

## 4.5 Tema: Pesticider

### Indledning

Dette afsnit behandler belastning og forekomst af pesticider i miljø og drikkevand. Først beskrives de tiltag, der for tiden gøres for at reducere forbruget i landbruget. Derefter følger en kort opgørelse af forbrug samt en indikator for miljøbelastning i form af den såkaldte behandlingshyppighed. Belastning af miljøets dyr og planter omkring markerne beskrives kort i afsnit 4. Det er nuværende tidspunkt svært på at sige noget om hvor meget pesticid, der blæser væk fra marken og måske belaster miljøet helt andre steder. Der foreligger resultater, der viser hvor meget pesticid, der kommer ud i vandløb, vandhuller og søer, hvilket vises i afsnit 5. Forurening af drikkevand med pesticider, optager mange mennesker og det er også her, der er de mest omfattende undersøgelser. Disse undersøgelser opsummeres i afsnit 6.

### Aktuelle tiltag til begrænsning af forbruget

Den danske strategi for reduktion af belastningen fra anvendelsen af pesticider gennem de sidste 15 år er hovedsageligt fastlagt i 6 pesticidhandlingsplaner. Den første pesticidhandlingsplan blev offentliggjort december 1986. Den blev i marts 2000 afløst af Pesticidhandlingsplan II, der blev udformet på baggrund af analyser iværksat af et udvalg med S. Bichel som formand, det såkaldte Bichel-udvalg.

Bichel-udvalget blev nedsat i 1997 for at vurdere de samlede konsekvenser af en afvikling af pesticidanvendelsen i jordbrugserhvervene. Udvalget skulle gennemføre en vurdering af de produktionsmæssige, økonomiske, juridiske, sundhedsmæssige og beskæftigelses- og miljømæssige konsekvenser ved en hel eller delvis afvikling af pesticidanvendelsen. Resultatet af arbejdet indgik i arbejdet med en ny pesticidhandlingsplan.

Bichel-udvalget anbefalede bl. a. en trestrengt strategi for nedsættelse af pesticidanvendelsen. Strategien indebærer en generel nedsættelse af pesticidanvendelsen, nedsættelse af eksponeringen af biotoper, samt øget omlægning til økologisk jordbrug. Spørgsmålet er så hvordan en sådan nedsættelse kan ske. Dette blev undersøgt i et efterfølgende projekt, der belyste mulighederne for at anvende afgifter for at kunne reducere den samlede pesticidanvendelse. Afgiften på pesticider skal hæves væsentligt for at sænke forbruget. Undersøgelsen viste også, at pesticid-kvoter kan bruges til at reducere forbruget. Der er dog nogen usikkerhed om de administrative omkostninger ved kvoteordninger, som bør undersøges før et sådant system etableres. Desuden er det nødvendigt med nøgle/måltal, som konkretiserer reduktionsmålene for den enkelte landmand, samt at øge landmændenes kendskab til metoder, der kan begrænse forbruget.

Bichel-udvalget anbefalede endvidere, at gartneri og frugtavl skulle inddrages i en kommende plan for reduktion af pesticider, men at der skulle foretages en yderligere vurdering af disse erhvervsgrøner før reduktionsmål blev fastlagt. Der forventes en rapport om dette i august 2001, hvorefter regeringen vil udarbejde en pesticidhandlingsplan for disse erhverv.

### *Pesticidhandlingsplan II.*

I indledningen til pesticidhandlingsplan II anføres, at Bichel-udvalgets analyse viser, at jordbruget stadigvæk har et forbrug af pesticider, der ligger over, hvad der er nødvendigt for en rentabel dyrkning. Regeringen ønsker derfor at nedsætte belastningen af miljøet og sundheden, bl.a. ved at fjerne overforbruget af pesticider.

Pesticidhandlingsplan II bygger på den trestrengede strategi, som blev anbefalet af Bichel-udvalget. Planen opstiller nogle mål, som fastsættes etapevis, således at der i Pesticidhand-

lignende Plan II er opstillet delmål til udgangen af år 2002. Herefter vil planen blive evalueret og nye mål vil blive opstillet for de næste 3 år.

Det første mål er, at behandlingshyppigheden på behandlede arealer bliver så lille som muligt. Delmålet er her en behandlingshyppighed på under 2,0 inden udgangen af år 2002. Behandlingshyppigheden er et udtryk for, hvor mange gange årligt landbrugsarealet i gennemsnit kan behandles med den solgte mængde pesticider under forudsætning af at de anvendes i de fastsatte normaldoseringer. (Se også nedenfor). Behandlingshyppigheden anvendes, da Bichel-udvalget vurderede, at det er den bedste indikator for miljøbelastningen.

Det andet mål er, at der skal ske en beskyttelse af visse områder, herunder at der indføres sprøjtefri randzoner langs målsatte vandløb og søer over 100 m<sup>2</sup>. Målet er, at der inden udgangen af år 2001 vil være udlagt 20.000 ha randzoner. Særlige pesticidfølsomme områder, fx. områder med stor risiko for pesticidforurening af grundvand, skal ligeledes beskyttes.

Det tredje mål er, at der i år 2003, som fastlagt i Vandmiljøplan II, vil være et samlet økologisk dyrket areal på 230.000 ha.

For at nå disse mål er der ved midler på finansloven for 1999 og 2000 finansieret en lang række initiativer, og Pesticidhandlingsplan II vil blive evalueret ved udgangen af år 2002. Dette vil omfatte en vurdering af, om de forskellige mål er nået, samt pesticidhandlingsplanens økonomiske konsekvenser og de iværksatte virkemidler. Evalueringen vil ligeledes indeholde forslag til nye mål og evt. reviderede virkemidler for den efterfølgende 3 års periode.

Regeringen vil herudover udarbejde årlige statusrapporter for fremdriften indenfor handlingsplanen. Den første statusrapport blev offentliggjort den 1. november 2000. Rapporten viste, at aktiviteterne under handlingsplanen stort set var igangsat. Det blev dog understreget, at resultaterne af disse aktiviteter først forventes at slå igennem med fuld styrke i de efterfølgende år.

