



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Pesticidbelastningen fra jordbruget 2007-2010

Forord

Bekæmpelsesmiddelstatistikken, der ligger til grund for belastningsberegningerne, er baseret på salgsdata, der er meddelt til Miljøstyrelsen af de firmaer, der er godkendelsesindehavere af bekæmpelsesmidler i Danmark.

Bekæmpelsesmiddelstatistik 2010 er udgivet som Orientering fra Miljøstyrelsen Nr. 5 2011 (<http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2011/10/978-87-92779-45-8.pdf>). Her fokuseres der på landbrugets anvendelse af plantebeskyttelsesmidler (pesticider), og behandlingshyppigheden (BH) er beregnet som tidligere år.

I den foreliggende rapport beskrives det, hvorledes der kan beregnes en såkaldt pesticidbelastning som udtryk for pesticidernes egenskaber i forhold til sundhed og miljø. Metoder og grundlag er tilvejebragt, udarbejdet og beskrevet i et tæt samarbejde mellem Fødevareøkonomisk Institut og relevante medarbejdere i Miljøstyrelsen. Arbejdet er foregået over flere år, idet det indgår som en del af arbejdet med udvikling af en ny pesticidafgift, og har været finansieret af hhv. Miljøstyrelsen, Fødevareministeriet og Fødevareøkonomisk Institut.

Til projektet med udarbejdelse af "Bekæmpelsesmiddelstatistik 2010" samt "Pesticidbelastningen 2007-2010" har der været tilknyttet en følgegruppe, sammensat af følgende personer: Lise Samsøe-Petersen, Christina Bøje, Lea Frimann Hansen (Miljøstyrelsen), Jesper Kjølholt (COWI), Lise Nistrup Jørgensen, Per Kudsk (Århus Universitet, Institut for Agroøkologi, Flakkebjerg) og Jens Erik Ørum (Fødevareøkonomisk Institut, Københavns Universitet, LIFE).

Vi vil gerne takke følgegruppens medlemmer for deres deltagelse i arbejdet og godkendelsesindehaverne af plantebeskyttelsesmidler på det danske marked for gennemgang af de data vedrørende aktivstofferne og midlernes egenskaber, der danner grundlag for beregningerne.

Denne rapport er revideret for trykfejl og nye tabeller for tabel 5.3 og 5.5, samt så tal i teksten er i overensstemmelse med tal i tabeller/figurer, nederst på siderne 17, 29, 30, 34 og 37. Derudover er der tilføjet et Bilag 2 med detaljer vedrørende beregninger af belastning.

Miljøstyrelsen
14. februar 2012

Indhold

1	SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	5
2	INDLEDNING	7
3	BEREGNING AF BELASTNING	9
3.1	BELASTNING	9
3.2	SPROGBRUG	9
3.2.1	<i>Pesticid, middel og aktivstof</i>	9
3.2.2	<i>Belastninger</i>	9
3.2.3	<i>Hoved- og delindikatorer</i>	10
3.3	GRUNDLAGET FOR BEREGNING AF PESTICIDBELASTNINGEN	10
3.3.1	<i>Datagrundlag</i>	10
3.3.2	<i>Principper</i>	12
3.4	SUNDHEDSBELASTNING	13
3.4.1	<i>Risiko for eksponering indregnes delvis i sundhedsbelastningen</i>	16
3.5	MILJØADFÆRDSBELASTNING	16
3.6	MILJØEFFEKTBELASTNING	17
3.6.1	<i>Bejdsemidler eksport og import</i>	18
4	BELASTNING, FLADEBELASTNING, PESTICIDBELASTNINGSINDIKATOR	21
4.1	DEFINITION AF BELASTNING OG FLADEBELASTNING	21
4.2	BELASTNINGSINDIKATORER I MILJØPOLITIKKEN OG DEFINITION AF PBI22	
5	PESTICIDBELASTNING 2007-2010	25
5.1	PESTICIDBELASTNINGSINDIKATOR OG FLADEBELASTNING 2007-2010	25
5.1.1	<i>De store linjer</i>	25
5.1.2	<i>Detaljer - eksempler</i>	28
Bilag 1	Pesticidbelastning 2007-2010	39
Bilag 2	Belastningsfaktorer til miljøeffektberegninger	45

1 Sammenfatning og konklusioner

Der er udviklet en ny indikator for belastningen af miljø og sundhed som følge af pesticidanvendelsen; **PesticidBelastningsIndikatoren (PBI)**, der endvidere kan omregnes til **fladebelastningen (BF)** (belastningen pr. arealenhed). Belastningstallene er et supplement til den hidtil offentliggjorte bekæmpelsesmiddelstatistik med beregning af behandlingshyppigheden (**BH**). Belastningsberegningerne giver også et grundlag for udvikling af en **vejledning/pointssystem** til landmænd og andre brugere af bekæmpelsesmidler vedrørende valg af pesticider ud fra deres egenskaber.

Hvor BH hovedsagelig fortæller noget om omfanget af pesticidanvendelsen, fortæller PBI i højere grad noget om miljø- og sundhedsbelastningen fra de pesticider, der faktisk er brugt (solgt).

I rapporten beskrives de data og principper, der ligger til grund for beregning af belastningen, og belastningstal (PBI og BF) for årene 2007-2010 præsenteres og diskuteres.

Tallene for perioden 2007-2010 viser, at helhedsbilledet er det samme, uanset om man ser på salgstallene, BH eller PBI: En kraftig stigning fra 2007-08, derpå et fald i 2009 efterfulgt af en ny stigning, dog ikke så stor, at værdierne for 2010 overstiger rekordåret 2008, hvor BH var 3,2. Ser man derimod på stigningen, viser det sig, at fladebelastningen og pesticidbelastningsindikatoren fra 2007 til 2010 er steget ca. 30 % mod en stigning i behandlingshyppigheden på kun 11 % i samme periode. Dette tyder på, at belastningen pr. standarddosis (belastningsindekset) er øget i perioden. Det vurderes, at dette kan skyldes flere faktorer, og der kræves en nøjere analyse af data for at forklare dette. Eksemplet viser, at belastningstallene kan bruges til vurdering af pesticidanvendelsen på nye måder.

Den nye indikator kan også bruges til at analysere belastningens fordeling. Tallene viser f.eks., at hvor PBI i referenceåret 2007 pr. definition var ligeligt fordelt på de tre hovedindikatorer, sundhed, miljøadfærd og miljøeffekt, udgjorde miljøeffektbelastningen næsten 50 % af den samlede belastning i 2010. De midler, der sælges nu, er i højere grad belastende for miljøet end i 2007, mens belastningen i forhold til sundhed, ophobning i fødekæderne og/eller udvaskning til grundvandet stort set ikke er ændret i perioden.

En opdeling af PBI på afgrøder kan vise, hvilke afgrøder, der bidrager mest til den samlede belastning i Danmark. Det gør korn, der også dækker det største areal.

En opdeling af fladebelastningen (BF) på afgrøder kan derimod vise, hvilke arealer, der er mest belastede; det er de arealer, hvor der dyrkes kartofler samt frugt og bær.

2 Indledning

Begrebet "behandlingshyppighed" (BH) som udtryk for omfanget af anvendelsen af bekæmpelsesmidler i dansk landbrug blev introduceret for 25 år siden. Årlige beregninger af BH er gennem mere end 20 år blevet publiceret af Miljøstyrelsen sammen med den årlige, mængdebaserede bekæmpelsesmiddelstatistik. Beregningen af behandlingshyppighed baseres på salgstallene for midler, der hvert år indberettes til Miljøstyrelsen.

Behandlingshyppigheden angiver det antal gange, som det samlede konventionelle landbrugsareal i gennemsnit kan behandles i løbet af en vækstsæson med den solgte mængde plantebeskyttelsesmidler anvendt i normaldoseringer.

Behandlingshyppigheden betragtes som en overordnet indikator for den belastning, anvendelsen af pesticider giver på planter og dyr, der lever i det åbne land på marker eller arealer i tilknytning hertil. Dette ud fra en antagelse om, at pesticider sjældent er så specifikke, at de kun er giftige for den målorganisme, pesticiderne anvendes imod, men i større eller mindre omfang også er giftige for andre organismer.

Men behandlingshyppigheden udtrykker ikke noget specifikt om pesticidanvendelsens belastning af f.eks. miljøet eller sprøjteførerens sundhed, endsige om potentialet for forurening af grundvand. Der har derfor længe været et ønske om at udvikle en indikator, der i højere grad afspejler den samlede belastning af mennesker og miljø, og som samtidig er mere specifik og kan udtrykke størrelsen af belastningen på et mere detaljeret niveau end behandlingshyppigheden.

Der er nu udviklet en ny indikator, der kaldes PesticidBelastningsIndikatoren (PBI).

Den nye indikator giver ikke noget mål for eventuelle effekter eller skader, der måtte opstå som følge af pesticidanvendelsen. Den er baseret på oplysninger om, "hvor meget pesticid" der er solgt og disse midlers egenskaber, men den indeholder ingen oplysninger om, hvorvidt de udbragte pesticidmængder rent faktisk påvirker – endsige gør skade på - mennesker eller miljø. Derfor er det en belastningsindikator – ikke en skadeindikator.

Pesticidbelastningen, der har enheden "B", er beregnet på grundlag af de oplysninger, der eksisterer om miljøegenskaber for de aktive stoffer, der indgår i plantebeskyttelsesmidlerne og for plantebeskyttelsesmidlernes sundhedsmæssige egenskaber. Alle plantebeskyttelsesmidlerne er vurderet og bliver kun godkendt, hvis de ikke udgør en uacceptabel risiko, og dermed ikke forventes at give uønskede effekter på hverken mennesker eller miljøet. Men selvom de alle er godkendte, så er der indbyrdes forskel på midlerne mht. deres miljø- og sundhedsmæssige egenskaber. Det betyder, at nogle plantebeskyttelsesmidler er mindre belastende end andre, og at der derfor kan opnås en gevinst på den samlede belastning ved at substituere (skifte) til disse midler.

Beregning af en pesticidbelastning er en væsentlig forudsætning for den af regeringen foreslåede, differentierede pesticidafgift. Det er tanken, at pesticidbelastningen kan indgå i Miljøstyrelsens årlige bekæmpelsesmiddelstatistik fremover. Derved kan behandlingshyppigheden ("hvor meget sprøjtes der?") blive suppleret med pesticidbelastningen ("hvor giftige er de pesticider, der sprøjtes med?") ved opgørelsen af pesticidforbruget i fremtiden.

Den nye indikator kan på sigt anvendes til at fastsætte målsætninger på landsplan eller f.eks. for visse dele af miljøet – det kunne være vandmiljøet. Den giver også mulighed for at beregne en supplerende indikator, kaldet fladebelastning (BF). Med denne kan der fastsættes målsætninger for visse afgrøder.

3 Beregning af belastning

3.1 Belastning

Pesticidbelastningen, der har enheden "B", giver et mål for den miljø- og sundhedsmæssige belastning som følge af pesticidanvendelsen (-salget).

Pesticidbelastningen beregnes for tre hovedkategorier af belastning. De tre kategorier, der også omtales som hovedindikatorer, er:

- **Sundhed:** giver et mål for den belastning, sprøjteføreren udsættes for ved håndtering og udbringning af pesticiderne.
- **Miljøadfærd:** udtrykker, hvor længe pesticiderne er om at nedbrydes i jord, samt deres potentiale for at ophobes i fødekæder, og for transport gennem jord til grundvandet.
- **Miljøeffekt:** udtrykker, hvor giftige pesticiderne er for dyr i marken og den omgivende natur.

3.2 Sprogbrug

3.2.1 Pesticid, middel og aktivstof

I denne rapport omtales pesticiderne typisk som f.eks. plantebeskyttelsesmidler eller blot midler. Begrebet "middel" refererer til de færdigformulerede midler, der sælges til landmændene. Et middel kan bestå af flere aktivstoffer samt forskellige tilsætningsstoffer, der f.eks. kan øge effekten af aktivstofferne eller gøre det muligt at opløse aktivstofferne i vand.

Pesticidernes sundhedsbelastning vurderes og beregnes ud fra midlernes egenskaber, mens deres miljøadfærd og miljøeffekt alene beregnes på grundlag af de aktivstoffer, der indgår i midlerne. Derfor er det vigtigt, ved beregning af belastningen, at anvende en konsekvent terminologi. Derfor omtales pesticiderne i det følgende udelukkende som enten midler eller aktivstoffer. Et middels samlede miljøadfærds- og miljøeffektbelastning beregnes ved addition af belastningen for de aktivstoffer, der indgår i midlet.

3.2.2 Belastninger

For hovedindikatoren sundhed giver det god mening at kombinere ordene "sundhed" og "belastning" til begreber som "pesticidernes sundhedsbelastning" eller blot "sundhedsbelastning".

Det samme er ikke tilfældet for mange af de øvrige begreber. For at undgå brugen af halsbrækkende og lidet informative begreber som f.eks. "miljøadfærdsbelastning" og "miljøeffektbelastning" er det valgt at omtale en given pesticidbelastning ved navnet på den pågældende indikator, gerne med tilføjelse af et foranstillet "pesticidernes" eller en efterstillet relevant enhed, f.eks. "B" eller "B pr. ha".

Det vil sige, at der f.eks. med "pesticidernes miljøadfærd", "miljøadfærd (B)", "miljøeffekt", "pesticidernes miljøeffekt", "miljøeffekt (B pr. ha)", "bioakkumulering (B)" eller "miljøeffekt for bier" i alle tilfælde henvises til en belastning som følge af en given pesticidanvendelse for en given indikator udtrykt ved en beregnet belastning med enheden "B" eller "B pr. ha".

Flere af disse begreber, som f.eks. "sundhed" og "miljøeffekt", kan give anledning til mange misforståelser og forvekslinger. Derfor er det vigtigt, at disse begreber, når de henviser til pesticidbelastningen, ikke anvendes løsrevet fra sammenhængen "pesticider" og "belastning".

Det skal igen understreges, at ingen af de tre indikatorer – trods navngivning – giver noget mål for eventuelle konsekvenser af pesticidanvendelsen. Specielt skal det erindres, at begrebet "miljøeffekt" i det følgende anvendes som en slags forkortelse for "miljøeffektbelastning" og altså ikke som et mål for effekt.

3.2.3 Hoved- og delindikatorer

Pesticidernes belastning for sundhed (sprøjteførere) og miljø er som nævnt opdelt i tre hovedkategorier eller såkaldte hovedindikatorer, der hver især er sammensat af flere delindikatorer.

Belastningen for hver af de tre hovedindikatorer (dvs. sundhed, miljøadfærd og miljøeffekt) er sammensat af delindikatorer. Sundhed baseres på midlernes risikosætninger, og miljøadfærd består af tre delindikatorer: Nedbrydning, ophobning og udvaskning, mens miljøeffekt består af 11 delindikatorer: Kort- og visse langtidseffekter på pattedyr, fugle, bier, regnorme, fisk, vandlevende leddyr (f.eks. Dafnier), vandplanter og alger.

3.3 Grundlaget for beregning af pesticidbelastningen

I de følgende afsnit gives et overblik over datagrundlaget for samt metoderne til beregning og sammenvejning af belastningen for de tre hovedindikatorer, sundhed, miljøadfærd og miljøeffekt.

