Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut

Rapport nr. 130

Beskrivelse af landbrugets pesticidanvendelse

- En generalisering af pesticidstikprøven

Henrik Huusom

København 2001

Indholdsfortegnelse:

Forord 5

1. Baggrund og formål 7

2. Data 11
   2.1. Regnskabsstatistikken 11
   2.2. Pesticidstikprøvens data 12
   2.3. Bekæmpelsesmiddelstatistikken 13

3. Metode 15
   3.1. Overblik 15
   3.2. Estimation af pesticidanvendelsen på regnskabsstatistikkens bedrifter 16
      3.2.1. Approksimationsproceduren 19
   3.3. Opregning til nationalt niveau 28

4. Analyser og resultater 31
   4.1. Intensitetsmatrice 31
   4.2. Beskrivelse af strukturen i landbrugets pesticidforbrug 34
      4.2.1. Afgrødevis pesticidforbrug 34
      4.2.2. Pesticidanvendelse på forskellige bedriftstyper 36
      4.2.3. Regionale forskelle i pesticidanvendelsen 42
      4.2.4. Samlet pesticidanvendelse i dansk landbrug 45

5. Diskussion og sammenligninger 47
   5.1. Pesticidstikprøvens repræsentativitet 47
   5.2. Følsomhedsanalyser 48
   5.3. Sammenligning med andre kilder 50
   5.4. Sammenligning af estimerede og observerede værdier 53
   5.5. Samlet vurdering af de generaliserede pesticiddata 54

6. Sammenfatning og perspektivering 57

7. English Summary 63

Referencer 67

Forord

Landbrugets aktiviteter har gennem flere år påkaldt sig stor opmærksomhed i debatten om sundhed og miljø, og især brugen af pesticider været genstand for mange undersøgelser. Der eksisterer en række kilder til beskrivelse af pesticidforbruget i Danmark, men der er fortsat brug for at styrke kortlægningen af landbrugets pesticidanvendelse, bl.a. med henblik på evaluering af effekten af handlingsplaner på miljøområdet samt for at vurdere landbrugets miljøpåvirkning og de landbrugs- og samfundsøkonomiske konsekvenser af forskellige miljøpolitiske tiltag.

Nærværende rapport har til formål at tilvejebringe en konsistent beskrivelse af landbrugets samlede brug af pesticider med udgangspunkt i en kobling af forskellige og allerede eksisterende datamaterialer. Desuden har indsatsen til formål at udvikle og dokumentere den benyttede metode samt at tilvejebringe et datamateriale, der kan benyttes i SJFIs øvrige økonomiske analyser, herunder i særdeleshed som input til de ofte anvendte økonomiske modeller.

Rapporten er udarbejdet af Henrik Huusom i Afdelingen for Jordbrugspolitik, mens redigeringen er sket i et samarbejde med forskningschef Søren E. Frandsen og seniorforsker Tove Christensen. Under arbejdet har forfatteren også modtaget værdifuld hjælp fra Hild Rygnestad, Jørgen Dejgård Jensen, Jens Hansen, Jens Erik Ørum og Jesper S. Schou.

Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, december 2001.

Ole P. Kristensen

1. Baggrund og formål

Landbrugets aktiviteter påkalder sig stor opmærksomhed i debatten om sundhed og miljø. Diskussionen har især fokuseret på landbrugets anvendelse af pesticider, kvælstofbelastningen, landbrugsdriftens påvirkning af det åbne land, omlægning til økologisk produktion samt hensyn til dyrevelfærd og fødevaresikkerhed.

Landbrugets pesticidanvendelse har givet anledning til udarbejdelsen af nationale handlingsplaner for reduktion af brugen af sprøjtemidler og til nedsættelsen af det såkaldte Bichel-udvalg. Dette udvalg fik bl.a. til opgave at analysere og diskutere konsekvenserne af en udfasning af pesticidforbruget i Danmark.

På trods af det betydelig arbejde der lå bag Bichel-udvalgets rapport, er der fortsat behov for at styrke kortlægningen af landbrugets anvendelse af pesticider bl.a. med henblik på at evaluere handlingsplanernes effekt, samt at vurdere landbrugets miljøpåvirkning og de økonomiske konsekvenser for landbrug og samfundet af alternative miljøpolitiske tiltag.

Nærværende rapport har derfor til formål at tilvejebringe en konsistent beskrivelse af landbrugets samlede brug af pesticider med udgangspunkt i en kobling af forskellige eksisterende datamaterialer. Det er også et selvstændigt formål med indsatsen at dokumentere den benyttede metode og at tilvejebringe et datamateriale, der kan benyttes i SJFIs øvrige økonomiske analyser og modeller.

Der eksisterer aktuelt 3 væsentlige kilder til beskrivelse af landbrugets anvendelser af pesticider, nemlig Miljøstyrelsens bekæmpelsesmiddelstatistik, en stikprøve omfattende godt 600 bedrifter, jf. Schou (1998), og SJFIs regnskabsstatistik[1]. De er imidlertid alle indsamlet med forskellige mål for øje og med meget forskellige metodiske udgangspunkter, hvorfor de ikke umiddelbart kan sammenlignes. De har dog hver især deres styrke, hvorfor nærværende rapport kombinerer data fra disse kilder med henblik på at give en landsdækkende og konsistent beskrivelse af strukturen i landbrugets brug af pesticider.