### **Pesticidforbruget og behandlingshyppigheden på landsplan**

Hvert år udgiver Miljøstyrelsen en bekæmpelsesmiddelsstatistik, med en landsdækkende opgørelse over forbruget og miljøbelastningen af pesticider. Miljøbelastningen måles her gennem behandlingshyppigheden. Statistikken der ligger til grund for dette afsnit slutter ved 1999, men vil i den endelige udgave af rapporten blive opdateret med 2000-tal.

Mængden af pesticider til markanvendelse (aktivstoffer), der er solgt pr år fordelt på de forskellige hovedtyper af pesticider ses i tabel 4.5.1.

Tabel 4.5.1 Forbruget på landsplan af forskellige hovedgrupper, 1992-1999 (opdateres til 2000 i den endelige rapport).

Hovedgruppe	Mængde pr år (tons)							
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ukrudtsmidler	2824	2632	2685	3281	2915	2726	2619	1892
Stråforkorter	281	331	247	310	87	104	175	221
Svampemidler	1333	1033	892	1055	631	794	770	715
Insektmidler	128	107	95	163	36	51	55	46
i alt	4566	4103	3919	4809	3669	3675	3619	2874

Den forbrugte mængde af pesticider giver et overblik over forbruget, men siger ikke direkte noget om, hvor meget miljøet belastes. Der er meget stor forskel på hvor effektivt et pesticid er. Et simpelt og meningsfyldt mål for denne belastning er den såkaldte behandlingshyppig-

hed. Behandlingshyppigheden siger noget om, hvor mange gange et stykke landbrugsjord sprøjtes med den anbefalede dosering og beregnes ud fra landstal for salget af pesticider samt de anbefalede doseringer ( Tabel 4.5.2). Når behandlingshyppigheden for ukrudtsmidler i 1992 var 1,28, betyder det, at af en dansk landbrugsmark i gennemsnit blev sprøjtet 1,28 gange med et ukrudtsmiddel, hvis der hver gang blev brugt den anbefalede dosering. Dette tal dækker selvfølgelig over, at nogle marker blev sprøjtet mere end andre, og 1,28 er et estimeret gennemsnit af alle disse tusindvis af sprøjtninger.

Tabel 4.5.2. Behandlingshyppigheden for de forskellige hovedgrupper i de seneste år (opdateres til 2000 i den endelige rapport).

Hovedgruppe	Behandlingshyppighed							
	1992	1993	1994	1995	1996	1 997	1998	1999
Ukrudtsmidler	1,28	1,24	1,28	1,72	1,28	1,67	1,43	1,33
Stråforkorter	0,13	0,15	0,12	0,15	0,04	0,05	0,09	0,11
Svampemidler	0,71	0,57	0,53	0,58	0,38	0,47	0,51	0,59
Insektmidler	0,61	0,61	0,58	1,04	0,21	0,3	0,24	0,3
I alt	2,73	2,57	2,51	3,49	1,92	2,49	2,27	2,33

Effektive midler bliver anvendt i relativt små doseringer, mens mindre effektive midler bliver sprøjtet ud i større doser. En lille dosering, betyder at der ikke skal bruges ret meget stof, til at oversprøjtet en ha mark. Det betyder, at hver gang et kg effektivt pesticid sælges til landbruget vil det blive sprøjtet ud på et større areal og dermed bidrage mere til behandlingshyppigheden sammenlignet med brugen af et kg pesticid med højere dosering. Man kan derfor sige, at de mere effektive pesticider vægtes højere end de mindre effektive når behandlingshyppigheden regnes ud. Et effektivt pesticid er kendetegnet ved at relativt små mængder kan påvirke biologiske processer. Det betyder så at miljøet lettere påvirkes af et kg effektivt pesticid, sammenlignet med et kg mindre effektivt pesticid. Det er derfor muligt at se behandlingshyppigheden som et mål for miljøbelastningen, selvom det selvfølgelig er et meget simpelt mål for en meget kompleks miljøbelastning.

Hvis tabellerne 4.5.1 og 4.5.2 sammenlignes ses det, at forbruget generelt er gået lidt ned gennem årene, men at der ikke har været helt den samme nedgang i behandlingshyppigheden. Det skyldes, at der sprøjtes færre kg ud, men midlerne bliver også mere effektive. Det betyder at de som nævnt ovenfor vægtes mere i behandlingshyppigheden. Det er dog meget svært at se nogen klar tendens fra år til år, dels fordi behovet for pesticider kan svinge, dels fordi tallene bygger på salget af pesticider og ikke på "faktisk" forbrug. Som nævnt i afsnit 2 er målet en samlet behandlingshyppighed på 2,0 i år 2002. I år 1999 var behandlingshyppigheden 2,33, så Pesticidbehandlingsplan II skal altså nedbringe behandlingshyppigheden betydeligt gennem årene 2000 og 2001. Desuden ses det i Tabel 2 at der er ret store udsving i behandlingshyppigheden fra år til år, hvilket betyder, at det kan være svært at anvende et enkelt tal som målsætning. Hvis år 2002 fx bliver et år med lille behandlingshyppighed, pga. klimatiske og andre forhold, vil det være langt lettere at opfylde målsætningen om en behandlingshyppighed på 2,0. Omvendt vil der let kunne ligge store udfordringer i at overholde målsætningen, hvis år 2002 bliver et år, hvor klima og skadevolderangreb medfører behov for en relativ stor behandlingshyppighed.

De forskellige afgrøder behandles forskelligt med pesticider, så miljøbelastningen varierer meget fra afgrøde til afgrøde (Tabel 3). Der er taget tre års gennemsnit for årene 1997, 1998 og 1999 for at udjævne de ret store årlige udsving fra år til år.

Tabel 4.5.3. Behandlingshyppigheden for de forskellige afgrøder og pesticidtyper som gennemsnit for årene 1997, 98 og 99.

