields in Sweden over twenty-one years

Barbro Ulén, Göran Johansson och Katarina Kyllmar

Abstract. As a part of nation-wide monitoring of the impact of agriculture on the aquatic system, total and dissolved phosphorus (P) transport was measured from eleven subsurface drained fields in Sweden between 1977-1998.

The P leaching revealed marked spatial variation depending on soil type, P soil status and other factors. Notably leaching from three of the fields together accounted for 74% of the total leaching. Four other fields together accounted for another 19%, while leaching from the other four fields was more or less negligible. During the investigation period a surplus of P added to the soil during the initial years was transformed to a slight under-balance of P. Leaching from most fields was found to be relatively constant, but two fields with highest P losses showed increasing trend during the 1970 and 1980. On average 0.4 kg/ha and year leached from all fields during the entire period. This figure may have been an underestimation, especially on clay soils, depending on the sampling technique.

INLEDNING

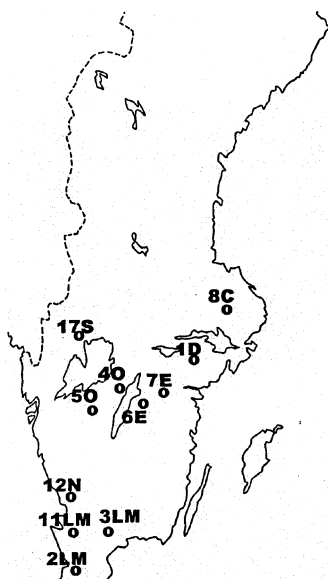
Omkring mitten av 1970-talet anlades ett antal observationsfält inom Naturvårdverkets program för övervakning av miljökvalitet. Syftet var att ge underlag för bedömning av vattenföroreningsrisker i jordbruket och för att studera hur ordinära odlingsåtgärder påverkar växtnäringsläckaget. Fälten är alla täckdikade. De är normalt brukade av respektive lantbrukare och ingår i gårdens vanliga drift. Deras geologi, grundvattenförhållanden och hydrologiska förhållanden har noggrant beskrivits av Gustafson et al. (1984).

Förluster av fosfor från jordbruksmark sker genom komplicerade processer och mängderna varierar mycket från olika fält (Ulén, 1997). I denna rapport redovisas fosfortransporten från 11 fält som observerats under en längre tid.

MATERIAL OCH METODER

Avrinning och fosforanalys Fälten varierar i storlek från 4 till 34 ha. Deras läge framgår av figur 1. De har utvalts så att allt vatten i dräneringssystemet härstammar från nederbörd/bevattningsvatten som faller på fältet eller från tillkommande grundvatten.

I dräneringssystemet samlas såväl ytvatten som nått dräneringen mer eller mindre direkt genom t ex ytvattenbrunnar som vatten som dränerar genom jorden och grundvatten. Vattenflödet från dränerings-



Figur 1. Observationsfältens geografiska läge.

Tabell 1. Textur i matjord (0-20 cm) och i alv (20-100 cm) i procent av jordens oorganiska andel

Station		Ler		Finnmjåla		Grovmjåla		Finmo		Grovmö		Mellansand		Grovsand	
Nr	Län	Matj	Alv	Matj	Alv	Matj	alv	Matj	Alv	Matj	Alv	Matj	Alv	Matj	Alv
8	C	30,3	41,0	13,7	18,5	16,4	14,0	13,2	13,4	22,8	11,9	2,8	1,0	0,8	0,2
17	S	10,9	16,7	7,4	9,1	15,0	16,5	39,5	38,6	23,6	17,7	3,1	1,1	0,5	0,3
1	D	34,5	57,3	17,2	12,0	19,0	15,5	13,2	8,6	8,8	4,0	3,9	1,7	3,4	0,9
7	E	38,0	53,9	9,5	10,7	16,8	12,5	18,1	13,5	13,6	8,2	2,7	0,9	1,3	0,3
6	E	15,8	20,7	4,2	9,8	13,0	20,5	33,8	34,5	32,7	13,7	0,4	0,7	0,1	0,1
5	O	14,9	36,3	5,5	8,7	8,0	12,9	29,6	24,6	40,5	16,1	1,4	1,3	0,1	0,1
4	O	26,3	40,0	24,3	23,4	27,8	22,8	10,2	8,8	4,2	2,8	4,0	1,7	3,2	0,5
12	N	10,4	1,6	3,5	1,6	2,8	3,5	11,9	5,8	42,3	50,9	23,8	31,3	5,3	5,3
11	LM	38,3	45,9	16,7	19,2	21,0	16,2	13,5	13,1	4,4	3,0	4,0	2,1	2,1	0,5
3	LM	5,3	2,7	3,3	0,9	1,7	0,8	3,9	2,5	46,7	50,6	37,0	40,9	2,1	1,6
2	LM	16,8	19,8	7,9	8,6	10,3	11,5	14,3	13,9	28,4	25,1	17,2	15,1	5,1	6,0

systemet har mätts kontinuerligt med ett triangulärt överfall och en skrivande pegel. Dräneringsvattnet har provtagits manuellt, i regel varannan vecka, då flöde förekommer. Under höghöjning har i vissa fall en förtätad provtagningsfrekvens förekommit. Proverna har nått laboratoriet för vattenvårdslära vid SLU inom ett dygn. Totalfosfor (Tot-P) och löst fosfat (PO₄-P) har bestämts enligt svensk standard (1990), det senare efter det att vattnet centrifugerats under 20 minuter vid en hastighet av 3000 rpm.

Textur och fosforhalt i matjorden Jordprov har tagits med Ultunaborr vid 5-7 provpunkter genom linjekartering. Texturanalys har utförts enligt den sk pipettmetoden (Ljung, 1987) i matjord och i skiktet ner till en meter vilket är ungefärligt dräneringsdjup. Jordens fosforstatus har undersökts vid fyra tillfällen i början av perioden Endast ett fält (2) har undersökts senare än 1983. Lättillgänglig fosfor (P-AL) har bestämts enligt Egnér et al. (1960).

Odlingsåtgärder Uppgifter om grödor, gödsling och skörd har inhämtats från lantbrukarna. För att beräkna fosforinnehållet i olika typer av stallgödsel har schablonvärden (Steineck et al., 1999) utnyttjats. Fosforinnehållet i olika skördeprodukter har hämtats från Jordbruksverket (1999).

Beräkningar Transporten av fosfor har beräknats genom att dygnskoncentrationerna har interpolerats fram för tiden mellan provtagningarna. Dessa koncentrationer har sedan multiplicerats med dygnsavrinningen. Årsmedelkoncentrationerna har beräknats som flödesvägda medelhalter genom att dividera årstransporten med årsavrinningen. För jämförelse mellan åren har glidande femårsmedelvärden utnyttjats. Dessa har sedan multiplicerats med fältets medelavrinning under hela perioden för att få utjämnade uttryck för årstransporterna från de olika fälten. Förändringar över tiden har beräknats med en tvåstegsproceduren enligt Stålnacke och Grimvall (1999); de ursprungliga månadstransporterna har flödesnormaliserats och eventuell trend undersökts som en icke-parametrisk test.

Tabell 2. P-AL-tal (mg/100 g torr jord) i matjord (0-20 cm) och i alv (20-100 cm). Medelvärden och standardavvikelse (SD)

Station		Matjord								Alv	
Nr	Län	1977		1978		1978/79		1983		1977/83	
		P-AL	SD	P-AL	SD	P-AL	SD	P-AL	SD	P-AL	SD
8	C	13,2	4,7	-	-	-	-	4,1	4,4	-	-
17	S	6,7	1,9	-	-	-	-	4,3	1,0	-	-
1	D	13,0	3,9	12,0	2,2	12,7	4,3	11,7	1,6	7,5	0,6
7	E	-	-	7,5	2,6	-	-	6,8	2,5	-	-
6	E	9,6	2,0	10,5	2,1	-	-	7,0	2,1	-	-
5	O	5,7	0,7	5,9	0,7	5,1	0,6	5,7	1,2	8,9	1,7
4	O	-	-	5,1	2,1	5,9	2,8	5,8	2,0	3,4	1,2
12	N	8,4	1,6	6,2	2,4	-	-	6,1	4,7	4,9	2,2
11	LM	-	-	4,4	0,8	4,8	1,8	4,4	1,1	6,8	3,0
3	LM	36,2	2,9	38,5	5,2	29,8	11,5	28,5	6,0	18,3	-
2	LM	9,3	2,9	10,9	3,4	11,8	-	10,4*	3,4*	5,6*	2,8*

*Kartering som utfördes 1997

RESULTAT OCH DISKUSSION

Textur De 11 fälten har alla mineraljord. Enligt texturanalyserna (tabell 1) sträcker sig jordarterna från enkla leror till svagt lerig mojord och lerjordarna representerade såväl lättleror som mellanleror. De riktigt lätta jordarna är något underrepresenterade, medan ler- och mjälainnehållet är typiskt för Sverige. Medianvärdet för de olika kornstorlekarna (%) var sålunda i jämförelse med riket som helhet (Eriksson et al., 1999):

	Lerhalt	Mjälahalt	Mohalt	Sandhalt
Observationsfälten	17	22	43	6
Sverige	17	21	35	16

Växtodling På hälften av fälten odlades endast en gröda men många var ständigt eller periodvis uppdelade på flera skiften med olika grödor. De vanligaste grödorna (%) i respektive växtföljd anges i tabell 3. Sammantaget har grödorna fördelat sig:

	Vall	Fodersäd	Brödsäd	Träda	Oljeväxter	Baljväxter	Potatis, sockerbetor
Observationsfälten	18	33	25	3	7	3	7
Sverige	34	37	12	7	3	2	3

I och med att flera fält ligger långt söderut har andelen vall varit underrepresenterat och andelarna brödsäd, oljeväxter, sockerbetor och potatis varit överrepresenterade jämfört med den ordinära odlingen i hela riket enligt Statistiska Centralbyrån (1978-1999).