I samarbejde med Danmarks Statistik udarbejder Miljøstyrelsen hvert år en bekæmpelsesmiddelstatistik, der på nationalt niveau opgør landbrugets pesticidanvendelse på

[1] Desuden indsamles oplysninger om pesticidforbruget i Danmark af brancheforeninger, analyseinstitutter og landbrugets organisationer. Disse oplysninger har ikke været tilgængelige eller anvendelige for denne undersøgelse.

grundlag af rapporterede salgstal og kvalificerede skøn for forbrugsmønstre (Miljøstyrelsen, flere år). Der er imidlertid ingen kobling mellem salgstallene og den konkrete anvendelse af pesticiderne på de enkelte bedrifter. Strukturen i landbrugets brug af pesticider er dermed ikke kortlagt i bekæmpelsesmiddelstatistikken.

Schou (1998) tager derimod med udgangspunkt i en spørgeskemaundersøgelse for høståret 1996/97 fat i detaljerede data for ca. 600 landbrugsbedrifters rapporterede brug af pesticider, idet denne undersøgelse belyser sammenhængen mellem fx den enkelte bedrifts afgrødesammensætning og brugen af de enkelte typer af pesticider[2]. I denne undersøgelse er det dog ikke umiddelbart muligt at sige noget om strukturen i og forbruget af pesticider på landsplan.

Endeligt udarbejder SJFI hvert år en regnskabsstatistik, der er baseret på en omfattende indsamling af strukturelle og økonomiske data fra 1.500 til 2.000 repræsentativt udvalgte landbrugsbedrifter. På baggrund af denne stikprøve er det bl.a. muligt ved opregning at beskrive dansk landbrugs økonomi på landsplan, se fx SJFI (1998). Forbruget af pesticider er i regnskabsstatistikken imidlertid alene beskrevet ved den enkelte bedrifts samlede omkostninger til indkøb af kemikalier. Til gengæld er de enkelte bedrifters økonomiske adfærd forholdsvis detaljeret kortlagt.

Konkret beskriver denne rapport, hvorledes strukturen i forbruget af pesticider i pesticidstikprøven kan kombineres med SJFIs regnskabsstatistik. Herfra er det muligt at generalisere pesticidstikprøvens data til en strukturel beskrivelse af pesticidforbruget på landsplan. Det resulterende samlede forbrug af pesticider sammenholdes med de opgjorte salgstal og kvalificerede skøn for forbrugsmønsteret ifølge bekæmpelsesmiddelstatistikken.

Generaliseringen består af to trin. Først estimeres anvendelsen af pesticider for alle bedrifter i regnskabsstatistikken ved at kombinere strukturen i pesticidstikprøven med regnskabsstatistikkens økonomiske og strukturelle registerdata. For hver bedrift i regnskabsstatistikken estimeres pesticidanvendelsen fordelt på afgrøder og pesticidtyper[3] som et vægtet gennemsnit af pesticidforbruget på de bedrifter i pesticidstikprøven, der med hensyn til udvalgte strukturvariable ligner den pågældende bedrift mest. Dernæst anvendes de således opstillede pesticidregnskaber for bedrifterne i regnskabsstatistikken til beregning af pesticidforbrugets omfang og fordeling på hoved-

[2] Data fra denne undersøgelse refereres i det følgende som hidrørende fra pesticidstikprøven.
[3] Pesticidhovedtyperne omfatter herbicider, fungicider, insekticider og vækstregulatorer, som i rapporten refereres til som henholdsvis H, F, I og V.

typer for det samlede danske landbrug ved en aggregering med bedriftsspecifikke opregningsvægte.

Rapporten indledes i kapitel 2 med en kort beskrivelse af de anvendte datakilders omfang og indsamling. I kapitel 3 præsenteres den anvendte metode til generalisering af pesticidstikprøvens data[4] efterfulgt i kapitel 4 af en præsentation af den resulterende struktur i bedrifternes og det samlede landbrugets forbrug af pesticider. I kapitel 5 evalueres analysens datagrundlag, metode og de fundne resultater, og kapitel 6 indeholder en opsummering af analysen og en perspektivering af dens resultater. Kapitel 7 er et sammendrag af rapporten på engelsk.

[4] Metoden er udviklet til brug for et af SJFI tidligere gennemført projekt (Rygnestad et al., 2000) mhp. at anonymisere bedriftsspecifikke data i et afgrænset geografisk område. Metoden anvendes også i et parallelt projekt (Rygnestad, 2001) til at estimere regnskabsstatistikkens bedrifters kvælstofoverskud ud fra gødningsregnskaber.

2. Data

Beskrivelsen af landbrugets pesticidforbrug sker i analysen ved en kombination af to datasæt, der indeholder henholdsvis strukturelle og økonomiske variable for bedrifterne i regnskabsstatistikken og detaljerede data for anvendelsen af bekæmpelsesmidler i pesticidstikprøvens bedrifter. Disse to datasæt præsenteres nedenfor sammen med en omtale af Miljøstyrelsens salgsbaserede bekæmpelsesmiddelstatistik.

2.1. Regnskabsstatistikken

Til brug for udarbejdelsen af den årlige regnskabsstatistik indsamler SJFI et omfattende datasæt af strukturvariable, økonomiske oplysninger og bedriftskarakteristika for 1.500 til 2.000 landbrugsbedrifter. Der sker en rullende udskiftning af disse regnskabsbedrifter på ca. 20 pct. årligt, således at omkring 80 pct. af et given årsregnskabs bedrifter er gengangere fra det foregående år. Regnskabsstatistikken er en stikprøvestatistik, hvor udvælgelsen af stikprøvebedrifterne sker med henblik på at beskrive bruttoproduktionsværdien i landbruget bedst muligt. Årsregnskaber fra de udvalgte bedrifter indsendes sammen med supplerende oplysninger til SJFI, der står for kvalitetssikring og bearbejdning af data.

