

# Funn av plantevernmidler i sigevann fra avfallsdeponier for kommunalt avfall

Av Ketil Haarstad, Trond Mæhlum og Terje Haraldsen

Ketil Haarstad og Trond Mæhlum er seniorforskere ved Jordforsk og Terje Haraldsen er faggrupeleder økotoksikologi i Mattilsynet i Ås

## Sammendrag

Artikkelen beskriver funn av plantevernmidler som er påvist i sigevannet fra fire deponier med kommunalt avfall. Deponiene ligger i Akershus og har mottatt blandet husholdnings- og næringsavfall siden 1960 og 70-tallet. Det var i hovedsak vannløselige ugrasmidler som ble påvist. Konsentrasjonene varierer fra deteksjonsgrensen for de ulike midlene (generelt 0,02 µg/l) til 231 µg/l. Målingene viser at konsentrasjonen av stoffene reduseres med økt sigevannsmengde, dvs. at fortynningen overstiger eventuelt økt utvasking. Unntaket er for stoffene MCPA, 2,4-D og en del stoffer som kun foreligger som enkelt-påvisninger. Stoffkonsentrasjonene som ble målt oversteg ikke generelle giftighetsgrenser. Resultatene viser likevel at det har foregått deponering av plantevernmidler sammen med kommunalt avfall. Det er ikke klart hva som er kildene til denne deponeringen. Det kan være rester som stammer fra plantevernmiddelemballasje og ulovlig deponering av plantevernmiddelester eller gamle

preparater fra landbruket. For å få en bedre oversikt om plantevernmidler i sigevann utgjør et reelt miljøproblem anbefales at flere deponier analyserer plantevernmidler som en del av miljøovervåkingen (screeninganalyser) og at det analyseres for flere stoffer. Det bør videre være en gjennomgang av tiltakene som skal hindre at plantevernmidler deponeres sammen med kommunalt avfall.

## Innledning

Plantevernmidler er stoff som skal verne mot eller hemme skadegjørere som skadedyr, sopp og ugras som skader levende planter, plantedeler og såvare. Til plantevernmidler regnes også stoff eller preparat som brukes til vekstregulering og risdreping. Et plantevernmiddel består av et eller flere virksomme stoffer samt tilsetningsstoffer. Tap av plantevernmidler til miljøet er uønsket pga. en rekke mulige skadelige effekter både i vannforekomster og i næringskjeden forøvrig. 118 virksomme kjemiske stoffer ble omsatt som plantevernmidler i Norge i 2002 (Mattilsynet,

2004), et lite antall i forhold til enkelte land i EU som bruker opptil 500 ulike stoffer. Landbruket er den største aktøren i plantevernmiddelemarkedet. Plantevernmidler brukes dessuten ved sprøyting av veg, jernbane, industriområder, private hager, parker og golfbaner. Det totale salget ligger på ca. 700 tonn aktivstoffer i året, en nedgang fra ca. 1400 tonn på midten av 80-tallet.

Det gjennomføres en omfattende overvåking og rapportering av utslipp av plantevernmidler innen landbruket (Ludvigsen 2003). Forekomst av plantevernmidler i avrenning påvirket av landbruk varierer mye. De mest vanlige påviste stoffer er ugrasmidler som fenoksisyrer og bentazon. Konsentrasjonene varierer etter forbruk og miljøforhold.

Plantevernmidler skal behandles som farlig avfall og er ikke tillatt å kaste på kommunale avfallsfyllinger. Ifølge Öman et al. (2000) er stoffene 2,4-D, MCPA, mekoprop, 2,4,5-T og 2,4-DP funnet i sigevann i Sverige. Konsentrasjonene varierte fra 1 til 50 µg/liter. I sigevannsediment ble det funnet heksaklorbensen, DDD og DDE på nivå nær nedre bestemmelsegrense på 0,001 mg/kg tørrstoff. Undersøkelser av sigevann i Storbri-

tannia viste forekomst av ugressmidlene mekoprop og isoproturon med maksimal konsentrasjon i størrelse 200-300 µg/liter (Robinson, 1995).