Fosforstatus i jorden P-AL värdena (tabell 2) låg i 90% av fallen inom klass III eller IV. Medianvärdet för alla fält (7,2) var något lägre än medianvärdet för åkermarken i hela riket (8,1) enligt Eriksson et al. (1997). Genomgående kunde inga signifikanta förändringar konstaterades under den korta perioden 1977 till 1983. Halten lättillgänglig fosfor var med ett par undantag lägre i alven än i matjorden. Från flera fält har dock ingen analys skett av alven.

Fosforgödning Stallgödselmängden som tillförts observationsfälten (figur 2a) har i stort sett legat mellan 8 och 9 kg P/ha och år. Tillförseln av handelsgödsel fosfor har däremot minskat från omkring 18 i början av 80-talet till omkring 12 under senare år. Stallgödseltillförseln och handelsgödseltillförseln var i början av perioden lika stor som det svenska genomsnittet enligt Bertilsson (1998). Däremot har minskningen av handelsgödsel fosfor under senare år varit något mindre för observationsfälten än för riket som helhet, där tillförseln varit omkring 8 kg P/ha och år. Totalt minskade fosfortillförseln till observationsfälten med 35% under perioden.

Två lättare jordar i södra Sverige (12N och 3LM) har fått stora givor, den första framför allt i form av förrådsgödning med handelsgödsel och den andra med årliga givor av handelsgödsel och flytgödsel.

Tabell 3. Vanligaste grödor i växtföljden på observationsfälten

Station	Gröda
Nr	Län
8	C Höstvet, korn och havre
17	S Vall, korn och havre*
1	D Vall, havre, höstvet och korn**
7	E Höstvet, vårkorn och våroljeväxter
6	E Korn, höstvet och höstraps
5	O Höstvet, vall och vårsädd fodersäd
4	O Höstvet, vall och vårsädd fodersäd
12	N Potatis, vall och fodersäd
11	LM Höstvet, vall, vårkorn och havre
3	LM Majs, sockerbetor, potatis och korn
2	LM Sockerbetor, höstvet, och vårsädd fodersäd

* T o m 1989 enbart vårsädd foder- och spannmål. Därefter i huvudsak långliggande vallar.

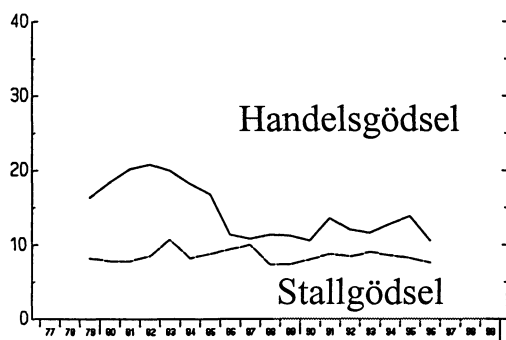
** F o m 1989 ekologisk odling med tvååriga vallar i stället för tre- eller fyraåriga vallar.

Under senare år har det senare fältet dock nästan uteslutande fått flytgödsel. Ett par fält (6E och 2 LM) tillhör gårdar utan djurhållning men har vid något eller några tillfällen fått stallgödsel från en närliggande gård.

Även om den sammanlagda fosfortillförseln minskat till de flesta fälten under perioden (figur 3), har den för några fält varit ganska konstant. Två av dessa fält hör till djurgårdar med mycket stallgödselproduktion, ett tredje är fält har lågt P-AL-tal (17S) och ett fjärde fält är ett växtodlingsfält i Östergötland (6E).

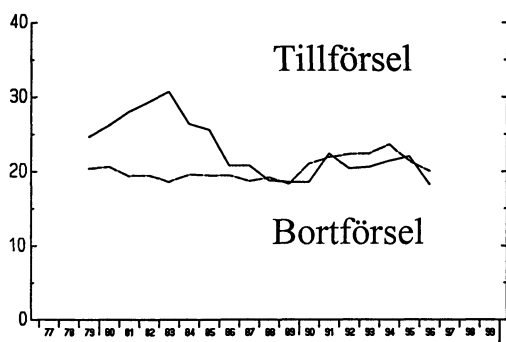
a)

P (kg/ha)



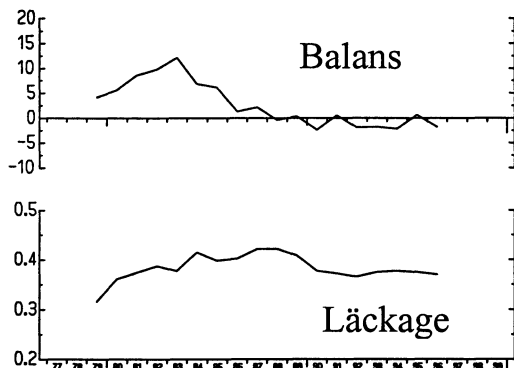
b)

P (kg/ha)



c)

P (kg/ha)

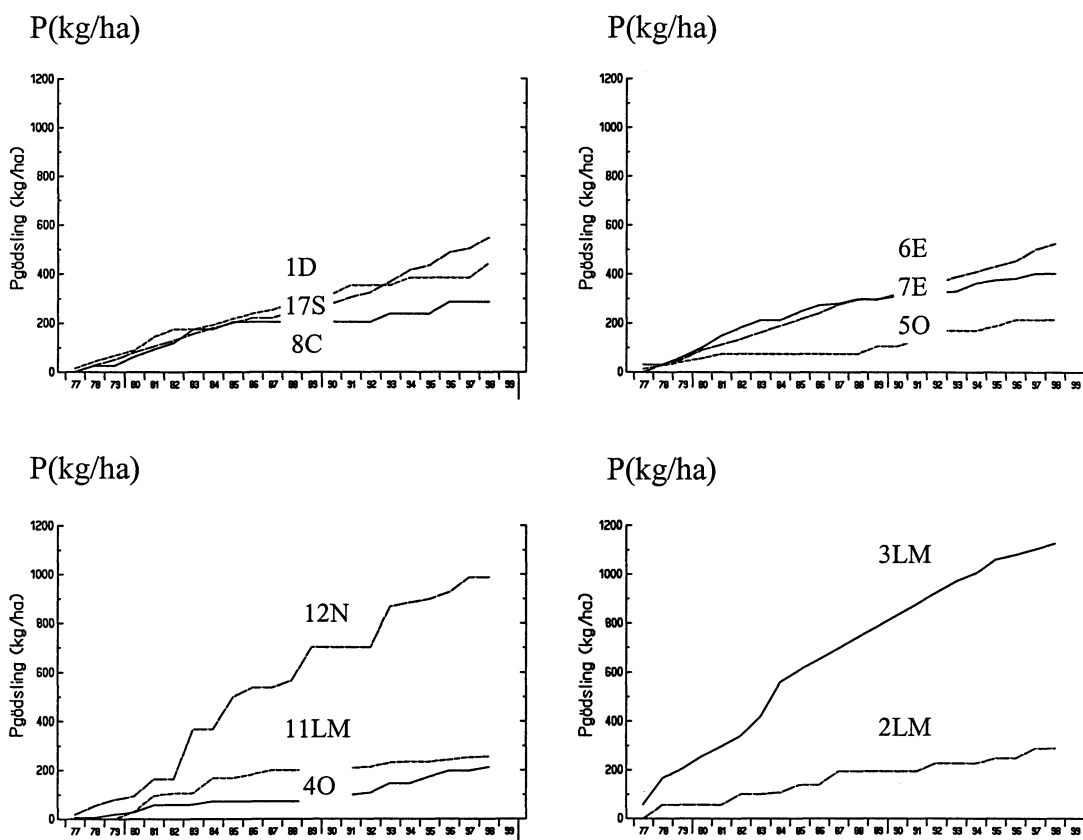


Figur 2a. Handelsgödsel- och stallgödsel- (kg/ha) som tillförts observationsfälten.
 2b Tillförsel av handels- och stallgödsel- och bortförsel av fosfor med skörd och läckage.
 2c Balans och läckage av fosfor (glidande femårsmedelvärden).

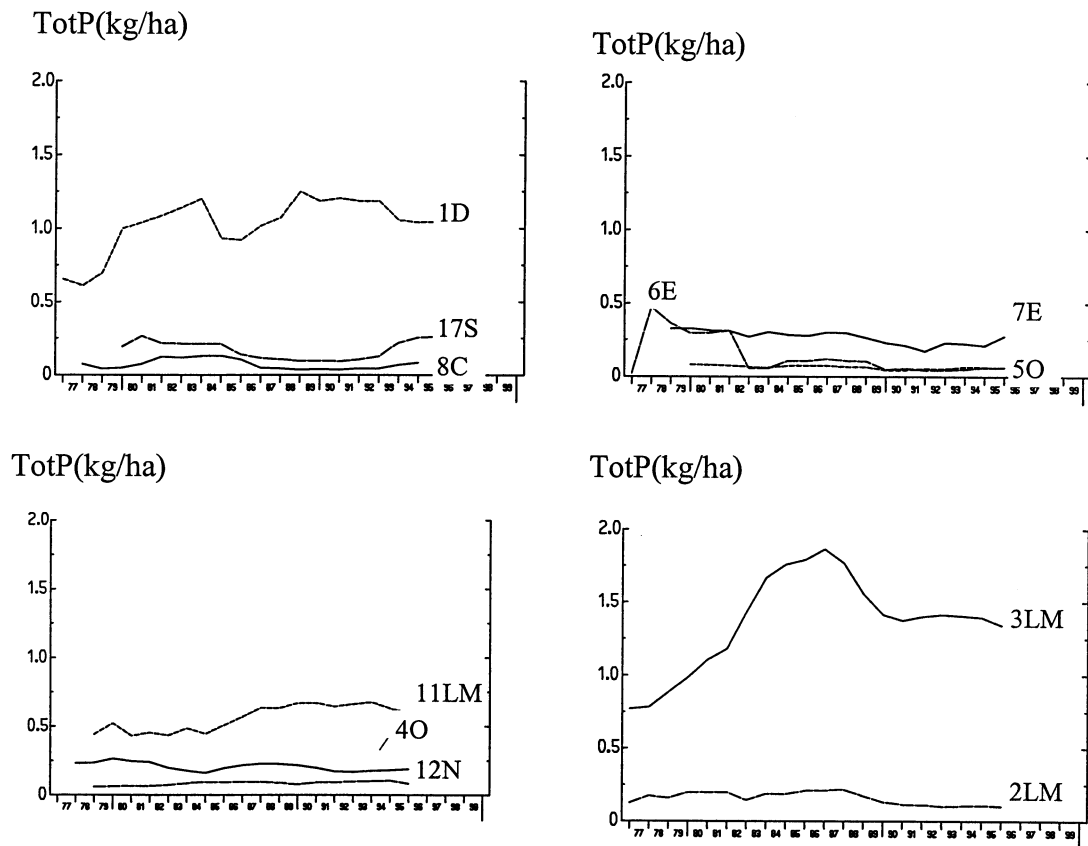
Fosforläckage Fosforförluster är kända att kunna ske episodiskt med förhöjda halter i samband med flödestoppar. Den glesa stickprovsprovtagningen som används kan därför ge en underskattning av nivån på läckaget (Ulén och Persson, 1999), detta gäller speciellt fält med lerjordar och kraftiga flöden såsom 1D och 11LM. För åtminstone ett par av fälten (3LM och 12N) bör dock den beräknade transporten vara relativt riktig eftersom sandjordar ofta saknar den snabba transport genom markprofilen som ger temporärt förhöjda fosforhalter (Djordjic et al., 1999).