Den enkelte bedrifts forbrug af pesticider er i regnskabsstatistikken er imidlertid alene beskrevet ved de samlede omkostninger til kemikalier, og det er således ikke muligt direkte at opgøre pesticidforbruget i fysiske mængder.

Oplysninger om økonomisk resultat, arealer med de enkelte afgrøder, udbytter mv. knyttet til høsttidspunktet i 1997 er opgjort i regnskabsstatistikken 1997/98. Der er derfor overensstemmelse mellem det anvendte udtræk fra regnskabsstatistikken for regnskabsåret 1997/98 og pesticidstikprøvens oplysninger, da sidstnævnte omfatter høståret 1996/97.

Som input for analyserne anvendes et udtræk på 118 strukturelle og økonomiske variable samt bedriftskarakteristika. For analyseåret omfatter regnskabsstatistikken 1956 bedrifter. Til brug for estimation af bedrifternes pesticidforbrug fjernes dog i alt 56 bedrifter fra datasættet, idet det antages, at bedrifter uden dyrket areal (21 bedrifter) og økologiske bedrifter eller bedrifter, der er under omlægning til økologisk drift (35 bedrifter), ikke anvender pesticider.

2.2. Pesticidstikprøvens data

Schou (1998) har for høstår**et** 1996/97 ved en spørgeskemaundersøgelse indsamlet detaljerede oplysninger for anvendelsen af pesticider for 607 af regnskabsstatistikkens bedrifter med henblik på at analysere strukturelt betingede forskelle i landbrugets pesticidanvendelse. Oplysningerne er baseret på bedrifternes sprøjtejournaler.

Data fra Pesticidundersøgelsen omfatter for hver bedrift alle pesticidbehandlinger med angivelse af de behandlede markers nummer, areal, hvor stor en andel af marken der er behandlet, den samlede kvælstoftilførsel for hver mark, afgrøde og sort. Desuden er datoen for behandlingen angivet sammen med det anvendte pesticids handelsnavn, type (fx herbicid eller insekticid) og anvendt dosis.

I den efterfølgende databehandling er det sprøjtede areal, den anvendte mængde aktivstof samt antallet af standarddoser beregnet. Sidstnævnte værdier er både angivet som totaler for hver behandling og fordelt på pesticidtyperne herbicider, fungicider, insekticider, og vækstregulatorer samt andre midler eller hjælpestoffer.

I nærværende analyse anvendes kun data fra 448 pesticidstikprøvebedrifter, da der for analyseåret ikke eksisterer detaljerede regnskabsoplysninger for samtlige pesticidstikprøvens oprindelige 607 bedrifter. Alle data er gennemgået mhp. afgrødeklassificering, arealopgivelser mv. ved hjælp af de originale spørgeskemaer og med støtte i regnskabsstatistikkens oplysninger.

I tabel 2.1 er pesticidstikprøvens omfang fremstillet på summarisk vis, svarende til tabel 5.1 i Schou (1998).

Tabel 2.1. Pesticidstikprøvens omfang, høståret **1996/97**

Antal afgrøder	17
Antal midler[1)]	181
Antal bedrifter	448
Antal behandlinger	11.368
Antal sprøjtninger (udbringninger)[2)]	7.187-7.430
Antal marker	3.098
- heraf sprøjtede (i procent)	2.909 (94 %)
Samlet areal (ha)	22.675
- heraf sprøjtet (i procent)	21.821 (96 %)
Samlet mængde aktivstof (kg)	30.370
Samlet antal standarddoser (stk.)	55.376

Kilde: Pesticidstikprøvens 448 bedrifter.
[1)] Desuden er registreret brug af 28 forskellige hjælpestoffer som sprede- og klæbemidler.
[2)] Da der for en del af observationerne ikke er angivet behandlingsdato, er det ikke muligt at beregne antallet af sprøjtninger nøjagtigt. I stedet er der i tabellen angivet hhv. et under – og et overkantsskøn for dette.

Samtlige 47 afgrøder fra Schou (1998) er til brug for denne analyse grupperet i de 17 afgrøder[5], der anvendes som grundlag for beskrivelsen af arealanvendelsen i SJFIs økonomiske modelarbejde. Tabel 5.3 sammenligner denne rapports afgrødeklassificering med den gruppering af afgrøder, resultaterne i Schou (1998) er baseret på. Den anvendte inddeling af afgrøderne repræsenterer dels enkeltafgrøder – fx rug og havre - dels en delvis aggregering af sammenlignelige afgrøder – fx omfatter hvede afgrøderne vårhvede og vinterhvede.

For afgrøder, der i spørgeskemaerne er benævnt som 'byg' og 'roer', er klassificeringen til henholdsvis vårbyg/vinterbyg eller sukkerroer/foderroer primært sket gennem skemaernes sorts-angivelser. Afgrøder angivet som 'græs' i spørgeskemaerne er på samme måde samt ved en sammenligning med regnskabsstatistikkens arealopgivelser søgt klassificeret til vedvarende græs eller sædskiftegræs. Sandsynligvis har betegnelsen 'græs' i flere tilfælde dækket over græsafgrøder til frøproduktion, som burde have været klassificeret som frøafgrøder. Dette har medført, at analysens resultater ikke er helt retvisende for vedvarende og sædskiftegræs samt frøafgrøder, jvf. afsnit 4.2.1.

Foruden denne klassificering, har gennemgangen af datamaterialet omfattet et betydeligt arbejde mhp. på at sikre en passende kvalitet og konsistens.