Jordforsk har samlet inn og analysert sigevann gjennom en årrekke. I denne artikkelen presenteres de analyser som foreligger av plantevernmidler i sigevann fra et utvalg av kommunale avfallsdeponier i Akershus. Overvåking av utslipp av plantevernmidler fra avfallsdeponier er så langt forfatterne kjenner til hittil ikke tidligere blitt publisert i Norge.

## Materiale og metoder

Sigevannsprøver er samlet inn gjennom ordinære overvåkingsprogram fra 4 avfallsdeponier: Bølstad i Ås, Esva i Nes i Romerike, Teigen i Nesodden kommune, og Spillhaug i Aurskog-Hørland kommune, alle i Akershus fylke. Lokalitetene er beskrevet i tabell 1 og sigevannets mengde og kjemisk kvalitet i tabell 2. Prøvene ble tatt som stikkprøver som del av det utvidete analyseprogrammet og som del av FoU-prosjekter på Jordforsk. Prøvene ble lagret nedkjølte på mørke glassflasker og fraktet til laboratoriet så hurtig som mulig.

Tabell 1. Beskrivelse av prøvetakingslokalitetene.

Deponi Nr.	Lokalitet	Avfallsmengde t/år (siste driftsår)	Volum avfall 1000 m <sup>3</sup>	Deponiareal dekar	Etablert-avsluttet
1	Bølstad	8 000	200	60	1972-1997
2	Esva	50 000	500	180	1962-
3	Teigen	5 000	180	36	1973-1995
4	Spillhaug	10 000	130	56	1973-

Tabell 2. Beskrivelse av sigevannskvaliteten ved lokalitetene i tabell 1. Gjennomsnittsverdier av årsgjennomsnitt i prøveperiodene.

Deponi Nr.	Vannmengde m <sup>3</sup> /dag	pH	El.kond. mS/m	KOF mg/l	Tot-N mg/l	Fe mg/l	Maks.VOC µg/l
1	100	7,6	237	318	54	30	9 (fenoler)
2	130	7,3	523	1688	210	37	599 (fenoler)
3	80	7,3	173	138	52	15	4,4 (fenoler)
4	120	6,8	187	215	54	46	71 (BTEX)

\* El. kond.=elektrisk ledningsevne, KOF=kjemisk oksygenforbrukende stoffer, Maks. VOC= største konsentrasjon av organiske miljøgifter av andre stoffer enn plantevernmidler.

Tabell 1 og 2 viser store forskjeller mellom størrelse på deponiene og sigevannets kjemiske sammensetning basert på gjennomsnittsverdier. Det er også store variasjoner i avrenningsmengder og kjemisk sammensetning innen det enkelte år og mellom år avhengig av årstid og deponiets nedbrytningsfaser.

Plantevernmidler inndeles i ugras-, sopp- og insektsmidler. I tillegg kommer stråforkortere, beisemidler foruten en rekke nedbrytningsprodukter som også kan være giftige og motstandsdyktige mot nedbrytning (persistente). Plantevernmidler kan beskrives ved deres fysiske, kjemiske og biologiske egenskaper. De vanligste er stoffenes binding til partikler, med eller uten spesifisering av innhold av organisk stoff, vannløselighet, fettløslighet, halveringstid i ulike miljøer eller under ulike miljøfaktorer, og giftighet (tabell 4).

Sigevannsprøvene er analysert med multimetodene M03 og/eller M15 ved Pesticidlaboratoriet Planteforsk, beskrevet i Holen og Christiansen (2001) og Holen og Svensen (1994). En oversikt over analyserte stoffer er gitt i vedlegg 1. Analysene omfatter kun en andel (mindre enn 50 %) av de stoffer som har vært tillatt brukt i Norge. Utvalget er både analytisk basert og ut ifra en antagelse av hvilke stoffer som er mest kritiske mhp. utslipp og effekter.

## Resultater og diskusjon

Det ble tatt i alt 20 prøver av sigevann som ble analysert for plantevernmidler. Det er gjort funn av 7 ugrasmidler, 3 soppmidler og ett insektsmiddel. Konsentrasjonene der funn ble påvist varierte fra 0,02 til 231 µg/l. Fordelingen av funn pr. lokalitet og plantevernmiddel er vist i tabell 3.

