

Kan pesticider fjernes i fangdammer?

Av Bent C. Braskerud og Ketil Haarstad

Bent C. Braskerud og Ketil Haarstad er forskere ved Jordforsk

Sammendrag

Det er utført forsøk med utvasking og tilbakeholdelse av utvalgte pesticider fra et nedørfelt til en fangdam på Jæren. Midlene som ble brukt i forsøket var 4 ugrasmidler og 3 soppmidler. Undersøkelsen viser at høye konsentrasjoner kan opptre i avrenningsvannet relativt kort tid etter første sprøyting. Konsentrasjonene falt deretter til under deteksjonsgrensen i juli, men økte igjen i august i forbindelse med nedbør. Mellom 0.2 til 7 prosent av sprøytet mengde ble vasket ut av nedbørsfeltet og gjenfunnet i bekken. Fangdammen gav imidlertid en tilbakeholdelse på 27 til 67 prosent av utvaskede pesticider. Fangdammen reduserte toppkonsentrasjonene i bekken i betydelig grad, og kan derfor virke som en buffer som beskytter livet i jordbruksdominerte bekker.

Innledning

Rester av plantevernmidler som brukes i nedbørfeltene kan ofte gjenfinnes i bekker. I bekker og elver i Norge er det gjort funn av pesticider i 63 % av prøvene og det er påvist 36 forskjellige pesticider (Ludvigsen, 2001; Haarstad, 1996). I overflatenært

grunnvann i utsatte områder er det påvist tilsammen 12 pesticider i 85 % av prøvene. Dette fremkommer i rapport av 5 års undersøkelser i "Program for jordsmonnsobservasjon" (JOVÅ).

Fjerning av pesticider i elver og bekker er bla. knyttet til sedimentasjon av partikler, opptak i eller adsorpsjon til organismer og annen biologisk nedbryting, foruten diffusjon og fortynning i vannvolumet (Itagaki et al., 2000, Brucher & Bergström, 1997, Edell & Morrison, 1997). Det er imidlertid kjent at en rekke plantevernmidler, feks. bentazon, atrazin og lindan, er motstandsdyktige mot biologisk nedbrytning, bla. fordi de har en komplisert struktur som ofte kan være fremmed for den naturlige bakteriologiske flora (Rugge et al., 2000; van der Meer, 2000). Fjerning av vanskelige stoffer som feks. atrazin fra vann er imidlertid rapportert (Katz et al., 2000).

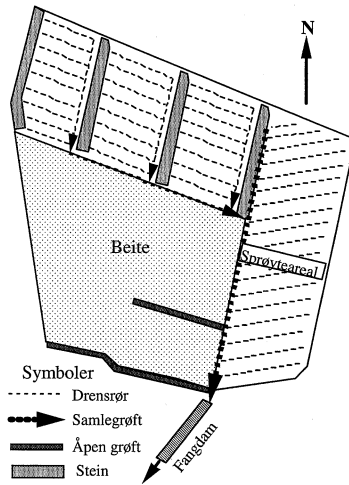
Her presenteres første års resultater fra et fireårig forsøk som skal simulere tap av pesticider fra et fulldyrka grønnsaksareal og mulig rensing gjennom fangdammer. En fangdam er en konstruert våtmark som vanligvis anlegges i bekken. Prosjektet er en del av et større prosjekt som ser på en rekke tiltak mot avrenning av plantevernmidler, ved hjelp av ulike filtermedier, vegetasjons-

soner og fangdammer. Prosjektet er støttet av *Styret for forskningsmidler over Jordbruksavtalen*, og administreres av Norges forskningsråd.

Metoder og lokalitetsbeskrivelse

Forsøket er utført ved fangdammen Grautholen i Time kommune, Roga-

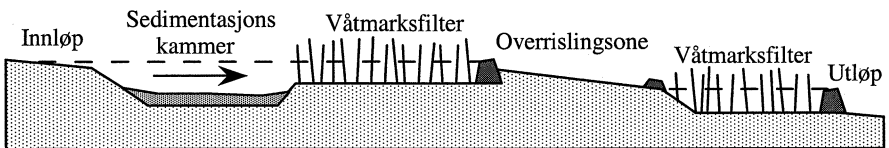
land. Fangdammen ligger i et nedbørfelt på 0,22 km² (220 dekar) som består av 99 % dyrka mark. Det dyrkes gras på hele arealet. Jorda inneholder omlag seks prosent leire og fra seks til 27 prosent organisk stoff (Braskerud, 2000). Laveste og høyeste punkt ligger på henholdsvis 100 og 150 m.o.h.