Totalt bör provtagningen ge en indikation på förlusterna och kunna ge ett underlag för om läckaget har förändrats under perioden. Fosforläckaget beräknat från glidande medelhalter (figur 4) visar tydligt att flera av fälten (8C, 5O och 12N) har läckt litet och konstant under perioden. På tre fält (1D, 11LM och 3 LM) samverkar geologiska, markfysikaliska, markkemiska och hydrologiska betingelser så att dessa svarar för en mycket stor del (74%) av den totala fosforförlusten från samtliga fält. Från dessa varierade läckaget också mest under perioden. Fyra av fälten (17S, 7E, 4O, och 2LM) har haft ett visst läckage som sammanlagt svarat för 19% av det totala läckaget. De två fält (1D och 3LM) som hade det största läckaget uppvisade en statistisk ökande trend under perioden fram till 1988. Perioden därefter är för kort för att en eventuellt efterföljande minskning ska kunna konstateras. Från övriga fält var läckaget oförändrat och det genomsnittliga läckaget (figur 2c) var ganska konstant.

Totalt utgjorde andelen PO_4 -P, som analyserad efter centrifugering av proverna, 62% av den totala mängden fosfor. Förbehandlingen av proverna kan ha betydelse för analysresultatet. När PO_4 -P-halten i dräneringsvatten från en lerjord analyserades efter centrifugering, utgjorde sålunda fosfatandelen en större del av den totala fosfor än om proverna filterats (Ulén och Persson, 1999). Samtidigt som provtagningsmetoden alltså förmodligen medfört att totalfosfortransporten underskattats kan förbehandlingen av proverna gjort att PO_4 -P-transporten överskattats jämfört med om proverna filterats. För fältet 1D där detta studerats under två år var PO_4 -P-transporten med manuell provtagning och med centrifugering av proverna 1,5 gånger större än PO_4 -P-transporten med flödesproportionell provtagning och med filtrering av proverna.



Figur 3. Ackumulerad mängd fosfor tillförd i form av handelsgödsel och stallgödsel (kg/ha).

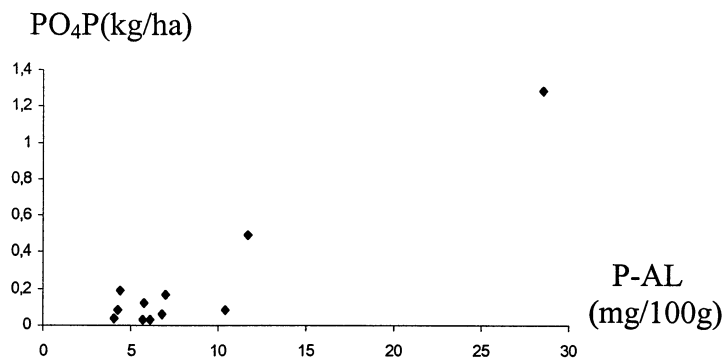


Figur 4. Årliga totalfosforförluster (kg/ha) beräknade som glidande medelvärden.

Fält med högre P-AL-tal i matjorden tenderade att ha större förlust av $\text{PO}_4\text{-P}$ (figur 5). Fälten med höga förluster hade också måttliga till höga P-AL-tal i alven. Låga P-AL tal i alven kan däremot vara kopplade till små fosfortransporter (Hessel et al., 1999).

Fosforbalanser Fosforbalanserna är ganska grova i och med att skördarna uppskattats och därför att schablonvärden använts för fosforinnehållet i stall- och avsaluprodukter. Speciellt är fosforbortförseeln vid vallodling osäker då det ibland saknats uppgifter om skörden och då den normalt varierar mycket år från år.

Exempel finns på enskilda fält som fått ett bruttotillskott, varit nära i balans eller fått en nettoförlust av fosfor till marken. Sammantaget har fälten varit nära balans. I början av perioden skedde en ackumulation som senare förbyttes till en nettoförlust av fosfor (figur 2c). I stora delar av Sverige har marken



Figur 5. Långtidsmedelvärden av förluster av PO_4P (kg/ha) och koncentrationen P-AL (mg/100 g jord) i matjorden.

också numera en negativ fosforbalans (Albertsson et al. 1997) och en halvering av tillförseln till den svenska åkerjorden har skett under den senaste 25-årsperioden. Trots detta har observationsfälten visat att sammantaget har fosforutlakningen varit relativt oförändrad över tiden. Förändringen av fosforläckaget till följd av minskad fosforgödsling verkar att ske långsamt på grund av trögheten i marksystemet.

SLUTSATSER

Elva observationsfält har sammantaget en textur, växtodling, fosfortillförsel och fosfortillstånd i matjorden som är ganska typiskt för Sverige. Fosforläckaget från fälten har i regel inte förändrats så mycket under 80- och 90-talet, trots att fosfortillförseln minskat. En stor del av fosforförlusterna kommer från ett par kritiska skiften. Man bör i fortsättningen koncentrera sig på att identifiera och närmare studera sådana fält.

REFERENSER

Albertsson, B., Goldstein, B., Petterson, O. och Ulén, B. 1997. Fosfor - livsnödvändigt, ändligt och ett miljöproblem. Naturvårdsverkets rapport nr 4730.

Bertilsson, G. 1998. Overview of phosphorus use and recommendations in nordic countries. From: Bertilsson, G. (ed) NJF seminar no 271. Phosphorus balance and utilization in agriculture - towards sustainability. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens tidskrift. Årgång 137, nr 7, 23-26.

Djodjic, F., Bergström, L. F., Ulén, B. and Shirmohammadi, A. 1999. Mode of transport of surface-applied phosphorus-33 through a clay and sandy soil. *J Environ. Qual.* 28, 1273-1282.

Egnér, H., Riehm, H. and Domingo, W. R. 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung der Nährstoffzustandes der Böden. II Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kaliumbestimmung - Kungl. Lantbrukshögskolans annaler 26, 199-215.

Eriksson, J., Andersson, A. och Andersson, R. 1997. Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverkets rapport nr 4778.

Eriksson, E., Andersson, A. och Andersson, R. 1999. Åkermarkens matjordstyper. Naturvårdsverkets rapport nr 4955.

Gustafson, A., Gustavsson, A. S. och Torstensson, G. 1984. Intensitet och varaktighet hos avrinningen från åkermark. *Ekohydrologi* nr 16, Avdelning för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Hessel Tjell, K., Aronsson, H., Torstensson, G., Gustafsson, A., Lindén, B., Stenberg, M. och Rydberg, T. 1999. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning i handels- och stallgödslande odlingssystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1990-1998. *Ekohydrologi* nr50. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Jordbruksverket, 1999. Datamodellen STANK, version 2.1

Ljung, G. 1987. Mekanisk analys, beskrivning av en rationell metod för jordartsbestämning. Avdelningsmeddelande 87:2. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala.

Statistiska Centralbyrån 1978-1999. Jordbruksstatistisk årsbok.

Steineck, S., Gustafson, G., Andersson, A., Tersmeden, M. och Bergström, J. 1999. Stallgödselns innehåll av växtnäring och spårelement. Naturvårdsverkets rapport nr 4974.

Stålnacke, P. and Grimvall, A. 1999. Semiparametric approaches to flow-normalisation and source apportionment of substances transports in rivers. *Environmetrics* 8 (in press).

Svensk standard 1990. Kemiska vattenundersökningar. Katalog över svensk standard, Standardiseringskommissionen i Sverige, 588 s.

Ulén, B. 1997. Förluster av fosfor från jordbruksmark. Naturvårdsverkets rapport nr 4731.

Ulén, B. and Persson, K. 1999. Field-scale phosphorus losses from a drained clay soil in Sweden. *Hydrol. Proc.* 13, 2801-2812

Bekämpningsmedelsrester i svenska vatten 1985-1999

Riktade provtagningar och monitoring samlade i en databas

Pesticides in Swedish water 1985-1999.

Barbro Ulén och Jenny Kreuger

Abstract A database was set up covering analysis of pesticides in surface water and groundwater during the period January 1985 to June 1999. The data were obtained from more than 4000 water samples collected primarily by Swedish municipalities. Many of these samples were taken because either problems were expected, or pesticides had been detected earlier at the particular site. Pesticides were found in drinking water from 15 municipalities. The most frequently occurring pesticide found in drinking water was a metabolite of the herbicide dichlobenil; i.e. 2,6-dichlorobenzamide (abbreviated BAM). The greatest number of water localities containing pesticides was found in Skåne, the county with the highest number of investigations but also the county with the most intensive use of pesticides. The substances most often detected in surface waters, apart from BAM were MCPA, atrazine, dichlorprop and mecoprop, and the median concentrations of detection were in the range 0.1-0.3 µg/l. An analytical method to detect glyphosate in water was developed in 1997, whereafter glyphosate was detected quite frequently in surface water samples. An additional 13 substances were recovered fairly frequently, and another 42 pesticides were occasionally detected. There were indications that the concentrations of pesticides in surface water decreased during the period, though this could not be statistically demonstrated.