3.3.1 Datagrundlag

Pesticider, der er baseret på mikroorganismer, samt bejdsemidler, der er påført importeret udsæd, indgår ikke i beregning af belastningen i nærværende rapport.

Tabel 3.1 viser de hoved og delindikatorer, der benyttes ved beregning af pesticidbelastning, samt datagrundlaget for beregningerne.

Tabel 3.1 Hoved- og delindikatorer til beregning af pesticidbelastning

Hovedindikator	Delindikator og enhed	Datagrundlag
Sundhed	<i>B pr. kg middel</i>	
		Risikosætninger for middel
Miljøadfærd	<i>B pr. kg aktivstof(a.s.)</i>	
	Nedbrydning (persistens)	A.s. nedbrydelighed
	Ophobning (bioakkumulering)	A.s. bioakkumulerbarhed (BCF)
	Udvaskning (mobilitet)	A.s. potentiale for udvaskning til grundvand
Miljøeffekt	<i>B pr. kg aktivstof(a.s.)</i>	
	Pattedyr	A.s. korttidseffekter
	Fugle	A.s. korttidseffekter
	Bier	A.s. korttidseffekter
	Regnorme	A.s. korttids- og langtidseffekter
	Vandmiljø	
	Fisk	A.s. korttids- og langtidseffekter
	Dafnier	A.s. korttids- og langtidseffekter
	Vandplanter	A.s. korttidseffekter
	Alger	A.s. korttidseffekter

Beregning af midlernes miljøbelastning (-adfærd og -effekt) er baseret på oplysninger om aktivstofferne egenskaber og stammer fra EU's database "PPDB"¹. Databasen er baseret på den viden, der ligger til grund for EU-vurderingen foretaget i forbindelse med vurdering og optagelse af stofferne på EU's positivliste² over aktivstoffer, der må indgå i plantebeskyttelsesmidler.

Det skal ligeledes bemærkes, at den beregnede pesticidbelastning er baseret på vores viden om solgte mængder (behandlingshyppigheden) samt om midlernes og aktivstofferne iboende egenskaber udtrykt som belastning pr. kg middel.

Ved beregning af belastningen er der inddraget mest mulig tilgængelig viden om pesticidernes mulige belastning for de enkelte delindikatorer. I de tilfælde, hvor en i øvrigt relevant parameter ikke er til rådighed for alle aktivstoffer, det gælder f.eks. data for pesticidernes langtidseffekt på pattedyr og fugle, er denne parameter imidlertid udeladt i beregningerne.

Beregning af pesticidernes belastning for menneskers (sprøjteførerens) **sundhed** er baseret på midlernes sundhedsfareklassificering, udtrykt ved deres risikosætninger (R-sætninger). Disse rangordnes med en score (point) ud fra deres farlighed og en fælles belastningsfaktor, samt en faktor, der giver et mål for eksponeringsrisikoen.

Beregning af pesticidernes **miljøadfærd** er baseret på oplysninger om aktivstofferne egenskaber for de enkelte delindikatorer. Det drejer sig om biokoncentreringsfaktoren (BCF) (**ophobning** i fødekæder), om halveringstiden i jord (**nedbrydning**) samt mobiliteten i jord (**udvaskning** til grundvandet) for aktivstoffet og dets nedbrydningsprodukter (metabolitter).

¹ PPDB (2009). The Pesticide Properties Database (PPDB) udviklet af the Agriculture & Environment Research Unit (AERU), University of Hertfordshire, finansieret af UK national midler og det EU finansierede projekt FOOTPRINT projekt (FP6-SSP-022704). <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm>

² Hidtil er disse stoffer blevet optaget på bilag I til direktiv 91/414/EØF men fra 14. juni 2011 hvor en ny EU pesticidforordning (1107/2009/EF) trådte i kraft, skal aktivstofferne optages på en godkendelsesforordning.

Beregning af pesticidernes **miljøeffekt** er baseret på aktivstofferne akutte og kroniske **giftighed**³ for de enkelte delindikatorer bestemt som f.eks. LC₅₀ og EC₅₀ værdier⁴. Ved beregning af den længerevarende (kroniske) belastning for regnorme, fisk og vandlevende leddyr indgår desuden aktivstofferne nedbrydningstid i hhv. jord og vand.

Ved beregningen indgår der ingen oplysninger om den mulige eksponering af mennesker eller miljø, idet der i beregningerne ikke indgår de krav til brug af risikoreducerende foranstaltninger, der er anført på midlernes etiket og/eller brugsanvisning for det enkelte middel, og som er anført som forudsætning for midlernes godkendelse. Det kan f.eks. være foreskrevet brug af personlige værnemidler som handsker og maske ved håndtering af pesticiderne eller krav om f.eks. 10 meters sprøjteafstand til vandmiljø. Indikatoren kan således ikke bruges til at vurdere, om der kan opstå uønskede effekter af midlerne ved regelret anvendelse - kun til at give et mål for belastningen.

Ved anvendelse i lukkede anlæg, f.eks. væksthuse og industrianlæg, er det antaget, at pesticiderne ikke vil belaste det eksterne miljø. For sådanne anvendelser beregnes der ingen belastning for miljøadfærd og miljøeffekt (den ganges med en faktor 0). Tilsvarende arbejdes der med andre belastningsfaktorer for bejdsemidler end for midler, der udbringes på sædvanlig vis.

3.3.2 Principper

Referenceværdier

For aktivstofferne miljømæssige egenskaber (adfærd og effekt) har det grundlæggende princip været, at vægtning og beregning af belastning – for hver enkelt delindikator - fastsættes på grundlag af en referenceværdi og en referencebelastning. Referenceværdien er bestemt af et godkendt aktivstof, der i 2007 var det ”værst mulige” i forhold til den pågældende indikator, f.eks. værdien for det mest akut giftige stof over for pattedyr, eller det stof, der havde den længste halveringstid.

Referencebelastningen udtrykker, hvor stor en belastning dette (det mest giftige) aktivstof skal udløse pr. kg aktivstof. For hvert enkelt aktivstof beregnes således for hver delindikator forholdet mellem dets værdi og den tilsvarende værdi for referencestoffet. Dette forhold bliver altid mindre end 1. Et aktivstof, der f.eks. er halvt så giftigt (kræver dobbelt så stor dosis for at være lige så giftigt) som det giftigste aktivstof, tillægges en halvt så stor belastning pr. kg aktivstof som det giftigste aktivstof. Og så fremdeles.

Ved at definere belastningen for en delindikator ved hjælp af et referencestof og en referencebelastning undgår man at skulle definere belastning som f.eks. ”xx mg aktivstof pr. liter pr. B”, ligesom det bliver muligt at addere resultater for forskellige organismer, der oprindeligt er målt i forskellige enheder.

³ Akut og kronisk giftighed undersøges som effekter målt ved hhv. korttids- og længerevarende eksponering af forsøgsorganismerne for stofferne.

⁴ LC₅₀ og EC₅₀ er de koncentrationer, hvor 50 % af forsøgsorganismerne hhv. dør eller der er en effekt som f.eks. reduceret forplantning.

Vægtning af belastning for hoved- og delindikatorer

Det kræver naturligvis en del forudsætninger og beregninger at omsætte ovenstående R-sætninger, LC₅₀ værdier og halveringstider mv. til en belastning for de enkelte delindikatorer

Belastningen for de forskellige indikatorer og delindikatorer skal kunne lægges sammen og udtrykke en samlet belastning – ét tal, der er en slags landsgennemsnit, ligesom pesticidforbruget er udtrykt ved ét tal - behandlingshyppigheden. En sådan sammenvejning kræver, at de forskellige indikatorer og delindikatorer tillægges en vægt.

Ved sammenvejning af belastningen for de tre hovedindikatorer er det tilstræbt, at vægtene skal medføre, at den samlede belastning er ligeligt fordelt mellem sundhed, miljøadfærd og miljøeffekt i referenceåret 2007.

Ligeledes er det tilstræbt, at den samlede belastning i 2007 så vidt muligt skal svare til en belastning på 1 (B pr. ha) for hver af de respektive hovedindikatorer. Det er valgt at benytte 2007 som referenceår for normering af belastningen for hovedindikatorerne, da 2007 var referenceår ved evaluering af Pesticidplan 2004-2009. Normeringen er derfor baseret på data for de aktivstoffer og midler, der var godkendt i 2007, samt forbruget af disse.

For at opnå en fladebelastning på netop én B pr. ha i 2007 for hovedindikatorerne er der regnet baglæns (fra samlet belastning til belastning pr. kg aktivstof), og på den måde fastsat en belastning (og dermed en vægtning) pr. kg middel for de mest belastende midler og aktivstoffer for hver delindikator. De anvendte belastningsfaktorer er altså konsekvensen af ønsket om at starte med resultatet 1 B pr. ha i referenceåret.

Summering af belastning for hoved- og delindikatorer

Med de skitserede principper og forudsætninger kan pesticidbelastningen (B) i alle sammenhænge beregnes som en sum af belastningen for de underliggende indikatorer:

$$B \text{ i alt} = B \text{ sundhed} + B \text{ miljøadfærd} + B \text{ miljøeffekt}$$

Men der kan også foretages mere detaljerede beregninger af belastningen i de enkelte afgrøder. Ønskes f.eks. en beregning af miljøadfærd for herbicider i vårbyg, beregnes dette som en sum af belastningen for de underliggende indikatorer:

$$B \text{ miljøadfærd} = B \text{ nedbrydning} + B \text{ bioakkumulering} + B \text{ mobilitet}$$

I de følgende afsnit anvendes "B" (uden specifikation) om belastning på flere forskellige niveauer. I hvert tilfælde fremgår niveauet af teksten.

3.4 Sundhedsbelastning

Sundhedsbelastningen beregnes på grundlag af midlernes risikosætninger (R sætninger), der udtrykker midlets sundhedsfareklassificering. Ved godkendelsen vurderes hvert middel og får en klassificering, der angiver, hvilke risikosætninger midlet skal mærkes med.

Midlets klassificering vil afhænge enten af det formulerede middels egenskaber eller af klassificeringen af aktivstoffer og hjælpestoffer, der

fastlægges efter EU's klassificeringskriterier (direktiv 67/548/EF). Det vil senere være nødvendigt at ændre kriterierne, så de tager højde for den nye forordning for klassificering og mærkning af kemiske stoffer og blandinger (Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1272/2008 af 16. december 2008 om klassificering, mærkning og emballering af stoffer og blandinger).

For hver risikosætning tildeles midlet en score (point). De forskellige risikosætninger har numre efter reglerne i EU. Den laveste score på 10 point gives for eksempel til midler, der er farlige ved indtagelse. Tilsvarende gives den højeste score på 100 point f.eks. til midler, der er meget giftige eller kan medføre uoprettelige skader. Forholdet mellem højeste og laveste score er 10:1.

Ved omregning fra point (en score) til en belastning pr. kg middel skal point ganges med en belastningsfaktor 1/300. Et middel med en score på 30 point tillægges således en sundhedsbelastning på 0,1 B pr. kg middel. Med den valgte faktor kan der for 2007 beregnes en samlet sundhedsbelastning meget tæt på 1 B pr. ha.

Tabel 3.2 viser point og sundhedsbelastning for de nugældende R-sætninger (1. kolonne) og for faresætninger efter den ovenfor omtalte nye forordning - samt de tilsvarende belastningstal.

Tabel 3.2 Beregning af sundhedsbelastningen

Sundhedsmæssige risikosætninger ¹⁾	Sundhedsmæssige faresætninger ²⁾	Risikopoint, iboende egenskaber	Belastning (B pr. kg middel)
R22 Farlig ved indtagelse R37 Irriterer åndedrætsorganerne R38 Irriterer huden R65 Farlig: Kan give lungeskade ved indtagelse R66 Gentagen udsættelse kan give tør eller revnet hud	Acute Tox. 4, H302: Farlig ved indtagelse STOT SE 3, H335: Kan forårsage irritation af luftvejene Skin Irrit. 2 H315: Forårsager hudirritation Asp. Tox. 1, H304: kan være livsfarligt, hvis det indtages og kommer i luftvejene EUH066: Gentagen kontakt kan give tør eller revnet hud	Score 10	0,033
R20 Farlig ved indånding R21 Farlig ved hudkontakt R36 Irriterer øjnene	Acute Tox. 4, H332: Farlig ved indånding Acute Tox. 4, H312: Farlig ved hudkontakt Eye Irrit.2 H319: Forårsager alvorlig øjenirritation	Score 15	0,050
R43 Kan give overfølsomhed ved kontakt med huden	Skin sens. 1 H317: Kan forårsage allergisk hudreaktion	Score 20	0,066
R33 Kan ophobes i kroppen efter gentagen brug R67 Damp kan give sløvhed og svimmelhed	STOT SE 3, H336: Kan forårsage sløvhed eller svimmelhed	Score 30	0,100
R25 Giftig ved indtagelse R42 Kan give overfølsomhed ved indånding	Acute Tox. 3, H301: Giftig ved indtagelse Resp. Sens. 1 H334: Kan forårsage allergi- eller astmasymptomer eller åndedrætsbesvær ved indånding	Score 50	0,166
R64 Kan skade børn i ammeperioden	Lact., H362: Kan skade børn, der ammes		
R23 Giftig ved indånding R24 Giftig ved hudkontakt R28 Meget giftig ved indtagelse R34 Ætsningsfare Carc. Cat. 3; R40 Mulighed for kræftfremkaldende effekt R41 Risiko for alvorlig øjenskade Xn: R48 Farlig: Alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning Rep. 3; R62 Mulighed for skade på forplantningsevnen Rep. 3; R63 Mulighed for skade på barnet under graviditeten Xn: R68 Farlig: Mulighed for varig skade på helbred Mut. 3; R68 Mulighed for varig skade på helbred	Acute Tox. 3, H331: Giftig ved indånding Acute Tox. 3, H311: Giftig ved hudkontakt Acute Tox. 2, H300: Livsfarlig ved indtagelse Skin Corr. 1B H314: Forårsager svære forbrændinger af huden og øjenskader Carc. 2, H351: Mistænkt for at fremkalde kræft (evt. eksponeringsvej) Eye Dam. 1 H318: Forårsager alvorlig øjenskade STOT RE 2, H373: Kan forårsage organskader ved længerevarende eller gentagen eksponering (evt. specifikke organer/eksponeringsvej) Repr. 2, H361 (evt. f og/eller d): Mistænkt for at skade forplantningsevnen eller det ufødte barn (evt. specifik effekt/eksponeringsvej) STOT SE 2, H371: Kan forårsage organskader (evt. specifikke organer/eksponeringsvej) Muta. 2, H341: Mistænkt for at forårsage genetiske defekter (evt. eksponeringsvej)	Score 70 Score 70	0,233 0,233
	Acute Tox. 2, H330: Livsfarlig ved indånding Acute Tox. 2, H310 Livsfarlig ved hudkontakt Acute Tox. 1, H300: Livsfarlig ved indtagelse	Score 85	0,283
R26 Meget giftig ved indånding R27 Meget giftig ved hudkontakt R35 Alvorlig ætsningsfare R39 Fare for varig alvorlig skade på helbred Carc. 1/2; R45 Kan fremkalde kræft Mut. 1/2; R46 Kan forårsage arvelige genetiske skader T; R48 Giftig: Alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning R49 Kan fremkalde kræft ved indånding Rep. 1/2; R60 Kan skade forplantningsevnen Rep. 1/2; R61 Kan skade barnet under graviditeten	Acute Tox. 1, H330: Livsfarlig ved indånding Acute Tox. 1, H310 Livsfarlig ved hudkontakt Skin Corr. 1A, H314: Forårsager svære forbrændinger af huden og øjenskader STOT SE 1, H370: Forårsager organskader (evt. specifikke organer/eksponeringsvej) Carc. 1A/B, H350 (evt. i): Kan fremkalde kræft (evt. eksponeringsvej) Muta. 1A/B; H340: Kan forårsage genetiske defekter (evt. eksponeringsvej) STOT RE 1, H372: Forårsager organskader ved længerevarende eller gentagen eksponering (evt. specifikke organer/eksponeringsvej) Repr. 1A/B, H360 (evt. F/f og/eller D/d): Kan skade forplantningsevnen eller det ufødte barn (evt. specifik effekt/eksponeringsvej)	Score 100	0,330

1) Nugældende - efter direktiv 67/547/EF

2) Fremtidige - efter Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1272/2008

For hvert middel beregnes et samlet antal point (en score) for sundhed på baggrund af de risikosætninger, der angiver de farer, der er forbundet med midlet. Det gøres ved at lægge point for alle de risikosætninger, der er givet i godkendelsen, og som er angivet på midlets etiket, sammen. Et middel kan

derfor have en score på mere end 100 point, hvis der er flere mulige effekter af midlet.