2.3. Bekæmpelsesmiddelstatistikken

Miljøstyrelsen udarbejder hvert år med bekæmpelsesmiddelstatistikken en opgørelse over salget af pesticider i landbruget, som omfatter produkter til ukrudts-, svampe- og insektbekæmpelse samt midler til vækstregulering i markafgrøder. Flere af disse midler har også andre udendørs anvendelser (fx gartneri og frugtavl), som så vidt muligt er trukket fra det samlede forbrug. Opgørelsen er baseret på de samlede salgstal, der indrapporteres fra leverandører, og som efterfølgende på basis af skøn er disaggregeret efter den forventede anvendelse på afgrødeniveau.

I tabel 2.2 er vist bekæmpelsesmiddelstatistikkens samlede opgørelse over pesticidsalget til markanvendelse i landbrugets planteavl i Danmark 1996 og 1997, fordelt på hovedtyperne og opgjort som henholdsvis mængde aktivstoffer og behandlingshyppighed.

[5] De 17 afgrøder er vårbyg, vinterbyg, hvede, rug, havre, andet korn, ærter, raps, græs- og kløverfrø, kartofler sukkerroer, andre salgsafgrøder, foderroer, sædskiftegræs, vedvarende græs, helsæd og majs, samt brak.

Tabel 2.2. Salg af pesticider til markanvendelse i landbrugets planteavl, 1996 og 1997

	Aktivstoffer (tons)		Behandlingshyppighed	
	1996	1997	1996	1997
Herbicider	2915	2726	1,28	1,65
Fungicider	631	794	0,38	0,46
Insekticider	36	51	0,21	0,30
Vækstregulatorer	87	104	0,04	0,05
I alt	3669	3675	1,92	2,45

Kilde: Miljøstyrelsen (1998)
Note: Tallene refererer til kalenderåret og inkluderer ikke bejdsemidler til udsæd. Afrunding giver anledning til små afvigelser mellem enkeltresultater og summer. Behandlingshyppigheder beregnet efter 'gammel metode'.

Behandlingshyppighed defineres som det antal gange en afgrøde kan behandles med normaldosis af et relevant aktivstof og opgøres samlet for hele landet for de enkelte kalenderår i forbindelse med udarbejdelsen af bekæmpelsesmiddelstatistikken. I denne rapport anvendes begrebet behandlingsindeks for antallet af standarddoser pr. hektar i omdrift, dvs. det dyrkede areal fratrukket vedvarende græs- og brakarealer, på de forskellige aggregeringsniveauer, som resultaterne i kapitel 4 beskriver for høståret 1996/97. Denne anvendelse af begrebet behandlingsindeks har til formål at lette en sammenligning af analysens resultater med bekæmpelsesmiddelstatistikken.

Bekæmpelsesmiddelstatistikken anvendes i nærværende analyse udelukkende som sammenligningsgrundlag for de fundne resultater og til at perspektivere den anvendte metode.

3. Metode

I dette kapitel beskrives den anvendte metode til generalisering af pesticidstikprøvens data til nationalt niveau. Metoden bygger på den grundlæggende antagelse, at bedrifter der mht. struktur ligner hinanden har en sammenlignelig pesticidanvendelse. Hvorvidt bedrifter ligner hinanden bestemmes ved udvalgte struktur- og økonomiske variable, der knyttes specielt til anvendelse af pesticider. De udvalgte variable har forskellig indvirkning på pesticidanvendelsen, og vægtes derfor forskelligt. Pesticidanvendelsen for en given bedrift estimeres som et vægtet gennemsnit af pesticidanvendelsen på de udvalgte bedrifter, der ligner den pågældende bedrift mest.

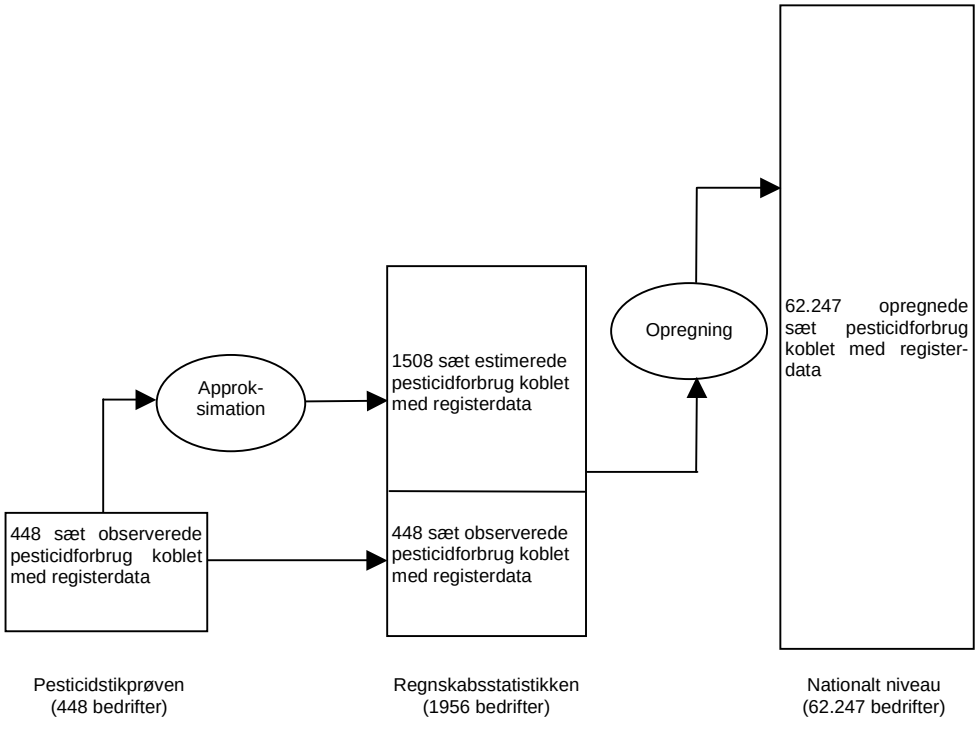
I afsnit 3.1 præsenteres et kort overblik over analysens forskellige niveauer. Afsnit 3.2 giver en grundig beskrivelse af den anvendte metode estimation af pesticidanvendelsen på hver af regnskabsstatistikkens bedrifter. Endelig beskrives i afsnit 3.3 hvordan opregningen fra regnskabsstatistikken til nationalt plan foregår.