	Ukrudts- midler	Stråfor- korter	Svampe- middel	Insekt- middel	Samlet for afgrøden
Vinterkorn	1,63	0,19	0,81	0,26	2,89
Vårkorn	0,85	0,01	0,25	0,23	1,34
Vinterraps	0,87	0,00	0,08	0,65	1,60
vårraps	0,89	0,00	0,01	0,68	1,57
Andre frø	0,81	0,08	0,04	0,24	1,17
Kartofler	1,84	0,00	6,84	0,27	8,95
Roer	1,85	0,00	0,07	0,77	2,70
Ærter	2,15	0,00	0,19	0,56	2,90
Majs	1,17	0,00	0,00	0,11	1,28
Grønsager	3,27	0,02	3,23	1,10	7,62
Græs og kløver i omdrift	0,03	0,00	0,00	0,04	0,07

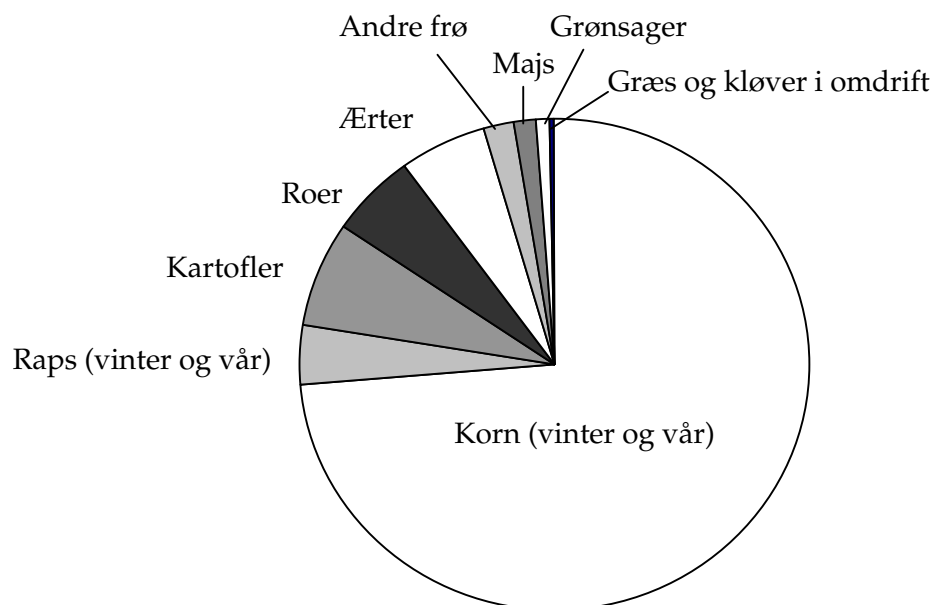
Det kan være svært at drage nogle konklusioner ud fra disse oplysninger (Tabel 4.5.3). En mulighed er at se på den samlede behandlingshyppighed, som er vist yderst til højre i tabellen. Når behandlingshyppigheden lægges sammen for de forskellige pesticidtyper forudsætter man imidlertid at en behandling over for fx. ukrudt belaster miljøet på samme måde som en behandling overfor insekter. Det kan derfor være en fordel at holde de forskellige pesticidtyper adskilt når de enkelte afgrøder skal vurderes i forhold til miljøbelastning. Det er tydeligt (Tabel 4.5.3) at vinterkorn bliver sprøjtet langt mere med stråforkorter end de andre afgrøder og at kartofler og grønsager sprøjtes relativt meget med svampemidler. Derimod er brugen af ukrudts- og insektmidler mere jævnt fordelt.

Tallene kan tages som et udtryk for miljøbelastningen ved en enkelt mark, men det kan også være interessant at vide, hvor meget de forskellige afgrøder belaster det danske miljø generelt. Som et mål for dette kan man bruge det oversprøjtede areal med den vejledende dosering for hver afgrøde og for hver pesticidtype. Som et rent regne-eksempel: Hvis der til en bestemt afgrøde er blevet solgt 1 ton af et pesticid og hvis den anbefalede dosering er 1 kg per ha, så er det oversprøjtede areal for afgrøden 1000 ha ( $1000 \text{ kg} / (1 \text{ kg pr ha})$ ). Dette svarer til, at man ganger behandlingshyppigheden for en afgrøde med det areal, som afgrøden er blevet dyrket på. Ved at summere det sprøjtede areal for hver afgrøde og for hver pesticidtype fremkommer et billede af, hvor meget hver afgrøde belaster miljøet, målt som antal sprøjtede ha (Tabel 4.5.4)

Tabel 4.5.4. Behandlingshyppigheden for de forskellige afgrøder og pesticidtyper som gennemsnit over årene 1997, 98 og 99.

	Ukrudtsmidler	Stråfor-korter	Svampe-middel	Insekt-middel	Samlet for afgrøden
Vinterkorn	1456533	168883	710350	228003	2563770
Vårkorn	595230	4590	178140	165010	942970
Vinterraps	74603	0	7443	57900	139946
vårraps	25483	0	173	20273	45929
Andre frø	64140	7420	2806	18480	92846
Kartofler	69070	0	251520	10120	330710
Roer	182026	0	7216	76150	265393
Ærter	196413	0	17576	48173	262163
Majs	53426	0	0	4840	58266
Grønsager	17752	110	17681	5973	41517
Græs og kløver i omdrift	7453	0	0	8206	15660
Total for hver pesticid-type	2742132	181003	1192908	643129	4759173

I fordelingen af det samlede oversprøjtede areal (Figur 4.5.1), domineres kornafgrøderne i forhold til de andre afgrøder. Ud fra dette ses det, at selvom en kornmark ikke behandles så meget med pesticider som fx en kartoffelmark (Tabel 4.5.3) så dyrkes der så meget korn i Danmark at denne afgrøde alligevel står for den største belastning med pesticider. Den mest markante undtagelse fra denne regel er kartofler i relation til svampemidler, hvor kartofler står for ca. 25% af belastningen selvom arealet kun udgør 6,7% af det dyrkede areal.