Figur 1. Skisse av nedbørfelt, drenering, fangdam og areal som ble sprøytet med svy plantevernmidler; Sprøyteareal, sted der pesticidene ble dosert ut.

Bekken i nedbørfeltet er lukket, og utløpet leder rett ut i fangdammen (figur 1 og 2). Fangdammen ble anlagt i 1993, og er fullstendig vegetasjonsdekket. Overflatearealet til fangdammen er 830 m², eller 0,4 % av

nedbørfeltet. Det tas ut volumproporsjonale blandprøver ved inn- og utløp. Prøvetakeren styres av en logger som måler vannføringen kontinuerlig over et V-spor i utløpet. Nedbøren måles også i feltet.



Figur 2. Prinsippskisse av fangdammen Grautholen. Dybden varierte fra 0 til 0.5 m.

Forsøket ble gjennomført ved at midlene ble sprøytet ut enkeltvis for å unngå felling i åkersprøyta. Traktoren kjørte frem og tilbake ca 6 ganger pr. middel. Det ble brukt 1600 liter hvorav 600 liter ble brukt til sprøyting og 1000 liter til vasking av utstyr. Midlene ble sprøytet over ca. ett dekar (1000 m²), som var pløyd for å etterligne produksjon av grønnsaker (figur 1). Mengdene tilsvarte imidlertid et sprøytet areal på mellom 7 til 30 dekar (Planteforsk, 1999).

De midler som er brukt er gitt i tabell 1. Dette er midler som er mye brukt. *Metamitron* inngår i en liste som anbefales analysert av svenske myndigheter i forbindelse med drikkevannskilder (Naturvardsverket, 1999). Pesticidanalysene er foretatt ved Planteforsk-Pesticidlaboratnet i Ås, etter akkreditert metode M03 (Holen og Svensen, 1994).

Tabell 1. Beskrivelse av midler og tilsetning. Sprøytedato 26 mai 2000. Tilt top også 17 juni*

Midde	Stoff	Type	Midde	Aktivstoff	Dose A	Dose R	Kultur	MFI
			kg	kg	g-ml/da	g-ml/da		µg/l
Ramrod	propaklor	ugras	3,3	1,6	1560	240-630	L	0,29
Sencor	metribuzin	ugras	0,5	0,4	353	40	P	0,22
Afalon	linuron	ugras	2,0	0,9	900	40-59	K, P, G, S	0,07
Goltix	metamitron	ugras	4,0	2,8	2800	280-770	GR, B, J	1,1
Tilt top	propikonazol+	sopp	6,0	0,8	750	13	K, P, G, S	0,02
	fenpropimorf	sopp	6,0	2,3	2250	37	K	1,7
Ridomil	metalaksyl	sopp	12,0	2,9	2880	60-1700	PE, F, L	280

* Midde=mengde handelspreparat, Aktivstoff=mengde aktivstoff (kg). Dose M=dose handelspreparat, Dose A=dose aktivstoff, Dose R= anbefalt dose (g eller ml pr. dekar). Kultur: L=løk, P=potet, K=korn, G=gulrot, S=selleri, Gr=granplanter, B=beter, J=jordbær, PE=persille, F=frø. MFI=miljøfarlighetsindeksen.

Hydrologiske forhold

Avrenningen i tidsrommet undersøkelser ble foretatt utgjorde ca. 50 % av nedbøren (tabell 2). Det gir en daglig fordampning på 1,8 mm. På Planteforsk-Særheim, 7 km fra Grautholen, ble det

målt 176 mm fordampning fra et Thorsrud evaporimeter i samme periode. Det tilsvarer 1,7 mm/dag. Det "hydrologiske budsjettet" virker rimelig. Tabell 2 viser at avrenningen var stor i slutten av perioden, se også figur 3.

