

## *Bilag A*

### **Pesticideffekt-scenarier**

For at vurdere behandlingshyppigheden og andre typer af pesticidbelastningsindikatorer, er det vigtigt at opbygge en begrundet vurdering af hvilke informationer der skal benyttes, set i lyset af miljøpåvirkningens komplekse natur. Der udføres derfor en systematisk analyse for at identificere de mest betydende effekter, som skal inddrages i en miljøindikator før denne kan siges at være tilstrækkelig præcis.

Identifikationen af de mulige miljøeffekter gennemført i det følgende ved hjælp af en komponentanalyse. Der bliver opstillet en række komponenter, der hver dækker et forhold eller en faktor, som har betydning for omfanget og typen af en effekt. En efterfølgende gennemgang af den tilgængelige litteratur danner baggrund for vurderingen af hvilke effektsценарier der er af betydning.

#### **OPSTILLING AF KOMPONENTER**

Der defineres en række komponenter, der hver dækker et forhold eller en faktor, som har betydning for omfanget og typen af en miljøpåvirkning og følgende krav søges overholdt:

1. Det samlede sæt af komponenter skal søge at dække alle aspekter ved miljøpåvirkningen. Selvom komponenterne måske er meget generelle så bør de således kunne danne en komplet ramme omkring mere detaljerede sammenhænge.
2. Der må ikke være overlap mellem to komponenter, hvor det som den ene komponent beskriver, også dækkes helt eller delvist af en anden komponent.
3. Antallet af komponenter skal være så begrænset som muligt i forhold til at dække et ønsket detaljeringsniveau for at danne det bedst mulige overblik.

Det er klart at komponenterne skal matche den detaljeringsgrad, som ønskes, da en meget detaljeret beskrivelse kræver mange komponenter til at afspejle nuancer, mens en mere grov beskrivelse kræver færre komponenter.

Det endelige valg af komponenter vil altid bygge på en definition og således ikke være et endegyldigt valg med derimod et begrundet valg. De tre punkt listet ovenover kan bruges til at teste om de valgte komponenter er tilstrækkelige.

I dette afsnit opstilles komponenter, der forudsættes fuldt dækkende som ramme for problemstillingen omkring en miljøpåvirkning. Det vil klart være tale om meget generelle komponenter på dette overordnede niveau. Komponenterne vil i det følgende være opdelt i to grupper: (1) Dem, der har en entydig retning af effektniveau i forhold til bedre/værre, som f.eks.: høj og lav eksponering, hvor høj eksponering principielt er værre end lav; (2) Dem, der ikke har nogen retning i forhold til bedre/lavere, som f.eks. en opdeling mellem stillestående og strømmende overfladevand, hvor det er meningsløst at erklære at den ene type overflade principielt er værre end den anden type.

## **Komponenter, der forudsættes at have en retning i forhold til effektniveau**

Den første gruppe af komponenter vil alle være af en type, der kan forudsættes at påvirke effektniveauet enten i stigende eller en faldende retning. De komponenter der her inddrages omfatter: Momentan eksponering, kontinuert eksponering, tidslig udstrækning af kontinuert eksponering og beskyttelsesværdighed. Komponenterne vil blive beskrevet nærmere nedenfor.

### *Momentan eksponering*

En del områder er udsat for momentan eksponering, der skyldes direkte på-sprøjtning eller passage af en sprøjtesky. Der skelnes mellem tre tilstande: ingen momentan påvirkning; en mindre momentan påvirkning og en stor momentan påvirkning. Områder, der ligger langt fra den sprøjtede mark (uden for de driftende dråbers rækkevidde), vil ikke blive påvirket af en momentan påvirkning og derfor være af klasse 0. I en zone omkring marken er der risiko for afdrift, der defineres den momentant eksponering til en klasse 1. Udstrækningen af denne zone afhænger af en række forhold ved den konkrete sprøjtning. På og lige omkring marken kan der forekomme direkte oversprøjtning, hvilket defineres til en klasse 2.

### *Kontinuert eksponering*

Eksponering kan forekomme som en optagelsesrate fra et medie (vand, jord, luft, biologisk materiale), der er kontamineret med stoffet. Det kan for eksempel, dreje sig om vand-organismers optagelse fra vandfasen, optagelse gennem føde eller organismer der optager stof på dampform. Her skelnes mellem to niveauer: (1) lav optagsrate; (2) høj optagsrate. Typisk vil en optagsrate afhænge af koncentrationen i det medie, hvor stoffet optræder. Det regnes for usandsynligt at der ikke er noget kontinuert optag samtidig med at der er en momentan eksponering. Det er derfor meningsløst at sætte det kontinuerte optag til 0, da det betyder at det momentane optag så også skal være 0, hvilket igen betyder at der slet ikke foregår nogen kontaminering.

### *Tidslig udstrækning for kontinuert eksponering*

En kontinuert eksponering kan forekomme i kortere og længere tid. For den samme optagsrate vil der være en større tolerance over for en kort eksponering end overfor en længerevarende eksponering. Derfor inddeles en kontinuert eksponering i to klasser: (1) korttidseksponering, svarende til eksponering i størrelsesorden af timer; (2) langtidseksponering, svarende til eksponering over flere dage. I det terrestriske miljø kan langtidseksponering eksempelvis forekomme når et pesticid er fordampeligt og samtidig er persistent.

### *Beskyttelsesværdighed*

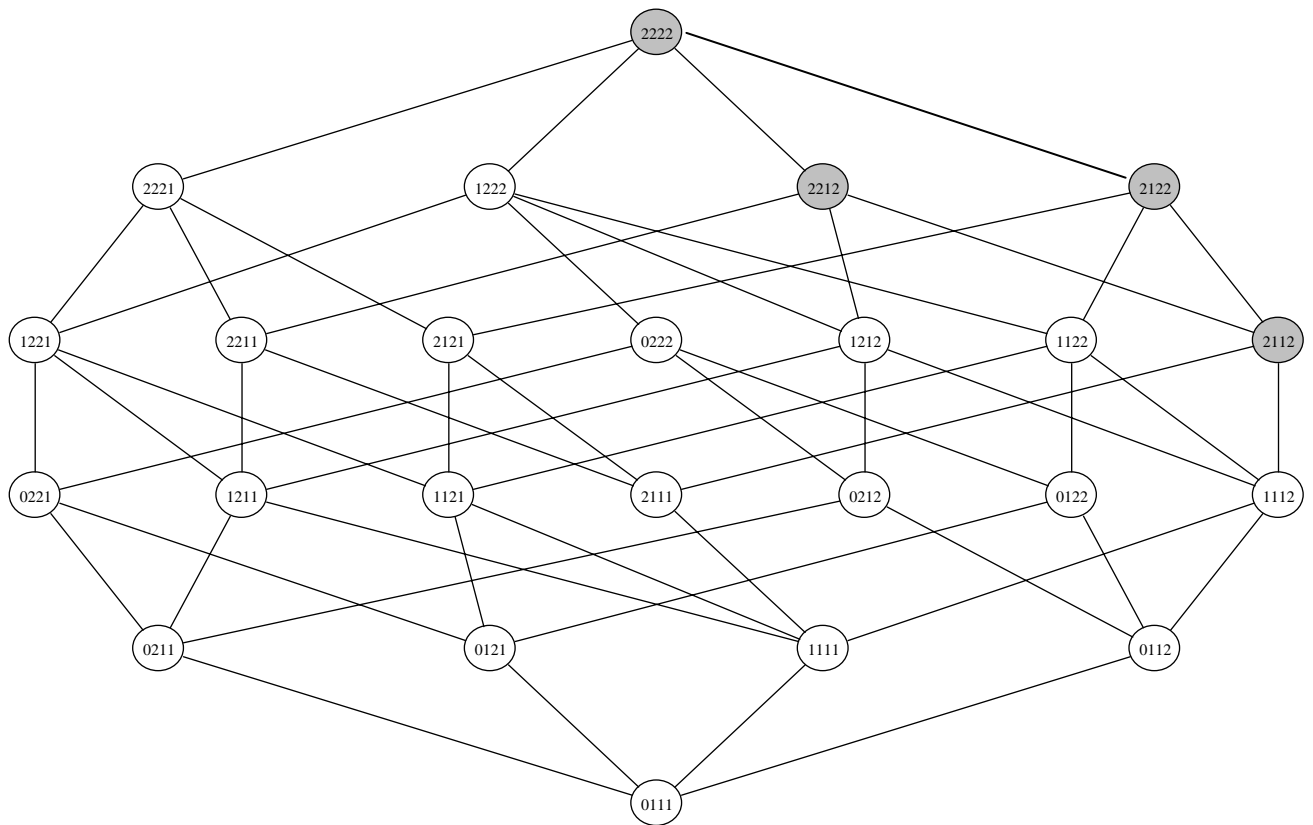
Nogle økosystemer/habitater/arter er mere beskyttelsesværdige end andre. Derfor er det vigtigt at have en komponent, der afspejler dette forhold. Her defineres to beskyttelsesklasser: (1) en vis værdi. (2) stor værdi.