Figur 4.5.1. Fordelingen af det sprøjtede areal over de forskellige afgrødetyper (Vinter og vår afgrøder er lagt sammen for korn og raps).

Kommende tal for 2000 og 2001 vil kunne vise i hvor høj grad tiltagende i Pesticidhandlingsplan II slår i gennem ude på marken.

Der anvendes også pesticider i drivhuse og frugtavl, som ikke indgår i denne oversigt.

### **Belastningen af markens dyr, planter og svampe**

Pesticidanvendelsen kan have en effekt på flora og fauna i agerlandet, afhængig af, hvordan det enkelte pesticid anvendes, hvordan dets skæbne i miljøet er, samt hvilke giftige egenskaber det besidder. Effekten på den enkelte plante- eller dyreart afhænger af hvor arten lever, og hvor følsom arten er overfor det anvendte pesticid (direkte effekter), samt hvor meget det påvirker den pågældende art at andre arter påvirkes (indirekte effekter).

Ukrudtet er et vigtigt og grundlæggende element i økosystemet, også for faunaen. Generelt er der grund til at tro, at ukrudtsplanter, der ikke er slået helt ihjel af pesticider, men måske kun er væksthæmmede godt kan danne fødegrundlag for faunaen. Det er dog næppe tilfældet for alle insekter. Fx. forringes humlebiens og andre blomsterbesøgende insekters vilkår hvis ukrudtet ikke blomstrer pga. pesticidanvendelsen.

Anvendelsen af reducerede doseringer kunne forventes at efterlade mere ukrudt på danske marker. Imidlertid har der ikke været tydelige tendenser til, at ukrudtsmængden er øget, i hvert fald ikke når det opgøres som ukrudtsmængde ved høst. Landmændene er altså blevet dygtigere til at sprøjte optimalt og opnår den samme effekt med reduceret dosering. Der er ikke udført undersøgelser over ukrudtets udvikling gennem sæsonen, i forhold til ændringer i sprøjtemønstret. Det er muligt, at ukrudtsbiomassen i nogle tilfælde er højere i en væsentlig periode efter sprøjtning med reduceret dosering. Reducerede doseringer indenfor insektmidler er muligvis ikke så udbredt, men anbefales i visse tilfælde af Landbrugets Rådgivningscenter.

Det er sandsynligt, at det for svampemidler også gælder at den anbefalede dosering normalt er rigelig til at opnå den ønskede effekt. At doseringen reduceres kan dog i nogle tilfælde betyde, at der blive sprøjtet nogle flere gange. Her er det vigtigt at påpege at den halv dosering udsprøjtet af to omgange godt kan have større skadelig effekt på markens økosystem end en enkelt sprøjtning med fuld dosis.

Da formålet med pesticiderne er at slå noget levende ihjel, må det forventes, at planter, svampe og insekter generelt forekommer mindre i marker behandlet med pesticider. Denne påvirkning vil smitte af på organismer, der lever af de påvirkede arter. Det er da også påvist, at insekter, der lever af ukrudt, forekommer ved væsentligt lavere tæthed på ukrudtsbehandlede arealer og at svampeædende insekter findes i lavere antal i områder, der sprøjtes med svampemidler .

Et trin højere i fødekæden er der fundet indirekte effekter af pesticidbehandling. Almindelige fuglearter i agerlandet som agerhøne, fasan, gulspurv og sanglærke har ringere ynglesucces i pesticidbehandlede marker sammenlignet med usprøjtede eller økologiske marker, selvom de anvendte midler ikke er direkte giftige for fuglene i de benyttede doseringer. Alt tyder på, at effekten på fuglene skyldes en reduktion af deres fødegrundlag. De indirekte effekter er i mange tilfælde de mest omfattende og dermed de mest økologisk betydningsfulde.

Hovedparten af de pesticider, der bliver brugt i Danmark, er langt mest giftige over for organismer tilhørende den gruppe som bekæmpes med pesticidet (skadevolderen). Dvs. at ukrudtsmidler i den anvendte dosering er mest giftige overfor karplanter, svampemidler overfor svampe og insektmidler overfor insekter og andre leddyr. Effekter på den højere fauna skyldes således hovedsageligt indirekte virkninger på økosystemets fødekæder mv. . De indirekte effekter er knyttet til midlets effekt på skadevolderen og andre arter tilhørende samme organisme-gruppe.

Den anvendte dosering er normalt bestemt ud fra markforsøg og det tilstræbes traditionelt, at opnå en kraftig reduktion af skadevolderen. Den anbefalede markdosering er et godt mål for midlets effekt i felten.

Behandlingshyppigheden, bygger netop på den anbefalede markdosering og er derfor et godt mål for belastningen af økosystemet. Der er dog et problem ved behandlingshyppigheden, da den beregnes efter fuld dosis ved hver udsprøjtning. Herved underestimeres det sande antal af behandlinger, idet der i virkeligheden udføres mange behandlinger med reducerede doseringer. Problemet er, at en reduceret dosering ikke nødvendigvis betyder, at den økologiske effekt reduceres tilsvarende, som nævnt ovenfor. Fx. benyttes svampemidler i kornafgrøder hovedsageligt i de såkaldte splitdoseringer, dvs. at man, i stedet for at udbringe én anbefalet dosering, udbringer 2 - 3 gange 1/3 dosering. Dette kan let øge den økologiske effekt, selvom behandlingshyppigheden måske ligefrem falder. Der foretages i dag ingen registrering af anvendelsesmønstret generelt på baggrund af interviews eller lignende. En sådant system er under udvikling af Danmarks Statistik.