INLEDNING

Att det finns rester av kemiska bekämpningsmedel i vårt vatten är känt sedan några år. Hur frekventa dessa rester är över landet har tidigare varit okänt. De prov som tagits på olika håll i landet sedan 1985 har sammanställts av Avdelningen för vattenvårdslära vid SLU. Denna databas har nu uppdaterats med resultaten fram till juni 1999.

För närvarande föreligger endast skyldighet att rapportera fynd av bekämpningsmedel vid kontroll av allmänt dricksvatten, vilket ska rapporteras till Livsmedelsverket. Från vattenverk, vilka har jordbruk och andra tänkbara föroreningskällor inom vattentäktens tillrinningsområde, ska råvatten eller utgående dricksvatten enligt Livsmedelsverkets författningssamling kontrolleras på förekomst av eventuella bekämpningsmedelsrester varje till vart 5:e år beroende på antalet anslutna personer.

Renodlade vetenskapliga undersökningar av bekämpningsmedel i de svenska vatten är få. Någon systematisk miljöövervakning har inte kommit till stånd och de enda vattendrag som undersökts mera kontinuerligt är Vemmenhögsån (Kreuger, 2000) och Saxån-Braån i Skåne (Krook, 1998). En vanlig orsak till analyser är att man misstänkt någon form av problem. Har man påvisat bekämpningsmedel en gång har man ofta upprepat provtagningen på denna plats, speciellt när det gäller grundvatten. Undersökningarna är därmed delvis riktade till sin karaktär, vilket gör att fyndfrekvensen ger en skev bild av hur ofta man allmänt återfinner bekämpningsmedel i vatten. Kommunernas och länens ekonomiska möjligheter är också viktiga när det gäller undersökningarnas uppläggning och provtagningsfrekvensen. Under perioden 1988-1991 var möjligheterna goda för att få medel till mera allmän provtagning i vattendrag. Under denna tid togs omkring 480 prov/år vilket är ungefär dubbel frekvens jämfört med efterföljande år. Under senare år har provtagningen varit mer inriktad på kontroll av grundvatten.

Tabell 1. Detektionsgränser för fem olika laboratorier under 1988-1999

Substans/år		1988	1991	1995	1999
atrazin					
Laboratorium	A	0,1	0,1	0,1	0,1
	B	-	0,1	0,1	0,1
	C	0,1	0,1	0,05	0,05
	D	-	-	0,05	0,05
	E	0,1	0,1	0,1	0,03
terbutylazin					
Laboratorium	A	-	0,1	0,05	0,1
	B	-	0,1	0,1	0,1
	C	-	-	0,05	0,05
	D	-	-	0,05	0,05
	E	0,1	0,1	0,1	0,02
metazaklor					
Laboratorium	A	0,1	0,1	0,1	0,1
	B	-	0,6	0,6	0,2
	C	0,1	0,1	0,1	0,1
	D	-	-	-	0,05
	E	0,1	0,1	0,1	0,05
simazin					
Laboratorium	A	-	0,1	0,1	0,1
	B	-	0,2	0,2	-
	C	0,1	0,1	0,1	0,1
	D	-	-	0,05	0,05
	E	0,1	0,1	0,1	0,05

DATABASENS INNEHÅLL

Databasen innehåller främst resultat från provtagning som skett i kommunal regi eller på uppdrag av länsstyrelser. Uppgifterna, som har erhållits genom enkät till kommunerna vid två tillfällen (1996 och 1999) utgör totalt 58% av alla data. I databasen finns också resultaten från de undersökningar av dricksvatten som Livsmedelsverket genomfört under 1990-talet. Resultat från undersökningen i Vemmenhögsån är inte inkluderade i databasen på grund av sin omfattning. Det skulle snedvrída innehållet i databasen som vill spegla Sverige i stort. Alla övriga undersökningar som publicerats samt data från mindre opublicerade studier som kommit oss tillhanda finns däremot med i databasen.

Databasen innehåller följande poster (i den mån uppgifter har erhållits): län, kommun, provtagare, vattentyp, orsak till undersökning, analyslaboratorium, provtagningsdatum, latitud/longitud, provtagningsplats, provtagningsdjup, undersökta substanser, påvisade halter och kontaktperson.

Totalt innehåller databasen resultaten av bekämpningsmedelsanalyser utförda på 4083 vattenprov. Dessa representerar samtliga län och 174 av landets kommuner. De flesta av de återstående 114 kommunerna har uppgett att inga analyser av bekämpningsmedel ägt rum i deras regi.

Tabell 2. Maximalt påträffade halter av ämnen förbjudna före år 1999 och tillåtna år 1999 samt nederländska gränsvärden för högsta tillåtna koncentration (HTK) i akvatisk miljö. För de tillåtna ämnena anges även den i Sverige använda mängden 1998

Ämnen förbjudna före år 1999				Ämnen tillåtna år 1999			
Substans	För- bjuden år	Max. konc. (µg/l)	HTK (µg/l)	Substans	Använd mängd år 1998 (ton)	Max. konc. (µg/l)	HTK (µg/l)
aldikarb (I)	1990	<0,1	0,098	azinfosmetyl (I)	2,2	<0,1	0,012
atrazin (H)	1989	8	2,9	bentazon (H)	55,6	280	64
2,4-D (H)	1990	6	9,9	cyanazin (H)	20,7	3,5	0,19
desmetryn (H)	1990	<0,1	34	cypermetrin (I)	0,3	<0,1	0,00009
diklorvos (I)	1990	0,3	0,0007	deltametrin (I)	0,9	<0,1	0,0003
dinoseb (H)	1978	<0,1	0,025	diazinon (I)	0,2	<0,1	0,037
diuron (H)	1992	2	0,43	diklorprop (H)	50,0	230	40
fenitrotion (I)	1995	0,1	0,0087	dimetoat (I)	8,9	1,6	23
karbendazim (F)	1996	0,47	0,11	foxim (I)	1,9	<0,1	0,082
linuron (H)	1995	<0,1	0,25	isoproturon (H)	92,7	0,13	0,32
oxamyl* (I)	1990	0,2	1,8	kaptan (F)	1,2	<0,1	0,11
paration (I)	1971	3,6	0,011	klorfenvinfos (I)	0,2	<0,1	0,002
propaklor (H)	1997	<0,1	1,3	kloridazon (H)	19,6	<0,1	73
propoxur (I)	1991	<0,1	0,01	malation (I)	0	0,1	0,013
pyrazofos (F)	1990	<0,1	0,04	MCPA (H)	229,4	100	1,7
simazin (H)	1994	6,9	0,14	mekoprop (H)	66,8	27	3,9
triallat (H)	1994	2	1,9	metabenziazuron (H)	0,3	<0,1	1,8
triazofos (I)	1979	<0,1	0,032	metamitron (H)	114,8	2	10
trifluralin (H)	1990	<0,1	0,037	metazaklor (H)	18,1	7	34
				mevinfos (I)	0,2	<0,1	0,0016
				permetrin (I)	4,7	0,8	0,0002
				pirimikarb (I)	8,4	1,2	0,09
				tolklofosmetyl (I)	3,3	<0,1	0,79

H = Herbicid; F = Fungicid; I = Insekticid, * inkl metaboliten oxyl-oxim, <0,1 anger att inga halter som överskrider detektionsgränsen på 0,1 µg/l har påträffats

DETEKTIONSGRÄNSER FÖR BEKÄMPNINGSMEDEL

De allra flesta analyserna av bekämpningsmedel har utförts på 5 svenska analyslaboratorier, framför allt på laboratoriet vid Sektionen för organisk miljökemi (tidigare SLL) vid SLU. Antalet substanser som ingår i de analyspaket som laboratorierna erbjuder har ändrats under åren i och med att användningen av preparaten ändrats och analysmetoderna utvecklats. Bentazon analyserades inte alls 1985 utan först 1987, och då vid en halt av 0,1 µg/l. BAM, som är en nedbrytningsprodukt till diklobenil analyserades först i början på 90-talet. Glyfosat började inte analyseras förrän 1997 av ett danskt laboratorium, Hedeselskabet, som kunde detektera halter ner till 0,01 µg/l. Mellan 1985 och 1995 var detektionsgränserna relativt oförändrade för de flesta ämnen. Därefter har detektionsgränserna vanligen sänkts i och med att tekniken och kunskapen blivit bättre. Gränsen för fyra ofta påträffade ämnen atrazin, terbutylazin, metazaklor och simazin anges i tabell 1. Samma detektionsgräns som för atrazin har också gällt för MCPA, diklorprop, mekoprop, 2,4-D, och pirimikarb.

GRÄNSVÄRDEN FÖR GODKÄNDA OCH AVREGISTRERADE SUBSTANSER

I Sverige finns gränsvärden för bekämpningsmedel endast för dricksvatten, inte för bevattningssvatten eller akvatiska miljöer. Bekämpningsmedel får inte förekomma i påvisbara halter i vatten som utnyttjas som dricksvatten från allmän vattentäkt. Det bedöms som tjänligt med hälsomässig anmärkning om det innehåller påvisad halt av bekämpningsmedel. Om halten av ett enskilt bekämpningsmedel är 0,1 µg/l eller högre, ska huvudmannen vidta nödvändiga åtgärder för att komma tillrätta med problemen, t ex. spåra föroreningskällan och eliminera den, sätta in beredning som sänker halten eller byta vattentäkt. Verifierade analysresultat ska

skickas till Livsmedelsverket som gör en toxikologisk bedömning om vattnet kan konsumeras under utrednings- och åtgärdstiden.