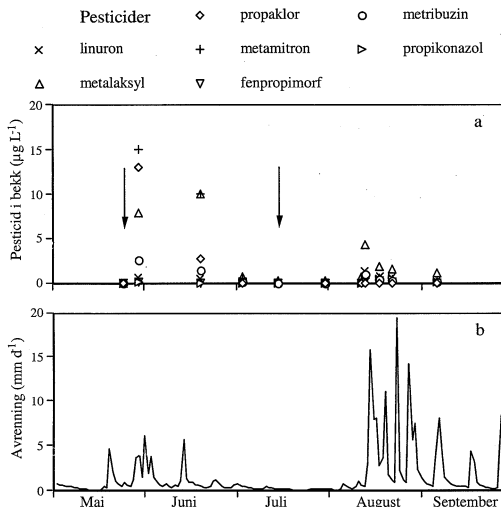
Tabell 2. Nedbør og avrenning pr. blandprøveperiode, samt gjennomsnittlig vannføring

Dato	Nedbør (mm)	Avrenning	
		(mm)	(l/s)
26/5-31/5	43	16	7,4
31/5-21/6	40	26	3,1
21/6-5/7	31	9	1,6
5/7-17/7	13	3	0,7
17/7-2/8	22	3	0,4
2/8-14/8	43	6	1,2
14/8-15/8	29	18	39,5
15/8-20/8	46	33	17,6
20/8-24/8	35	23	14,4
24/8-8/9	74	54	9,4
Sum	376	190	

Det kan ikke utelukkes at grunnvann kan ha trengt inn i overrislingssonen i fangdammen (figur 2), selv om det ikke er observert og arealene rundt er drenert. Dette har trolig hatt liten virkning på resultatet, fordi tilførslene gjennom bekken normalt vil overstige grunnvannstilsiget mange ganger. I den grad ledningsevnen kan indikere inntregning av grunnvann, har det vært minimalt; utløpskonsentrasjonene har ligget 1,4% lavere enn innløpet over forsøksperioden. Ledningsevnen har variert fra 16 mS/m ved flomvannføring til 31 mS/m ved lavvannføring. Det er helst i lavvannføringsperiodene grunnvannet kan ha betydning. I denne perioden var det imidlertid heller ingen forskjell i ledningsevne mellom inn- og utløp. I tillegg ble det registrert tap av pesticider fra anlegget ved lav vannføring. På denne bakgrunn er fangdammens renseevne sannsynligvis ikke blitt overvurdert.

Funn av pesticider i bekken

Figur 3 viser endringer i pesticidkonsentrasjoner over måleperioden, i forhold til sprøytetidspunkt 26. mai og 17. juni (kun propikonazol og fenpropimorf i siste sprøyting). I tillegg vises avrenningen. Figuren er ment å gi et helhetsbilde mere enn å beskrive forskjellen til konsentrasjoner i enkeltstoffer. Resultatet fra hver blandprøve er avmerket ved slutten av prøvetakingsperioden. Figur 3 viser dermed gjennomsnittlig pesticidkonsentrasjon fra forrige prøveuttak. Maksimal konsentrasjon er relativt høy, 15 µg/l metamitron rett etter sprøyting. Den høyeste verdien som er påvist i overflatevann i JOVÅ-programmet er 19 µg/l Propaklor hadde det samme nivået (Ludvigsen og Lode, 2001). Ingen av de doserte plantevernmidlene overskred konsentrasjoner funnet i JOVÅ-programmet. Tabell 1 gir også en oversikt over MFI-verdien for de ulike stoffene. Denne angir en grenseverdi for når midlene kan anses å kunne være skadelige i miljøet.

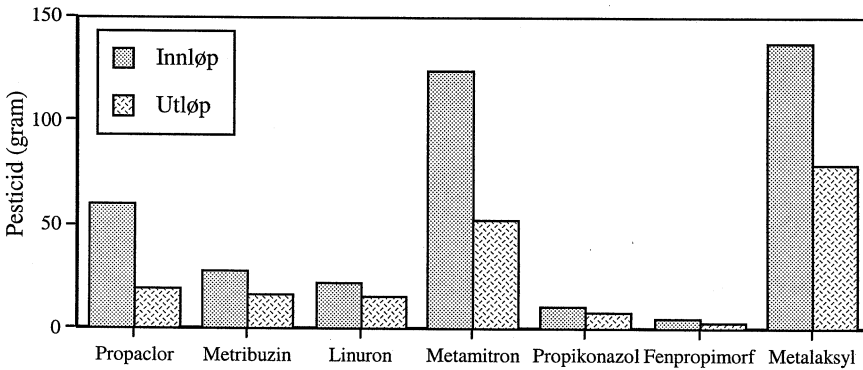


Figur 3. Pesticidkonsentrasjoner i fangdammens innløp i 2000 (a). Piler angir sprøytetidspunkt og (b) avrenning i døgnkontinuerlige verdier (mm pr. dag)