3.1. Overblik

Figur 3.1 viser de tre relevante niveauer i generaliseringen af pesticidstikprøvens data – henholdsvis pesticidstikprøven, regnskabsstatistikken og det nationale niveau.

Som nævnt i kapitel 2, baseres analysen på pesticidstikprøvens og regnskabsstatistikkens data. Ved at koble de to datasæt, kan pesticidanvendelsen på samtlige af regnskabsstatistikkens bedrifter estimeres vha. en approksimationsprocedure. Næste trin i generaliseringen af pesticidstikprøvens data er en opregning fra regnskabsstatistikken til det nationale niveau.

Figur 3.1. Principskitse for generalisering af pesticidstikprøvens data



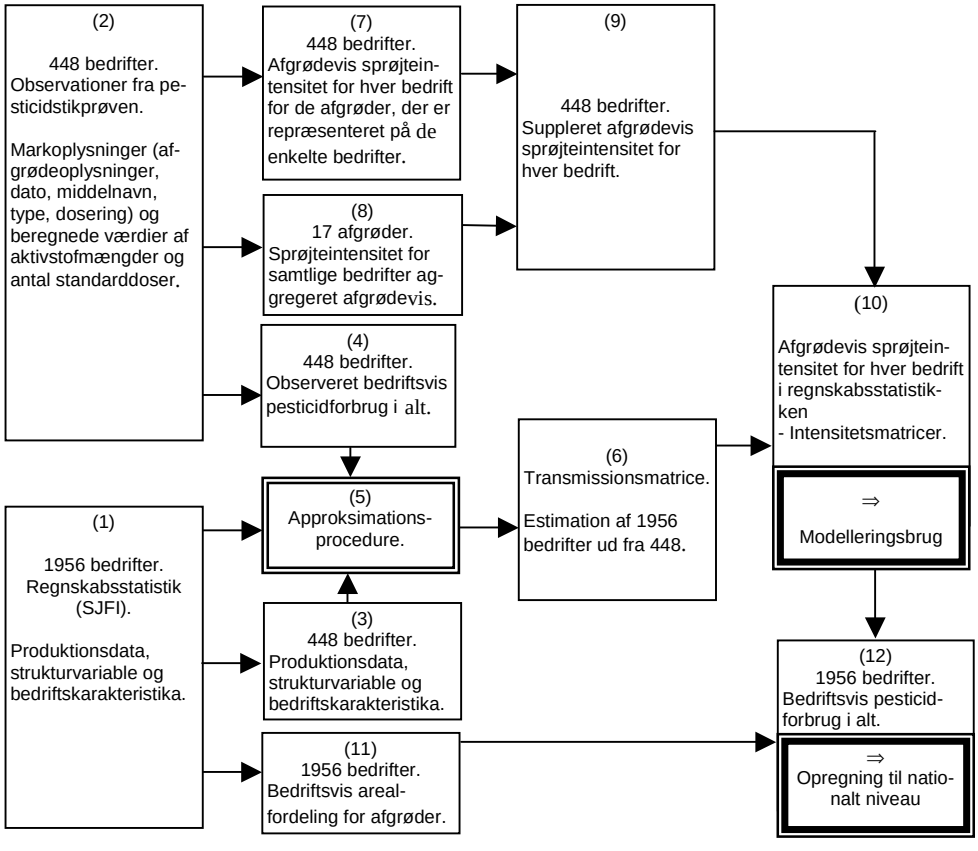
3.2. Estimation af pesticidanvendelsen på regnskabsstatistikkens bedrifter

Figur 3.2 viser forløbet i beregningerne af bedrifterne i regnskabsstatistikkens pesticidanvendelse på grundlag af observationerne fra pesticidstikprøven samt regnskabsstatistikkens oplysninger om bedrifternes strukturvariable, produktionsdata og bedriftskarakteristika. Boksnumrene henviser til teksten herunder.

Formålet med beregningerne er i første omgang for hver bedrift i regnskabsstatistikken at beskrive den afgrødevise sprøjteintensitet, dvs. anvendt kg aktivstof pr. ha og antal standarddoser pr. ha for hver afgrøde. De bedriftsvise sprøjteintensiteter for hver afgrøde sammenfattes i en såkaldt intensitetsmatrice for hhv. aktivstof og standarddoser. Intensitetsmatricerne beskriver de enkelte bedrifters sprøjteintensitet for *samtlige* afgrødeklasser – altså ikke kun de afgrødeklasser, der aktuelt dyrkes på bedriften. Da der ikke er fuldstændig overensstemmelse mellem areal- og afgrødeopgivelserne i observationerne af pesticidstikprøvebedrifterne og i regnskabsstatistikken, er der i det

følgende (bortset fra i boks 7 og 8) taget udgangspunkt i regnskabsstatistikkens areal-oplysninger.