I Nederländerna har gränsvärden för 70 olika pesticider i vattenmiljön tagits fram till skydd för vattenlevande växter och djur (Crommentuijn et al., 1997). Dessa gränsvärden omfattar 42 av de i Sverige undersökta substanserna (tabell 2) och inkluderar 22 av de 56 ämnen som påvisats i vatten i Sverige. Av tabell 2 framgår att 16 ämnen påträffats i Sverige i koncentrationer som vid något tillfälle varit högre än de nederländska gränsvärdena. Av dessa ämnen var det de vanliga medlen MCPA och cyanazin som oftast påträffats i sådana höga koncentrationer (48 resp. 23 gånger). De nu avregistrerade ämnena simazin och atrazin, liksom det fortfarande allmänt använda ämnet mekoprop, har påträffats omkring 10 gånger i koncentrationer över de nederländska gränsvärdena. För övriga ämnen rör det sig om ett eller ett par prov med halter som överstigit gränsvärdena. Enligt de nederländska riktlinjerna gäller för alla ämnen att koncentrationer 100 gånger lägre än de högsta tillåtna anses vara så pass låga att samverkans effekter mellan olika ämnen är försumbara och koncentrationerna därmed är acceptabla.

Tabell 3. Antal fynd av bekämpningsmedel och bekämpningsmedelsrester från prov i olika vattendrag, enskilda brunnar och grundvatten från år 1998 fram till och med juni 1999. Inom parentes antalet analyserade prov

	Substans	Vatten- drag	Ytvatten VV ^a	Grävd brunn	Borrad brunn	Grund- vatten ^b	Grund- vatten ^c
<i>Bekämpningsmedel</i>	atrazin (H)	0 (35)	0 (11)	4 (7)	7 (21)	11 (54)	10 (50)
	bentazon (H)	9 (28)	0 (11)	2 (7)	4 (6)	2 (34)	0 (28)
	2,4 - D (H)	0 (35)	1 (11)	0 (8)	0 (4)	0 (35)	0 (29)
	diklobenil (H)	0 (31)	0 (11)	1 (6)	0 (19)	0 (50)	0 (47)
	diklorprop (H)	6 (33)	0 (11)	0 (9)	2 (6)	0 (34)	0 (26)
	diuron (H)	2 (7)	0 (1)	0 (4)	0 (6)	0 (15)	0 (16)
	etofumesat (H)	1 (8)	0 (1)	- (0)	0 (12)	0 (27)	0 (27)
	fenmedifam (H)	1 (13)	- (0)	- (0)	- (0)	2 (3)	0 (1)
	fenoprop (H)	0 (24)	0 (10)	0 (2)	0 (2)	0 (25)	1 (19)
	fluroxipyr (H)	4 (26)	0 (10)	0 (4)	1 (5)	0 (30)	0 (22)
	glyfosat (H)	2 (6)	0 (1)	0 (6)	0 (3)	0 (4)	0 (15)
	isoproturon (H)	1 (7)	0 (1)	0 (4)	0 (6)	0 (15)	0 (16)
	klopyralid (H)	3 (28)	0 (10)	1 (4)	1 (4)	0 (27)	0 (18)
	MCPA (H)	10 (34)	0 (11)	0 (8)	2 (6)	0 (35)	0 (30)
	mekoprop (H)	5 (34)	0 (10)	1 (9)	1 (6)	0 (33)	0 (28)
	metamitron (H)	2 (13)	0 (2)	0 (4)	0 (13)	0 (14)	0 (23)
	metazaklor (H)	1 (34)	0 (11)	0 (2)	0 (20)	0 (50)	0 (48)
	terbutylazin (H)	0 (33)	0 (12)	2 (7)	0 (20)	0 (50)	0 (50)
	Antal prov med fynd (antal analyserat)	20 (55)	1 (23)	6 (19)	11 (61)	15 (151)	11 (119)
<i>Nedbrytningsprod.</i>	AMPA	2 (3)	0 (1)	0 (6)	0 (3)	0 (4)	0 (1)
	BAM	0 (33)	0 (12)	7 (7)	21 (21)	50 (59)	27 (53)
	desetylatrazin	0 (32)	0 (12)	4 (7)	2 (20)	16 (52)	9 (50)
	desisopropylatrazin	0 (28)	0 (12)	0 (6)	0 (15)	3 (50)	0 (43)
	hydroxyatrazin	0 (1)	0 (1)	3 (4)	0 (1)	1 (1)	0 (2)
	Antal prov med fynd (antal analyserat)	2 (55)	0 (23)	8 (19)	22 (61)	52 (151)	27 (119)
<i>Bekämpningsmedel och nedbrytningsprodukter</i>							
	Antal prov med fynd (antal analyserat)	21 (55)	1 (23)	9 (19)	27 (61)	57 (151)	29 (119)

H = Herbicid ^a Ytvatten som behandlats i vattenverk och provtagits som dricksvatten ^b Grundvatten som utgör råvatten till vattenverk ^c Grundvatten behandlats i vattenverk och provtagits som dricksvatten.

I VILKEN TYP AV VATTEN ÅTERFINNER MAN BEKÄMPNINGSMEDEL?

I tabell 3 presenteras de substanser som påträffats mest frekvent under senare tid (1998-juni 1999) uppdelat på olika typer av vatten. Under denna period finns vattentypen där proverna tagits bättre preciserade än tidigare år. Av vattenprov som rapporterats från kontrollen för allmänt dricksvatten (råvatten, renvatten, ytvatten och grundvatten) var det 9% där något bekämpningsmedel påträffades under 1998-1999, om man undantar nedbrytningsprodukterna. För enskilt dricksvatten från borrade eller grävda brunnar återfanns bekämpningsmedel i 21% av proven. Man bör då komma ihåg att provtagningen ofta gjordes där man misstänkte förorening eller visste att förorening tidigare uppträtt.

För perioden 1998-1999 var antalet provpunkter med återfunna bekämpningsmedel 5% för allmänna vattenverk och 14 % för enskilda brunnar (13 respektive 11 lokaler). 15 kommuner och 10 län finns representerade där bekämpningsmedel eller rester av dessa återfanns i allmänna eller i enskilda vattentäkter. Förutom rena bekämpningsmedel återfanns nedbrytningsprodukter av dessa i ett flertal tillfällen. Framför allt var det 2,6-diklorbensamid (BAM) som bildas vid nedbrytning av det numera avregistrerade ogräsmedlet diklobenil. I ytvatten som provtagits inom ramen för kontroll av allmänt dricksvatten återfanns bekämpningsmedel i 4% av proverna. I vattendrag i allmänhet återfanns bekämpningsmedel i 36% av proverna vilket representerade 14 lokaler.

Ären dessförinnan har typen av vatten inte definierats lika noga. Fyndfrekvensen för bekämpningsmedel eller nedbrytningsprodukter var då 6% för grundvatten, 16% för dricksvatten och 20% för vattendrag.

VAR I SVERIGE ÅTERFINNER MAN BEKÄMPNINGSMEDEL?

I tabell 4 anges antalet prov som analyserats på bekämpningsmedel eller dess nedbrytningsprodukter varje år och i varje län. Första fetare kolumnen anger antalet lokaler med något eller några substanser varje år. Alla provpunkter i samma vattendrag har räknats som en lokal. Närliggande brunnar har också räknats som en lokal liksom olika intag för samma vattenverk. Provtagningen har varit mest omfattande i Skånes (LM), Västra Götalands (O), Örebro (T) och Gotlands (I) län. För hela perioden 1985-1999 var antalet lokaler där bekämpningsmedel återfunnits:

AB	AC	BD	C	D	E	F	G	H	I	K	LM	N	O	S	T	U	W	X	Y	Z
11	2	0	22	2	12	3	3	14	14	7	118	10	40	1	22	26	2	3	2	0

Totala antalet lokaler med fynd i samtliga län var 314 varav 38 procent var i Skåne län. Stort antalet lokaler med bekämpningsmedel har förekommit i län med mycket jordbruk och där provtagning dessutom utförts på många olika platser.

Eftersom provtagningen ofta upprepats har antalet enskilda prov med fynd av bekämpningsmedel eller metaboliter varit högre (kolumn 2 i tabell 4) än antalet lokaler med fynd. I genomsnitt innehöll varje prov där bekämpningsmedel påträffats två olika substanser i halter över 0,01µg/l. I förhållande till det antal prov som tagits (kolumn 3 i tabell 4) har fyndfrekvensen varit 34% men i förhållande till antalet lokaler har fyndfrekvensen varit 14%. Tidigare användes ogräsmedlet Totex (som innehöll atrazin och diklobenil) i många urbana områden och längs vägar vilket påverkat antalet lokaler där bekämpningsmedel påträffats.

Tabell 4. Första kolumnen (fet stil) anger antalet lokaler med prov med fynd av bekämpningsmedel eller nedbrytningsprodukter från dessa. Andra kolumnen anger totala antalet fynd med bekämpningsmedel och tredje kolumnen totala antalet prov som tagits

År/län	AB	AC	BD	C	D	E	F	G	H	I	K
1985				1 1 (2)							
1986				(13)	1 2 (5)	1 1 (5)			1 1 (5)		
1987	(2)			3 9 (17)	1 3 (5)	1 3 (5)			1 1 (5)	3 5 (6)	
1988	1 1 (16)	(5)	(3)	1 1 (13)	1 32 (41)	(9)	(7)	(9)	1 1 (33)	7 31 (46)	2 6 (13)
1989	(5)			1 12 (12)	1 14 (14)	3 14 (22)	2 4 (23)	(4)	(5)	9 54 (91)	1 2 (20)
1990	(2)			3 5 (13)		3 10 (12)	2 13 (20)	2 4 (8)	(2)	5 13 (25)	2 4 (8)
1991				(7)		3 12 (18)	2 7 (19)	(6)		4 11 (13)	(2)
1992		(4)	(4)	(2)		3 6 (6)	(17)	(1)	1 2 (16)	4 8 (18)	
1993			(2)	1 1 (5)			(5)	(21)	1 1 (4)	5 7 (11)	2 2 (2)
1994	2 2 (22)					(2)	(1)			(6)	2 2 (4)
1995	1 2 (6)	2 2 (13)	(18)	3 5 (19)	(6)	9 12 (50)		(5)	5 9 (21)	5 8 (16)	
1996	1 (1)	(1)	(1)	3 4 (12)	1 4 (6)	4 6 (15)	(2)	(11)	1 2 (2)	3 7 (18)	
1997	1 2 (4)			7 10 (14)	(2)	(3)			4 4 (11)	2 2 (14)	2 2 (6)
1998	5 5 (18)			11 26 (52)	1 2 (7)	(4)	1 3 (10)	(8)	1 3 (20)	8 11 (23)	2 3 (11)
1999	(2)			7 36 (44)	(1)	(2)	(1)	1 3 (11)	1 2 (7)		