Tabell 3. Funn av plantevernmidler på de fire undersøkte lokalitetene i tabell 1 ( $\mu\text{g/l}$ )\*.

Stoff	Deponi 1		Deponi 2		Deponi 3		Deponi 4	
	Ant.	Kons.	Ant.	Kons.	Ant.	Kons.	Ant.	Kons.
2,4-D	2	0,05-0,08	4	0,04-2,9	0		0	
bentazon	6	0,41-1,60	5	0,56-5,9	5	0,41-1,0	4	0,18-1,00
diklorprop	5	0,10-0,40	5	1,8-13	4	0,14-0,24	4	0,04-1,10
fenpropimorf	1	0,04	0		0		0	
klopyralid	0		1	0,39	0		0	
klorfenvinfos	0		0		2	0,14-1,10	0	
MCPA	2	1,50	5	0,04-0,94	1	0,04	0	
mekoprop	6	0,02-1,40	5	1,0-9,7	5	4,1-230	4	0,03-1,5
tiabendazol	0		1	0,40	0		0	

\* Ant. = antall funn. Kons. = konsentrasjon av funn.

Ugrasmidler utgjør hovedandelen av påviste plantevernmidler, i gjennomsnitt 72 %, men andelen varierer mellom 28 % til 100 %, basert på konsentrasjoner.

En gruppering av data i sommer- og vintersesongen viser EMBED-EMBEDen svak tendens til økte konsentrasjoner i vinterhalvåret (oktober-april), men forskjellen er så liten at det ikke er grunnlag for å si at prøvetaking bør skje i denne perioden. Prøvetaking bør heller være sikket mot utvaskingsepisoder lokalt.

Viktige egenskaper, maksimal konsentrasjon og giftighet av påviste plantevernmidler er vist i tabell 4. Moderne plantevernmidler bindes og brytes ned i miljøet i større grad enn tidligere godkjente stoffer pga. prosesser som sedimentering, binding til partikler, opptak og binding til organismer, biologisk nedbrytning, spredning og fortykning, fotonedbrytning og fordampning. Hastigheten til disse prosessene varierer imidlertid mye avhengig av en rekke miljøfaktorer i

nedbørfeltet. Plantevernmidler benyttet i jordbruket har generelt lav løselighet i vann. Fenoksisyrer er en gruppe delvis klorerte plantevernmidler som er vannløselige i form av salter. Mange plantevernmidler kan opptre som svake syrer eller baser hvor vannløseligheten er avhengig av pH. Det er imidlertid viktig å være klar over at standardiserte tester for å måle stoffenes egenskaper ikke nødvendigvis dekker de miljøfaktorer stoffene utsettes for lokalt.

Plantevernmidlers skadeeffekter beskrives ved deres giftighet for ulike arter, nedbrytningsegenskaper og bioakkumulering. Stoffe som er persistente og bioakkumulering og samtidig farlige for miljøet er spesielt uønskede. Ifølge Wilson og Packman (2004) defineres såkalte persistente organiske miljøgifter (Pops) bla. ut ifra deres evne til å bindes til fett ( $\log K_{ow}$ -verdi > 5), nedbrytningshastighet (> 2 mnd. i vann, > 6 mnd. i sediment) og bioakkumulering (BAF > 5000).

Tabell 4. Egenskaper, maks. konsentrasjon og giftighet av påviste plantevernmidleri tabell 3.