Figur 3.2. Skematisk oversigt over forløbet af beregninger i analysen



Udgangspunktet er to sæt registerdata i form af strukturvariable, produktionsdata og bedriftskarakteristika for regnskabsstatistikkens 1956 bedrifter – boks 1 – samt boks 2, der indeholder detaljerede observationer af pesticidbehandlinger på markniveau på pesticidstikprøvens 448 bedrifter. Alle beregninger gennemføres for både aktivstof og antal standarddoser fordelt på pesticidtyper. For at lette beskrivelsen af de gennemførte beregninger, er der i det følgende ikke taget udtrykkeligt hensyn til dette.

Da pesticidstikprøvens bedrifter er en delmængde af regnskabsstatistikken, kan der på baggrund af sammenfaldende identifikationsnumre i boks 1 og boks 2 laves et udtræk med samtlige strukturvariable etc. for pesticidstikprøvens bedrifter – boks 3. Dernæst findes det bedriftsvise observerede pesticidforbrug for pesticidstikprøvens 448 bedrifter ved en summering over de forbrugte pesticidmængder for hver enkelt bedrift – boks 4.

Boks 1, 3 og 4 anvendes som input til approksimationsproceduren – boks 5. Denne procedure, inklusive udvælgelsen og vægtningen af strukturvariable, er nærmere beskrevet i afsnit 3.2.1. Resultatet fra denne procedure er den såkaldte transmissionsmatrice – boks 6 . Transmissionsmatricens koefficienter beskriver, hvilken vægt de enkelte pesticidstikprøvebedrifter indgår med i estimationen af pesticidforbruget for hver bedrift i regnskabsstatistikken.

Dernæst beregnes bedriftsspecifikke sprøjteintensiteter – boks 7 – for de aktuelt dyrkede afgrødeklasser på grundlag af de pesticidmængder og arealer, der er observeret på pesticidstikprøvens bedrifter. Dvs. for hver af pesticidstikprøvens 448 bedrifter beregnes den bedriftsspecifikke sprøjteintensitet for hver enkelt afgrøde, der er observeret i boks 2, som den samlede pesticidmængde anvendt i afgrøden delt med den pågældende afgrødes samlede areal[6]. Desuden beregnes de gennemsnitlige afgrødevise sprøjteintensiteter for alle afgrødeklasserne – boks 8 – ud fra de *samlede* pesticidmængder anvendt i afgrøden og de *samlede* arealer med de pågældende afgrøder, ligeledes udelukkende ud fra oplysningerne i boks 2. Til sidst kombineres boks 7 og 8, således at der for hver af pesticidstikprøvens 448 bedrifter haves enten en gennemsnitlig eller en observeret sprøjteintensitet for hver afgrødeklasse – boks 9. For hver bedrift i pesticidstikprøven beskriver boks 9 altså de observerede sprøjteintensiteter for de afgrødeklasser, der ifølge boks 2 er registreret på bedriften. For de øvrige afgrødeklasser anvendes de gennemsnitlige sprøjteintensiteter som estimater for den pågældende bedrifts sprøjteadfærd.

Næste trin er at udvide sprøjteintensitetsmatricen til at omfatte alle 1956 bedrifter i regnskabsstatistikken, dvs. at estimere de afgrødevise sprøjteintensiteter for de bedrifter, der ikke er med i pesticidstikprøven. Ved at multiplicere boks 9 med transmissionsmatricen – boks 6 – estimeres de bedriftsvise afgrødespecifikke sprøjteintensiteter

[6] Såfremt der på en bedrift ikke er registreret nogen pesticidbehandling af en given afgrøde, men afgrøden er registreret ved fx kvælstoftilførsel på en mark med den pågældende afgrøde, beskrives bedriftens sprøjteadfærd i den pågældende afgrøde ved 0 kg aktivstof pr. ha/0 standarddoser pr. ha.

for alle bedrifterne i regnskabsstatistikken i boks 10 ved en arealkalibreret sammenvejning af sprøjteintensiteterne på de 10 pesticidstikprøvebedrifter, der mht. udvalgte strukturvariable afviger mindst fra den pågældende bedrift. Boks 10 repræsenterer altså intensitetsmatricerne for hhv. aktivstof og standarddoser.

For at beregne det samlede forbrug af pesticider i dansk landbrug, er det nødvendigt at beregne pesticidforbruget på regnskabsstatistikkens bedrifter ud fra de bedriftsspecifikke arealoplysninger og intensitetsmatricerne. Derfor multipliceres de bedriftsvise arealfordelinger på de forskellige afgrøder – boks 11 – med intensitetsmatricerne, og bedrifternes samlede pesticidforbrug findes derefter ved aggregering af pesticidforbruget i de enkelte afgrøder – boks 12. Til slut opregnes de bedriftsvise pesticidforbrug til nationale tal vha. bedriftsspecifikke opregningsfaktorer, der for hver bedrift i regnskabsstatistikken beskriver, hvor mange bedrifter den repræsenterer på landsplan, jvf. afsnit 3.3.

3.2.1. Approksimationsproceduren

I dette afsnit beskrives først de generelle principper i den anvendte approksimationsprocedure. Derefter beskrives metodens anvendelse i estimationen af den bedriftsvise pesticidanvendelse, herunder udvælgelsen og vægtningen af de relevante strukturvariable. Afslutningsvis illustreres approksimationsproceduren grafisk og et simpelt regneeksempel gennemgås.