Til omregning fra point for sundhed til en sundhedsbelastning pr. kg middel benyttes, som nævnt, en faktor 1/300. Et middel med to risikosætninger f.eks. "R25 Giftig ved indtagelse", der giver 50 point, og "R26 Meget giftig ved indånding", der giver 100 point, har således en samlet score på 150 point svarende til en belastning for sundhed på 0,5 B pr. kg middel.

3.4.1 Risiko for eksponering indregnes delvis i sundhedsbelastningen

Ved beregning af sundhedsbelastningen medtages udelukkende den belastning, sprøjteføreren (og eventuelle hjælpere) kan udsættes for ved håndtering og udbringning af pesticiderne. Endvidere skal det understreges, at beregningerne er baseret alene på midlernes iboende egenskaber. Det betyder, at der ikke tages hensyn til f.eks. forskrifter om anvendelse af personlige værnemidler på etiketten. Den beregnede belastning er altså ikke udtryk for risikoen for forgiftning af sprøjteføreren ved regelret anvendelse af det enkelte middel.

Der er dog nogle generelle forhold, der gør sig gældende for risikoen for eksponering ved anvendelsen, idet midlets formulering har betydning. Risikoen for eksponering er nemlig afhængig af den måde, hvorpå midlet blandes, idet der f.eks. er større risiko for eksponering, hvis der er tale om opblanding af (et støvende) pulver i vand, end hvis der er tale om at opløse en tablet i vand.

Tabel 3.3 viser eksponeringsfaktorer for brugere af pesticider.

Tabel 3.3 Eksponeringsfaktorer for brugere af pesticider

Formulering	Eksponerings-faktor
Pulvere, der inden brug skal opløses i vand, og væsker (høj eksponering ved blanding)	1,5
Andre formuleringer, herunder: Brugsfærdige opløsninger, granulater, pellets, vandopløselige tabletter, insektpinde, eller andre fast-form formuleringer, vandopløselige poser, bejdsemidler til industriel anvendelse, gaspatroner m.v.	1,0

Det vil sige, at hvis et plantebeskyttelsesmiddel er et pulver eller en væske, der inden brug skal opløses i eller fortyndes med vand, ganges dens sundhedsbelastning med en faktor 1,5.

3.5 Miljøadfærdsbelastning

Pesticidernes miljøadfærd beregnes ud fra tre delindikatorer: Nedbrydning i jord, potentialet for bioakkumulering (ophobning i fødekæden) og mobilitet i jord (risiko for forurening af grundvandet).

Pesticidernes nedbrydning beregnes på grundlag af aktivstofferens halveringstider i jord (jord DT_{50}). Desto længere halveringstid desto større belastning.

Belastning for bioakkumulering beregnes på grundlag af aktivstofferens biokoncentreringsfaktor (BCF). I de tilfælde, hvor der ikke er rapporteret en BCF, er faktoren i stedet estimeret ud fra stoffets \log_{10} Pow-værdi (et udtryk

for et stofs tendens til at ophobes i fedtvæv) med en model (Pow-model), der er baseret på sammenhængen mellem Pow og BCF for en lang række stoffer.

Endelig er pesticidernes mobilitet i jord (som udtryk for potentiale for transport til grundvandet) beregnet på grundlag af aktivstoffets samt eventuelle nedbrydningsprodukters (metabolitters) rapporterede halveringstid i jord og Koc-værdi (grad af binding til organisk materiale) ved hjælp af den såkaldte SCI-grow-model, hvor den estimerede koncentration af hvert stof i grundvand (U) er beregnet med nedenstående formel, hvorefter U-værdierne for aktivstoffet og eventuelle nedbrydningsprodukter er summeret.

Beregningerne kan sammenfattes i ligningen:

$$U = 0.89 \cdot 10^{-2.24+0.61 [\log_{10}(DT_{50}-5)(4-\log_{20}(Koc+5))]}$$

For hver af de tre delindikatorer beregnes forholdet mellem den fundne værdi og referenceværdien (værdien for det værste stof), og der ganges med en belastningsfaktor, som beskrevet ovenfor. Tabel 3.4 viser de konkrete referenceværdier og belastningsfaktorer.

Tabel 3.4 Beregningsgrundlag for miljøadfærdsbelastningen

Delindikator	Kode	Enhed	Referenceværdi	Belastningsfaktor (B pr. kg aktivstof)
Nedbrydning (persistens)	P	Halveringstiden i jord (DT50) i dage	354	2,5
Ophobning (bioakkumulering)	B	Biokoncentreringsfaktoren (BCF)	5.100	2,5
Udvaskning (mobilitet)	U	SCI-GROW indeks	10,91	20

Referencestoffet, altså det aktivstof, der har den længste halveringstid i jord, udløser en belastning på 2,5 B pr. kg aktivstof. Et aktivstof med f.eks. en halvt så lang halveringstid (dvs. 177 dage) udløser en belastning på 1,25 B pr. kg aktivstof.

Referencestoffet, altså det godkendte aktivstof, der har den højeste B værdi (5.100) udløser en belastning på 2,5 B pr. kg aktivstof.

Det aktivstof (og dets metabolitter), der har den højeste U værdi (10,91), tillægges en belastning på 20 B pr. kg aktivstof.

Den samlede miljøadfærdsbelastning = P+B+U

3.6 Miljøeffektbelastning

Pesticidernes miljøeffekt beregnes som nævnt for en række delindikatorer. Belastningen for de enkelte delindikatorer baseres på f.eks. LC₅₀ værdier og scoren beregnes i forhold til de mest giftige aktivstoffer (referencestoffer), hvorefter der ganges med en belastningsfaktor for at nå belastningen for de enkelte delindikatorer.

Ved beregning af miljøeffektbelastningen for bejdsemidler tages der i nogen grad hensyn til organismernes eksponering for pesticiderne. Fugle, der lever af frø og korn, er særligt belastede af bejdsemidler på korn og frø og mindre belastede af bejdsemidler på roefrø, kartofler, løg og knolde, sammenlignet

med traditionel marksprøjtning. Derfor anvendes der andre belastningsfaktorer for bejdsemidler end for de øvrige midler.

Ved beregning af miljøeffektbelastningen for de enkelte delindikatorer er der benyttet de i tabel 3.5 viste delindikatorer, referenceværdier og belastningsfaktorer for flertallet af midlerne og de to typer bejdsemidler:

Tabel 3.5 Referenceværdier og belastningsfaktorer til beregning af pesticidernes miljøeffektparametre

Indikator	Enhed for referenceværdi	Reference værdi	Belastningsfaktor alm. midler	Belastningsfaktor bejdsem. Frø/korn	Belastningsfaktor bejdsem. Knolde o.l.
			B pr. kg aktivstof	B pr. kg aktivstof	B pr. kg aktivstof
Korttidseffekt					
Fugle	LD50 mg pr. kg legemsvægt	49	1	10	0,1
Pattedyr	LD50 mg pr. kg legemsvægt	20	1	10	0,1
Fisk	LC50 mg pr. liter vand	0,00021	30	1	1
Dafnier	EC50 mg pr. liter vand	0,0003	30	1	1
Alger	EC50 mg pr. liter vand	0,000025	3	0,1	0,1
Vandplanter	EC50 mg pr. liter vand	0,00036	3	0,1	0,1
Regnorme	LC50 mg pr. kg jord	3,4	2	1	1
Bier	LD50 mikrogram pr. bi	0,02	100	1	1
Langtidseffekt*					
Fisk	NOEC mg pr. liter vand	0,000115	3	0,1	0,1
Dafnier	NOEC mg pr. liter vand	0,000115	3	0,1	0,1
Regnorme	NOEC mg pr. kg jord	0,2	2	1	1

* Her tages der højde for stoffets halveringstid i vand eller jord

Som eksempel har det mest giftige aktivstof for bier en LD₅₀ værdi på 0,020 mikrogram pr. bi, hvilket udløser en belastning på 100 B pr. kg aktivstof. Et andet aktivstof (ikke vist i tabellen) med en LD₅₀ værdi på 40 mikrogram pr. bi er langt mindre giftigt for bier. Det er 40/0,02 svarende til 2000 gange mindre giftigt for bier end referencestoffet. Derfor udløser dette stof en belastning på 100 x 0,0005 B pr. kg (i alt 0,05 B pr. kg aktivstof) for bier. Mange aktivstoffer er belastende for mange forskellige organismer. F.eks. har referencestoffet, der udløser en miljøeffekt på 100 B pr. kg aktivstof for bier, en samlet miljøeffekt på ca. 170 B pr. kg.

3.6.1 Bejdsemidler eksport og import

Import og eksport af midler til bejdning (overfladebehandling) af udsæd udgør et særligt problem ved beregning af belastningsomfang og fladebelastning.

Det er ikke noget teknisk problem at beregne hyppighed og belastning for de bejdsemidler, der importeres og eksporteres med bejdset udsæd, men Bekæmpelsesmiddelstatistikken vedrører alene de pesticider, der er solgt som pesticider i Danmark. Pesticider, der i øvrigt er importeret og eksporteret i varer som f.eks. bejdsede frø, indgår ikke i statistikken.

Ved beregning af den totale belastning er der taget højde for, at en del af de solgte bejdsemidler ikke anvendes i Danmark, men udelukkende anvendes til

fremstilling af bejdsede frø til eksport til andre lande. Beregningerne inkluderer således hverken de bejdsemidler, der er solgt i Danmark men er eksporteret til andre lande (og dermed ikke belaster miljøet i Danmark) eller de bejdsemidler, der importeres med udsæd og anvendes i Danmark (som kan udgøre en belastning for miljøet i Danmark).

4 Belastning, Fladebelastning, PesticidBelastningsIndikator

4.1 Definition af belastning og fladebelastning

På grundlag af midlernes formulering og anvendelse samt deres indhold af aktivstoffer, kan der beregnes en belastning pr. kg middel. Belastningen for det enkelte middel opgøres i enheden B pr. kg. Ganges denne med den anvendte (solgte) mængde middel, fås den samlede **belastning (måles i enheden B)** for det pågældende middel. Belastningen (B) for det enkelte middel er således principielt uafhængig af, på hvor stort et areal og i hvilke afgrøder midlet anvendes. Det kan skrives som følger (hvor enheder er angivet i parentes):

$$\text{Belastning (B)} = \text{Belastning pr. kg middel (B pr. kg)} \times \text{mængde (kg)}$$

På baggrund af værdierne for de enkelte midlers belastning, B, kan der beregnes en opgørelse af den totale belastning for hele landet.

Når den samlede belastning fordeles på et givet areal, fremkommer der en såkaldt **fladebelastning (BF, måles i enheden B pr. ha)**:

$$\text{Fladebelastning (BF) (B pr. ha)} = \text{Belastning (B)} / \text{Areal (ha)}$$

Fladebelastningen det enkelte år er således afhængig af såvel den solgte pesticidmængde og pesticidernes egenskaber som størrelsen af det areal, midlerne er skønnet anvendt på.

Beregningen af **Behandlingshyppigheden (BH)**, der siger noget om pesticidanvendelsen på landsbasis, er baseret på midlernes standarddoser⁵ for de enkelte afgrøder og den årligt solgte mængde pesticider. På bedriftsniveau opereres derimod med **Behandlingsindeks (BI)**, der er det antal gange jordbrugeren har behandlet sin jord med pesticider i en vækstsæson, hvis disse var udbragt i standarddoser. BI og BH er på mange måder ét og samme begreb, behandling og substitution foregår ude ved landmanden, mens BH er en statistisk gennemsnitsberegning på landsplan. Beregningen af BI benyttes på de enkelte bedrifter til rådgivningsformål, og når der skal træffes beslutning om pesticidanvendelse i en given afgrøde.

Regnestykker, enheder og definitioner i forbindelse med det nye begreb belastning (B) er overvejende baseret på BI og ikke på BH.

Da behandlingshyppigheden (BH) beregnes ved hjælp af standarddoser, kan middelvalgets betydning for den samlede belastning (B) såvel som for fladebelastningen (BF) udtrykkes som belastning pr. standarddose (B pr. standarddose). Det er valgt, at omtale midlernes belastning pr. standarddose som midlernes **belastningsindeks**, der har enheden B pr. BI.

⁵ Standarddose er den dosering, et givet pesticid er vurderet til at skulle anvendes i en afgrøde for at opnå en tilstrækkelig effekt. Standarddosen kan dermed variere afhængig af, hvilken afgrøde pesticidmidlet anvendes i. Det er denne dosering for hvert middel i hver afgrøde, der ligger til grund for beregningen af BH.

Belastningsindekset er derfor et vigtigt redskab til at vælge mellem pesticider med samme ønskede virkning ud fra deres belastning af sundhed og/eller miljø.

Belastningen fra en given pesticidanvendelse (dvs. i en given afgrøde) kan således på bedriftsniveau beregnes som forbrug udtrykt ved antal standarddoser (BI) x belastningsindeks (B pr. BI). Og fladebelastningen (B pr. ha) kan beregnes som antal standarddoser (BI) pr. ha x belastningsindeks (B pr. BI).

På bedriftsniveau/afgrødeniveau ser beregningen sådan ud:

$$\text{Fladebelastning (BF) (B pr. ha) =} \\ \text{Forbrugte antal standarddoser (BI) pr. Arealenhed (ha) x Belastningsindeks} \\ \text{(B pr. BI)}$$

På landsgennemsnittet ser beregningen sådan ud:

$$\text{Fladebelastning (BF) (B pr. ha) =} \\ \text{Behandlingshyppigheden (BH) (BI pr. ha) x Belastningsindeks (B pr. BI)}$$

Det fremgår således, at f.eks. en halvering af forbruget af et givet middel, alt andet lige, vil have samme effekt på fladebelastningen, som en ændring i valg af middel til et, der f.eks. har et halvt så stort belastningsindeks. Hvis de nuværende midler kan erstattes af lige så effektive, men mindre belastende midler, vil den samlede belastning, i princippet, kunne reduceres uden at reducere pesticidforbruget

4.2 Belastningsindikatorer i miljøpolitikken og definition af PBI

De nye belastningsmål er relative indikatorer, der kan afspejle **udviklingen** over tid i såvel den **specifikke** (dvs. f.eks. pr afgrøde eller f.eks. på vandmiljøet) som i den **samlede**, generelle belastning.