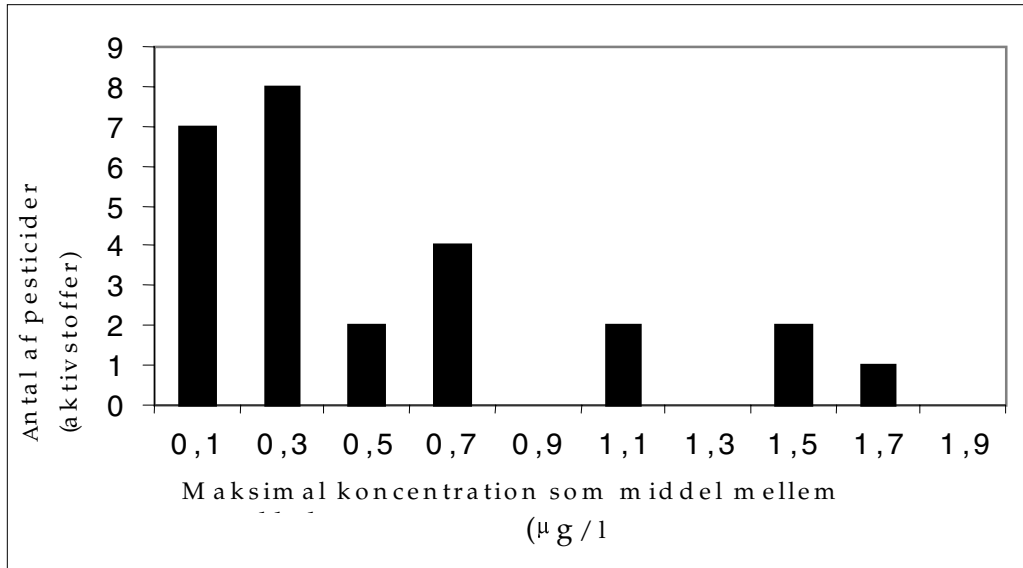
### **Forekomst af pesticider i vandløb, vandhuller og søer**

I det følgende beskrives forekomsten af pesticider i overfladevand, hvilket vil sige vandløb, søer og vandhuller. Pesticider kommer til overfladevand ved:

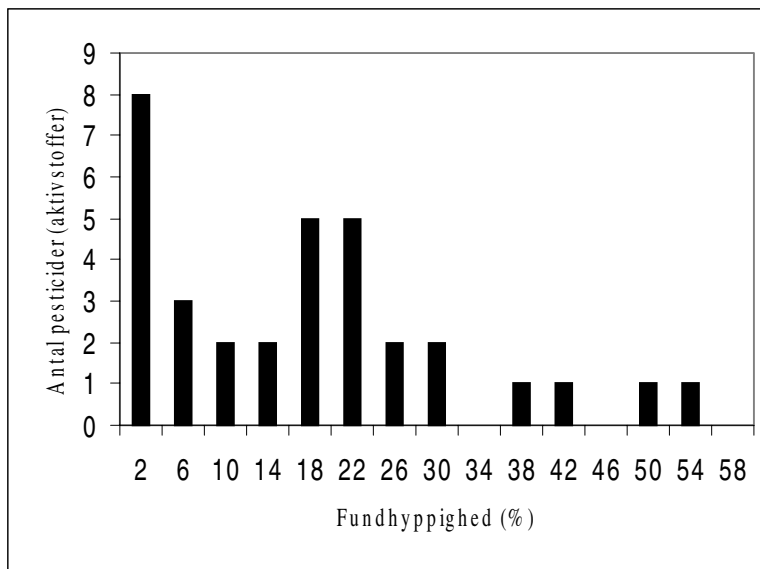
1. Nedfald på vandoverfladen fra sprøjtesky
2. Oversprøjtning ved kørsel for tæt på vandoverflade
3. Deposition fra luften ved fjerntransport i atmosfæren
4. Nedsivning til drænrør og videre ud til overfladevand
5. Nedsivning til grundvandet og efterfølgende udsivning til overfladevand
6. Afstrømning oven på jorden ved kraftig regn og snesmeltning
7. Forurening fra punktkilder, fx vaskepladser og nedgravet emballage, via afløb, dræn eller grundvand

Disse forskellige transportveje virker forskelligt. Nedfald fra sprøjtesky (drift) kan under nogle omstændigheder have stor betydning for et vandhul, da pesticiderne fra sprøjteskyen vil have en tendens til at ligge i vandoverfladen i forøgede koncentrationer, dels pga. dårlige opblandingsforhold i stillestående vand, dels fordi stillestående vand danner en overfladefilm, hvor de fedtopløselige pesticider er tilbøjelige til at opkoncentreres. Nogle påvirkninger kan være voldsomme, men forekommer måske relativt sjældent. Det kan fx. ske, at en sprøjte kommer for tæt på et vandløb eller et vandhul og derfor sprøjter direkte ned på vandoverfladen, eller der kan løbe pesticidblandet vand fra en vaskeplads ud i dræn og videre til vandløb. Udsivning fra grundvand vil derimod være en mere jævn og knap så voldsom påvirkning, der til gengæld vil være mere vedvarende. Drænrør kan alt efter forholdene både give korte og voldsomme påvirkninger og mere jævne og langvarige. Det er derfor svært at bestemme om et stof forekommer "meget" eller "lidt" i naturen. Der er nogle stoffer, der kommer pludseligt og giver en voldsom påvirkning, men til gengæld forekommer ret sjældent. Andre stoffer ses ikke i de store koncentrationer, men er til gengæld ofte tilstede, da dette stof måske har forurenset store dele af miljøet langt ned i grundvandet. Begge disse typer af forekomster er uønskede.

Den kraftigste påvirkning kan beskrives gennem den maksimale koncentration, der findes i miljøet. Den jævne og langvarige påvirkning, beskrives derimod gennem fundhyppigheden, altså gennem hvor ofte stoffet kan findes i miljøprøverne. Det virker således rimeligt at beskrive forekomst ved to tal, altså hhv. den maksimale koncentration og fundhyppigheden. Data for fund i de danske vandløb er opgjort for 33 pesticider (Figur 4.5.2 og 4.5.3).



Figur 4.5.2 Antal pesticider, hvor den højeste målte koncentration ligger indenfor de angivne intervaller (0,1 µg/l, svarer til intervallet mellem 0 og 0,2 µg/l, og 0,3 µg/l svarer til intervallet mellem 0,2 og 0,4 µg/l osv.). Der var desuden tre stoffer, hvor højeste koncentration lå over 2 µg/l med hhv. værdierne 3,6, 4,3 og 23 µg/l.