Parameter	Type middel	Omset- ning	log K <sub>ow</sub>	Anaerob nedbrytn- ing #			DT50	Vannløsl. mg/l	Maks. kons µg/l	Giftighet i vann EC <sub>50</sub> og/eller NOEC*
				K <sub>oc</sub>	ing #	ing #				
Enhet		kg/år		ml/g		dager			µg/l	
2,4-D	U	0	2,70	60		7	311	2,90	58	
bentazon	U	6350	0,77	42	ingen	29	570	5,90	5 400	
dikloroprop	U	0	1,77	34		23	350	13,00	4 100	
MCPA	U	72591	2,75	98	ingen	24	825	1,50	1 400	
mekoprop	U	20106	1,29	25	ingen	13	1000	230	5100	
				110						
tiabendazol	S	384	2,4	0	lav	500-1800	30	0,40	24* (NOEC)	
klopyralid	U	1646	-0,2	4	lav	65	143 000	0,39	6 900	
klorfenvinfos	I	1890	3,85	319	middels	63	121	1,10	0,25	
				438						
fenpropimorf	S	39812	2,60	0		17	4	0,04	170	

K<sub>ow</sub>=fordelingskoeffisient oktanol-vann (fettløselighet), K<sub>oc</sub>=fordelingskoeffisient organisk stoff, DT<sub>50</sub>=halveringstid, Vannløsl.=vannløselighet (dersom variabel gir verdi ved pH=ca. 7), Type: U=ugrasmiddel, S=soppmiddel, I=insektmiddel, Maks. C= største påviste konsentrasjon. #Angir om stoffet brytes ned under anaerobe forhold. Data om egenskaper er hentet fra Mattilsynets stoffarkiv (2004).

De stoffene som påvises i høyeste konsentrasjoner er alle ugrasmidler av type fenoksytyrer, med relativt høy vannløselighet (tabell 4). Mekoprop skiller seg ut med funn i svært høye konsentrasjoner. Dette er bekreftet i studier fra England (Robinson, 1995). I et avfallsdeponi vil alt oksygen i vannfasen være oppbrukt pga. nedbrytning av organisk stoff. Samtidig foreligger store mengder nedbrutt organisk materiale som humus, samt en stor mengde utfelte metallforbindelser som gir gode bindingsforhold. Eventuell nedbrytning av stoffene vil skje anaerobt. Det er derfor grunn til å anta at de stoffene som er påvist i liten grad nedbrytes anaerobt, noe som bekreftes av tabell 4.

Klorfenvinfos skiller seg ut som svært giftig, i tillegg til at det er relativt persistent og moderat mobilt. Klorfenvinfos finnes i konsentrasjoner over det som kan gi effekter i miljøet. Ingen av de andre finnes i konsentrasjoner som er høye nok til at det er sannsynlig at de kan gi effekter i miljøet. Tiabendazol har så lang halveringstid at det kan betraktes som særdeles persistent. Det er imidlertid kun påvist i lave konsentrasjoner. Det er interessant at det er mange av samme plantevernmidlene som blir funnet i JOVA-programmet (Ludviksen 2003) og at konsentrasjonene generelt er høyere enn i avrenning fra landbruket.

I denne undersøkelsen var det i

hovedsak vannløselige ugrasmidler som ble påvist i sigevannsprøver. Konsentrasjonene varierte fra deteksjonsgrensen for de ulike midlene (generelt 0,02 µg/l) til 231 µg/l. Målingene viste at konsentrasjonen av stoffene ble redusert med økt sigevannsmengde, dvs. at fortynningen overstiger eventuelt økt utvasking. Unntaket var for stoffene MCPA, 2,4-D og endel stoffer som kun foreligger som enkelt-påvisninger.

De påviste konsentrasjonene oversteg generelt ikke grenser for giftighet (vist i tabell 4), unntaket er insektsmidlet klorfenvinfos. Resultatene viser likevel at det har foregått deponering av plantevernmidler sammen med kommunalt avfall.

## Konklusjoner

Plantevernmidler kan slippes ut i miljøet fra alle ledd i forbrukskjeden, både ved håndtering, salg og transport, forbruk og avfallshåndtering. Det har vært gjennomført kampanjer for å sikre betryggende håndtering av pesticidrester, men det er ukjent hvor stor andel av stoffene som får manglende sluttbehandling. Det finnes imidlertid stoffer som var unntatt disse bestemmelsene, bla. DDT som ble tillatt gravd ned lokalt. Målingene i denne undersøkelsen viste at konsentrasjonen av plantevernmidler i sigevann kan være høy og overstiger normale verdier for konsentrert avrenning fra landbruket. Ved ukontrollerte utslipp til grunnvannet hvor det er konflikter med andre brukerinteresser og drikkevannsbrønner kan det oppstå foru-

rensning som overstiger anbefalte verdier.