Derfor er både den samlede og de mere specifikke belastninger velegnede til at foretage miljøpolitiske analyser og til at fastsætte målsætninger ud fra.

I praksis (dvs. i rådgivningssammenhæng) vil man formentlig anvende fladebelastningen (BF) (B pr. ha) frem for den samlede belastning. Til miljøpolitiske formål kan det imidlertid være u hensigtsmæssigt, at fladebelastningen – i modsætning til den samlede belastning – er upåvirket af, hvor store arealer der sprøjtes. Fladebelastningen er derfor velegnet til rådgivningsformål og til fastsættelse af målsætning for de specifikke afgrøder, der sprøjtes, men mindre velegnet til en overordnet miljøpolitisk, national målsætning for hele landbrugsarealet.

PBI

Til brug for miljøpolitiske analyser og målsætninger for det samlede pesticidforbrug i landbruget, kan den samlede belastning omregnes til en såkaldt PesticidBelastningsIndikator (PBI), der tager udgangspunkt i pesticidanvendelsen i referenceåret 2007. PBI beregnes på nøjagtig samme måde som fladebelastningen, men hvor fladebelastningen er beregnet som årets samlede belastning delt med størrelsen af det i året konventionelt dyrkede landbrugsareal, er **PBI beregnet som årets samlede belastning delt med det konventionelt dyrkede landbrugsareal i 2007 (der er 2,17 mio. ha).**

Dermed opnås muligheden for at følge udviklingen i den samlede belastning, hvis der f.eks. sker en markant ændring i arealet, der dyrkes økologisk, eller større landbrugsarealer udlægges til naturarealer. Det vil ikke blive afspejlet i fladebelastningen, men det vil blive afspejlet i PBI.

I modsætning til begrebet fladebelastning, der i praksis vil blive brugt i mange sammenhænge og på mange niveauer, er PBI kun relevant til overordnede miljøpolitiske formål for det samlede landbrug - ikke på f.eks. markniveau. Og dermed som én overordnet PBI eller nedbrudt i PBI'er for f.eks. de tre hovedindikatorer sundhed, miljøadfærd og miljøeffekt.

Hidtil har der i pesticidpolitikken været fokuseret på at reducere forbruget generelt og ikke på pesticidernes egenskaber. Belastningsberegningerne giver mulighed for yderligere at kvalificere forbrugsudviklingen og giver dermed også grundlag for en mere målrettet indsats. I det følgende gives flere, mere detaljerede eksempler på sådanne analyser.

5 Pesticidbelastning 2007-2010

5.1 Pesticidbelastningsindikator og fladebelastning 2007-2010

Belastningen for perioden 2007-2010 er beregnet som beskrevet ovenfor, dels for landbruget og dels for anvendelser uden for landbruget. Der er dels beregnet en totalbelastning (B), altså belastningen på basis af den solgte mængde pesticider, dels er PBI og en fladebelastning (BF) (dvs. belastning per ha landbrugsareal i omdrift) beregnet.

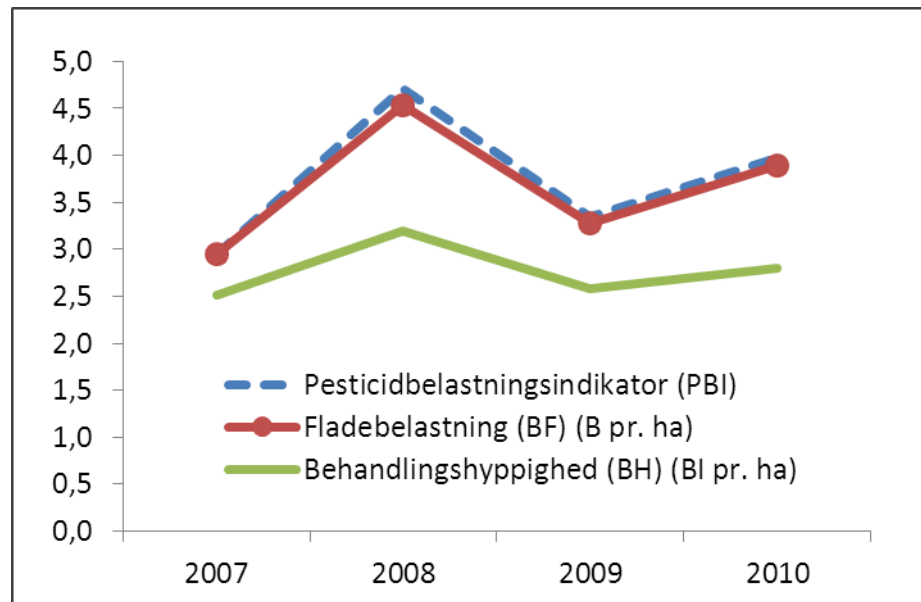
5.1.1 De store linjer

En oversigt over hovedtallene for belastningen i landbrugsafgrøder for 2007-2010 er vist i tabel 5.1 og illustreret grafisk i Figur 5.1, 5.2, og 5.3. Den detaljerede fordeling af fladebelastningen på afgrødetyper fremgår i øvrigt af Bilag 1.

Tabel 5.1 Nøgletal for belastning og pesticidforbrug i 2007-2010 for det samlede pesticidsalg til Landbrugsafgrøder, der må sprøjtes.

	2007	2008	2009	2010
Samlet belastning landbrug (mio. B)				
Sundhed	2,22	3,20	2,01	2,45
Miljøadfærd	2,19	2,90	1,55	2,28
Miljøeffekt	2,00	4,11	3,69	3,89
Mio. B i alt	6,41	10,22	7,25	8,61
Landbrugsareal i omdrift (mio. ha)				
Mio. ha i alt	2,17	2,25	2,21	2,22
Fladebelastning (BF) (B pr. ha)				
Sundhed	1,02	1,42	0,91	1,10
Miljøadfærd	1,01	1,29	0,70	1,03
Miljøeffekt	0,92	1,83	1,67	1,75
BF i alt	2,95	4,54	3,28	3,89
Behandlingshyppighed (BH) (BI pr. ha)				
Herbicer	1,56	1,71	1,28	1,63
Vækstregulering	0,11	0,15	0,14	0,12
Fungicider	0,54	0,83	0,52	0,60
Insekticider	0,30	0,50	0,63	0,46
BH i alt	2,51	3,19	2,58	2,80
Belastningsindeks (B pr. BH)				
I alt	1,18	1,42	1,27	1,39
Pesticidbelastningsindikator (PBI)				
Sundhed	1,02	1,48	0,93	1,13
Miljøadfærd	1,01	1,34	0,71	1,05
Miljøeffekt	0,92	1,89	1,70	1,79
PBI i alt	2,95	4,71	3,34	3,97

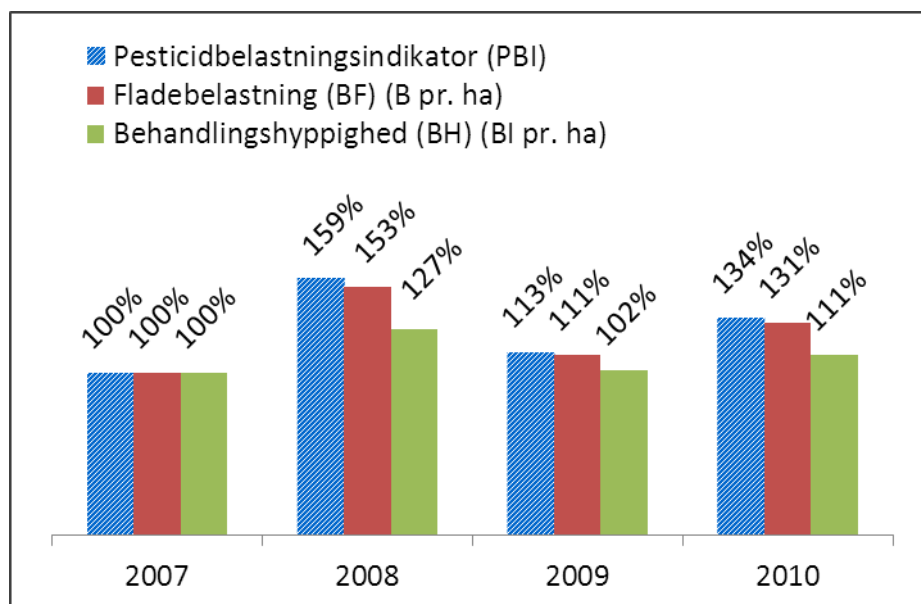
I Figur 5.1 og 5.2 er hhv. den absolutte og relative udvikling i de tre parametre, BH, BF og PBI afbildet sammen.



Figur 5.1 Udviklingen i de tre parametre behandlingshyppighed (BH), fladebelastning (BF) og pesticidbelastningsindikator (PBI) 2007-2010.

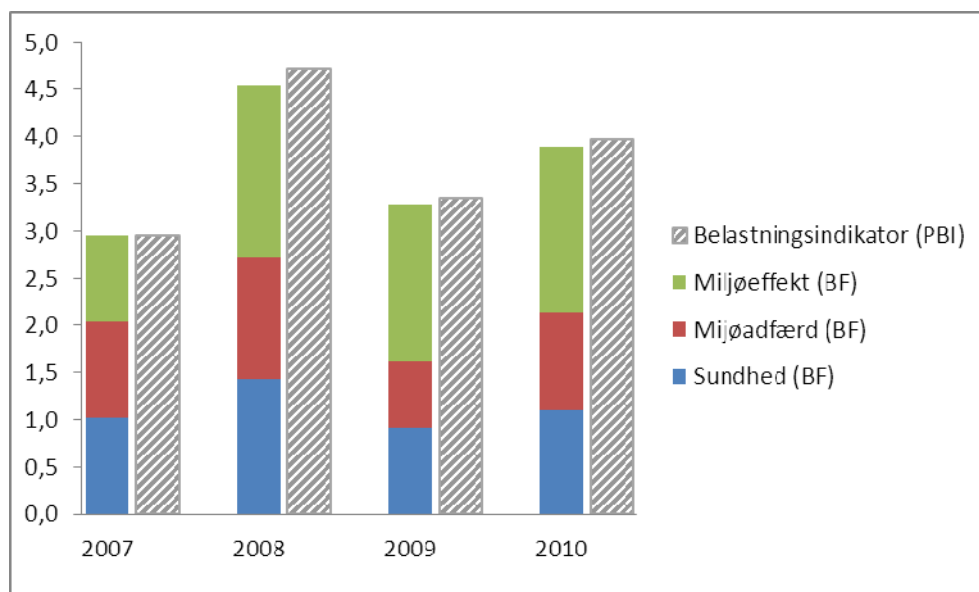
Figur 5.1 viser, at det hidtil anvendte mål for pesticidforbruget (BH) følger samme overordnede mønster som de to nye indikatorer BF og PBI. Der er en stigning fra 2007 til 2008, derefter et fald i 2009 og en ny stigning i 2010. Ændringen i BH i perioden er særligt påvirket af en stor variation i indkøbet af glyphosatholdige midler. Der er i visse år sket en lageropbygning. Denne store forskel i indkøbet årene imellem påvirker også belastningsindikatorerne. Når der i fremtiden foretages beregninger for flere år, vil man kunne beregne 3 årige gennemsnit af belastningstallene (lige som det gøres for BH), der tager højde for disse udsving. Alternativt kan beregninger baseres ikke alene på salgstal men på indberettede data fra sprøjtejournaler. Det fremgår også, at PBI og BF (pr definition) er identiske i 2007 og herefter stadig er næsten identiske, men PBI ligger dog lige over BF. Det skyldes, at landbrugsarealet i omdrift er steget en anelse i perioden.

Det fremgår af Figur 5.2, at fladebelastningen og pesticidbelastningsindikatoren fra 2007 til 2010 er steget ca. 30 % mod en stigning i behandlingshyppigheden på kun 11 % i samme periode. Dette indikerer, at belastningen pr. standarddosis (belastningsindekset) er øget i perioden. Det vurderes, at dette kan skyldes flere faktorer, og der kræves en nøjere analyse af data for at forklare dette.



Figur 5.2 Den relative udvikling i de tre parametre behandlingshyppighed (BH), fladebelastning (BF) og pesticidbelastningsindikator (PBI) 2007-2010.

Figur 5.3 viser fladebelastningen (BF) opdelt i de tre hovedindikatorer og PBI.



Figur 5.3 Udviklingen i fladebelastning (BF) og pesticidbelastningsindikator (PBI) 2007-2010.

Det ses af tabel 5.1 og figur 5.3, at der er sket en forskydning i fordelingen af belastningen fra 2007 til 2010. Hvor belastningen i referenceåret 2007 pr. definition var stort set ligeligt fordelt på de tre hovedindikatorer, sundhed, miljøadfærd og miljøeffekt⁶, udgjorde miljøeffektbelastningen næsten 50 % af den samlede belastning i 2010. Samtidig er belastningen også øget en smule for de øvrige indikatorer. Når miljøeffektbelastningen steg i perioden til at udgøre ca. 50 % af belastningen, skyldes det en række faktorer, som det

⁶ Vægtingen er baseret på den viden, der var tilgængelig i 2007, og med opdaterede oplysninger om aktivstofferne egenskaber og midlernes klassificering fra 2010 ændres værdien en smule.

kræver nærmere analyse af data at vurdere, men ændringer i middelvalg inden for perioden spiller uden tvivl en væsentlig rolle.

5.1.2 Detaljer - eksempler

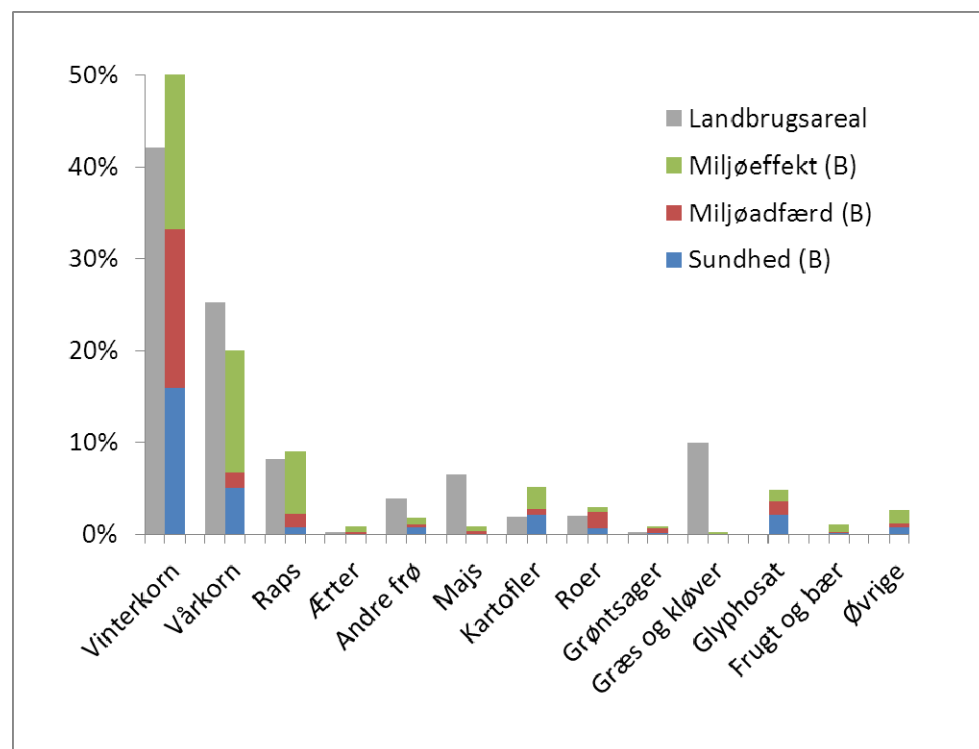
Bilag 1 giver en detaljeret beskrivelse af udviklingen i fladebelastningen for hovedindikatorerne sundhed, miljøadfærd og miljøeffekt for landbrugets hovedafgrøder samt frugt og bær opdelt på pesticidtyper for årene 2007-2010. For at illustrere mulighederne for at anvende belastningsberegningerne, præsenteres nedenfor udvalgte resultater og temaer, der primært er baseret på data i bilag 1.