Tabel: Oversigt over klassifikationsniveauerne for de enkelte komponenter præsenteret ovenfor.

<b>Komponent</b>	<b>Klassifikation</b>
Momentan eksponering	Høj (2) Middel (1) Ingen (0)
Kontinuert eksponering	Høj (2) Lav (1)
Tidslig udstrækning af kontinuert eksponering	Lang tid (2) Kort tid (1)
Beskyttelsesværdig natur i mark og omgivelser	Høj værdi (2) Lav værdi (1)

Disse fire komponenter dække generelle forhold omkring eksponering af økosystemet, samt økosystemets bevaringsværdighed. De er dermed i stand til at fokusere mod eksponering af mere eller mindre bevaringsværdig natur. Der er klart at høj eksponering af økosystemer/habitater eller arter af høj beskyttelsesværdighed er kritisk, men der findes ikke en absolut kombinationer, der er helt overlegen og samtidig realistisk. For at illustrerer disse forhold opstilles et Hasse diagram som er præsenteret i Figur 1.

I figuren indgår alle matematisk mulige kombinationer af komponentværdier. De er angivet i cirklerne i følgende rækkefølge: Momentan eksponering, kontinuert eksponering, tidslig udstrækning af kontinuert eksponering og beskyttelsesværdi. Hasse-diagrammet rangordner komponentkombinationer således at de kombinationer der antages at have den mest betydende miljøbelastning er placeret øverst. Det er klart at den kombination af komponenterne, der har maksimal værdi for alle komponenter (2222) er øverst. For andre kombinationer kan der let opstå en konflikt mellem komponenter omkring en rang. F.eks. kan (2221) og (1222) ikke rangordnes indbyrdes fordi den første kombination afspejler en stor momentan og kontinuert eksponering over lang tid, for en mindre bevaringsværdi, mens (1222) afspejler en mindre momentant påvirkning, men til gengæld en større bevaringsstatus. Derimod kan kombinationerne (1222) og (0222) godt rangordnes da de to kombinationer afspejler de samme forhold på nær det at (1222) har en momentant eksponering, der ikke forekommer for (0222). Alle de kombinationer der således kan rangordnes er forbundet med linjer, med den højeste rang øverst. Øverst i Hasse diagrammet er derfor de kombinationer af komponenter, der udtrykker det højeste potentiale for miljøbelastning under hensyntagen alene til de komponenter, der indgår. I Figur 1 er der fire skraverede cirkler. Det er alle kombinationer, der regnes for at være så urealistiske at de bortfalder i den efterfølgende analyse. Det antages således for urealistisk at der findes områder af stor bevaringsværdighed inde i marken, hvor der sprøjtes direkte (cirkler med benævnelserne 2222; 2212, 2122 og 2112 i figur 1).



Figur 1. Hasse diagram for effekt-scenarier efter stigende potentiale for effekt. De anvendte komponenter er (i rækkefølge): Momentan eksponering, Kontinuert eksponering, Tidslig udstrækning af kontinuert eksponering og Beskyttelsesværdighed. Værdier er angivet i nævnte rækkefølge. Værdisætning følger nummerering under hver komponent i teksten. Grå-tone cirkler er kombinationer af værdier der anses for at være urealistiske. For eksempel, 1222 oversættes med: eksponering tæt på marken, høj optagsrate, langtidseksponering, og stor følsomhed.

For eksempel vil ingen lovlig brug af pesticider betyde at der sprøjtes over åben vand, hvorfor kombinationen 2221 (direkte oversprøjtning i marken) ikke er realistisk for vandløb eller vandhuller. Derfor kan det være rimeligt i stedet at betragte scenariet 1222 (det vil sige effekter i afdriftszonen) i dette tilfælde, og det er vigtigt at få dette scenario beskrevet i forhold til en indikator før der fokuseres på scenarier af lavere rang. Hvis man f.eks. kun fokuserer på scenariet 0222 i forhold til vandløb kunne det betyde at transportparametre såsom adsorption, nedbrydning og damptryk måske vil dominere indikatoren, da de er styrende for den kontinuerede eksponering. Det vil kunne betyde at indikatoren vil overse en reel miljøbelastning pga. eksponering fra afdrift over åbent vand og således måske fejlagtigt beregne en faldende miljøbelastning.

De øverste realistiske kombinationer i Figur 1, svarer således til de kombinationer af de fire komponenter, der afstedkommer de værste potentielle effekter. I den efterfølgende vurdering, af mulige effektscenarier vil disse kombinationer derfor indgå primært. Følgende bemærkninger kan gives til de højest liggende kombinationer:

2221 repræsenterer situationer, hvor der er en høj momentan eksponering samtidig med, at der finder en stærk optagsrate sted fra en kontinuert eksponering. Den kontinuerede eksponering er til stede i et længere tidsrum. Effekten finder sted i områder hvor arter/habitat/økosystem har en vis bevaringsstatus uden at denne dog er meget høj. Det kunne for eksempel være lærker,

der som art ikke er følsom over for sprøjtemidlet men som påvirkes af den afledte effekt på fødegrundlaget.

1222 dækker situationer hvor der er en mindre momentan påvirkning (sprøjtemiddelafrift), samtidig med at der er en stærk optagsrate fra en kontinuert eksponering. Den kontinuerte eksponering forekommer over et længere tidsrum. Effekten finder sted i områder hvor art/habitat/økosystem har en stor følsomhed. Dette kunne være et naturområde, der grænser op til en mark eller et værdifuldt vandløb, der løber i markskel. Den lange eksponering beting-er at stoffet er persistent og ikke så let transporteres væk. Et andet eksempel kunne også være et meget bevaringsværdigt vandhul, der er helt omkranset af marken.