Det er ikke klart hva som er kildene til denne deponeringen. Det er lite trolig at plantevernmidler omsatt til private utgjør en viktig kilde til utslipp til sigevann pga. lav andel av de analyserte midlene. Det kan være rester som stammer fra plantevernmiddelemballasje og ulovlig deponering av plantevernmiddelrester eller gamle preparater benyttet i landbruket. For å få en bedre oversikt om plantevernmidler i sigevann utgjør et miljøproblem anbefaler vi at det tas flere analyser av plantevernmidler i forbindelse med miljøovervåkingen (screeninganalyser) av flere deponier og at det analyseres for flere stoffer, som f. eks. glyfosat og lavdosemiddel som tribenuronmetyl. Det bør videre være en ny gjennomgang av tiltakene som skal hindre at plantevernmidler deponeres sammen med kommunalt avfall.

## Referanser

Holen, B. og Christiansen, A. 2001. Handbook of analytical methods for pesticide residues. The Norwegian Crop Research Institute. Ås, Norway.

Holen, B. og Svensen, A. 1994. Analysis of pesticides in water by gas chromatography, Norwegian Journal of Agricultural Sciences, No. 13, 211-212.

Ludviksen., G.H. 2003. Bruk av JOVA – Jord og vannovervåking i landbruket til rapportering. VANN 3/03:278-285.

Mattilsynet, 2004. [http://landbrukstil-synet.mattilsynet.no/dokument.cfm?m\\_id=87&d\\_id=1581](http://landbrukstil-synet.mattilsynet.no/dokument.cfm?m_id=87&d_id=1581)

Robinson, H. 1995. A Review of Landfill Leachate Composition. Aspinwall and Company. Ref. DE0918A/FR1, Department of Environment, Wastes Technical Division, 2 Marsham St., London, SW1P 3EB.

Wilson, S.J. og Packman, G. 2004. AMAP Assessment 2002: Persistent organic pollutants in the artic. Artic monitoring programme, Nørhaven Book, Agerlandsvej 5, DK-3480 Fredriksborg, Danmark, 306 s.

Öman C., Malmberg, M. og Wolf-Watz, C. 2000. Utveckling av metoder för karakterisering av lakvatten från avfallsupplag - Slutrapport. RVF-rapport 00:3, Stockholm. 147 s.

## Vedlegg 1

*Oversikt over analyserte plantevernmidler basert på mulitmetodene M03 og/eller M15 ved Pesticidlaboratoriet Planteforsk.*

Plantevernmiddel	Type	Plantevernmiddel	Type	Plantevernmiddel	Type
2,4-D	h	fenitrotion	i	MCPA	u
2,6-diklorbenzamid	m	fention	s	mekoprop	u
aklonifen	u	fenpropimorf	s	metalaksyl	s
atrazin	u	fenvalerat	i	metamitron	u
atrazin-desetyl	m	flamprop	u	metribuzin	u
atrazin-desisopropyl	m	fluazinam	s	penkonazol	s
azinfosmetyl	i	fluroksypyr	u	permetrin	i
bentazon	u	glyfosat	u	pirimikarb	i
alfa-cypermetrin	i	ioksynil	u	prokloaz	s
DDT	i	iprodion	s	propaklor	u
diazinon	i	isoproturon	u	propikonazol	s
dikamba	u	klorfenvinphos	i	pyrimetamil	s
diklobenil	u	klopyralid	u	simazin	u
dikloroprop	u	klorprofam	u	tebukonazol	s
dimetoat	i	l-cyhalotrin	i	terbutylazin	u
endosulfan	i	lindan	i	tiabendazol	s
esfenvalerat	i	linuron	u	vinklozolin	s

Type plantevernmiddel: u=ugras-, i=insekts-, s=sopp-, m=metalbolitt  
Stoffene har nedre bestemmelsesgrense 0,01 til 0,1 mikrogram/liter.