Generelle principper

Grundlæggende sammenlignes bedrifterne med hensyn til deres strukturvariable, dvs. regnskabsstatistikkens tekniske, økonomiske eller produktionsrelaterede data. En bedrift, *f*, har en struktur, som kan udtrykkes ved vektoren $Z^f = \{Z_1^f, \ldots, Z_n^f\}$ for *n* udvalgte strukturvariable. I nærværende rapport er *n* begrænset til 7 af beregningsmæssige hensyn. For at beskrive i hvilken grad to bedrifter *f* og *i* afviger fra hinanden, defineres et afvigelsesmål ved summen af den kvadrerede relative forskel mellem de to bedrifter for de enkelte variable:

$$\Sigma_{j-1}^{n}\left(\frac{Z_j^f - Z_j^i}{Z_j^i}\right)^2 \qquad (1)$$

For de enkelte afgrøder udtrykkes variablene som andelen af det samlede dyrkede areal. De øvrige variable i *Z* normaliseres mellem deres maksimums- og minimumsværdier. Denne normalisering sikrer at alle værdier er mellem 0 og 1, og

værdier. Denne normalisering sikrer at alle værdier er mellem 0 og 1, og reducerer eventuelle skaleringsproblemer når afvigelsesmålene aggregeres for flere variable

Desuden etableres et sæt *variabelvægte*, γ_j, der indikerer den relative vigtighed af de *n* udvalgte strukturvariable i beskrivelsen af bedriftens samlede pesticidforbrug. Bestemmelsen af variabelvægtene beskrives senere. Det endelige *afvigelsesmål* for to bedrifter, *i* og *f*, bliver således:

$$\eta^{fi} = \Sigma_{j=1}^{n} \gamma_j \left(\frac{Z_j^f - Z_j^i}{Z_j^i} \right)^2 \qquad (2)$$

Dernæst udvælges *k* bedrifter med de mindste afvigelsesmål, dvs. som ligner bedrift *f* mest. Disse *k* bedrifter benævnes *approksimationsbedrifter*. I nærværende analyse er *k* = 10. Afvigelsessmålet i ligning 2 anvendes til at konstruere den vægt, approksimationsbedrift *i* skal indgå med i approksimationen af bedrift *f*. Idet afvigelsesmålene for de *k* udvalgte approksimationsbedrifter benævnes $\{\eta^{f1}, \eta^{f2}, .., \eta^{fk}\}$, beregnes *bedriftsvægtene*, v_{fi}, som:

$$v_{fi} = \frac{(1/\eta^{fi})}{\Sigma_{i=1}^{k}(1/\eta^{fi})} \qquad (3)$$

Dvs. jo mindre afvigelse mellem to bedrifter, jo større vægt anvendes. Således kan et estimat for Z^f beregnes som:

$$\hat{Z}^f = \Sigma_{i=1}^{k} v_{fi} \cdot Z^i \qquad (4)$$

Dette resultat er ikke så interessant, da Z^f jo er kendt i forvejen. Kernen i metoden er, at andre bedriftsdata kan estimeres analogt hermed. Dvs. at udover de udvalgte strukturvariable i vektoren Z^f, kan også andre bedriftsdata $X^f = \{X_1^f, ..., X_m^f\}$, approksimeres ved:

$$\hat{X}^f = \Sigma_{i=1}^{k} v_{fi} \cdot X^i \qquad (5)$$

Der må forventes en vis fejlapproksimation, der for hver bedrift vil føre til en over- eller underestimation af Z^f og X^f. Derfor kan der være behov for at justere de approksimerede værdier $\hat{Z}^f$ og $\hat{X}^f$. I nærværende analyse er anvendt en justeringsfaktor for dyrket areal, som fremkommer som forholdet mellem de approksimerede og observerede værdier for det dyrkede areal.

Udvælgelse af approksimationsvariablene
For at identificere og vægte de n strukturvariable indeholdt i Z, der skal anvendes i approksimationen, betragtes i første omgang kun bedrifterne i pesticidstikprøven. For disse 448 bedrifter kendes både det samlede pesticidforbrug på bedriften (målt i kg aktivstof og antal standarddoser) og samtlige regnskabsstatistikkens strukturvariable. På denne baggrund kan de strukturvariable, der bedst kan bruges til at beskrive pesticidanvendelsen, udvælges. For at reducere eventuelle skaleringproblemer normaliseres samtlige variable til at ligge mellem 0 og 1.

Udvælgelsen sker ved at opstille en korrelationsmatrice, der viser korrelationskoefficienten mellem samtlige strukturvariable og hhv. samlet aktivstofforbrug og samlet antal standarddoser. For at tage højde for størrelseseffekter, opstilles korrelationsmatricer både for de 'rene' strukturvariable og for strukturvariablene opgjort pr. ha dyrket areal.

For både aktivstof og standarddoser rangordnes variablene, så de variable der rangerer højest har den højeste korrelationskoefficient både opgjort 'rent' og pr. ha. Hvor flere højtrangerede variable kan siges at udtrykke noget nær det samme eller som har en høj indbyrdes korrelation, udelades dog en eller flere af disse. Af beregningsmæssige hensyn er antallet af strukturvariable i denne analyse begrænset til n = 7. Alt andet lige må approksimationsprocedurens resultater dog antages at blive bedre, jo flere forskellige strukturvariable, der anvendes til approksimationen. De syv strukturvariable med den højeste samlede rang udvælges som approksimationsvariable, dvs. som de strukturvariable, der anvendes i approksimationsproceduren.

Bestemmelse af variabelvægte
Den vægt, hvormed den enkelte strukturvariabel indgår i approksimationen, bestemmes ved hjælp af korrelationsmatricen og en efterfølgende vægtjustering.

Den initiale vægt for hver strukturvariabel fremkommer som korrelationskoefficienten sat i forhold til den samlede sum af de n = 7 variables korrelationskoefficienter. De 7 vægte summer således til 1.