Disse komponentkombinationer (2221 og 1222) dækker tilsammen over alle andre realistiske kombinationer, hvilket i Figur 1 på den måde at der er linjer ned til alle andre realistiske kombinationer fra mindst en af disse to (2221 og 1222). Der kan dog godt være forhold, hvor andre kombinationer kan komme i spil, men en mindre rang vil generelt betyde en mindre sandsynlighed for en effekt og dermed en mindre relevans for en miljøindikator. Det faktum at en korttidseksponering ofte hænger sammen med de højeste koncentrationer betyder, at lavere rang i forhold til eksponering kan være relevant for nogle områder. Hvor lang ned i rang det er formålstjenligt at gå afhænger af de andre komponenter, som vil blive beskrevet efterfølgende, da disse ikke kan understøtte nogen egentlig rangordning, men alligevel skal inddrages for at få et mere komplet billede af mulige effekt-scenarier (gennemgås senere). Begrebet Bevaringsværdighed kan dække over mange forskellige type natur med hver sin egen status og derfor kan der godt eksistere en type natur, der ikke får maksimal eksponering, med som bør inddrages da denne type måske aldrig er tæt nok på marker til at få den maksimale eksponering. Nedenfor listes derfor en anden kombination, der vil blive anvendt i analysen:

0222 opstår for eksempel i det terrestriske miljø, når meget følsomme og bevaringsværdige naturområder, der altid realistisk set ligger uden for en afdriftzone, eksponeres. Fravær af den momentane eksponering vil betyde at eksponeringen vil være begrænset, men tolerancen over for effekt er også lav, pga. af den store følsomhed og bevaringsværdigheden er stor. Disse effekter kunne forekomme for pesticider som transporteres i dampform i terrestriske økosystemer.

### **Komponenter, der kategoriserer effektniveauer uden nogen prioritering**

De komponenter der indgår i den ovenstående analyse har alle den egenskab at der findes en rangorden af komponenten der er entydig. De komponenter som behandles nedenfor kan ikke indeles i stigende/faldende værdi.

#### *Tidsrum før effekter viser sig*

Den tidslige komponent defineres ud fra hvornår den potentielle effekt forekommer. Her klassificeres i to kategorier: (1) Korttidseffekter, svarende til effekter, der opstår inden for få dage efter eksponering; (2) Langtidseffekter, der opstår mere end få dage efter eksponering. Der er klar forskel mellem den tidslige komponent for hhv. eksponering og effekter, hvor den tidslige komponent for eksponering er blevet behandlet i der foregående med udgangspunkt i at en længere tids eksponering er værre en end kortere, hvis alt andet er lige, dvs. samme eksponerings niveau men forskellig varighed. Den tidslige komponent for effekter har derimod en anden natur, hvor der f.eks. godt kan opstå langtidseffekter såsom reproduktionsskader, efter en korttidseksponering. Det er vigtigt at skelne mellem disse to responstyper, fordi vores

viden om effekter traditionelt er domineret af korttidsstudier og det har vist sig at effekter kan forekomme langt senere.

### *Medie*

Der er stor forskel på stoffers skæbne og tilgængelighed i forskellige medier. Der defineres derfor tre klasser af medier: (1) Terrestrisk; (2) Vandløb; (3) Vandhuller. Vandløb og vandhuller er valgt som repræsentanter for de akvatiske økosystemer. Vandløb fordi eksponeringen i strømmende vand er fundamental forskellig fra den i stillestående vandøkosystemer. Vandhuller er medtaget fordi det forventes at de mest eksponerede akvatiske økosystemer med stillestående vand samtidig med at vanddybden er lav, hvilket giver større koncentrationniveau ved en given påvirkning i form af en pesticidtilførsel.

### *Pesticidtyper*

Pesticider har mange, helt forskellige virkningsmekanismer. I denne analyse anvendes den konventionelle, men meget grove inddeling efter målgruppe for bekæmpelsen: (1) Herbicider; (2) Insekticider; (3) Fungicider; (4) Vækstregulerende midler.

### *Effekttype*

Her inddeles efter to klasser: (1) Direkte effekter; (2) Afledte effekter. Direkte effekter forstås som de påvirkninger, der er afstedkommet af selve stoffet på en organisme. De afledte effekter er her defineret som en forandret føderesurse eller eksempelvis ødelæggelse af levested.

I den nedenstående tabel kombineres komponenterne til effekt-scenarier. Denne opstilling skal sikre at alle betydende effektscenarier er blevet vurderet for at danne grundlag for den efterfølgende analyse. Kombinationer hvor effekttypen er afledt (fødekædeeffekter og lignende) og hvor det tidsrum der går er kort tid er udeladt. Det er de fordi det ikke er realistisk at fødekædeeffekter kan nå at manifestere sig inden for kort tid.

Scenario Id	Komponent kombination (Figur 1)	Tidslig for effekter		Medie			Pesticidtype				Effekttype	
		Korttids	Langtids	Terrestrisk	Vandløb	Vandhul	Herbicerider	Insekticerider	Fungicerider	Vækstreguleren de middeleer	Direkte	Afledte
1	2221	X		X			X				X	
2	2221		X	X			X				X	
3	2221		X	X			X					X
4	2221		X	X				X				X
5	2221	X		X				X			X	
6	2221		X	X				X			X	
7	2221		X	X					X			X
8	2221	X		X					X		X	
9	2221		X	X					X		X	
10	2221	X		X						X	X	
11	2221		X	X						X	X	
12	2221		X	X						X		X
13	1222	X		X			X				X	
14	1222		X	X			X				X	
15	1222		X	X			X					X
16	1222	X		X				X			X	
17	1222		X	X				X			X	
18	1222		X	X				X				X
19	1222	X		X					X		X	
20	1222		X	X					X		X	
21	1222		X	X					X			X
22	1222		X	X						X		X
23	1222	X		X						X	X	
24	1222		X	X						X	X	
25	1222	X				X	X				X	
26	1222		X			X	X				X	
27	1222		X			X	X					X
28	1222	X				X		X			X	
29	1222		X			X		X			X	
30	1222		X			X		X				X
31	1222	X				X			X		X	
32	1222		X			X			X		X	
33	1222		X			X			X			X
34	1222	X				X				X	X	
35	1222		X			X				X	X	
36	1222		X			X				X		X
37	1222	X			X		X				X	
38	1222		X		X		X				X	
39	1222		X		X		X					X
40	1222	X			X			X			X	
41	1222		X		X			X			X	
42	1222		X		X			X				X
43	1222	X			X				X		X	
44	1222		X		X				X		X	
45	1222		X		X				X			X
46	1222	X			X					X	X	
47	1222		X		X					X	X	
48	1222		X		X					X		X

Scenario Id	Komponent kombination	Tidslig for effekt		Medie			Pesticidtype				Effekttype	
		Korttids	Langtids	Terrestrisk	Vandløb	Vandhul	Herbicide	Insekticide	Fungicide	Vækst-regulerende	Direkte	Afledte
49	0222	X		X			X				X	
50	0222		X	X			X				X	
51	0222		X	X			X					X
52	0222	X		X				X			X	
53	0222		X	X				X			X	
54	0222		X	X				X				X
55	0222	X		X					X		X	
56	0222		X	X					X		X	
57	0222		X	X					X			X
58	0222	X		X						X	X	
59	0222		X	X						X	X	
60	0222		X	X						X		X

## KATEGORISERING AF EFFEKTSCENARIER

### Scenario 1-2: Direkte kort og langtids effekter af herbicider i marken

Direkte effekter på målorganismen er her udeladt. Herbicider kan i sjældne tilfælde påvirke leddyrerne i marken direkte. Det er således observeret at rovlevende insekter i enkelte tilfælde har reproduktive effekter ved anbefalet markdosis (Samsøe-Petersen, 1995). Det er endvidere fundet at herbiciderne triclopyr, picloram og glyphosat var giftig for rovmidten *Tetranychus lineatus* (Searle et al., 1990). Men hovedparten af studierne viser at der ikke er direkte effekter (Samsøe-Petersen, 1995; Davis, 1965; Tanke og Franz, 1978; Kegel, 1989; Houghton et al., 2001).

Direkte effekter af herbicider er af lav betydning.