Figur 4.5.3. Antal pesticider, der er fundet i de udtagne prøver med en hyppighed indenfor de angivne intervaller (2 % svarer til intervallet mellem 0 og 4 % , 6% svarer til intervallet mellem 4 og 8% osv.).

At et stof forekommer hyppigt betyder ikke, at det nødvendigvis måles i høje koncentrationer, (Tabel 4.5.3) Ukrudtsmidlerne dominerer fundene, hvilket også harmonerer med at de bruges mest (Tabel 4.5.1 og 4.5.4).



Tabel 4.5.5. De fem stoffer med hhv. størst hyppighed og højeste koncentration. Efter hvert stof er stoffets type (angivet i parentes). Bemærk at det kun er Mechlorprop, der er med begge steder. Glyphosat er sat i parentes, fordi resultatet bygger på meget få prøver og derfor er meget usikkert. Af disse stoffer er følgende forbudte i dag: Dichlorbenil, Isoproturon og Atrazin. Anvendelsen af Mechlorprop er blevet begrænset.

De fem stoffer med størst fundhyppighed	De fem stoffer med højst målte koncentration
(Glyphosat (ukrudt)) Mechlorprop (ukrudt) Dichlobenil (ukrudt) (som metabolit: BAM) Isoproturon (ukrudt) Atrazin (Ukrudt)	Pirimicarb (insekt) Bentazone (ukrudt) Metamitron (ukrudt) Mechlorprop (ukrudt) Hexazinon (ukrudt)

Der kan findes flere forskellige pesticider i de enkelte vandløb samtidig. De kan findes på alle årstider, men findes i sprøjtesæsonen og under forhøjet vandafstrømning efter regn. Hyppigheden af pesticidfund og koncentrationen af pesticider er generelt størst i landbrugsoplande med lerede jorder. Nogle af pesticiderne findes kun i få procent af prøverne, mens andre findes i op til 55% af prøverne. Fundhyppigheden er størst i sprøjteperioderne og i forbindelse med regn med forøget vandmængde i vandløb. Meget tyder på, at en stor del af pesticidforekomsterne i vandløbene tilføres via dræn. Der er desuden påvist en tilførsel af pesticider med byspildevand. Fyns Amt vurderer, på grundlag af iagttagelser over 10 år, at over 200 km vandløb, svarende til ca. 20% af de undersøgte vandløb, har været udsat for akutte skader, idet krebsdyr og vandinsekter i stort antal er blevet slået ihjel.

Det er vigtigt at påpege, at nogle stoffer er bedre undersøgte end andre, hvorfor der kan være en del usikkerhed om nogle stoffer. Det er ikke alle stoffer, der er med i undersøgelserne. De medregnede er desuden de stoffer, man finder ofte dem man på forhånd forventer vil være tilstede. De 33 stoffer, der er med i disse undersøgelser giver altså ikke nødvendigvis et samlet billede af hvor meget pesticid, der er i miljøet. Data fra det nationale overvågningsprogram (NOVA), vil reducere denne usikkerhed.

Der foreligger endnu ikke systematiske data for pesticiders forekomst i danske søer og vandhuller og de, der findes, kan ikke anses for repræsentative for Danmark som helhed. Undersøgelserne fra stillestående vand omfatter resultater fra to projekter. I begge områder er der tale om markvandhuller i lerede jorder. Mange markvandhuller har hverken tilløb eller afløb. Det må derfor forventes, at opholdstiden af pesticiderne her er længere end i vandløb, og at risikoen for vandorganismerne derfor er større. Ca. 15 af de 17 pesticider, der blev analyseret for, blev påvist i en eller flere vandprøver. Den højeste koncentration for et enkeltstof er 11 µg/l. Undersøgelserne omfatter flere vandhuller på Køgeegnen og på Avernakø og er udført i begyndelsen af 1990'erne. Prøveudtagningen har især ligget i sprøjtesæsonen. Koncentrationsniveauerne i søer synes end del lavere end for de samme stoffer i vandløb.

### Forekomst i grundvand

Hovedparten af det grundvand, der indvindes til drikkevand i Danmark er dannet efter 1950 og er derfor mere eller mindre påvirket, af menneskelig aktivitet. Halvdelen af det øvre grundvand, ned til omkring 40 meter, er belastet med nitrat og pesticider, der især hidrører fra landbrugsdrift.

I grundvandsovervågningen analyseres der nu for 45 pesticider eller nedbrydningsprodukter af pesticider, og heraf er der fundet rester af i alt 32. Herudover har amterne i et udvidet analyseprogram fundet yderligere 18 andre stoffer, der ikke indgår i overvågningen.

I vandværksboringer er der fundet endnu flere pesticider og nedbrydningsstoffer, dog i overvejende grad under grænseværdien for drikkevand. Indenfor de sidste syv år er der

fundet pesticider og nedbrydningsprodukter i 24% af vandværkernes borer, og i 9% er grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l overskredet.

I overvågningen af det terrænnære grundvand under landbrugsjorde er der hyppigt fundet pesticider.