År/län	LM	N	O	S	T	U	W	X	Y	Z
1985	7 14 (14)	1 1 (2)		(5)						
1986	9 39 (69)	(10)	1 9 (5)		1 1 (5)					
1987	22 70 (213)	3 9 (18)	5 28 (26)	(3)	2 7 (9)					
1988	13 40 (81)	(6)	7 17 (74)		7 19 (40)	(5)	(4)	(8)	(8)	(4)
1989	16 46 (101)	1 1 (8)	16 21 (91)		11 29 (55)	3 3 (6)			(7)	
1990	12 45 (103)		13 26 (58)		15 60 (219)	14 14 (38)				
1991	13 40 (80)		5 6 (34)		4 9 (22)	2 2 (19)				(1)
1992	10 25 (75)	(3)	3 6 (22)		(18)	(1)	2 4 (6)		(2)	
1993	12 28 (133)		5 6 (30)		(5)	(1)				
1994	8 21 (80)		3 4 (29)			2 2 (6)				
1995	28 46 (127)	6 13 (47)	5 15 (38)	1 1 (9)	2 3 (9)	(1)	(1)	2 2 (14)	1 1 (3)	(3)
1996	27 35 (136)	2 5 (14)	5 9 (46)	(2)	2 4 (9)	2 5 (12)		(22)	1 (2)	
1997	15 35 (111)		3 14 (34)	(2)	2 6 (15)	1 1 (5)	(2)	(2)		
1998	13 15 (118)		3 5 (43)	(9)	(12)	7 19 (33)	(3)	1 1 (8)	1 1 (1)	
1999	7 7 (27)		1 1 (8)		2 3 (9)	4 4 (17)				

År	Summa	År	Summa	År	Summa
1985	9 17 (18)	1990	71 195 (509)	1995	70 119 (406)
1986	14 53 (122)	1991	33 87 (220)	1996	52 83 (312)
1987	40 135 (306)	1992	23 51 (195)	1997	37 76 (225)
1988	41 148 (428)	1993	26 45 (219)	1998	54 94 (380)
1989	65 191 (464)	1994	17 31 (150)	1999	23 56 (129)

Tabell 5. Antal fynd av 14 vanligen förekommande bekämpningsmedel och nedbrytningsprodukter, totala antalet prov där substansen analyserats, fyndfrekvensen samt min-, max- och medianhalter (µg/l) under 1985-1999

Substans	Antal fynd	Antal prov	Fynd (%)	Min (µg /l)	Max (µg /l)	Median (µg/l)
atrazin (H)	324	2718	12	0,01	8,0	0,1
bentazon (H)	581	3091	19	0,02	280,0	0,1
2,4-D (H)	45	3221	1,4	0,02	6,0	0,2
diklorprop (H)	336	3210	7	0,02	230,0	0,2
glyfosat (H)	10	66	15	0,10	1,0	0,1
klopyralid (H)	32	2324	1,4	0,04	22,0	0,4
MCPA (H)	482	3239	15	0,02	100,0	0,3
mekoprop (H)	275	3211	9	0,02	27,0	0,2
metazaklor (H)	43	2355	1,8	0,02	7,0	0,4
pirimikarb (I)	10	2158	0,5	0,10	1,2	0,2
simazin (H)	16	2349	0,7	0,10	6,9	0,5
terbutylazin (H)	54	2650	2,0	0,02	11,8	0,3
Desetylatrazin	128	1394	9	0,02	23,0	0,2
2,6-diklorbensamid (BAM)	256	1420	18	0,02	3,4	0,1

H = Herbicid; I = Insekticid

VANLIGEN OCH MINDRE VANLIGEN ÅTERFUNNA BEKÄMPNINGSMEDEL

Totalt har 56 olika bekämpningsmedel påträffats i ett eller flera vattenprov tagna under perioden 1985-1999 och dessa redovisas i tabell 5 och 6. Högst fyndfrekvens av dessa hade (i fallande ordning): bentazon, BAM, MCPA, glyfosat atrazin, mekoprop och desetylatrazin. Av dessa har glyfosat bara analyserats ett fåtal gånger. Medianvärdet för uppmätta koncentrationer av dessa substanserna var 0,1-0,3 µg/l. Medianvärdena ger här en bättre bild än medelvärdena, då vissa av maxvärdena som redovisas i tabellen är extremt avvikande från övriga uppmätta koncentrationer. Dessa extremvärden uppträdde endast i enstaka prov. De i tabell 5 utvalda substanserna uppträdde oftast mest frekvent i Skåne (tabell 6) där även flest prover tagits. Även i Västra Götalands (O), Örebro (T), Östergötlands (E) och Gotlands län (I) var fyndfrekvensen hög.

Tabell 6. Antalet fynd av de mest frekvent återfunna bekämpningsmedlen och nedbrytningsprodukterna länsvis under 1985-1999. Inom parentes anges antalet prov där substansen analyserats

Substans/län	AB	AC	BD	C	D	E	F	G	H	I	K
atrazin	4 (50)	(17)	(9)	32 (192)	8 (47)	4(126)	(31)	2 (74)	4(111)	2 (59)	2 (45)
bentazon	(45)	(18)	(9)	6 (105)	31 (69)	46(127)	22 (85)	(75)	6(83)	129 (261)	10 (40)
2,4-D	(45)	(18)	(9)	(120)	(74)	3(132)	(84)	(75)	(83)	4 (266)	1 (44)
diklorprop	3 (39)	(18)	(9)	8 (120)	32 (74)	18(132)	5 (85)	(81)	(83)	45(266)	6 (38)
glyfosat	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1)	(0)	(0)	(14)	(0)
klopyralid	(39)	(8)	(9)	(77)	(59)	(70)	(83)	3 (60)	(64)	16(258)	1 (30)
MCPA	2 (45)	(18)	(9)	18 (120)	39 (82)	28(132)	7 (85)	(75)	1 (84)	57(266)	12 (44)
mekoprop	(39)	2 (18)	(9)	5 (120)	35 (74)	20(132)	(85)	(75)	1 (83)	8(266)	2 (38)
metazaklor	(46)	(8)	(9)	(165)	(40)	2 (78)	(38)	(76)	(101)	1 (51)	1 (44)
pirimikarb	(49)	(8)	(9)	(111)	(35)	(76)	(38)	(70)	1 (69)	2 (51)	(44)
simazin	(53)	(8)	(9)	(167)	(41)	(79)	(38)	(76)	(101)	(51)	(44)
terbutylazin	(49)	(17)	(9)	(193)	(47)	(126)	(38)	(76)	1 (111)	(59)	(30)
desetylatrazin	2 (32)	(13)	(6)	20 (147)	(13)	(69)	(9)	1 (33)	9 (66)	(22)	(18)
BAM	3 (30)	(13)	(6)	70 (147)	(13)	3 (68)	(18)	3 (36)	15 (66)	3 (22)	(16)

Substans/län	LM	N	O	S	T	U	W	X	Y	Z
atrazin	239 (1227)	8 (89)	16 (404)	(25)	2 (80)	(56)	(10)	1 (51)	(11)	(4)
bentazon	173 (1060)	12 (83)	55 (436)	(24)	73 (414)	18 (103)	(10)	(27)	(13)	(4)
2,4-D	16 (1132)	(95)	2 (442)	(24)	13 (414)	1 (104)	4 (16)	1 (27)	(13)	(4)
diklorprop	128 (1147)	4 (95)	33 (438)	(24)	42 (402)	12 (105)	(103)	(27)	(13)	(4)
glyfosat	10 (47)	(0)	(4)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
klopyralid	8 (694)	(37)	3 (338)	(3)	(378)	1 (81)	(5)	(17)	(10)	(4)
MCPA	133 (1147)	6 (95)	62 (442)	1 (24)	90 (414)	24 (103)	(10)	(27)	2 (13)	(4)
mekoprop	127 (1149)	3 (95)	28 (442)	(24)	37 (405)	6 (103)	(10)	(27)	1 (13)	(4)
metazaklor	38 (1086)	(51)	1 (381)	(24)	(58)	(32)	(10)	(43)	(10)	(4)
pirimikarb	6 (1035)	(53)	1 (375)	(24)	(53)	(13)	(5)	(26)	(10)	(4)
simazin	14 (1056)	(53)	2 (388)	(25)	(59)	(32)	(10)	(45)	(10)	(4)
terbutylazin	46 (1180)	(92)	5 (406)	(25)	(80)	2 (44)	(10)	(49)	(17)	(4)
desetylatrazin	84 (59)	3 (43)	7 (183)	(22)	(76)	(33)	(6)	2 (41)	(3)	(0)
BAM	104 (572)	3 (43)	28 (185)	(22)	2 (63)	20 (52)	(6)	2 (41)	(3)	(0)

Totalt påträffades 42 andra substanser förutom dessa 14 ämnen. I tabell 7 redovisas de maximala koncentrationerna för dessa. Några substanser och maxkoncentrationer har uteslutits eftersom de uppmätts under mycket speciella förhållanden: dagvattenprov eller annat prov i anslutning till en växtskyddsanstalt, olycksplats med besprutningsvagn eller dylikt. Många av bekämpningsmedlen återfanns bara vid några få tillfällen. Bromacil återfanns sommaren 1987 i en otät brunn i Ängelholm men har inte återfunnits därefter.