### Scenario 3-4: Afledte effekter af herbicider og insekticider i marken

Det er i flere undersøgelser vist, at der er en mindre forekomst af agerlandstilknyttede fuglearter på konventionelle marker i forhold til marker der bliver dyrket økologisk (Braae, 1988; Petersen, 1992). Samtidig bliver hovedparten af de sprøjtemidler der benyttes i Danmark ud-sprøjtet i doser som ikke forventes at ville afstedkomme direkte effekter på fuglene. Det er fundet, at de økologiske marker har et større fødeudbud i form af en større frøpulje og et større indhold af insekter. Esbjerg og Petersen (2002a) viste, at et reduceret pesticidforbrug gav et større naturindhold i markerne og at lærker havde en større tæthed i felter med reduceret sprøjtning. Endelig viste Odderskær et al. (1997) at lærkers ungeoverlevelse var reduceret i sprøjtede marker i forholdt til usprøjtede marker som følge af et reduceret fødegrundlag. Samlet kan man sige at disse studier indikerer at der er en negativ effekt af det samlede sprøjtemiddeltryk på de agerlandstilknyttede fugles fødegrundlag og herigennem på fuglenes populationsstørrelser. Undersøgelserne kan ikke identificere hvilke sprøjtemidler der bidrager mest. Reddersen et al. (1998) har dog vist at herbicider har større betydning for invertebratfaunaen end fungicider har. Derudover har Taylor et al. (2006) fundet at felter med større mængde af ukrudt indeholder flere arthropoder ligesom herbicidbehandlede felter har den laveste forekomst.



Det vurderes derfor, at effekter af sprøjtemidler på markfladen har en sikker afledt påvirkning på de agerlandstilknyttede fugle.

### **Scenarie 5-6 Direkte effekter af insekticider i marken**

Der er en række nytteorganismer der befinder sig i marken. Det drejer sig om jordorganismer der potentielt kan øge jordens frugtbarhed gennem en øge omsætning eller det kunne være prædatorer og parasitter. Prædatorer og parasitter kan potentielt reducere mængden af skadegørere og hermed reducere behovet for bekæmpelse. Studier har vist at der er en effekt på prædatorerne når der sprøjtes med insekticider. Blandt andet har Longley et al. (1997a) fundet at mængden af parasitter blev reduceret med op til 90% og hyperparasitter med op til 47% ved sprøjtning med maksimal anbefalet markdosis af deltamethrin udsprøjtet i vinterhvede.

For jordbundsorganismerne er der gennemført et review af de feltstudier der udført med pesticider (Jänsch et al., 2006). De fandt at i 37% af studierne var der pesticideffekter på mere end 30% overfor de dominerende taksonomiske jordbundsvertebrater: springhaler (collemboler), regnorme og enkytræer. Ormene påvirkes især af fungicider og springhalerne var den mest påvirkede gruppe af herbicider, mens insekticiderne er mest virksomme overfor regnorme og springhaler. Effekterne kan både være direkte og indirekte.

Det vurderes at der er en sikker effekt af insekticider på prædatorer, regnorme og collemboler. Omfanget af effekten er usikkert.

### **Scenarie 7 Afledte effekter af fungicider i marken**

Reddersen et al. (1998) fandt en afledt effekt af brugen af Tilt top (blanding af propiconazol og fenpropimorph). Ved behandling med dette produkt viste der sig en tydelig reduktion i mængden af både obligate og fakultative svampefluer. Denne afledte effekt kan samtidig afstedkomme effekter på insektædende fugle i fald denne gruppe af insekter mængdemæssigt har en dominerende rolle. I den nævnte undersøgelse udgjorde svampeædende insekter maksimalt 2% af fødeudbuddet for fuglene. Det anses derfor usandsynligt at der skulle være afledte effekter på fuglene.

Det er vores vurdering at der er en sikker afledt effekt af fungicidbehandling i marken men at den udgør en ubetydelig del af effekten af den samlede pesticidbelastning

### **Scenarie 8-9 Direkte effekter af fungicider i marken**

Fungiciders direkte effekter på mykorrhiza blev undersøgt af Jakobsen & Rosendahl (2006) ved at undersøge to fungiciders indflydelse på populationsudvikling i marken og ved at etablere dosis-respons sammenhænge for enkeltisolater. Dosis-responsforsøgene viste at for carbendazim var NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) i niveau med markdosis. I feltforsøget kunne der ikke påvises nogen påvirkning af svampemidlet. Det blev konkluderet at andre faktorer end sprøjtemidlet var af større betydning. Udenlandske undersøgelser (Abd-Alla et al., 2000) har vist at fungicidet Afugan (Aktivt stof Pyrazophos) påvirker mykorrhiza's symbiose med 4 ærteblomstrede planter. Ingen af de ovennævnte aktivstoffer er pt. godkendt i Danmark men effekten er relevant. De fandt endvidere at både herbicider og insekticider har tilsvarende effekter på symbiosen.

Det er usikkert om fungicider generelt har en direkte effekt på ikke-målorganismer i marken.

## Scenarie 10-12 Direkte og afledte effekter af vækstregulerende midler i marken

Der anvendes 5 vækstregulerende midler i Danmark; chlormequat-chlorid, ethephon, maleinhydrazid, mepiquat-chlorid og trinexapac-ethyl. Stofferne har potentialet til at påvirke planteædende organismer, idet både plantens kemiske sammensætning og dens fysiske fremtoning kan påvirkes. Historisk set har man i nogle lande forsøgt at udnytte disse egenskaber til at beskytte planterne mod skadegørere (Dimetry og Mansour 1975). Det er således påvist ved flere lejligheder at Chlormequat-chlorid reducerer forekomsten af flere arter af bladlus (Campbell, 1988). Flere sommerfuglelarver har en reduceret vækst på planter behandlet med Chlormequat-chlorid (Campbell (1988) og referencer heri som Robinson 1960; Rautapää 1972). Det er endvidere observeret at mepiquat-chlorid afstedkom en øget dødelighed af larver af sommerfuglen *Heliothis zea*. Marshall (1988) undersøgte de direkte effekter af maleinhydrazid på artssammensætning og vækst af et græslandsplantesamfund. Han fandt, at antallet af tokimbladede planter blev reduceret som følge af sprøjtningen, og at plantesamfundet blev domineret af *Festuca rubra*.

Det er usikkert i hvilket omfang direkte såvel som indirekte effekter af vækstregulerende midler vil forekomme i marken

## Scenarie 13-15 Direkte og afledte effekter af herbicider i afdriftzonen i terrestriske økosystemer

På landsplan har herbicider en behandlingshyppighed på 1,3 (Bekæmpelsesmiddelstatistik 2005). Talrige studier i både Danmark og i udlandet har vist, at der er en risiko for direkte effekter på ikke-målsplanter i den zone hvor der ske en direkte afsætning i form af driftende dråber. Metodemæssigt spænder studierne vidt. Nogle studier er gennemført som væksthusforsøg til etablering af en dosis-respons sammenhæng der efterfølgende er blevet kombineret med afsætningsestimater. Andre har gennemført pottforsøg i varierende afstand til sprøjtezonen. Endelig er der gennemført fuldskalaforsøg i etableret vegetation ved marker.

Over årene er der gennemført undersøgelser af, hvor stor en bufferzone skal være for at forhindre uønskede effekter i afdriftzonen. Marrs og hans samarbejdspartnere (Marrs et al., 1989; Marrs et al., 1991; Marrs et al., 1993; Marrs og Frost, 1997) gennemførte både pottforsøg, mikrokosmosforsøg med etablerede flerårige planter og deciderede driftsforsøg. I alle forsøgene blev planterne eksponeret ved en enkelt sprøjtefane fra en 6m bom. Der var overensstemmelse mellem de enkelte forsøg der alle viste at en bufferzone på 6 til 10 m ville forhindre letale effekter. Det var nødvendigt at udvide bufferzonen til 20—40 m for at planterne ikke viste synlige skade ved sprøjtningen.