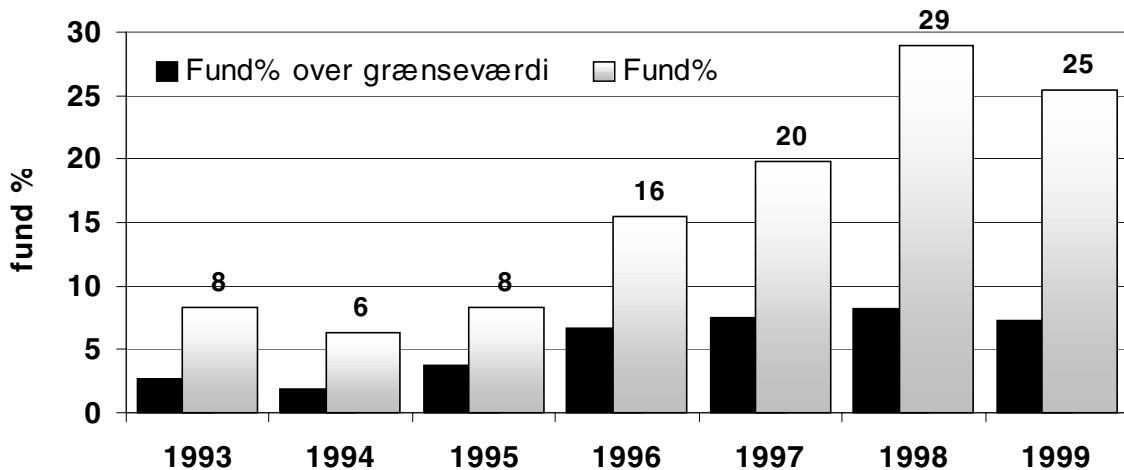
Analyseresultaterne kommer fra to nationale overvågningssystemer og vandværkernes kontrol af drikkevandsboringer adskiller sig stærkt fra hinanden:

- I **LOOP områderne**, hvor højtliggende grundvand under marker overvåges, er der næsten kun fundet pesticider som anvendes, eller har været anvendt, ved landbrugsdrift,
- I **grundvandsovervågningen, GRUMO**, er nedbrydningsproduktet BAM fundet. BAM-stammer fra Dichlorbenil, som nu er et forbudt ukrudtsmiddel, der før blev anvendt på befæstede områder, fx. langs veje og på gårdspladser. Men der er også fundet mange andre pesticider. Fx. udgør gruppen "triaziner og nedbrydningsprodukter", "phenoxy-syrer og nedbrydningsprodukter" m.fl. mere end 2/3 del af de fundne pesticider og nedbrydningsprodukter.
- **Vandværkernes boringskontrol** domineres af fund af BAM, særligt når borer med fund af pesticider over grænseværdien vurderes. Dette er forventeligt, både fordi mange vandværkers borer ligger tæt ved befæstede arealer, men også fordi nogle vandværker har anvendt pesticider omkring vandindvindingsboringerne. Vandværkernes borer er derfor oftere påvirket af anvendelse af pesticider nær og i byerne samt på punktkilder, end borerne fra GRUMO, som ofte er placeret under landbrugsmæssigt dyrkede områder.

Tabel 4.5.6. Fund af pesticider og deres nedbrydningsprodukter i perioden 1993-1999, Vandværkernes borings kontrol = kontrol af drikkevandsboringer. (GEUS 2000). \*Ved et filter forstås det interval i en boring hvorfra grundvandet oppumpes. Filteret består oftest af et slidset plastrør, hvor der er lagt filtersand/grus mellem plastrøret og den omgivende, vandførende formation.

Pesticider og nedbrydningsprodukter i 1993-1999	Fundne stoffer	Analyserede filtre*	Filtre med fund		Filtre med fund $\geq 0,1\mu\text{g/l}$	
	Antal		antal	%	antal	%
Grundvandsovervågning	50	1.061	371	35,0	114	10,7
Landovervågning, LOOP	36	119	63	52,9	20	16,8
Vandværkernes borings kontrol	46	5.774	1.396	24,2	509	8,8

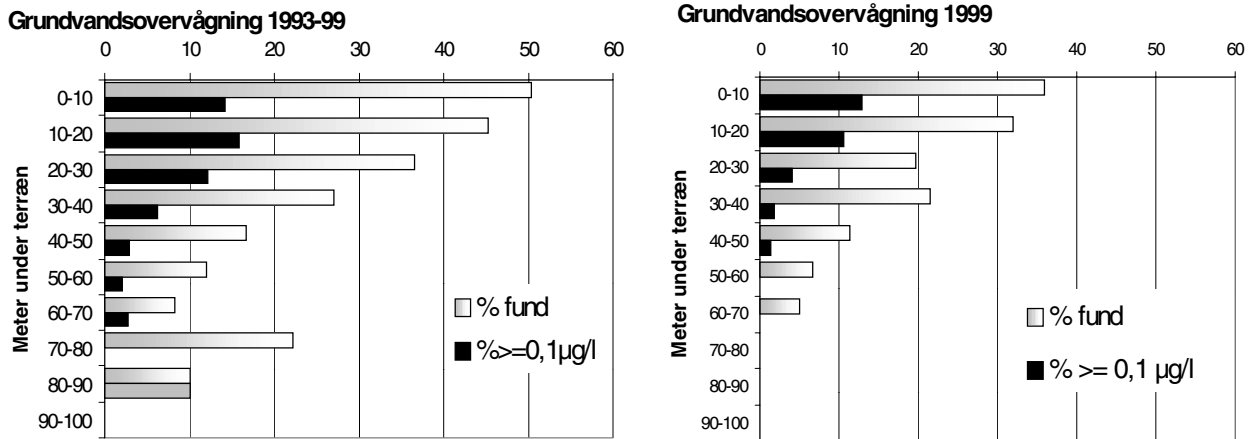
Der er fundet pesticider i mere end halvdelen af de LOOP-filtre, som udtager vandprøver under landbrugmarker, men også at grænseværdien for drikkevand var overskredet i ca. 17% af de undersøgte filtre (Tabel 4.5.6). I vandværkernes drikkevandsboringer blev der i perioden 1993-99 fundet pesticider i 24% af de undersøgte boringer, mens grænseværdien var overskredet i ca. 9%. Det er dog vigtigt at huske på, at vandværkerne ofte blander vand fra flere boringer, og at vandværkerne gennem de senere år har lukket mange boringer p.g.a. overskridelse af grænseværdierne for pesticider og nedbrydningsprodukter. På årsniveau er grænseværdien for et enkelt stof i drikkevandet på  $0,1\mu\text{g}$  i gennemsnit.



Figur 4.5.4. Filtre med fund af pesticider og deres nedbrydningsprodukter fra grundvands- overvågningen 1993-1999 i forhold til antal undersøgte filtre, (GEUS, 2000).