Følgende disposition er benyttet A) belastning fordelt på afgrøder 2010, B) belastning fordelt på pesticidtyper 2007-2010, C) belastningsindeks for udvalgte midler, D) en analyse af den mest belastende pesticidanvendelse 2010 og E) et regnekseksempel på substitution af insekticider i vårsæd.

A. BELASTNING OG FLADEBELASTNING I AFGRØDER 2010

Figur 5.4 viser den relative fordeling af det samlede landbrugsareal i omdrift (grå søjler) og pesticidbelastningen (stabledede søjler) for hovedafgrøderne i landbruget, frugt og bær samt øvrige anvendelser.

I denne og de følgende figurer dækker betegnelsen "Grøntsager" frilandsgrøntsager, mens "Glyphosat" viser glyphosatsalget, der helt overvejende anvendes til ukrudtssprøjtning mellem to på hinanden følgende afgrøder og derfor ikke kan regnes med under en enkelt afgrøde. Betegnelsen "Øvrige" dækker alle andre anvendelser af plantebeskyttelsesmidler, herunder i private haver, offentlige områder, rekreative områder, sportsanlæg, parker, golfbaner, skovbrug, juletræsproduktion, prydplanter og væksthuse. For yderligere detaljer henvises til bilag 1.



Figur 5.4 Relativ fordeling af det samlede landbrugsareal i omdrift og pesticidbelastningen på hovedafgrøder samt frugt, bær og øvrige anvendelser i 2010. "Glyphosat" angiver forbruget af glyphosat mellem to på hinanden følgende afgrøder. Landbrugsareal er ikke vist for Glyphosat, Frugt og Bær samt Øvrige.

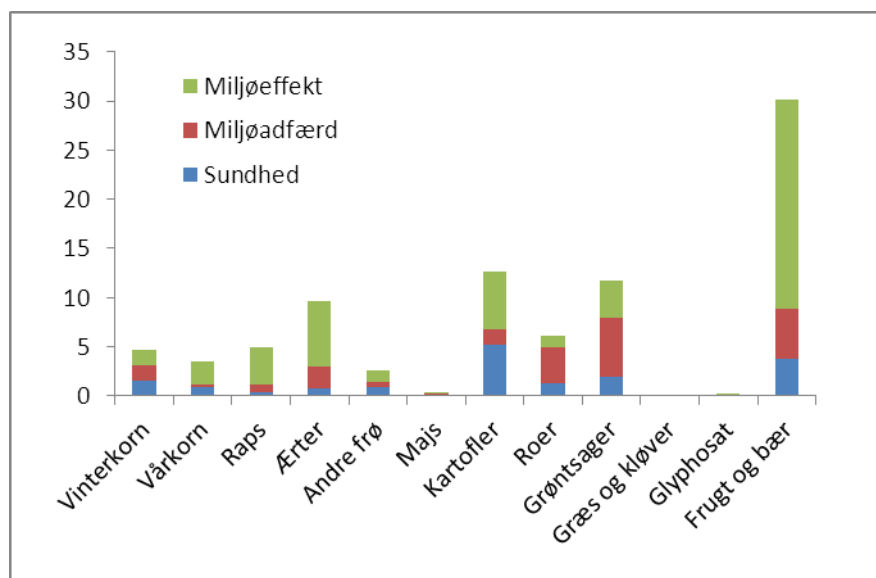
"Øvrige" dækker væksthuse, skovbrug, planteskoler, hus og have, offentlige anlæg, golfbaner etc.

Figuren viser, at de to store kategorier af kornafgrøder, vinterkorn og vårkorn, tegner sig for i alt 68 % (hhv. 48 % og 20 %) af den samlede belastning i 2010, hvilket omtrent svarer til den del, disse to afgrødekategorier tilsammen udgjorde af omdriftsarealet (67 %) (hhv. 42 % og 25 %).

De øvrige pesticidanvendelser fylder ikke meget. De knapt 3 % af belastningen, der ikke kan relateres til landbrug eller frugt og bær, kan henføres til private haver (ca. 2 %), offentlige områder, rekreative områder, sportsanlæg, parker, golfbaner, skovbrug (ca. 1%), dyrkning af pyntegrønt, juletræer, væksthushavreguleringsmidler og pryddplanter mm. Selvom der for nogle af disse er tale om et højt forbrug pr. ha, er det så små arealer, at de bidrager ubetydeligt til den samlede belastning på landsplan. For detaljer henvises til Bilag 1.

Vinterkorn, raps og kartofler tegner sig for en større andel af den samlede belastning, end deres andel af det samlede areal umiddelbart berettiger dem til. For vårkorn og andre frøafgrøder, primært frøgræs, er andelen af den samlede belastning derimod mindre end de tilsvarende arealandele.

Figur 5.5 viser fladebelastningen for landbrugets hovedafgrøder samt frugt og bær 2010.



Figur 5.5 Fladebelastning (BF) (B pr. ha) for landbrugets hovedafgrøder samt frugt og bær i 2010.

Som det fremgår af Figur 5.5, ser billedet ganske anderledes ud, når man ser på de forskellige afgrødetyper fladebelastning (belastning pr. ha), end når man ser på den samlede belastning fordelt på afgrøderne, hvor der ikke er taget hensyn til, hvor stort et areal pesticiderne er anvendt på (Figur 5.4). Den største fladebelastning findes i frugt og bær, kartofler, ærter og grøntsager med en belastning på hhv. 30, 13, 10 og 12 B pr. ha. Fladebelastningen i disse afgrøder er dermed tre til seks gange højere end gennemsnittet for omdriftsarealet, der, jf. tabel 5.1, havde en fladebelastning på 4,3 B pr. ha i 2010.

Mens der for f.eks. vinterkorn er en nogenlunde ligelig fordeling af fladebelastningen på hhv. sundhed, miljøadfærd og miljøeffekt, er det for værkorn, raps, ærter, kartofler samt frugt og bær miljøeffekten, der dominerer den samlede fladebelastning. For disse afgrøder, tegner miljøeffekten sig for mere end 50 % af afgrødens samlede fladebelastning.

B. FLADEBELASTNING FOR PESTICIDTYPER 2007-2010

Tabel 5.2, Figur 5.6 og 5.7 viser udviklingen i fladebelastning, behandlingshyppighed og belastningsindeks for landbrugets pesticidanvendelse 2007-2010.

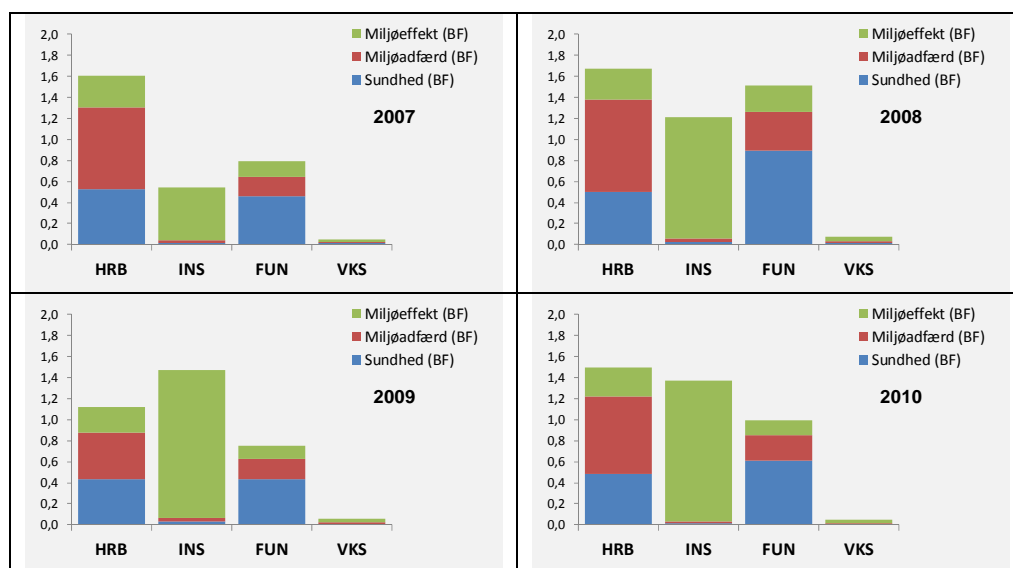
Tabel 5.2. Udviklingen i fladebelastning (BF) (B pr. ha), behandlingshyppighed (BH) og belastningsindeks (B pr. BI) for landbrug 2007-2010 fordelt på pesticidtyper.

Indikator	Pesticidtype	2007	2008	2009	2010
Sundhed (BF)	Herbicer	0,52	0,50	0,44	0,48
	Fungicider	0,46	0,89	0,44	0,61
	Insekticider	0,02	0,03	0,03	0,01
	Vækstregulering	0,02	0,01	0,01	0,01
	Sundhed i alt	1,02	1,43	0,91	1,11
Miljøadfærd (BF)	Herbicer	0,78	0,88	0,44	0,74
	Fungicider	0,18	0,37	0,19	0,24
	Insekticider	0,02	0,03	0,03	0,02
	Vækstregulering	0,01	0,02	0,01	0,01
	Miljøadfærd i alt	0,99	1,30	0,68	1,02
Miljøeffekt (BF)	Herbicer	0,30	0,30	0,25	0,27
	Fungicider	0,16	0,25	0,13	0,15
	Insekticider	0,50	1,16	1,41	1,34
	Vækstregulering	0,02	0,05	0,04	0,03
	Miljøeffekt i alt	0,97	1,75	1,82	1,79
Samlet fladebelastning (BF)	Herbicer	1,61	1,67	1,12	1,50
	Fungicider	0,80	1,52	0,75	1,00
	Insekticider	0,54	1,21	1,47	1,37
	Vækstregulering	0,05	0,08	0,06	0,05
	Samlet fladebelastning i alt	2,99	4,48	3,41	3,92
Behandlingshyppighed (BH)	Herbicer	1,56	1,71	1,28	1,62
	Fungicider	0,54	0,83	0,52	0,60
	Insekticider	0,30	0,50	0,63	0,46
	Vækstregulering	0,11	0,15	0,14	0,12
	Behandlingshyppighed i alt	2,51	3,19	2,57	2,80
Belastningsindeks (B pr. BI)	Herbicer	1,03	0,98	0,88	0,93
	Fungicider	1,48	1,83	1,45	1,66
	Insekticider	1,80	2,43	2,34	2,99
	Vækstregulering	0,42	0,51	0,42	0,39
	Belastningsindeks i alt	1,19	1,40	1,33	1,40

På grundlag af en fladebelastning (BF) på 3,92 B pr. ha og en samlet behandlingshyppighed (BH) på 2,80 for 2010, kan der beregnes et gennemsnitligt belastningsindeks for landbrugets pesticidanvendelse i 2010 på 1,40 B pr BI.

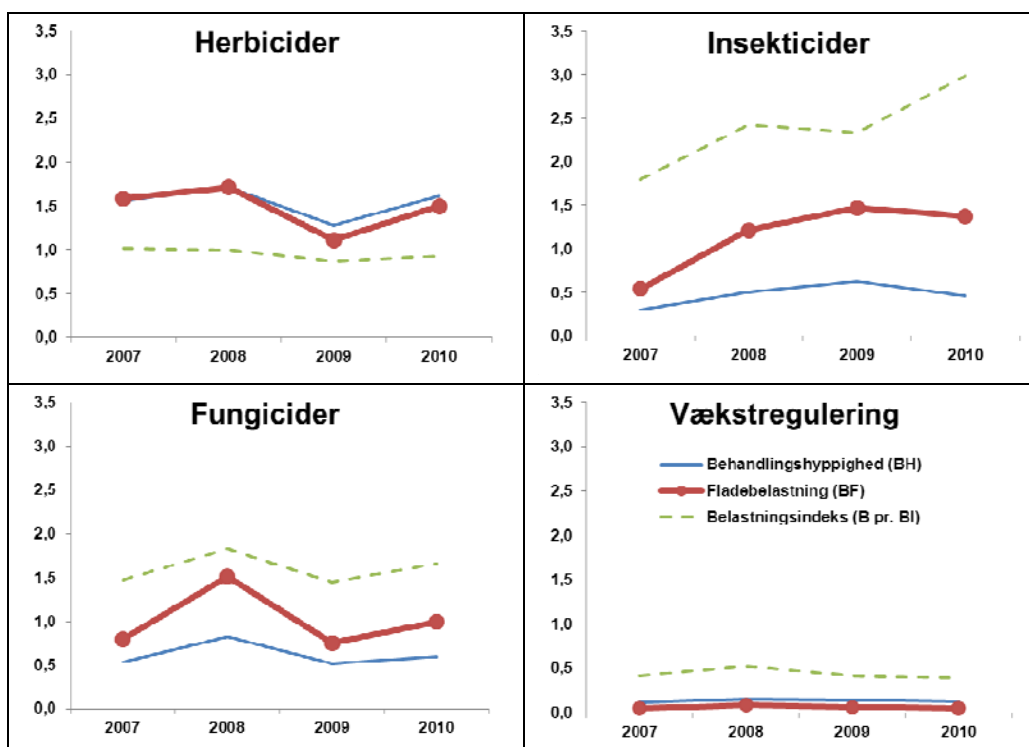
Det fremgår af tabellen og figur 5.6, at såvel fladebelastningen som belastningsindekset er steget mest for insekticidernes miljøeffekt. Her er fladebelastningen således øget fra 0,54 til 1,37 B pr. ha, og belastningsindekset er øget fra 1,80 til 2,99 B pr. BI. Der er således tale om såvel et øget forbrug

af insekticider som et skift til mere belastende insekticider. I eksempel D nedenfor er dette belyst mere detaljeret.



Figur 5.6 Udvikling i fladebelastning (BF) (B pr. ha) for landbrugets pesticidanvendelse 2007-2010 fordelt på pesticidtyper (HRB: Herbicider, INS: Insekticider, FUN: Fungicider, VKS: Vækstregulering).

Figur 5.6 viser, at der i perioden 2007-2010 er sket store forskydninger i, hvilke typer af midler der er dominerende, og hvilke af hovedindikatorerne der bidrager mest til den samlede belastning.