Breeze et al. (1992) fandt på basis af dosis- responsforsøg, at 14 vilde plantearter vil blive påvirket af glyphosat i en afstand op til 41 m fra sprøjten. Vurdering af en uønsket effekt var her sat til 10% dødelighed (ED10).

Driftstudier gennemført med tomat og trævlekrone viste at letale effekter vil forekomme i en afstand større end 15 m fra sprøjtefanen (Davis et al., 1994). Dette forsøg blev gennemført med 4 sprøjtespor med en sprøjtebom på 6 m.

De ovenstående undersøgelser dokumenterer primært effekter på vegetativ vækst. Det er imidlertid vist, at sulfonuyureaherbiciderne kan afstedkomme effekter på reproduktion selv om der ikke nødvendigvis har været vegetative effekter. Kjær et al. 2006a, b) fandt at der i tjørnebevoksning ikke var synlige effekter på vegetative strukturer, men der var en reduceret

frugtsætning ikke kun i det år hvor planterne blev eksponeret men også året efter. Et antal studier har undersøgt andre sprøjtemidler af samme type og har fundet, at der ligeledes var effekter på reproduktion (Maxwell og Weed, 2001). Blackburn og Boutin (2003) fandt endvidere, at glyphosat ved subletale doser reducerede spireevnen af de producerede frø samtidig med at F1-populationen også havde reduceret vækst. Fletcher et al. (1996) og Boutin et al. (2000) viste ligeledes at metsulfuron havde størst effekt hvis planterne blev eksponeret i de tidlige vækststadier. Men de fandt også at der senere i udviklingen blev fundet tydelige effekter på reproduktion af ikke-målsplanter. Olszyk et al. (2004) lavede i 2004 et review over effekter på ikke-målsplanter. De fandt, at ud af mere end 140 studier indikerede 2/3 af studierne at der var udviklingsmæssige forstyrrelse eller en reduceret reproduktion. Studierne dækkede en bred vifte af sprøjtemidler.

Kleijn og Snoeiijing (1997) undersøgte vegetationen i den zone der grænser op til marker. Vegetationen blev eksponeret for stigende mængde af herbicidet flouroxypyr. Det blev fundet, at artsdiversitet faldt i afdriftzone og ekstinktionsrate steg. Samtidig var biomassen af spontant koloniserende arter reduceret.

En række sammenligninger af vegetationen i hegn ved hhv. økologisk og konventionelt dyrkede marker kan understøtte konklusionerne fra de ovenstående undersøgelser (Bruus Pedersen et al. (2004), Asteraki et al. (2004) og Aude et al. (2003). I disse studier blev det således fundet at hegn ved økologiske marker har en højere diversitet, at der er en større spontan indvandring og en lavere ekstinktionsrate.

I et enkelt studie er det fundet, at glufosinat udover at have en direkte effekt på planter også virker toksisk på sommerfuglelarver (Kutlesa og Caveney, 2001). Det er ligeledes fundet at en bladbiller havde forøget dødelighed når den spiste af eksponeret for ukrudtmidlet chlorsulfuron (Kjær og Elmegaard, 1996). Der er genret ingen direkte effekter af herbicider på rovlevende insekter i marken, men for enkelte pesticider er det observeret effekter på reproduktion (Samsøe-Petersen, 1995) og på aktivitetsmål (Müller, 1972).

Ud fra denne viden vurderes det, at det er sikkert, at der i en afdriftzone vil forekomme direkte effekter af herbicider på ikke-målsplanter. Effekterne kan forekomme som en kortidsrespons eller vise sig efter en længere periode.

Afdriftzonens udstrækning vil afhænge af en række lokale forhold som sprøjteudstyr, vindforhold og sprøjtetidspunkt, men det er vigtigt i forhold til de afstandsvurderinger, der er givet i de ovenstående undersøgelser, at bemærke, at hovedparten af undersøgelserne er gennemført ved at sprøjte en enkelt bane og at det i de fleste tilfælde er gennemført med små sprøjtebaner (eksempelvis 6m). (Gilbert og Bell, 1988) har regnet på hvad bidraget fra flere sprøjtebaner giver i øget afsætning 8m fra marken i vindretningen. De fandt frem til at afsætningen i dette punkt skulle forøges med en faktor 3,4 i forhold til sprøjtning i en enkelt bane. Et i gangværende pesticidforskningsprojekt ("Vurdering af omfang og afdrift af herbicider til danske læhegn eksemplificeret ved metsulfuron") bekræfter størrelsesordenen af denne faktor.

De direkte effekter beskrevet ovenfor kan resultere i afledte effekter på de organismer der udnytter planterne. Det kan være ændringer i fødegrundlaget eller føde kvaliteten for planteædende eller nektarispisende organismer. Det er således observeret at herbicidbehandling på markfladen resulterede i en reduktion i mængden af planteædende insekter Mange af agerlandets sommerfugle er afhængige af at der er nektarressurser til rådighed. Der findes ikke studier af herbiciders effekter på mængden af nektarplanter. Mange forskere har undersøgt

forekomsten af sommerfugle i hhv. usprøjtede og sprøjtede randzoner. De fandt at der var en forøget forekomst af flere sommerfuglearter når der var etableret sprøjtefrie randzoner (Rands, 1985; Dover et al., 1990b). Studierne kan dog ikke afgøre hvilken type sprøjtemiddel der har den største virkning. En række fugle er afhængige af, at der eksempelvis er bær til rådighed som føde gennem vinteren. Kjær et al. (2002) regnede på hvad det hypotetisk kunne betyde, at bærmængden blev reduceret som følge af afdrift af herbicider. De fandt, at en 20% reduktion i bærmængden ville have biologisk signifikant effekt for standfuglene. Eksponering af planter i habitater i tilknytning til marker kan også resultere i at fødekvalitet for planteædende insekter forandres. Således fandt Speight og Whittaker (1987) og Kjær og Elmegaard (1996) effekter af en ændret fødekvalitet i planter eksponeret for asulam og chlorsulfuron på to arter af bladbiller.

Endelig har det også vist sig, at mængden af prædatorer kan blive påvirket af et ændret plantesamfund. Det blev således observeret at en fjernelse af planter i fodposen ved hjælp af et herbicid reducerede mængden af både løbebiller og tæger (Pollard, 1968a, b). Effekten kan enten skyldes, at der ikke er føde nok, eller at disse arter måske foretrækker vegetationsdækkede områder. (Asteraki et al., 2004) undersøgte forekomsten af invertebrater i hegn ved hhv. økologisk og konventionelt dyrkede marker. Undersøgelsen viste, at forekomsten af skumcikader, tæger og edderkopper var korreleret til artsrigdommen i plantesamfundet, og at invertebratfaunaen generelt var rigere i økologiske hegn end i konventionelle hegn. Forekomsten af løbebiller fulgte ikke denne trend.