Det registrerede pesticidindhold i vandprøver udtaget i grundvandsovervågningen har udviklet sig gennem de sidste syv år (Figur 4.5.4). Antallet af filtre med fund er lidt under 10% pr. år i perioden 1993-95, og fundprocenten stiger til 29% i 1998, for så at falde til ca. 25% i 1999. Antallet af filtre med overskridelser af grænseværdien har været næsten konstant i perioden 1996-1999. Den kraftige stigning i antallet af påvirkede filtre i periodens sidste del skyldes, at antallet af analyserede stoffer udvides, og at der findes nedbrydningsprodukter fra bl.a. triaziner som atrazin, og at nedbrydningsproduktet BAM findes hyppigt. Forekomsten af pesticider i forskellig dybde viser, at der i perioden 1993-99 er fundet pesticider på ca. 50% af filtrene i dybdeintervallet 0-10 meter under terræn, og at

grænseværdien var overskredet for ca. 14% af filtrene (Figur 4.5.4). Fundhyppigheden aftager med dybden, men der er ikke det samme fald for filtre med fund over grænseværdien. De mange fund i det højtliggende grundvand skyldes især en hyppig forekomst af BAM, nedbrydningsprodukter af triaziner og phenoxysyrer. Opgøres antal filtre med fund for året 1999 alene, ses en tendens, som er tæt på den akkumulerede for hele undersøgelsesperioden, særlig det sårbare grundvand ligger tæt ved terræn, men der findes også en høj grad af sårbarhed selv i mere end 30 meters dybde (Figur 4.5.5).



Figur 4.5.5. Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i forskellige dybdeintervaller målt i meter under terræn for perioden 1993 – 1999. Det yngste vand findes fortrinsvis i intervallet 0-10 meter under terræn. Antallet af filtre med fund stiger i samme interval til mere end 50%, når alle fund af pesticider og nedbrydningsprodukter medtages for perioden 1993-1999. Der er kun analyseret få vandprøver i intervallet 70 – 100 meter under terræn og de viste fund er derfor ikke repræsentative.

Nedbrydningsproduktet 2,6-dichlorbenzamid, kaldet BAM, og moderstoffet, dichlobenil, er den hyppigst fundne stofgruppe i grundvand. Dichlobenil er et totalherbicid, der har været brugt i bynære bebyggelser, langs veje, jernbaner og på gårdspladser. BAM er fundet alene eller sammen med andre pesticider i ca. 24% af vandforsyningsboringerne. Grænseværdien for drikkevand er overskredet i knapt 10% af de undersøgte borer. Gruppen af triaziner og nedbrydningsprodukter er også hyppigt fundet, men med en anden forekomst, idet disse stoffer primært er fundet i landbrugsområder. I landovervågningsoplandene, LOOP, udgør triaziner og deres nedbrydningsprodukter næsten halvdelen af alle fundne pesticider og nedbrydningsprodukter, og her er der stort set ikke fundet BAM.

I LOOP, er der gennemført analyser af glyphosat og AMPA i vandprøver fra 45 filtre placeret i ungt og højtliggende grundvand under landbrugsmæssigt drevne marker. Der er fundet glyphosat og AMPA i otte filtre, hvor de fleste ligger placeret på en lokalitet på Fyn. En undersøgelse af transport af glyphosat på samme lokalitet viser, at der er tale om en naturlig infiltration af glyphosat gennem moræneler via ormegange, rodkanaler og sprækker ned til filtrene, der er beliggende i 1,5-5 meters dybde.

De pesticider/nedbrydningsprodukter, der i dag findes hyppigst i grundvandet, er ofte forbudt, eller reguleret af Miljøstyrelsen. Men det forhindrer ikke, at de og deres nedbrydningsprodukter stadig, og i lang tid fremover, vil blive fundet i grundvandet. De 10 pesticider som er fundet hyppigst i grundvandsovervågningen, i LOOP systemet og ved vandværkernes boringskontrol i perioden 1993-1999 vises i Tabel 4.5.7.

Tabel 4.5.7. De 10 hyppigst fundne stoffer i grundvandsovervågningen (GRUMO), i LOOP og i vandværkernes boringskontrol (BK). Der er vist antal filtre/boringer undersøgt i perioden 1993-1999 samt i andel af filtre/boringer med fund i %. I grundvandsovervågningen kan den enkelte boring godt have flere prøvetagningsfiltre installeret i forskellige dybder. Derfor anvendes en opgørelse på filterniveau i GRUMO og LOOP, mens antal fund opgøres pr boring i vandværkernes kontrol.

Nr.	GRUMO			LOOP			BK		
	stof	filtre analyse-ret	filtre med fund i %	stof	filtre analyse-ret	filtre med fund i %	stof	boringer analyse-ret	filtre med fund i %
1	BAM	934	18,0	Atrazin, deethyl deisopropyl-	24	41,7	BAM	4202	23,8
2	Atrazin, deethyl-	923	5,5	Atrazin, deisopropy	84	21,4	Atrazin	5604	4,1
3	Atrazin, deisopropyl	922	5,5	Bentazon	93	20,4	Atrazin, deethyl-	3629	3,7
4	Atrazin, deethyl deisopropyl-	622	5,1	AMPA	45	17,8	Atrazin, deisopropy	3593	3,0
5	Atrazin	1046	4,8	Glyphosat	45	17,8	Simazin	5587	2,3
6	Dichlorbenzoyre, 2,6-	65	4,6	Atrazin, deethyl-	90	16,7	Mechlorprop	5574	2,0
7	Bentazon	922	3,4	Mechlorprop	108	12,0	CPP, 4-	706	2,0
8	Dichlorprop	1045	3,4	Isoproturon	93	9,7	Dichlorprop	5575	2,0
9	Mechlorprop	1045	2,3	MCPA	108	9,3	Bentazon	3651	1,9
10	Atrazin, hydroxy-	849	2,2	Terbuthylazin, deethyl-	38	7,9	Hexazinon	3802	1,7

## **7. Referencer (under udarbejdelse)**