Tabell 7. Maximalt uppmätta koncentrationer (µg/l) och antalet fynd för 32 påträffade substanser. Inom parentes anges typen av substans och i förekommande fall årtalet för avregistrering av de ämnen som förbjudits

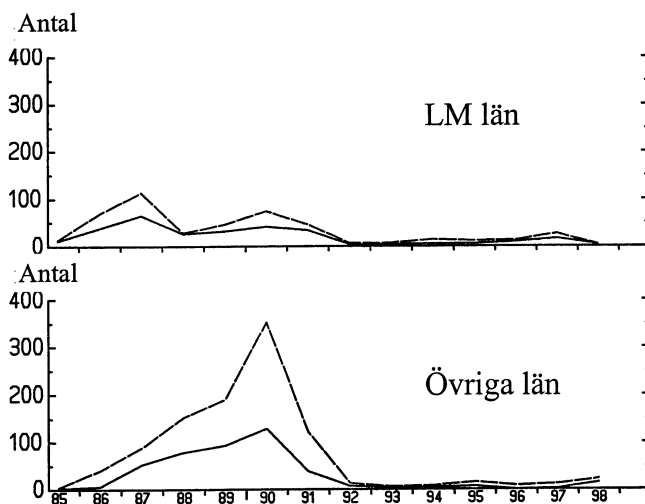
Substans	Max (µg/l)	Antal fynd	Antal prov	Substans	Max (µg/l)	Antal fynd	Antal prov
alaklor (I) 1978	0,55	4	164	hydroxyatrazin (M)	0,11	4	28
AMPA (M)	0,42*	9	66	ioxynil (H)	0,2	1	360
cyanazin (H)	3,5	30	2287	iprodion (F)	3,6	15	1186
DDT-summa (I) 1970	0,26	3	1050	isoproturon (H)	0,13	1	881
desisopropylatrazin (M)	0,2	1	1298	klortalonil (F) 1990	0,48	1	957
diklobenil (H) 1990	0,2	2	2240	kvintozen (F) 1985	0,14	1	1255
diklorvos (I) 1990	0,3	2	828	lenacil (H) 1990	1	3	1021
dimetaklor 1990	0,3	4	1018	malation (I)	0,1	1	2400
dimetoat (I)	1,6	1	2234	metalaxyl (F)	1,3	5	879
diuron (H) 1992	2	3	979	metamitron (H)	20	3	897
endosulfan-alfa (I) 1995	0,19**	1	1510	metoxuron (H) 1989	0,2	1	649
endosulfan-beta (I) 1995	0,08**	1	1492	metribuzin (H)	2,6	12	2293
Endosulfansulfat (M)	0,27	4	1492	oxamyl-oxim (M)	0,2	1	1
etofumesat (H)	0,3	4	416	paration (I)	3,6	2	610
fenitrotion (I) 1990	0,1	2	2132	permetrin (I)	0,8	3	2219
fenmedifam (H)	1	3	803	prometryn (H) 1989	0,3	1	766
fenoprop (H) 1976	0,22	3	718	propikonazol (F)	0,5	2	2155
fenpropimorf (F)	0,075	1	1928	terbacil (H) 1990	1,2	2	2137
flamprop (H)	0,1	2	1609	Tifensulfuronmetyl (H)	0,02	3	158
fluroxipyr (H)	2	11	1026	triadimenol (F) 1991	2	1	2139
HCH-gamma (lindan) (I) 1988	0,6 ***	18	2240	triallat (H)	2	1	667

H = Herbicid; F = Fungicid; I = Insekticid ; M = metabolit

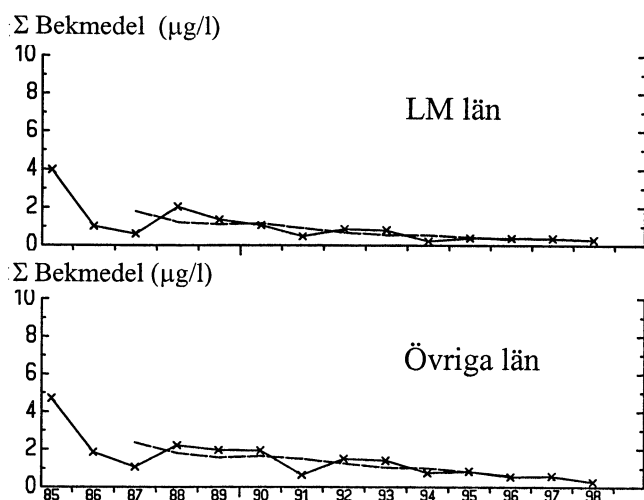
* Prov från en olycksplats där besprutningsvagn välte har uteslutits

** Dagvattenprov från en växtskyddsanstalt har uteslutits

*** Prov från en otät enskild brunn har uteslutits



Figur 1. Antal prov i vattendrag fynd av bekämpningsmedel olika år i Skåne län (LM) och i övriga län. Streckad linje – totala antalet prov som tagits. Heldragen linje – antal prov med fynd.



Figur 2. Summakoncentration av bekämpningsmedel i prov från vattendrag i Skåne län (LM) och i övriga län under olika år. Streckad linje visar glidande femårsmedelvärden.

HAR MÄNGDEN BEKÄMPNINGSMEDEL MINSKAT I VATTENDRAGEN?

Användningen av bekämpningsmedel har minskat under perioden. Provtagning i vattendrag gjordes framförallt 1988-1991 och då mest i Skåne (figur 1) men har därefter skett i betydligt mindre omfattning. Eftersom provtagningen i vattendragen vanligen inte upprepats under senare år håller inte materialet för att statistiskt säkerställa några förändringar. Ofta finns inte heller flödesuppgifter att tillgå. Indikation finns dock (figur 2) att koncentrationerna av bekämpningsmedel i vattendragen minskat såväl i Skåne som i övriga Sverige. I det noggrant undersökta Vemmenhögsområdet (Kreuger & Törnqvist 1998) har ett statistiskt säkerställt samband mellan applicerade mängder och mängderna i vattendraget demonstrerats. Där har koncentrationerna också minskat (Kreuger, 2000).

SAMMANFATTNING

- Totalt har över 4000 vattenprover av olika slag analyserats med avseende på bekämpningsmedel under perioden 1985-1999.
- Ofta togs prov för att man misstänkte problem eller tidigare haft problem på platsen.
- Bekämpningsmedel återfanns i såväl yt- som grundvatten, och i både grävda och borrarbrunnar.
- Totalt har 56 olika bekämpningsmedel påträffats i ett eller flera vattenprov.
- Högsta fyndfrekvensen hade ogräsmedlen bentazon, MCPA, atrazin, mekoprop och diklorprop, samt nedbrytningsprodukten 2,6 -diklorbensamid (BAM).
- Mediankoncentrationen av fynden för dessa substanser var 0,1-0,3 µg/l.

REFERENSER

Crommentuijn, T., Kalf, D. F., Polder, M. D., Posthumus, R. & van de Plassche, E. J. 1997. Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for pesticides. RIVM Report no 601501002, Nederländerna.

Kreuger, J. & Törnqvist, L. 1998. Multiple regression and analysis of pesticide occurrence in stream flow related to pesticide properties and quantities applied. *Chemosphere* 37; 189-207.

Kreuger, J., 2000. Övervakning av bekämpningsmedel i vatten från ett avrinningsområde i Skåne. Årsredovisning för Vemmenhögsprojektet 1998 samt en kortfattad långtidsöversikt. *Ekohydrologi* 54. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Krook, J. 1998. Bekämpningsmedel i Saxån-Braån 1988-1997. Rapport mars 1998. Ekologgruppen, Landskrona.

Denna serie efterträder den åren 1970-1977 utgivna serien Vattenvård. Här publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för vattenvårdslära vid institutionen för markvetenskap Sveriges lantbruksuniversitet. Serien vattenvård redovisas i Ekohydrologi nr 1-6. Tidigare nummer i serien Ekohydrologi redovisas nedan. Alla kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen för vattenvård (adress på omslagets baksida).

This series is successor to Vattenvård Published in 1970-1977. Here you will find research reports from the Division of Water Quality Management at the University of Agricultural Sciences. The Vattenvård series is listed in Ekohydrologi 1-6. You will find earlier issues of Ekohydrologi listed below. Issues still in stock can be acquired from the Division of Water Quality Management (adress, see the back page)

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
1	1978	Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. <i>Losses of nutrients from arable land.</i>
2	1978	Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. <i>Manure gone astray.</i> Lars Lingsten och Nils Brink. Åkergödslingens inverkan på miljön i en bäck. <i>The effect of agricultural manuring on the environment in a brook.</i> Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. <i>Nitrogen leaching from arable land.</i>
3	1979	Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. <i>Leachate from compost of refuse and sludge.</i> Nils Brink. Self-Purification studies of silage juice. Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster på Kristianstadsslätten. <i>Loss of nutrients on the Kristianstad plain.</i> Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. <i>Pollution of the groundwater by a dung yard.</i>
4	1979	Nils Brink. Vattnet är det yppersta. Arne Gustafson och Börje Lindén. Kvävebehovet för 1979. Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. <i>Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.</i>
5	1979	Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. <i>Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand.</i> Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. <i>Losses of nutrients from forests.</i> Nils Brink. Utlakning av kväve från agroecosystem. <i>Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.</i> Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjning.
6	1980	Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. <i>Losses of Nutrients in Skåne and Halland.</i> Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. <i>Leaching after spreading of potato juice.</i> Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. <i>Forecasting the need of fertilizer nitrogen.</i> Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.
7	1980	Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. <i>Where does the commercial fertilizer go.</i> Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrosjön. <i>The importance of the environment for the primary production in lake Vadsbrosjön.</i> Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet. Nils Brink. Utlakning av växtnäring från åkermark. Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.
8	1981	Nils Brink. Förurning av grundvatten på åker. <i>Acidification of groundwater on arable land.</i> Rikard Jernlås och Per Klingspor. TCA-utlakning från åker. <i>Leaching of TCA from arable land.</i> Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. <i>Storm washing of phosphorus from arable land.</i>