Det vurderes, at der er direkte og afledte effekter af at herbicider drifter ud af marken og over i nærliggende økosystemer. Effekterne vil være af den type der opstår over en længere tidshorisont

### **Scenarie 16-18 Direkte og afledte effekter af insecticider i afdriftzone i terrestriske økosystemer**

Da områder nær på de sprøjtede marker har en risiko for at blive eksponeret for insecticider kan der opstå direkte effekter på organismer (primært insekter) der findes her. Der findes ikke så mange danske undersøgelser. I England er der lavet en række undersøgelser af de mulige effekter på sommerfugle. Den hyppigste forsøgsorganisme er den store kålsommerfugl. Undersøgelserne omfatter både effekterne af den direkte afsætning af dråber på insektet og larvernes følsomhed overfor de dråber der samles op når larverne bevæger sig rundt på plantemateriale. Undersøgelserne (Davis og Williams, 1990; Davis, 1991; Davis et al., 1991; Davis et al., 1993; Davis et al., 1994) viste at sommerfuglene er meget følsomme og at de i høj grad vil blive påvirket i afdriftzonen. Davis et al. (1993) viste at der skulle være en bufferzone på 16-24 m ved sprøjtninger med cypermethrin og 12 m ved sprøjtninger med triazophos. Sprøjtningen blev fortaget i et 24 m bredt bælte og grænsen for effekt var 10 % mortalitet. (Cilgi og Jepson, 1995) studerede også effekterne af et pyrethroid (deltamethrin). De fandt at en 6 m bufferzone ikke tilnærmelsesvis var nok til at fjerne effekt. De observerede en statistisk signifikant effekt på larver ved 1/520 af markdosis.

Davis (1991) viste, i forsøg med den store kålsommerfugl eksponeret for diflubenzuron, at der var mere end 95 % dødelighed op til 16 m fra marken når vindhastigheden var 5 m/s. Ved en vindhastighed på 2,5 m/s blev der observeret 24 % dødelighed ved en afstand på 24 m til marken.

Longley et al. (1997b) og Longley og Sotherton (1997) gennemførte både sommer- og efterårs-sprøjtning med deltamethrin. I forsøget blev der målt afsætning i hegn samt dødelighed

for to sommerfuglearter som et resultat af residualoptag over 24 timer. Det viste sig at afsætningen i græsset under hegnet gav en dødelighed på 90-100% for den store kålsommerfugl og 25% for en anden sommerfugl (*Spodoptera littoralis*).

Der er også gennemført forsøg med honningbier (Davis and Williams 1990). I forsøgene blev LC50 bestemt for 20 insekticider. På basis af driftstudier (målt afsætning i felten) kunne de udregne hvor langt fra marken der kunne forventes mindst 50% dødelighed. Beregningerne viste, at for de fleste stoffer er honningbier udenfor marken sikre ved en bufferzone på 5 m. Undtagelserne herfra er chlorpyrifos, triazophos, miviphos, fenitrothion, aziphos-methyl der havde en maksimal LC50-zone på mellem 56 og 72 m. Ingen af de sidstnævnte pesticider er pt. godkendt til udendørsbrug i Danmark.

Der findes endvidere en række forsøg, som har vist at der er en fattigere insektdiversitet i habitater ved konventionelt dyrkede marker i forhold til økologisk dyrkede marker (Bruus Pedersen et al., 2004). Der er endvidere forsøg hvor oprettelsen af en sprøjtefri randzone har resulteret i en større mængde insekter i de habitater hvor der er en bufferzone (Rands og Sotherton, 1986; Dover et al., 1990a; Hald et al., 1994). Disse observationer viser at sprøjtemidler har en effekt, men ikke hvilke(t) pesticid der forårsager det.

- Ud fra denne viden vurderes det, at det er sikkert, at der i en afdriftzone vil forekomme direkte effekter af insekticider på ikke-målarter i tilstødende økosystemer. Effekterne kan forekomme som både en korttids- og en langtidsrespons.
- Det er muligt, at der er afledte effekter af insekticidbehandlingen for fugle der lever af insekter i hegnene. Der er ikke lavet direkte studier af det, og føderesursen på markfladen er sandsynligvis vigtigere for disse fugle. Den afledte effekt er usikker og sandsynligvis ikke særligt betydende.

### **Scenarie 19-21 Direkte og afledte effekter af fungicider i afdriftzone i terrestriske økosystemer**

Forekomst af direkte og afledte effekter for organismer i afdriftzonen er efter eksponering med fungicider er ikke påvist. Denne effekt vurderes til at være usikker.

### **Scenarie 22-24 Direkte og afledte effekter af vækstregulerende midler i afdriftzone i terrestriske økosystemer**

Jævnfør beskrivelse af effekter som følge af eksponering af vækstregulerende midler i scenarie 10-12 er det sandsynligt at disse midler kan påvirke planter og planteædende insekter i driftzonen.

- Det er usikkert i hvilket omfang direkte såvel som indirekte effekter af vækstregulerende midler vil forekomme i afdriftzonen.

### **Scenarie 25 Korttids- og direkte effekter af herbicider i vandhuller i afdriftzonen**

Direkte effekter i vandhuller af typen 1222, fra herbicider, der har direkte indflydelse over kort tid. Ifølge Skovgaard (2002) baseret på en undersøgelse af 24 vandhuller på Djursland, vil pesticider stort set ikke forekommer i vandhuller, der ligger i åbne naturområder, hvor der ikke sprøjtes i umiddelbar nærhed. Det virker ikke overraskende, men undersøgelsen viste

desuden en forskel mellem vandhuller med og uden bræmmer til dyrkede marker. Et vandløb, der løber langs dyrkede marker kan også regnes med til denne kategori. Her kan der forekomme en transport af stof med en afdrift, samtidig med at dræn og anden afstrømning kan føre stof til vandløbet fra store dyrkede arealer. Der blev under NOVA programmet undersøgt for en række pesticider (Bøgestrand, 2001), men undersøgelser i Lillebæk har vist at det kan være svært at fange koncentrations-toppe, selv med intelligent prøvetagning (Møhlenberg et al., 2004), så de opnåede resultater fra NOVA programmet kan ikke regnes for øvre estimater af mulige eksponerings niveauer. Disse betragtninger omkring eksponering af pesticider i vandhuller gælder også generelt i forhold til de efterfølgende scenarier. Generelt synes herbicider kun at være svagt virksomme over for helt neddykkede planter (Cedergren et al., 2004). Der vil dog være en risiko for at en afsætning på blade og skud, der er i eller over vandoverfladen, som vil give en direkte effekt og det kan heller ikke afvises at tilstedeværelsen af flere pesticider samtidig kan have en kumuleret effekt (Cedergren et al., 2004). Denne effekt vurderes som usikker.

### **Scenarie 26 Langtids- og direkte effekter af herbicider i vandhuller i afdriftzonen**

Direkte langtidseffekter for vandhulsplanter efter realistisk eksponering med herbicider er ikke blevet påvist. Denne effekt vurderes som lille.

### **Scenarie 27 Langtids- og afledte effekter af herbicider i vandhuller i afdriftzonen**

Forekomst af afledte langtidseffekter i vandhuller, er indikeret i (Briggs og Damm, 2004), hvor fødegrundlaget for klokkefrøens haletudser, synes at være blevet ødelagt som følge af pesticiders virkning. Her vil det nok typisk kunne være herbiciders hæmning af algevækst på faste overflader. Da datagrundlaget er lille vurderes denne effekt dog som at være af mindre betydning set i lyset af at herbiciders effekter i vandhuller synes begrænset eller usikker.

### **Scenarie 28 Korttids- og direkte effekter af insekticider i vandhuller i afdriftzonen**

Korttidseffekter med insekticider i vandmiljøet, synes at være tæt relateret til pyrethroider, (Lauridsen et al., 2003; Møgelberg et al., 2004; Nørum et al., 2006). Pyrethroider har en stor affinitet til adsorption til overflader, hvilket betyder at disse stoffer kan ophobe sig i et tyndt lag ved den stillestående vandoverflade, (Mogensen et al., 2004). Dette bevirker, at der er en meget større eksponering for de organismer, der opholder sig i overfladen. Desuden kan opblanding af vandet i vandhullet være så langsom at det kan være forskelle i eksponering fra overflade til bund. Det er især tilfældet, når der er mange vandplanter tilstede, der hæmmer opblandingen, (Helweg et al., 2003). Eksponeringen i vandhullet er derfor meget kompliceret at beskrive, og der kan let opstå lokale områder i vandsøjlen med forhøjede koncentrationer. Denne effekt vurderes til at være sikker og høj.