Det er kun fenpropimorf og metalaksyl som ikke overskrider MFI-verdien. Til tross for dette, har doseringen i gitt realistiske konsentrasjoner i bekken. Utover sommeren avtar konsentrasjonene, ofte til under deteksjonsgrensa i løpet av juli. Ny tilførsel av propikonazol og fenpropimorf i juli gav maksimum konsentrasjoner på henholdsvis 0,44 µg/l og 0,27 µg/l i august. Dette var en økning på 3,3 ganger i forhold til sprøytingen i mai. Konsentrasjonene økte også for de fleste andre pesticidene i august, pga. økt nedbør og utvasking.

Tilbakeholdelse i fangdammen

Forskjell i mengde middel som passerte inn- og utløpet av fangdammen kunne være betydelig (figur 4). Enkelte egenskaper ved pesticidene, funn i bekken i forhold til utsprøytet mengde, samt rensegrad etter passering gjennom fangdammen er gitt i tabell 3.



Figur 4. Mengde pesticid inn og ut av fangdam i forsøksperioden (26/5-8/9). Tilsatt mengde i nedørfeltet var 0.4 til 2.9 kg, se tabell 1.

Tilbakeholdelsen har jevnt over vært høy (tabell 3), tatt i betraktning at den hydrauliske belastningen var 0,5 m/døgn² over forsøksperioden, og hele 1,4 m/døgn under den høye vannføringen i august. Fjerningen av jordpartikler, fosfor og nitrogen var til sammenligning 45, 24 og 9 % i det samme tidsrommet.

Utvaskingen av tilført mengde aktivt stoff utgjør fra 0.2 prosent for fenpropimorf til hele syv prosent for metribuzin.

Tilbakeholdelsen var størst for de midler som ble funnet i størst mengde, dvs. propaklor, metamitron og metalaksyl (tabell 3). Siden tilbakeholdelsen av enkelte plantevernmidler er høyere enn for jordpartikler, kan dette være en indikasjon på at biologisk nedbryting foregår. Binding til sedimentet er også sannsynlig. K_d -verdier for sedimentet i Grautholen ble bestemt av Roseth m.fl. (2001). Stor K_d gir høy absorpsjon til filtermaterialet.

? Hydraulisk belastning er vannføring pr. fangdam-overflate eller $m^3 m^{-2} d^{-1}$, forkortet til $m d^{-1}$.

Tabell 3. Pesticidegenskaper (Tomlin, 1994), gjennomsnittlig tilbakeholdelse ($R^{\#}$) i fangdam og gjenfunn i bekken (F) i prosent av tilført mengde stoff:

Middel	Stoff	logK _d	Vannløs.	Fettløs.	R	F
			mg/l	log K _{ow} *	%	%
Ramrod	propaklor	1,71	613	2	67	3,8
Sencor	metribuzin	1,32	1	1,58	40	7,0
Afalon	linuron	2,67	81	3	30	2,5
Goltix	metamitron		2	0,83	58	4,4
Tilt top	propikonazol	3,24	100	3,12	27	1,3
"	fenpropimorf		8	1,75	36	0,2
Ridomil	metalaksyl	1,08	4	2,6	42	5,0

Log K_d, binding til sediment fra Grautholen målt i lab. (Roseth m.fl., 2001).

* K_{ow} = fordelingskoeffisient oktanol : vann.

R = reduksjon av pesticid i % av tilført (jamf. fig.4).

Det ble ikke undersøkt om tilbakeholdelsen faktisk skyldes nedbryting og/eller binding til partikler med påfølgende sedimentering. Stoffene med størst tilbakeholdelse var imidlertid de mest vannløslige. Det er derfor rimelig å anta at nedbryting utgjør en vesentlig prosess for disse stoffene. Roseth m. fl. (2001) fant god adsorpsjon av pesticider til sedimentet i Grautholen. Det skyldes trolig at det er rikt på organisk materiale (ca 30 % glødetap). Trolig kan pesticider bundet til sediment tapes seinere. Ved lavvannføring i juli, ble det funnet noe høyere konsentrasjoner i utløpet enn i innløpet. Forskjellene var imidlertid svært små og ofte utenfor usikkerheten til analysemetoden.