- | Nr | År | Författare och titel. <i>Author and title.</i> |
|------------|------|---|
| | | Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. <i>Control of losses of nutrients from arable land and forest.</i> |
| 9 | 1981 | Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. <i>Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport.</i>
Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. <i>Leachate from piles of shredded refuse.</i> |
| 10 | 1982 | Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. <i>Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland.</i>
Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. <i>Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland.</i>
Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. <i>Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland, Östergötland and Södermanland.</i>
Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. <i>Fertilizer forecasts.</i> |
| 11 | 1982 | Barbro Ulén. Vadsbrosjöns närsaltbelastning och trofinivå. <i>The nutrient load and trophic level of lake Vadsbrosjön.</i>
Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. <i>Metal contents in drainage water from cultivated soils.</i> |
| 11, forts. | | Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige.
Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. <i>Erosion of phosphorus from arable land.</i>
Rikard Jernlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling. |
| 12 | 1982 | Nils Brink och Rikard Jernlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. <i>Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring.</i>
Gunnar Fryk och Thord Ohlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. <i>Leachate migration through soils.</i>
Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden.
Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land in Sweden. |
| 13 | 1983 | Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stallgödslad åker. <i>Surface transport of plant nutrients from field spread with manure.</i>
Rikard Jernlås. TCA-utlakning på lerjord. <i>Leaching of TCA on a clay soil.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. <i>Losses of nutrients at Öjebyn.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. <i>Losses of nutrients at Röbbäcksdalen.</i>
Rikard Jernlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. <i>Drainage losses of nitrate and irrigation.</i> |
| 14 | 1983 | Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kväveminalisering vid plöjningsfri odling. <i>Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices.</i>
Rikard Jernlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. <i>Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil.</i>
Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-prognoser. <i>Soil sampling for nitrogen forecasts.</i>
Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. <i>Nutrients and organic matters from farmland and forest.</i>
Nils Brink. Gödselanvändningens miljöproblem. |
| 15 | 1984 | Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. <i>Nutrient losses in the Ringsjö area.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter korn. <i>Catch crop after barley.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. <i>Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. <i>Losses of nutrients at Vagle.</i>
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. <i>Losses of nutrients at Offer.</i> |

- | Nr | År | Författare och titel. <i>Author and title.</i> |
|----|------|--|
| 16 | 1984 | Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. <i>Intensity and duration of drainage discharge from arable land.</i> |
| 17 | 1984 | Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. <i>Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes.</i>

Nils Brink och Arne Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. <i>Losses of nutrients from sandy soils.</i>

Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. <i>Losses of nutrients at Boda.</i>

Nils Brink. Vattenföroreningar från tippen i Erstorp - ett rättsfall. |
| 18 | 1984 | Barbro Ulén. Påverkan på yt- och dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. <i>Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs.</i>

Barbro Ulén. Nitrogen and Phosphorus to surface water from crop residues. |
| 19 | 1985 | Arne Gustavsson och Nils Brink. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. <i>Losses of nitrogen and phosphorus in the Ringsjö area.</i>

Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. <i>Losses of nutrients from clay soils in Skåne.</i>

Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Börje Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. <i>Nutrient losses from arable land in the region of Uppsala.</i>

Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsala regionen. <i>Drinking water quality in the region of Uppsala.</i>

Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och Diklorprop. <i>Mobility of MCPA and dichlorprop.</i>

Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. <i>Losses with surface run-off of cyanazine.</i> |
| 20 | 1985 | Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop på sandjord. <i>Mobility of MCPA and dichlorprop in a sandy soil.</i>

Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. <i>Losses of nutrients from a sandy soil in Halland.</i>

Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. <i>Erosion of phosphorus from arable Land.</i>

Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön.

Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder

Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten. |
| 21 | 1986 | Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. <i>Toxicity test for pesticides using protozoa.</i>

Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten.

Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. <i>Leaching of phosphorus from soils.</i>

Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of fertilizing for increased protein. Evaluate the environment.</i>

Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark. |
| 22 | 1987 | Arne Gustafson. Water Discharge and Leaching of Nitrate. |
| 23 | 1987 | Lars Bergström. Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil |
| 24 | 1987 | Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. <i>Catch crop after harvest.</i>

Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching of nutrients from arable land in the Nybroån river basin</i>

Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with manure and fertilizer leach plant nutrients.</i>

Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare.

Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödsblad åker.

Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödsblad åker. |

- | Nr | År | Författare och titel. <i>Author and title.</i> |
|----|------|--|
| 25 | 1987 | Nils Brink och Klaas van der Meulen. Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön.

Nils Brink. <i>Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.</i>

Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. <i>Water Quality and agriculture in the area of Lake Ringsjön.</i>

Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. <i>Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.</i>

Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. <i>Nutrient fluxes from arable land.</i> |
| 26 | 1988 | Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. <i>Bulk deposition of trace elements in precipitation.</i>

Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. <i>Removal of trace elements from arable land by leaching.</i>

Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. <i>Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.</i>

Gustafson, A. & Torstensson, G Växtnäringsläckage efter vallbrott.

Ellström, S. Avrinning och växtnäringstransport från åkermark. |
| 27 | 1990 | Lisbet Lewan. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringsämnen. <i>Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.</i>

Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. <i>Undersown catch crops - effects on leaching of nitrogen.</i>

Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät på åkermark. <i>Discharge and nutrient losses from arable land.</i> |
| 28 | 1992 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Lindén, och Gustav Skyggesson. Mineralkvävedynamik och växt näringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödslade odlingsystem i södra Halland. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure.</i> |
| 29 | 1992 | Barbro Ulén. Närsaltsförluster från mindre avrinningsområden inom jordbrukets recipientkontroll i Sverige. <i>Nutrient losses from small catchment areas in the recipient control of agriculture in Sweden.</i>

Markus Hoffman. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät agrohydrologiska året 90/91 samt långtidsöversikt för 1977/90. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1990/91 and review of the years 1977/90</i>

Markus Hoffman. Odlingsåtgärder och vattenkvalitet - en studie på sju fält i Malmöhus län. <i>Cultivation practices and water quality - a study on seven fields in Malmöhus county.</i> |
| 30 | 1993 | Börje Lindén, Arne Gustafson, Gunnar Torstensson och Erik Ekre. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödslade odlingsystem. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure, and with or without ryegrass catchcrop.</i> |
| 31 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson och Börje Lindén. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. <i>Leaching of nitrogen from sandy soil - counter measures with new technique.</i> |
| 32 | 1993 | Markus Hoffman och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1991/92 samt långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1991/92 and a long term review.</i> |
| 33 | 1993 | Börje Lindén, Helena Aronsson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingsystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. <i>Catch crops, direct drilling and split nitrogen fertilization - studies of nitrogen turnover and leaching in crop production systems on a clay soil in Västergötland.</i> |
| 34 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Helena Aronsson och Artur Granstedt. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning. Ecological Agriculture - Leaching risks and Nitrogen Turnover. <i>Ecological agriculture - leaching risks and nitrogen turnover.</i> |
| 35 | 1993 | Erik Kellner. Årstidsbunden kvävebelastning och denitrifikation i dammar - en enkel modellansats. <i>Seasonal nitrogen fluxes and denitrification in ponds - simple model approach</i> |

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
36	1995	Markus Hoffmann och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnärlingsförluster från JRK:s stationsnät för det agrohydrologiska året 1992/93 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1992/93 and a long term review.</i>
37	1995	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växtnärlingsförluster till vatten från ett jordbruksområde på Gotland 1989/94.
38	1995	Katarina Kyllmar, Göran Johansson och Markus Hoffmann. Avrinning och växtnärlingsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1993/94 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1993/94 and a long term review.</i>
39	1996	Holger Johnsson och Markus Hoffmann. Normalutlakning av kväve från svensk åkermark 1985 och 1994.
40	1996	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark (JRK). Avrinning och växtnärlingsförluster för det agrohydrologiska året 1994/95.
41	1997	Bo Wejfeldt och Arne Gustafson. Utesuggor och kväveutlakning. Resultat från ett fältförsök i Halland.
42	1997	Katinka Hessel, Jenny Kreuger och Barbro Ulén. Kartläggning av bekämpningsmedelsrester i yt-, grund- och regnvatten i Sverige 1985-95. Resultat från monitoring och riktad provtagning.
43	1997	Göran Johansson och Katarina Kyllmar. Observationsfält på åkermark. Avrinning och växtnärlingsförluster för det agrohydrologiska året 1994/95 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1994/95 and a long term review.</i>
44	1998	Katarina Kyllmar och Holger Johansson. Växtnärlingsförluster till vatten i Typområden på jordbruksmark (JRK) 1984-1995.
45	1998	Kristina Mårtensson och Katarina Kyllmar. Växtnärlingsförluster till vatten från fyra jordbruksområden i Västra Götalands län 1993-97. Utvärdering av mätningar och inventeringar utförda inom miljöövervakningsprogrammet "Typområden på jordbruksmark" i Järnsbäckens, Öxnevallabäckens, Vikensbäckens och Forshällaåns avrinningsområden.
46	1998	Katinka Hessel, Helena Aronsson, Börje Lindén, Maria Stenberg, Tomas Rydberg och Arne Gustafson. Höstgrödor – Fånggrödor – Utlakning. Kvävedynamik och kväveutlakning på en moränlättilera i Skåne.
47	1998	Mårtensson Kristina och Katarina Kyllmar. Växtnärlingsförluster till vatten från två jordbruksområden i Örebro län 1994-1997
48	1998	Kyllmar Katarina och Holger Johnsson. Typområden på jordbruksmark (JRK) Avrinning och växtnärlingsförluster för det agrohydrologiska året 1995/96.
49	1999	Johansson Göran, Kyllmar Katarina och Johnsson Holger. Observationsfält på åkermark. Avrinning och växtnärlingsförluster för det agrohydrologiska året 1995/96 samt en långtidsöversikt.
50	1999	Hessel Tjell Katinka, Aronsson Helena, Torstensson Gunnar, Gustafson Arne, Linden Börje, Stenberg Maria och Rydberg Tomas. Mineralkvävedynamik i handels- stallgödslande odlingsystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1990-1998.
51	1999	Lindén Börje, Engström Lena, Aronsson Helena, Hessel Tjell Katinka, Gustafson Arne, Stenberg Maria, Rydberg Tomas. Kväveminerisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland. Inverkan av jordbearbetningstider, flygödseltillförsel och insådd fånggröda.

Distribution:

Pris: 50:- (exkl. moms)

Avdelningen för vattenvårdslära
Box 7072
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel. 018-67 24 60