### **Scenarie 29 Langtids- og direkte effekter af insecticider i vandhuller i afdriftzonen**

Forekomst af direkte langtidseffekter for vandhulsdyr i danske vandhuller efter eksponering med insekticider, er ikke vist i det gennemgåede materiale. Lauridsen et al. (2003) og Møgelberg et al. (2004) påpeger dog at pyrethroider kan være en trussel for reproduktion. Denne effekt vurderes til at være usikker.

### **Scenarie 30 Langtids- og afledte effekter af insekticider i vandhuller i afdriftzonen**

Forekomst af afledte langtidseffekter for vandhulsdyr efter eksponering med insekticider er ikke påvist. Denne effekt vurderes til at være usikker.

### **Scenarie 31--33 Generelt effekter af fungicider i vandhuller i afdriftzonen**

For vandhuller er der fundet en svag effekt for et enkelt fungicid (Lauridsen et al., 2003), men der skal en meget massiv kontaminering af vandhullet til med en direkte oversprøjtning før end der vil kunne optræde effekter ifølge undersøgelsen. I godkendelsesmateriale er der generelt indført sprøjtefrie bufferzoner for en del fungicider i forhold til overfladevand fordi de er testet til at have en vis potentiel effekt på vandlevende organismer. Der foreligger altså lidt modstridende oplysning, men undersøgelser af Lauridsen et al. (2003) vurderes ikke til at være omfattende nok til at forkaste den bekymring for godkendelsesarbejdet udtrykker. Derfor vurderes betydningen af fungicider som usikker.

### **Scenarie 34-36 Generelt effekter af vækstregulerende midler i vandhuller i afdriftzonen**

De vækstregulerende midler regnes på lige fod med herbiciderne til ikke at have den store effekt i vandhuller

### **Scenarie 37 Korttids- og direkte effekter af herbicider i vandløb i afdriftzonen**

Direkte effekter på vandløbsplanter, fra herbicider over kort tid synes ikke voldsom. Generelt synes herbicider kun at være svagt virksomme over for helt neddykkede planter (Cedergreen et al., 2004). Der vil dog være en risiko for, at en afsætning på blade og skud i eller over vandoverfladen, hvilket vil give en direkte effekt (Cedergreen et al., 2004). En vis risiko for fotosyntesehæmning er til stede for de koncentrationsniveauer, der er observeret i danske vandløb, (Møgelenberg et al., 2004). Denne effekt regnes for lille.

### **Scenarie 38 Langtids- og direkte effekter af herbicider i vandløb i afdriftzonen**

Direkte langtidseffekter for vandløbsplanter efter eksponering med herbicider er ikke påvist, men regnes for beskedne, ud fra argumenterne for scenarie 37.

### **Scenarie 39 Langtids- og afledte effekter af herbicider i vandløb i afdriftzonen**

Forekomst af afledede langtidseffekter for vandløbsplanter efter eksponering med herbicider er ikke påvist i det gennemgåede materiale. Denne effekt regnes for lille.

### **Scenarie 40 Korttids- og direkte effekter af insekticider i vandløb i afdriftzonen**

Direkte korttidseffekter med insekticider i vandmiljøet, synes at være tæt relateret til pyrethroider (Lauridsen et al., 2003; Møgelenberg et al., 2004; Nørum et al., 2006). Selvom pyrethroider ikke er fundet i særligt store koncentrationer i danske vandløb, (Bøgestrand, 2001), så viser undersøgelser at visse vandinsekter påvirkes i deres adfærd, selv ved realistiske koncentrationsniveauer (Møgelenberg et al., 2004; Nørum et al., 2006). Denne påvirkning kan betyde en drift i vandløbet, der øger risikoen for at blive spist af f.eks. ørred eller det kan betyde en mindsket evne til at finde føde. Denne effekt regnes for sikker og høj.

### **Scenarie 41 Langtids- og direkte effekter af insekticider i vandløb i afdriftzonen**

Forekomst af direkte langtidseffekter overfor vandløbsdyr efter eksponering med insekticider, kunne være forårsaget af reproduktionsskader pga. pyrethroid, (Møgelenberg et al., 2004). Denne effekt regnes for usikkert bestemt.

#### **Scenarie 42 Langtids- og afledte effekter af insekticider i vandløb i afdriftzonen**

Forekomst af afledede langtidseffekter overfor vandløbsdyr efter eksponering med insekticider, er ikke påvist og regnes for usikkert bestemt.

#### **Scenarie 43-45 Generelt effekter af fungicider i vandløb i afdriftzonen**

Fungicider var fundet svagt toksiske for mikroalger, og moderate toksiske for vandinsekter (Møgelenberg et al., 2004), der drejer sig dog om koncentrationsniveauer, der ligger noget over realistiske niveauer for vandløb. Men som nævnt under vandhuller ovenfor for fungicider udtrykker datamateriet i godkendelsesproceduren en hvis bekymring som Møgelenberg et al., 2004, vurderes ikke at kunne afvises. Derfor betragtes betydningen som usikker.

#### **Scenarie 46-48 Generelt effekter af vækstregulerende midler i vandløb i afdriftzonen**

De vækstregulerende midler regnes på lige fod med herbiciderne til ikke at have den store effekt i vandløb.

#### **Scenarie 49-60 Effekter i områder der ikke udsættes for momentan eksponering**

Nogle sprøjtemidler har sådanne fysisk/kemiske egenskaber at de vil fordampe og kunne transporteres ud af marken på dampform. Når et stof er kommet på dampform kan det transporteres regionalt, dvs. over en længdeskala på 10-100 km, indenfor et døgn. På denne tidskala er det mest spredningsfysiske forhold såsom turbulens og vindhastighed, der er betydende for transporten kombineret med stoffets affinitet til deponering i tør eller våd form. Over længere afstande (langtransport) bliver kemiske stabilitet (persistens) i luften en betydelig faktor.

I det danske overvågningsprogram indgår målinger af indholdet af 14 almindeligt anvendte pesticider i regnvandet. I 2005 blev der eksempelvis fundet 6 pesticider i regnvandet (Ellermann et al., 2005). Epple et al. (2002) fandt ligeledes en relativ stor antal pesticider i regnvandsprøver taget i det sydlige Tyskland (17 ud af de 25 der blev testet for). En hel række undersøgelser (Ross et al., 1990; Kloppel og Kordel, 1997; Andersen et al., 2006) har vist at under de rette meteorologiske forhold vil en række stoffer fordampe. I et studie med fordampelige pesticider fandt Siebers et al. (2003) at både lindan, parathion og pirimicarb kunne findes 250 m fra det sprøjtede areal. Asman et al. (2001) undersøgte pesticider fordampelighed og forekomst i regnvand i Danmark. Dette blev sammenstillet med undersøgelser af mecoprop-P's effekt på flere plantearter i indbyrdes konkurrence. De fandt, at der skulle ske en kraftig forøgelse af mængden af dette pesticid for at der ville være effekt på nogen af planterne ved den mængde der findes i regnvand i Danmark.

Klepper et al. (1998) og de Jong et al. (1995) modellerede effekter af pesticid nedfald i Holland. Begge fandt at der var en stor beregnet effekt på plantesamfund. Der findes dog ikke mange undersøgelser der har dokumenteret effekter i felten af pesticider på dampform. Det nærmeste man kommer, er dosis-respons forsøg gennemført i vindtunnel (Follak et al., 2005) med efterfølgende undersøgelse af pottede planters respons på afdampning af herbicidet bromoxynil. De fandt ingen effekt på solsikke. Hvad effekten vil være på plantesamfund i felten er dog usikker (Breeze, 1994). Det vurderes, at det er usikkert i hvilket omfang der er effekt af fordampelige sprøjtemidler på organisme/samfundsniveau udenfor afdriftzonen.