Figur 5.7 Udviklingen i behandlingshyppighed (BH), fladebelastning (BF) (B pr. ha) og belastningsindeks (B pr. BI) for landbrugets pesticidanvendelse 2007-2010 fordelt på pesticidtyper

Det fremgår af Figur 5.7, der viser udviklingen i behandlingshyppighed (BH), fladebelastning (BF) (B pr. ha) og belastningsindeks (B pr. BI) for landbrugets pesticidanvendelse 2007-2010 fordelt på pesticidtyper, at der er sket en væsentlig forøgelse i belastningsindekset (B pr. BI) (stiplet linje) for insektmidler fra under 2 B pr. BI i 2007 til mere end 3 B pr. BI i 2010. Denne forøgelse har desuden medført en væsentlig stigning i fladebelastningen fra ca. 0,5 B pr. ha i 2007 til ca. 1,5 B pr. ha i 2010 (hvor forståelse af udsvingene i den mellemliggende periode vil kræve en detaljeret analyse af data).

C. BELASTNINGSSINDEKS FOR UDVALGTE MIDLER

I forbindelse med rådgivning af jordbrugere med henblik på at opnå en mindre belastende pesticidanvendelse kan det være relevant at fokusere på belastningen pr. standarddosis. På grundlag af pesticidernes og aktivstofferne bidrag til den samlede belastning kan der som tidligere nævnt beregnes et såkaldt belastningsindeks (B pr. BI) for hvert enkelt pesticid, der er en angivelse af belastningen pr. standarddosis.

I tabel 5.3 er vist eksempler på relevante nøgletal og belastningsindeks for en række pesticider. For hver af de fire hovedtyper af pesticider er midlerne sorteret efter faldende, samlet belastningsindeks.

Tabel 5.3 Belastningsdata og belastningsindeks for udvalgte midler. Jo rødere farven er, jo højere er værdien og dermed belastningen. Grøn farve angiver laveste belastning. For midler, der kan anvendes i flere afgrøder, er effektivitet og belastningsindeks angivet for vintersæd.

Regnr.	Middel	Effektivitet (BI pr. kg)	Aktivstof (kg pr. kg)	Belastning (B pr. kg)	I ALT	Sundhed	Miljøadfærd	Miljøeffekt
---- (pr. kg produkt) ----				-- Belastningsindeks (B pr. BI) --				
FUNGICIDER								
64-60	Dithane NT	0,50	0,75	0,55	1,10	0,67	0,02	0,41
1-4	Tilt 250 EC	2,00	0,25	1,10	0,55	0,21	0,23	0,11
18-473	Proline EC 250	1,25	0,25	0,46	0,37	0,34	0,01	0,02
1-172	Amistar	1,00	0,25	0,27	0,27	0,00	0,20	0,07
HERBICIDER								
19-138	Stomp	0,25	0,40	1,48	5,91	0,40	5,03	0,48
1-211	Boxer	0,29	0,80	0,78	2,73	0,53	1,70	0,50
19-26	MCPA 750	0,50	0,75	0,53	1,06	0,25	0,43	0,38
18-428	Oxiril CM	1,00	0,40	1,37	1,37	0,87	0,02	0,47
48-29	Roundup Max	0,54	0,68	0,34	0,64	0,43	0,12	0,09
64-68	Starane XL	1,56	0,10	0,40	0,26	0,24	0,01	0,01
48-15	Roundup 3000	0,32	0,48	0,08	0,25	0,00	0,14	0,10
18-416	DFF	5,00	0,50	1,23	0,25	0,00	0,19	0,05
48-16	Roundup Bio	0,24	0,36	0,06	0,24	0,00	0,14	0,10
18-505	Atlantis OD	1,11	0,01	0,15	0,14	0,11	0,02	0,00
3-164	Express ST	66,67	0,50	2,81	0,04	0,00	0,04	0,00
INSEKTICIDER								
579-2	Cyperb 100	4,00	0,10	14,56	3,64	0,06	0,03	3,56
396-13	Mavrik 2F	5,00	0,24	12,85	2,57	0,00	0,05	2,52
19-139	Fastac 50	4,00	0,05	5,26	1,31	0,06	0,01	1,24
1-163	Karate 2,5 WG	3,33	0,03	2,92	0,88	0,05	0,01	0,82
1-168	Pirimor G	4,00	0,50	2,10	0,53	0,14	0,13	0,25
VÆKSTREGULERING								
19-22	Cycocel 750	0,82	0,75	0,39	0,48	0,06	0,11	0,31
19-4	Terpal	0,58	0,46	0,22	0,38	0,09	0,17	0,12
1-154	Moddus M	2,00	0,25	0,14	0,07	0,05	0,01	0,01

Det fremgår af tabellen, at Express er det mest "effektive" middel målt i BI pr. kg middel. Det kræver således kun 1/66 kg Express pr. ha, svarende til en standarddosis på ca. 17 gram pr. ha, at bekæmpe relevant ukrudt. Express er samtidig det af samtlige herbicider i tabellen, der medfører såvel den højeste belastning pr. kg middel (2,81 B pr. kg), som den mindste belastning pr. behandling med standarddosis (0,04 B pr. BI). At Express er meget belastende pr. kg middel opvejes således af det faktum, at det kun kræver meget lille dosis for at bekæmpe relevant ukrudt.

Dette eksempel viser, at det til rådgivningsformål vil være mere relevant at fokusere på pesticidernes belastning pr. standarddosering end at fokusere på den mere teoretiske belastning pr. kg middel.

Der er i øvrigt mange eksempler på pesticider, der har næsten samme effekt på skadevolderne, men som udløser meget forskellige niveauer af belastning

pr. standarddosis. Det fremgår f.eks., at Cyperb udløser en total belastning, der er ca. tre gange så høj som belastningen for Fastac. Det fremgår også, at f.eks. Cyperb har et samlet belastningsindeks, der er næsten otte gange så højt som det samlede belastningsindeks for Pirimor, der er det mindst belastende insektmiddel, der er vist i tabellen. Til gengæld har Pirimor et lidt højere belastningsindeks for sundhed og miljøadfærd end de øvrige insektmidler. Dette indikerer, dels at der kan være et stort potentiale for at reducere belastningen ved målet at erstatte (substituere) de mest belastende pesticider med mindre belastende, men lige så effektive pesticider, dels at det kan være vanskeligt at reducere den samlede belastning, uden at belastningen øges for enkelte delindikatorer. Med den aktuelle vægning giver substitutionen god mening.

Det bemærkes, at Stomp er det middel i tabellen, der har det højeste belastningsindeks (5,91 B pr. BI). Det høje belastningsindeks skyldes dels, at der går 4 kg middel pr. behandling (0,25 BI pr. kg), dels at aktivstofferne i Stomp har en høj belastning med hensyn til miljøadfærd.

Substitution kan også bestå i simpelthen at anvende et produkt med en anden formulering – selvom aktivstoffet er det samme. Der er de tre Roundup- (glyphosatbaserede) midler et eksempel. De har meget forskellige effekt- og belastningsprofiler. Roundup Max med et belastningsindeks på 0,64 B pr. BI er mere end tre gange så belastende som Roundup Bio, der har et belastningsindeks på 0,24 B pr. BI. Forskellen på Roundup Max og Roundup Bio er primært en mindre sundhedsbelastende formulering af Roundup Bio. Det skal igen understreges, at belastningsberegningerne er baseret udelukkende på stoffernes iboende egenskaber, og at de ikke inddrager risikoreducerende foranstaltninger - f.eks. bifaremærkning eller regler om sprøjteafstand til vandløb og lignende på etiketten. Høje belastningstal for miljøeffekt betyder derfor ikke nødvendigvis, at anvendelsen vil resultere i effekter på ikke-målorganismer forudsat at der er tale om regelret anvendelse af et middel. Men enhver udbringning af miljøfremmede stoffer i naturen, hvis formål er at bekæmpe levende organismer, vil kunne ramme andre organismer og vil kunne udrette uønskede skader på disse organismer, hvorfor det er vigtigt at reducere risikoen herfor – f.eks. ved at udskifte de pesticider, der har de mest belastende egenskaber.

D. ANALYSE AF DEN MEST BELASTENDE PESTICIDANVENDELSE

I det følgende diskuteres nogle eksempler på, hvorledes den mest belastende pesticidanvendelse kan identificeres.

Overordnet set gælder det om at reducere den samlede belastning (B) for f.eks. en sprøjtefører, et grundvandsområde eller en fugl. Med henblik på at identificere den adfærdsændring, der mest effektivt kan reducere den samlede belastning, er det derfor nærliggende at identificere den pesticidanvendelse, der medfører den største belastning. Da belastningen imidlertid er additiv på tværs af afgrøder og skadevoldere, er den pesticidanvendelse, der bidrager mest til den samlede belastning kun interessant, fordi en given, relativ reduktion i belastningen for denne pesticidanvendelse vil have en større effekt på den samlede belastning, end en tilsvarende reduktion i en anden, mindre belastende pesticidanvendelse.

Fra et produktions- og miljøøkonomisk synspunkt, vil det derimod være økonomisk rationelt at prioritere en reduceret belastning, hvor det kan gøres billigst muligt og med de mindst mulige marginale produktionstab pr.

belastningsenhed (dvs. pr. B), hvor den marginale reduktionsomkostning måles i kr. pr. B. Denne prioritering bør i øvrigt foretages uden skelen til hvor store arealer eller hvor intensiv og belastende en pesticidanvendelse, der er tale om.

Der er ikke i nærværende rapport gennemført en sådan analyse af mulighederne for en økonomisk prioriteret reduktion af pesticidbelastning for relevante belastningsindikatorer. Analyserne her fokuserer på de pesticidanvendelser, der har den højeste fladebelastning og dermed - alt andet lige - det største reduktionspotentiale, samt den pesticidanvendelse der bidrager mest til den samlede belastning for en given belastningsindikator.

Tabel 5.4 viser behandlingshyppighed, fladebelastning og belastningsindeks for hovedafgrøder og pesticidtyper 2010.

For en fuldstændig oversigt over fladebelastningen for alle kombinationer af hovedafgrøder, pesticidtyper og hovedindikatorer for alle årene 2007-2010, kan der, som tidligere nævnt, henvises til bilag 1.

Tabel 5.4 Behandlingshyppighed (BH), fladebelastning (BF) (B pr. ha) og belastningsindeks (B pr. BI) for hovedafgrøder og pesticidtyper 2010. Glyphosat er den anvendelse, der finder sted mellem to på hinanden følgende afgrøder. Jo rødere farven er, jo højere er værdien og dermed belastningen. Grøn farve angiver laveste belastning.

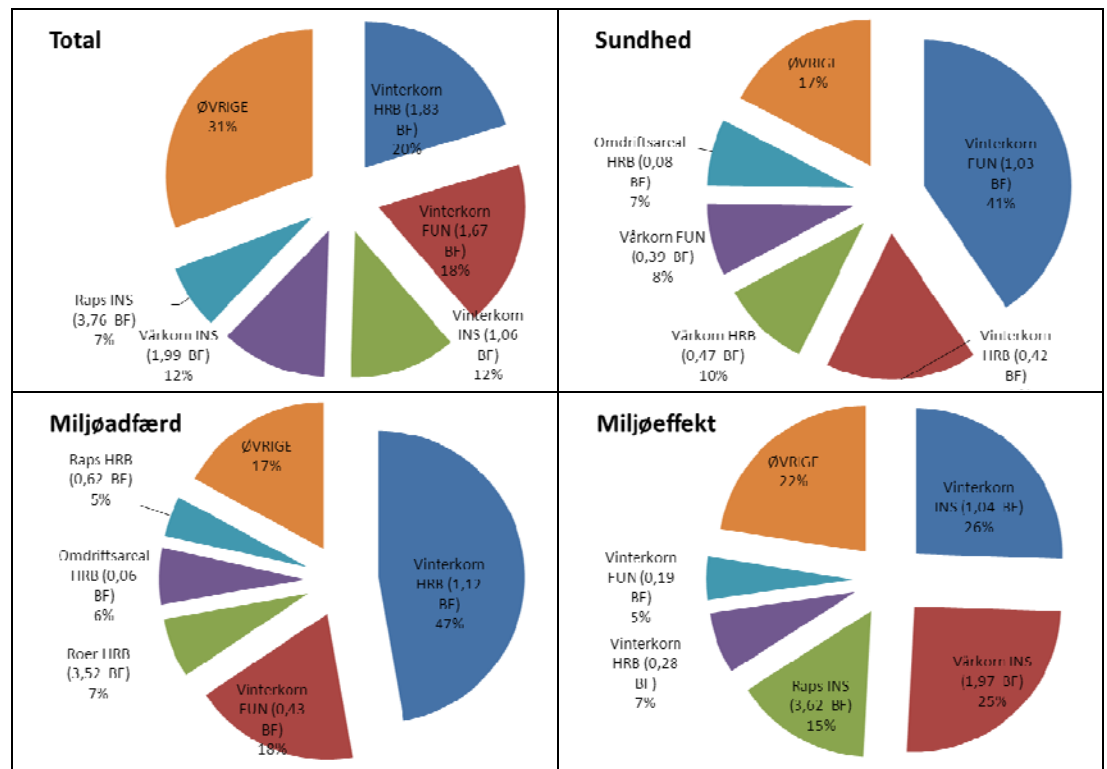
	Behandlingshyppighed (BH)					I alt	Fladebelastning (BF)(B pr. ha)					I alt	Belastningsindeks (B pr. BI)					Alle
	HRB	VKS	FUN	INS	HRB		VKS	FUN	INS	HRB	VKS		FUN	INS				
Vinterkorn	1,27	0,18	0,77	0,38	2,60	1,83	0,08	1,67	1,06	4,65	1,44	0,43	2,16	2,82	1,78			
Vårkorn	0,85	0,09	0,54	0,69	2,18	0,87	0,02	0,65	2,00	3,54	1,02	0,20	1,20	2,88	1,62			
Raps	1,36		0,33	1,30	2,99	0,93		0,19	3,76	4,88	0,68		0,58	2,89	1,63			
Ærter	3,02			3,07	6,08	2,85			6,83	9,68	0,94			2,23	1,59			
Andre frø	1,22	0,56	0,28	0,13	2,19	1,40	0,23	0,30	0,64	2,57	1,15	0,42	1,09	4,85	1,18			
Majs	3,83		0,27	0,27	4,36	0,29		0,00	0,12	0,41	0,07		0,00	0,46	0,09			
Kartofler	1,58		6,14	0,75	8,47	3,34		5,23	4,08	12,65	2,11		0,85	5,47	1,49			
Roer	0,95			0,03	0,97	4,80			0,62	5,43	5,08			24,16	5,59			
Grøntsager	1,51	0,08	1,30	0,91	3,80	7,64	0,01	1,20	2,86	11,71	5,07	0,14	0,92	3,14	3,08			
Græs og kløver	0,02			0,01	0,04	0,03			0,06	0,09	1,43			4,75	2,68			
Glyphosat	0,14				0,14	0,19				0,19	1,39				1,39			
Frukt og bær						1,60	0,29	7,75	20,50									

Forklaring HRB: Herbicider, VKS: vækstregulering, FUN Fungicider, INS: Insekticider

Det fremgår af tabel 5.4, at den største behandlingshyppighed, på 6,14, er beregnet for fungicider i kartofler. Herefter følger herbicider i majs med BH 3,83, samt insekticider og herbicider i ærter med BH på hhv. 3,07 og 3,02. En række afgrøder, f.eks. græs og kløver, sprøjtes meget lidt eller slet ikke. For frugt og bær, har der ikke tidligere været foretaget en beregning af behandlingshyppighed (da der savnes oplysninger om standarddoser og mængdefordeling mellem afgrøder), hvorfor behandlingshyppighed og belastningsindeks for disse afgrøder er udeladt i tabellen.