Opptil 56 g av de ulike pesticider ble tilført fangdammen pr. blandprøveepisode, men ingen episode ut av fangdammen utgjorde mere enn 20 g. Utløpskonsentrasjonen var alltid lavere enn 5 µg/l. Fangdammen bidro dermed til å redusere konsentrasjonstoppene i bekken. Fangdammer kan

virke som en buffer mot høye pesticidkonsentrasjoner i resipientene, på samme måte som de gjør for jordpartikler og fosfor (Braskerud, 1996 og 2000). Det kan være gunstig for plante- og dyrelivet i resipientene nedstrøms. Det gjenstår imidlertid å undersøke om dette gjelder for flere pesticider, og om fjerningen er varig. I tillegg gjenstår arbeid med å forstå virkningsmekanismene for tilbakeholdelsen bedre. Kunnskap om dette er nødvendig for å konstruere anlegg som, om mulig, kan gi høyere fjerning.

Takk

Vi vil takke Styret for forskningsmidler over Jordbruksavtalen og Norges forskningsråd for finansiering av undersøkelsen. I takker vi T. Kverneland for arbeidet i felt, T. Haraldsen, O. Lode, G.H. Ludvigsen og T. Røyneberg for innspill til forsøksoppsettet, og R. Roseth og N. Syversen for samarbeid under prosjektet. Takk rettes også til Pesticidlaboratoriet (Planteforsk) ved B. Holen og N. Svendsen.

Referanser

- Braskerud, B. 1996. Fangdammer, buffere ved ekstremavrenning? VANN, 2, 328-333.
- Braskerud, B.C. 2000. Fangdammer som tiltak mot landbruksforurensning VIII: Målt og beregnet tilbakeholdelse av fosfor og nitrogen. Jordforsk-rapport 92/00. Jordforsk, Frederik A. Dahls v. 20, 1432 Ås, 41 sider.
- Brücher, J. & Bergström, L. 1997. Temperature dependence of linuron sorption to three different agricultural soils. J. Environ. Qual., 26,1327-1335.
- Edell, Å., Morrison, G.M. 1997. Critical evaluation of pesticides in the aquatic environment and their removal from drinking water. Vatten, 53, 355-364.
- Itagaki, N., Nagafuchi, O., Takimoto, K., Okada, M. 2000. Fate of pesticides in a shallow reservoir. Water Science and Technology, 42, 7-8, 217-222.
- Haarstad, K. 1996. Funn av plantevernmidler i grunnvann i Norge og intemasjonalt. Vann, 1, 1 50-1 56.
- Holen, B. and Svensen, A. 1994. Analysis of pesticides in water by gas chromatography, Norwegian Journal of Agricultural Sciences, No. 13, 211-212.
- Katz, I., Dosoretz, C., Ruskoi, Y., Green, M. 2000. Simultaneous removal of nitrate and atrazin from groundwater. Water, Science and Technology, 41,4-5, 49-56.
- Ludvigsen, G., Lode, O. 2001. Jordsmønnsobservasjon i Norge. Pesticider 1999. Jordforsk-rapport 22/01. 46 s.
- Naturvårdsverket, 1999. Grundvatten. Bedømming av miløkvalitet. Rapport 4915. Naturvårdsverkets kundetjenest, 10648 Stocholm, 73 s.
- Planteforsk, 1999. Plantevern-kjemiske og biologiske midler 1998-2000. Planteforsk Plantevernem. Landbruksforlaget, 1432 Ås, 247 s.
- Roseth, R., Haarstad, K. og Engelstad, F. 2001. Risteforsøk - binding av plantevernmidler til jord og filtermaterialer. Jordforsk rapport 46/01. Jordforsk, Frederik A. Dahls v. 20, 1432 Ås.
- Rügge, K., Broholm, M. M., Tuxen, N., Tüchsen, P.L., Schouw, N.L., Christensen, T.G., Albrechtsen, H-J., Bjerg, P. L. 2000. Comparison of experimental methods for determining pesticide degradation: Batch experiments, column experiments, and field injection experiment. Proceedings of the International Conference on Groundwater Research, Copenhagen. A. A. Balkema, Rotterdam, NL.
- Tomlin, C. 1994. The pesticide manual. 10th Edition. Crop Protection Publications, 49 Downing Street, Farnham, Surrey GU9 7PH UK, 1341 pp.
- van der Meer, J. R. 2000. Ground Water Pollution - the Limits on Biodegradability. EAWAG News, 49e, December 2000. ETH, CH-8600 Duebendorf. 23-25.