Følgende tabel opsummerer den ovenstående analyse:



Scenarie Id	Kategorisering			Kort beskrivelse af scenarier
	Dem med sikker høj betydning for den samlede miljøbelastning	Dem med sikker lav betydning; for den samlede miljøbelastning	Dem med usikker (ukendt) betydning for den samlede miljøbelastning	
1		X		2221 direkte, herbicid, terrestrisk, korttidseffekt, i mark,
2		X		2221 direkte, herbicid, terrestrisk, langtidseffekt, i mark
3	X			2221 afledt, herbicid, terrestrisk, langtidseffekt, i mark,
4	X			2221 afledt, insekticid, terrestrisk, langtidseffekt, i mark
5			X	2221 direkte, insekticid, terrestrisk, korttidseffekt, i mark
6			X	2221 direkte, insekticid, terrestrisk, langtidseffekt, i mark
7			X	2221 afledt, fungicid, terrestrisk, langtidseffekt, i mark
8			X	2221 direkte, fungicid, terrestrisk, langtidseffekt, i mark
9			X	2221 direkte, fungicid, terrestrisk, korttidseffekt, i mark,
10			X	2221 direkte, vækstreg., terrestrisk, korttidseffekt, i mark
11			X	2221 direkte, vækstreg. terrestrisk, langtidseffekt, i mark
12			X	2221 afledt, vækstreg., terrestrisk, langtidseffekt, i mark
13	X			1222 direkte, herbicid, terrestrisk, korttidseffekt, i afdriftzone
14	X			1222 direkte, herbicid, terrestrisk, langtidseffekt, i afdriftzone
15	X			1222 afledt, herbicid, terrestrisk, langtidseffekt, i afdriftzone
16	X			1222 direkte, insekticid, terrestrisk, korttidseffekt, i afdriftzone
17	X			1222 direkte, insekticid, terrestrisk, langtidseffekt, i afdriftzone
18			X	1222 afledt, insekticid, terrestrisk, langtidseffekt, i afdriftzone
19			X	1222 direkte, fungicid, terrestrisk, korttidseffekt, i afdriftzone
20			X	1222 direkte, fungicid, terrestrisk, langtidseffekt, i afdriftzone
21			X	1222 afledt, fungicid, terrestrisk, langtidseffekt, i afdriftzone
22			X	1222 afledt, vækstregulerende, terrestrisk, langtidseffekt, i afdriftzone
23			X	1222 direkte, vækstregulerende, terrestrisk, langtidseffekt, i afdriftzone
24			X	1222 direkte, vækstregulerende, terrestrisk, korttidseffekt, i afdriftzone
25			X	1222 direkte, herbicid, vandhul, korttidseffekt, i afdriftzone
26		X		1222 direkte, herbicid, vandhul, langtidseffekt, i afdriftzone
27		X		1222 afledt, herbicid, vandhul, langtidseffekt, i afdriftzone
28	X			1222 direkte, insekticid, vandhul, korttidseffekt, i afdriftzone
29			X	1222 direkte, insekticid, vandhul, langtidseffekt, i afdriftzone
30			X	1222 afledt, insekticid, vandhul, langtidseffekt, i afdriftzone
31			X	1222 direkte, fungicid, vandhul, korttidseffekt, i afdriftzone
32			X	1222 direkte, fungicid, vandhul, langtidseffekt, i afdriftzone
33			X	1222 afledt, fungicid, vandhul, langtidseffekt, i afdriftzone
34		X		1222 direkte, vækstregulerende, vandhul, korttidseffekt, i afdriftzone
35		X		1222 direkte, vækstregulerende, vandhul, langtidseffekt, i afdriftzone
36		X		1222 afledt, vækstregulerende, vandhul, langtidseffekt, i afdriftzone
37		X		1222 direkte, herbicid, vandløb, korttidseffekt, i afdriftzone
38		X		1222 direkte, herbicid, vandløb, langtidseffekt, i afdriftzone
39		X		1222 afledt, herbicid, vandløb, langtidseffekt, i afdriftzone
40	X			1222 direkte, insekticid, vandløb, korttidseffekt, i afdriftzone
41			X	1222 direkte, insekticid, vandløb, langtidseffekt, i afdriftzone
42			X	1222 afledt, insekticid, vandløb, langtidseffekt, i afdriftzone
43			X	1222 direkte, fungicid, vandløb, korttidseffekt, i afdriftzone
44			X	1222 direkte, fungicid, vandløb, langtidseffekt, i afdriftzone
45			X	1222 afledt, fungicid, vandløb, langtidseffekt, i afdriftzone
46		X		1222 direkte, vækstregulerende, vandløb, korttidseffekt, i afdriftzone
47		X		1222 direkte, vækstregulerende, vandløb, langtidseffekt, i afdriftzone
48		X		1222 afledt, vækstregulerende, vandløb, langtidseffekt, i afdriftzone
49			X	0222 direkte, herbicid, terrestrisk, korttidseffekt, udenfor afdriftzone
50			X	0222 direkte, herbicid, terrestrisk, langtidseffekt, udenfor afdriftzone
51			X	0222 afledt, herbicid, terrestrisk, langtidseffekt, udenfor afdriftzone
52			X	0222 direkte, insekticid, terrestrisk, korttidseffekt, udenfor afdriftzone
53			X	0222 direkte, insekticid, terrestrisk, langtidseffekt, udenfor afdriftzone

54			X	0222 afledt, insecticid, terrestrisk, langtidseffekt, udenfor afdriftzone
55			X	0222 direkte, fungicid, terrestrisk, korttidseffekt, udenfor afdriftzone
56			X	0222 direkte, fungicid, terrestrisk, langtidseffekt, udenfor afdriftzone
57			X	0222 afledt, fungicid, terrestrisk, langtidseffekt, udenfor afdriftzone
58			X	0222 direkte, vækstregulerende, terrestrisk, korttidseffekt, udenfor afdriftzone
59			X	0222 direkte, vækstregulerende, terrestrisk, langtidseffekt, udenfor afdriftzone
60			X	0222 afledt, vækstregulerende, terrestrisk, langtidseffekt, udenfor afdriftzone

Det blev således fundet at følgende effekt-scenarier har størst betydning:

1. Afledte langtidseffekter inden i marken, hvor der sprøjtes, hvilket især bygger på forringet fødegrundlag for fugle
2. En række forskellige terrestriske effekter på både planter og dyr i afdriftzonen, der ligger uden for der oversprøjtede område, men hvor der foregår en afdrift fra sprøjteskyen. Både korttidseffekter og langtidseffekter har betydning her i forhold til herbicider og insekticider. Dette gælder især, hvor sådanne zoner overlapper særligt bevaringsværdige områder, hvor tolerance for pesticideffekter er mindst.
3. Direkte effekter på dyr i vandhuller, der grænser op til dyrkede marker.
4. Direkte effekter på dyr i vandløb, der grænser op til dyrkede marker fra brugen af insekticider.

Insekticider, herbicider er vurderet at være de grupper af pesticider der har den mest sikre potentielle effekt. De øvrige grupper bør dog også inddrages under forudsætning af at indikator-en kan beregnes både samlet for alle pesticider og specifikt for hhv. Insekticider, herbicider, fungicider og væksthæmmer. Disse effekt-scenarier bør indgå i en miljøindikator for pesticider, hvis denne skal have en tilstrækkelig teoretisk præcision.