Når det gælder fladebelastning, er det insektmidler i frugt og bær, ærter, kartofler og raps samt herbicider i grøntsager, der toppe med en fladebelastning på mellem 20,5 og 3,78 B pr. ha. Samlet set er det frugt og bær samt kartofler, der giver anledning til den største pesticidbelastning, målt som fladebelastning.

Figur 5.8 viser samlet belastning for landbruget fordelt på hovedafgrøder og pesticidtyper i 2010.



Figur 5.8 Samlet belastning for Landbrug 2010 fordelt på hovedafgrøder og pesticidtyper (HRB: Herbicider, INS: Insekticider, FUN: Fungicider, VKS: Vækstregulering).

Det ses af Figur 5.8, at herbicid- og fungicidanvendelsen i vinterkorn står for hhv. 20 og 18 % af den samlede belastning i 2010. For indikatorerne sundhed, adfærd og miljø er det fungicider i vinterkorn, herbicider i vinterkorn og insekticider i vårkorn, der står for hhv. 41, 47 og 26 % af den respektive belastning. Det er således ikke en enkelt type af pesticidanvendelse i en enkelt afgrøde, der er ansvarlig for den totale belastning, men det er tydeligt, at fungicider i vinterkorn udgør en særligt stor belastning for sprøjtefærernes sundhed, mens herbiciderne i vinterkorn udgør en særligt stor miljøadfærdsbelastning (målt ved potentiale for ophobning i miljøet, nedbrydelighed i jord og udvaskning til grundvandet). Insekticider udgør en særligt stor miljøeffektbelastning, men her kan belastningen ikke på samme måde placeres i en enkelt afgrøde.

Denne analyse har vist, at en stor del af den specifikke pesticidbelastning kan henføres til specifikke afgrøder og skadevoldere, men den samlede, generelle belastning kan kun reduceres ved en indsats i mange afgrøder og ved substitution af midler mod mange forskellige skadevoldere.

D. EKSEMPEL PÅ SUBSTITUTION AF INSEKTMIDLER I VÅRKORN

Udskiftning af belastende med mindre belastende midler er en mulighed for at reducere belastningen. Ved en sådan substitution af midler, vil det i teorien være muligt på en og samme tid både at reducere belastningen og at opretholde en uændret behandlingshyppighed og altså samme effekt over for den aktuelle skadevolder.

Følgende eksempel skal illustrere effekten af en tænkt udskiftning af samtlige insektmidler i vårkorn med insektmidlet Pirimor, der har et væsentligt lavere

(samlet) belastningsindeks end de øvrige insektmidler. Det skal bemærkes, at Pirimor primært har effekt på bladlus, at insektmidler i værkorn også kan anvendes mod andre skadevoldere end bladlus, og at Pirimor i dag er dyrere i anvendelse end de øvrige insektmidler.

Tabel 5.5 Fladebelastning (BF) (B pr. ha), behandlingshyppighed (BH) og belastningsindeks (B pr. BI) for insektmidler i værkorn 2010

	Sundhed (BF)	Miljøadfærd (BF)	Miljøeffekt (BF)	I alt (BF)	Andel af samlet BF for insektmidler	Forbrug (BH)	Belastningsindeks (B pr. BI)
Middel							
Cyperb 100	0,023	0,010	1,423	1,456	73%	0,40	3,64
Mavrik 2F	0	0,002	0,076	0,077	3,8%	0,03	2,57
Nexide CS	0,001	0,001	0,311	0,313	16%	0,15	2,13
Fastac 50	0,005	0,001	0,102	0,108	5,4%	0,08	1,31
Karate 2,5 WG	0,002	0,0004	0,039	0,042	2,1%	0,05	0,88
Pirimor G	0,003	0,002	0,005	0,009	0,5%	0,02	0,53
LFS Pirimicarb	0,00004	0,00004	0,0001	0,0002	0,0%	0,0003	0,53
I alt 2010	0,033	0,016	1,956	2,005	100%	0,72	3,17
Udskiftning til kun Pirimor	0,069	0,064	0,124	0,257		0,49	0,53
Reduktion	-0,036	-0,048	1,831	1,748		0,23	
Relativ reduktion	~ 0 %	~ 0 %	94%	87%		32%	

Det fremgår af tabellen, at de anvendte insektmidler i værkorn medfører en høj fladebelastning på 2,00 B pr. ha. Cyperb, der står for 73 % af fladebelastningen har således et belastningsindeks på 3,64 B pr. BI, mens pirimicarbmidlerne (Pirimor G og LFS Pirimicarb), har et belastningsindeks på kun 0,53 B pr. BI. En udskiftning af de nuværende insektmidler i værkorn med pirimicarbmidler vil derfor kunne reducere den samlede belastning i værkorn væsentligt.

Når der – baseret på en faglig vurdering - antages en vekselkurs på 0,75 BI af de nuværende midler mod 0,5 BI Pirimor, kan den samlede belastning for insektmidler i værkorn, jf. tabellen, reduceres fra 2,00 B pr. ha til 0,26 B pr. ha. Samtidig er belastningen for sundhed og miljøadfærd dog øget med hhv. 0,04 og 0,05 B pr. ha, men alt i alt har substitutionen medført en reduktion i den samlede belastning på 87 %.

Der er som nævnt tale om et tænkt eksempel, der skal belyse det store potentiale for væsentlige reduktioner i pesticidbelastningen, en udskiftning af midler i kombination med den nye belastningsindikator kan give.

Bilag 1 - Belastning 2007-2010

I dette bilag er der flere detaljer end i kapitel 5 i rapporten. Udover de velkendte landbrugsafgrøder er der anvendt følgende hovedafgrøder (svarende til fodnote 1 i de følgende tabeller): "Grøntsager" dækker frilandsgrøntsager, "Andre frø" er domineret af græs- og kløverfrø, mens "Glyphosat" viser glyphosatsalget (dvs. Roundup), der helt overvejende anvendes til ukrudtsprøjtning mellem afgrøderne og uden for vækstsæsonen. Glyphosatsalget kan derfor ikke medregnes under en enkelt afgrøde, men er fordelt på hele omdriftsarealet. Betegnelsen "Øvrige" dækker alle andre anvendelser af plantebeskyttelsesmidler, herunder hus og have, offentlige områder, rekreative områder, sportsanlæg, parker og golfbaner. Betegnelsen "Skovbrug" dækker skov og planteskoler, "Hus og have" dækker hus og have, offentlige områder, rekreative områder, sportsanlæg, parker og golfbaner, mens "Rest" dækker alle øvrige, ikke fordelte pesticidanvendelser.

For perioden 2007-2010 er der tale om anslået ca. 3.000 ha frugt og bær, 300 ha væksthuse, 4.000 ha skov, juletræer og planteskoler, samt 300.000 ha bymæssig bebyggelse (der dækker hus, have, parker, veje, sportsanlæg, golfbaner og andre rekreative formål).

Tabel 2. Pesticidbelastning (1000 B) for Landbrugets hovedafgrøder og øvrige anvendelser 2007¹⁾

Anvendelse	Sundhed	Miljøadfærd	Miljøeffekt	I alt
Vinterkorn	1.259	1.204	724	3.187
Vårkorn	359	145	475	979
Raps	60	102	357	519
Ærter	7	8	21	36
Andre frø	84	47	56	187
Majs	36	324	45	404
Kartofler	261	108	188	557
Roer	52	108	35	196
Grøntsager	14	28	16	58
Græs og kløver	9	4	9	21
Glyphosat	83	106	78	266
Landbrug i alt	2.223	2.185	2.002	6.411
Frugt og bær	27	41	156	224
Væksthuse	8	0	0	8
Skovbrug	20	26	27	74
Industri og lager	21	0	0	21
Hus og have	73	25	265	363
Rest	25	21	89	135
<i>I alt</i>	2.398	2.298	2.539	7.234

1: "Glyphosat" viser glyphosatsalget, der helt overvejende anvendes til ukrudtssprøjtning mellem to på hinanden følgende afgrøder og derfor ikke kan regnes med under en enkelt afgrøde.

Tabel 3. Pesticidbelastning (1000 B) for Landbrugets hovedafgrøder og øvrige anvendelser 2008¹⁾

Anvendelse	Sundhed	Miljøadfærd	Miljøeffekt	I alt
Vinterkorn	1.703	1.515	1.270	4.488
Vårkorn	562	238	1.064	1.865
Raps	66	117	580	763
Ærter	7	9	53	69
Andre frø	88	45	110	243
Majs	39	454	74	567
Kartofler	332	117	393	842
Roer	83	124	69	276
Grøntsager	17	34	31	82
Græs og kløver	1	2	21	24
Glyphosat	123	137	101	361
Landbrug i alt	3.022	2.794	3.765	9.581
Frugt og bær	25	23	123	172
Væksthuse	18	0	0	18
Skovbrug	2	11	64	77
Industri og lager	2	0	0	2
Hus og have	92	25	63	181
Rest	43	50	98	190
<i>I alt</i>	3.204	2.903	4.113	10.221

1: "Glyphosat" viser glyphosatsalget, der helt overvejende anvendes til ukrudtssprøjtning mellem to på hinanden følgende afgrøder og derfor ikke kan regnes med under en enkelt afgrøde.

Tabel 4. Pesticidbelastning (1000 B) for Landbrugets hovedafgrøder og øvrige anvendelser 2009¹⁾

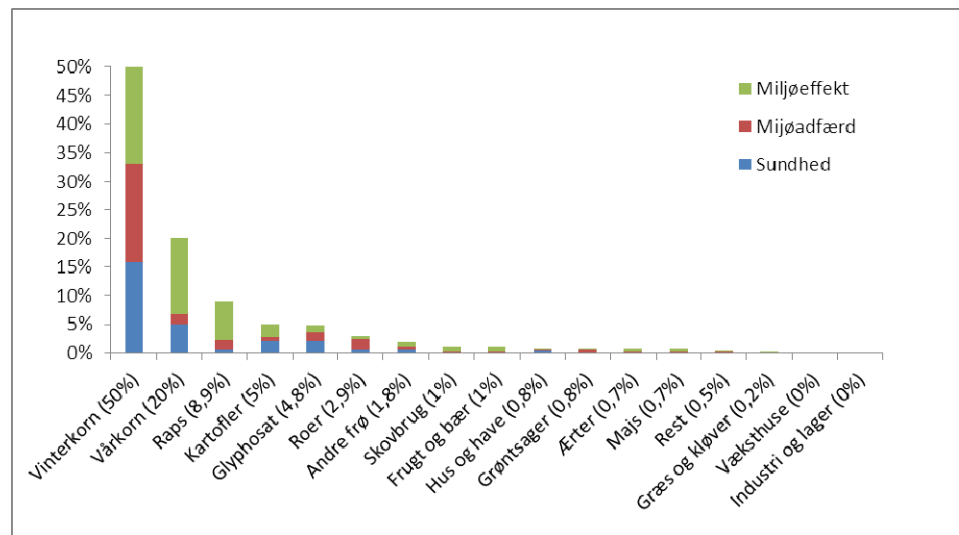
Anvendelse	Sundhed	Mijøadfærd	Miljøeffekt	I alt
Vinterkorn	1.126	1.038	1.397	3.561
Vårkorn	442	134	1.188	1.764
Raps	41	76	527	644
Ærter	7	18	46	71
Andre frø	72	29	93	194
Majs	14	9	42	65
Kartofler	211	86	260	557
Roer	23	48	43	114
Grøntsager	17	41	29	87
Græs og kløver	2	3	21	27
Glyphosat	56	65	48	169
Landbrug i alt	2.012	1.547	3.694	7.252
Frugt og bær	32	27	166	225
Væksthuse	4	0	0	4
Skovbrug	3	13	67	83
Industri og lager	6	0	0	6
Hus og have	57	21	37	116
Rest	20	27	38	85
<i>I alt</i>	2.134	1.635	4.003	7.771

1: "Glyphosat" viser glyphosatsalget, der helt overvejende anvendes til ukrudtssprøjtning mellem to på hinanden følgende afgrøder og derfor ikke kan regnes med under en enkelt afgrøde.

Tabel 5. Pesticidbelastning (1000 B) for Landbrugets hovedafgrøder og øvrige anvendelser 2010¹⁾

Anvendelse	Sundhed	Mijøadfærd	Miljøeffekt	I alt
Vinterkorn	1.423	1.534	1.513	4.470
Vårkorn	450	152	1.193	1.795
Raps	65	127	608	801
Ærter	6	16	49	71
Andre frø	58	29	75	162
Majs	6	26	36	67
Kartofler	186	56	214	456
Roer	54	158	49	261
Grøntsager	13	38	24	75
Græs og kløver	2	3	19	24
Glyphosat	182	144	105	432
Landbrug i alt	2.446	2.282	3.885	8.613
Frugt og bær	11	15	64	90
Væksthuse	5	0	0	5
Skovbrug	2	17	77	96
Industri og lager	4	0	0	4
Hus og have	44	13	23	79
Rest	5	14	31	50
<i>I alt</i>	2.515	2.341	4.080	8.937

1: "Glyphosat" viser glyphosatsalget, der helt overvejende anvendes til ukrudtssprøjtning mellem to på hinanden følgende afgrøder og derfor ikke kan regnes med under en enkelt afgrøde.



Figur 3. Relativ fordeling af den samlede pesticidbelastning (i alt 8,937 mio. B) på landbrugets hovedafgrøder og øvrige anvendelser 2010. "Glyphosat" viser glyphosatsalget, der helt overvejende anvendes til ukrudtssprøjtning mellem to på hinanden følgende afgrøder og derfor ikke kan regnes med under en enkelt afgrøde. Betegnelsen "Rest" dækker alle andre anvendelser af plantebeskyttelsesmidler, herunder i private haver, offentlige områder, rekreative områder, sportsanlæg, parker, golfbaner, skovbrug, juletræsproduktion, prydplanter og væksthuse.

Bilag 2 – Beregningsfaktorer til miljøbelastningsberegninger

1. Generelle miljøeffektbelastningsfaktorer

Tabel B.1 viser de generelle belastningsfaktorer for miljøeffekt, der er anvendt i rapportens tabel 3.5.

Tabel B.1 Generelle belastningsfaktorer (B pr. kg reference aktivstof) for miljøeffekt

Delindikator	Generel belastningsfaktor (B pr. kg reference aktivstof)
Pattedyr, korttids	1
Fugle, korttids-	1
Bier, korttids-	100
Regnorm, korttids-	2
Regnorm, langtids-	2
Fisk, korttids-	30
Fisk, langtids-	3
Dafnier, korttids-	30
Dafnier, langtids-	3
Vandplanter, korttids-	3
Vandplanter, langtids-	3

2 Eksponeringsfaktorer for bejdsemidler

Tabel B.2 viser de eksponeringsfaktorer, der anvendes til korrektion for bejdsemidler af belastningsfaktorerne i tabel 3.5 i rapporten.

Tabel B.2 Eksponeringsfaktorer til korrektion af miljøeffektbelastning for bejdsemidler

	Pattedyr	Fugle	Bier	Regnorm	Vandmiljø
Ikke bejdsemiddel	1	1	1	1	1
Bejdsemiddel til frø/korn	10	10	1/100	1/2	1/30
Bejdsemiddel til knolde/løg/pellets	1/10	1/10	1/100	1/2	1/30

Det fremgår af tabel B.2, at miljøeffektbelastningen for f.eks. bejdset korn øges med en faktor 10 for fugle og pattedyr men reduceres med en faktor 100 for bier.

3 Eksponeringsfaktorer for langtidsmiljøeffekter

De mulige miljøeffekter som følge af længerevarende eksponering afhænger af aktivstoffernes nedbrydelighed. Ved en langsom nedbrydning af aktivstoffet, svarende til en høj DT_{50} værdi, er aktivstoffet tilstede i længere tid og i en højere koncentration og kan dermed udgøre en større belastning for planter og dyr, end et stof der nedbrydes hurtigt. Ved beregning af belastning for langtidsmiljøeffekter anvendes derfor en eksponeringsfaktor til korrektion for nedbrydeligheden. Den spænder fra værdien 1 for meget langsomt nedbrydelige aktivstoffer til værdien 0 for hurtigt/umiddelbart nedbrudte aktivstoffer.

Eksponeringsfaktoren, k , der afhænger af, om nedbrydningen foregår i vand (k_W) eller jord (k_S) beregnes med nedenstående formler, hvis der findes værdier for halveringstiden i vand (for fisk og dafnier) eller jord (regnorme).

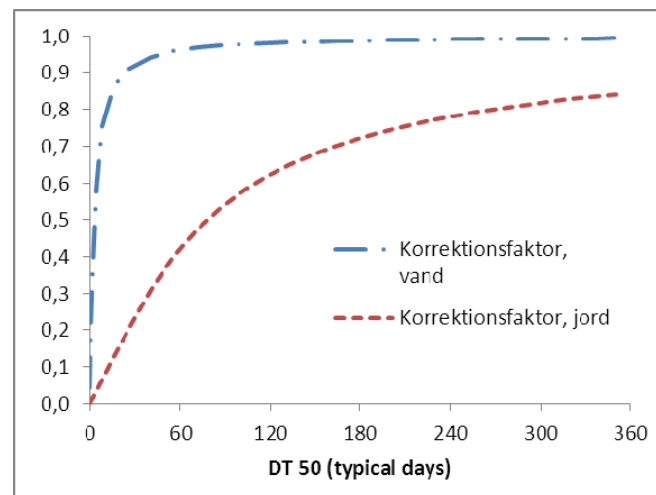
Hvis der ikke findes en værdi for DT_{50} vand hhv. jord, ganges der med 1.

Beregningerne gennemføres inden addition af delindikatorerne til den samlede miljøeffektbelastning for det pågældende aktivstof.

$$k_S = \left[1 - \frac{1}{\exp\left(180 * \frac{\ln(2)}{DT_{50Soil}}\right)} \right] / \left(180 * \frac{\ln(2)}{DT_{50Soil}}\right)$$

$$k_W = \left[1 - \frac{1}{\exp\left(7 * \frac{\ln(2)}{DT_{50Water}}\right)} \right] / \left(7 * \frac{\ln(2)}{DT_{50Water}}\right)$$

Figur B.1 viser størrelsen af de to korrektionsfaktorer som funktion af halveringstiden.



Figur B.1. Korrektionsfaktorerne, k_W og k_S , baseret på aktivstoffernes nedbrydelighed i vand og jord.

4 Nedbrydelighed, P

For stabile aktivstoffer, der er klassificeret som stabile, antages der ved beregning af miljøsæbnen en nedbrydningstid på to år.

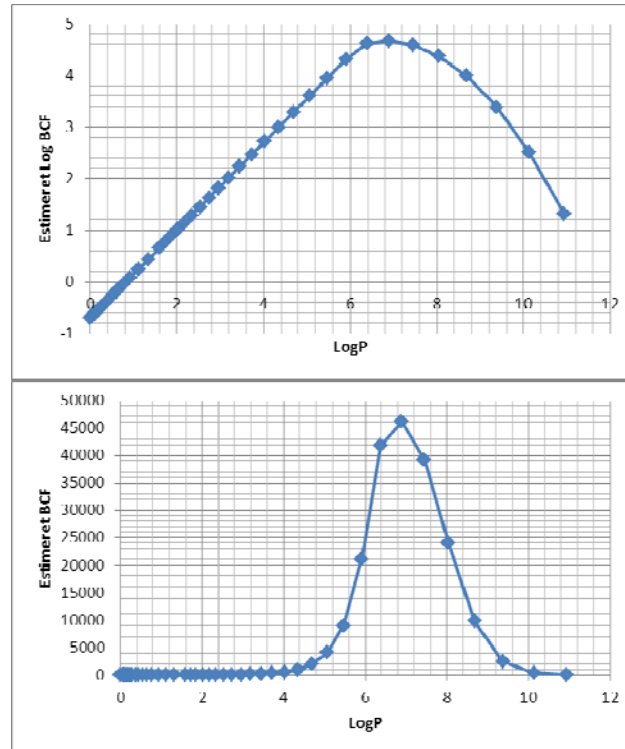
5 Estimeret biokoncentrationsfaktor, BCF

Når biokoncentrationsfaktor ikke er opgivet beregnes den på grundlag af logP med følgende formel:

$$\log P < 6: \quad BCF = 10^{0.88 \cdot \log P - 0.7}$$

$$\log P \geq 6: \quad BCF = 10^{-0.2 \cdot \log P + 2.74 \cdot \log P - 4.72}$$

Hvis hverken BCF eller log P er opgivet, sættes BCF til nul, svarende til ingen belastning.

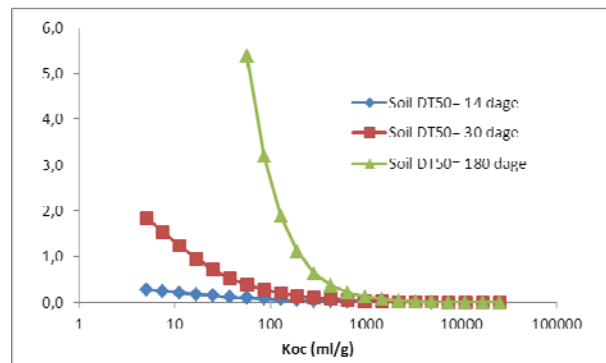


Figur B.2. \log_{10} BCF og BCF estimeret på grundlag af $\log P$.

6 Estimeret SCI-GROW indeks

SCI-GROW indeks for aktivstoffet og dets metabolitter beregnes på grundlag af DT_{50} for jord og Koc-værdien (fordelingskoefficient mellem octanol og organisk kulstof) med følgende formel:

$$U = 0.89 \cdot 10^{-2.24 + 0.61 \log_{10}(DT50 - 5) (4 - \log_{10}(Koc + 5))}$$



Figur B.3. Eksempler på SCI-GROW indeks beregnet på grundlag af Koc værdier.

For metabolitter ganges U værdien med metabolittens relative forekomst. Hvis DT_{50} eller Koc ikke er oplyst, sættes U til 0, svarende til ingen belastning.

Tabel B.1 viser de generelle belastningsfaktorer for miljøeffekt, der er anvendt i rapportens tabel 3.5.

Tabel B.1 Generelle belastningsfaktorer (B pr. kg reference aktivstof) for miljøeffekt

Delindikator	Generel belastningsfaktor (B pr. kg reference aktivstof)
Pattedyr, korttids	1
Fugle, korttids-	1
Bier, korttids-	100
Regnorm, korttids-	2
Regnorm, langtids-	2
Fisk, korttids-	30
Fisk, langtids-	3
Dafnier, korttids-	30
Dafnier, langtids-	3
Vandplanter, korttids-	3
Vandplanter, langtids-	3

7 Eksponeringsfaktorer for bejdsemidler

Tabel B.2 viser de eksponeringsfaktorer, der anvendes til korrektion for bejdsemidler af belastningsfaktorerne i tabel 3.5 i rapporten.

Tabel B.2 Eksponeringsfaktorer til korrektion af miljøeffektbelastning for bejdsemidler

	Pattedyr	Fugle	Bier	Regnorm	Vandmiljø
Ikke bejdsemiddel	1	1	1	1	1
Bejdsemiddel til frø/korn	10	10	1/100	1/2	1/30
Bejdsemiddel til knolde/løg/pellets	1/10	1/10	1/100	1/2	1/30

Det fremgår af tabel B.2, at miljøeffektbelastningen for f.eks. bejdset korn øges med en faktor 10 for fugle og pattedyr men reduceres med en faktor 100 for bier.

8 Eksponeringsfaktorer for langtidsmiljøeffekter

De mulige miljøeffekter som følge af længerevarende eksponering afhænger af aktivstoffernes nedbrydelighed. Ved en langsom nedbrydning af aktivstoffet, svarende til en høj DT_{50} værdi, er aktivstoffet tilstede i længere tid og i en højere koncentration og kan dermed udgøre en større belastning for planter og dyr, end et stof der nedbrydes hurtigt. Ved beregning af belastning for langtidsmiljøeffekter anvendes derfor en eksponeringsfaktor til korrektion for nedbrydeligheden. Den spænder fra værdien 1 for meget langsomt nedbrydelige aktivstoffer til værdien 0 for hurtigt/umiddelbart nedbrudte aktivstoffer.

Eksponeringsfaktoren, k , der afhænger af, om nedbrydningen foregår i vand (k_w) eller jord (k_s) beregnes med nedenstående formler, hvis der findes værdier for halveringstiden i vand (for fisk og dafnier) eller jord (regnorme).

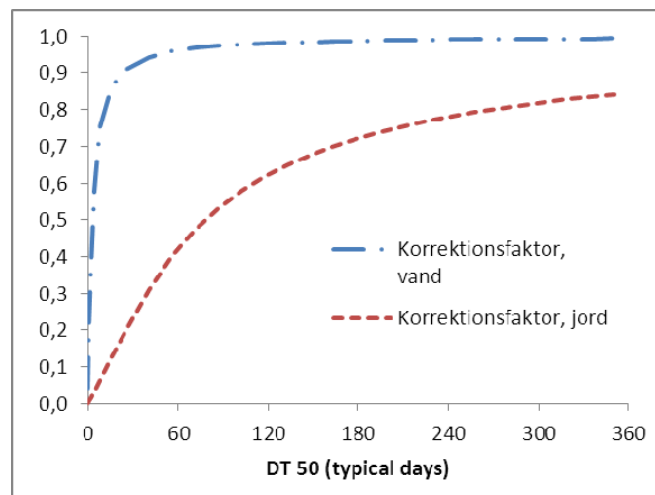
Hvis der ikke findes en værdi for DT_{50} vand hhv. jord, ganges der med 1.

Beregningerne gennemføres inden addition af delindikatorerne til den samlede miljøeffektbelastning for det pågældende aktivstof.

$$k_S = \left[1 - \frac{1}{\exp\left(180 * \frac{\ln(2)}{DT_{50\text{Soil}}}\right)} \right] / \left(180 * \frac{\ln(2)}{DT_{50\text{Soil}}}\right)$$

$$k_W = \left[1 - \frac{1}{\exp\left(7 * \frac{\ln(2)}{DT_{50\text{Water}}}\right)} \right] / \left(7 * \frac{\ln(2)}{DT_{50\text{Water}}}\right)$$

Figur B.1 viser størrelsen af de to korrektionsfaktorer som funktion af halveringstiden.



Figur B.1. Korrektionsfaktorerne, k_W og k_S , baseret på aktivstofferne nedbrydelighed i vand og jord.

9 Nedbrydelighed, P

For aktivstoffer, der er beskrevet som "stabile", antages der ved beregning af miljøskæbne en halveringstid på to år (2*364 dage).

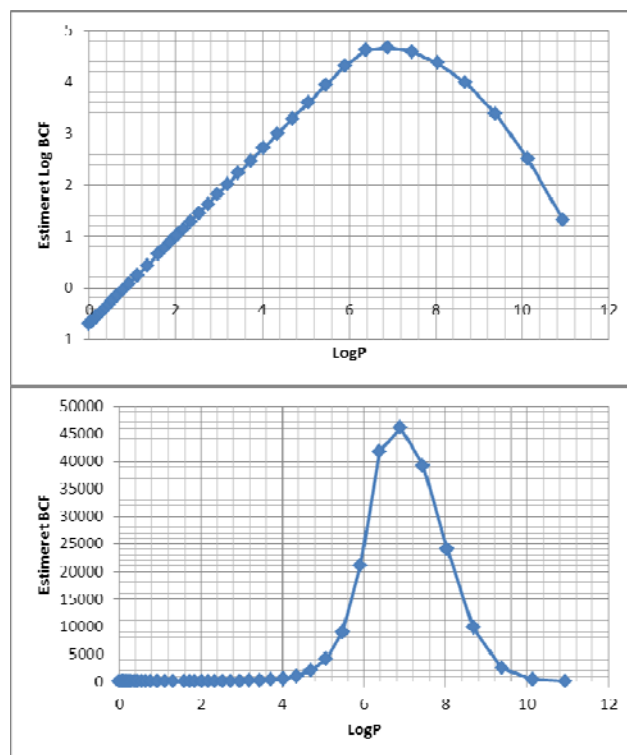
10 Estimeret biokoncentrationsfaktor, BCF

Når biokoncentrationsfaktoren ikke er opgivet, beregnes den på grundlag af $\log_{10}P$ med en af følgende formler:

$$\log P < 6: \quad BCF = 10^{0.88 * \log P - 0.7}$$

$$\log P \geq 6: \quad BCF = 10^{-0.2 * \log P + 2.74 * \log P - 4.72}$$

Hvis hverken BCF eller $\log_{10}P$ er opgivet, sættes BCF til nul, svarende til ingen belastning.

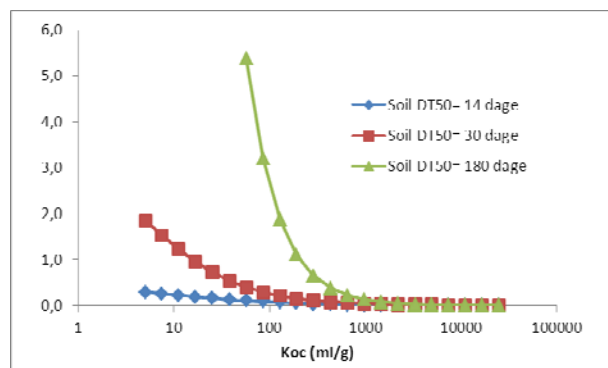


Figur B.2. \log_{10} BCF og BCF estimeret på grundlag af $\log P$.

11 Estimeret SCI-GROW indeks

SCI-GROW indeks for aktivstoffet og dets metabolitter beregnes på grundlag af DT_{50} i jord og K_{oc} -værdien (fordelingskoefficient mellem octanol og organisk kulstof) med følgende formel:

$$U = 0.89 \cdot 10^{-2.24 + 0.61 \log_{10}(DT50 - 5) (4 - \log_{10}(K_{oc} + 5))}$$



Figur B.3. Eksempler på SCI-GROW indeks beregnet på grundlag af K_{oc} værdier.

For metabolitter ganges U værdien med metabolittens relative forekomst. Hvis DT_{50} eller K_{oc} ikke er oplyst, sættes U til 0, svarende til ingen belastning.