Initialvægtene justeres derefter gennem en approksimationsprocedure som ovenfor beskrevet og som vist i ligning 5. Ved udelukkende at approksimere de 448 bedrifter i pesticidstikprøven (for hvilke pesticidforbruget kendes), kan den approksimerede pesticidanvendelse for en given bedrift ($\hat{x}^f$) sammenlignes med den observerede (x^f).

Proceduren indebærer at *variabelvægtene*, γ_j, der indgår i ligning 2, justeres så summen af fejlapproksimationen, ε, for alle t = 448 bedrifter er mindst mulig:

$$\varepsilon = \sum_{f=1}^{t} \left(\frac{x^f - \hat{x}^f}{\hat{x}^f} \right)^2 \cdot ESE^f \qquad (6)$$

hvor ESE^f er en opregningsvægt baseret på den økonomiske størrelsesenhed, der betegner hvor mange bedrifter den aktuelle bedrift f repræsenterer på nationalt plan (se Porskrog, 1986). Således vil en fejl-estimation på en bedrift der repræsenterer få bedrifter på landsplan tælle mindre end en fejl-estimation på en bedrift, der repræsenterer mange bedrifter på landsplan.

Da proceduren for at minimere fejlapproksimationen er meget tidskrævende, begrænses antallet af forskellige justeringer af initialvægtene til tre: 0 pct., -100 pct. og +200 pct. For n = 7 approksimationsvariable giver disse tre justeringsmuligheder 2187 (3^7) kombinationer. *Variabelvægtene* bestemmes af den kombination der giver den mindste fejlapproksimation i ligning 5.

I tabel 3.1 er vist de strukturvariable, der indgår i approksimationsproceduren for henholdsvis aktivstof og standarddoser. Desuden vises de initiale og justerede vægte, som hver enkelt strukturvariabel indgår med.

Tabel 3.1. Approksimationsvariable og vægte i approksimationsproceduren for hhv. aktivstof og standarddoser

Variabel[a]	Aktivstof (AI)			Standarddoser (SD)		
	Initialvægt	Justering	Endelig variabelvægt	Initialvægt	Justering	Endelig variabelvægt
Hvede	0,13281	0%	0,09633	0,14024	-100%	0,00008
Ærter	0,14035	-100%	0,00010	-	-	-
Frøafgrøder	0,10664	0%	0,07735	0,10873	0%	0,06477
Sukkerroer	-	-	-	0,10889	200%	0,19461
Dyrket areal	0,15382	200%	0,33470	0,15938	200%	0,28486
Kemikalieomkostninger	0,17140	200%	0,37294	0,17352	0%	0,10337
SDB[b] planteavl	0,16337	0%	0,11849	0,16821	0%	0,10021
Lerjordsandel	0,13162	-100%	0,00010	0,14104	200%	0,25208
SUM	1,00000	-	1,00000	1,00000	-	1,00000

Noter: a: For hvede, ærter, frøafgrøder og sukkerroer er variablene angivet som afgrødens andel af bedriftens samlede dyrkede areal.
b: Standarddækningsbidrag

Af tabel 3.1 fremgår, at der for begge procedurers vedkommende er et udpræget sammenfald af approksimationsvariable. Bortset fra ærters og sukkeroers andel af bedriftens samlede dyrkede areal, der udelukkende indgår i approksimationsprocedurerne for hhv. aktivstof og standarddoser, er det således de samme strukturvariable, der anvendes i de to procedurer. Derimod er der ganske store forskelle i den endelige vægtning, som den fremgår af de endelige variabelvægte. Dog ses for begge procedurers vedkommende, at det dyrkede areal og kemikalieomkostningerne indgår med den største vægt i approksimationerne af pesticidanvendelsen. Det er ikke overraskende at pesticidforbruget således for en stor dels vedkommende afhænger af den enkelte bedrifts arealtilliggende og omkostninger til kemikalier. På samme måde kan pesticidforbruget forventes at være knyttet til standarddækningsbidraget for planteavl, som afspejler såvel bedriftens areal som afgrødefordeling. Mere usædvanligt er det, at lerjordsandelen optræder med så forskellig vægtning i de to procedurer, selv om pesticidforbrug og jordtype er knyttet til hinanden gennem afgrødesammensætning og bedriftstype, jvf. tabel 4.4, 4.7 og 4.8.

For de enkelte afgrøders vedkommende viser tabellen det plausible resultat, at det generelt er afgrøder, der forbindes med et højt pesticidforbrug, der indgår i approksimationsprocedurerne. Det vil dog kræve yderligere analyser at forklare, hvorfor en pesticidintensiv afgrøde som fx kartofler ikke indgår som approksimationsvariabel.

At der ikke anvendes præcis de samme approksimationsvariable og -vægte i begge procedurer, illustrerer at variationerne i pesticidanvendelsen opgjort ved aktivstofmængde eller antal standarddoser ikke er fuldstændig symmetriske. Således er valget af mål for pesticidanvendelsen af central betydning for pesticidanalyser.

Estimation af øvrige bedrifters pesticidanvendelse

Som ovenfor beskrevet, fastlægges approksimationsprocedurens parametre – approksimationsvariablene og deres indbyrdes vægtning – ved udelukkende at anvende pesticidstikprøvens 448 bedrifter. Næste trin er at estimere regnskabsstatistikkens øvrige bedrifters pesticidanvendelse. Da pesticidanvendelsen er tæt knyttet til bedriftens samlede dyrkede areal, er det her valgt at bruge en kalibreringsfaktor, der udtrykker forskellen mellem det observerede areal og det areal, som estimeres ved en sammenvejning af arealerne på approksimationsbedrifterne. Denne kalibrering skal sikre, at de estimerede pesticidanvendelser afspejler bedrifternes samlede dyrkede areal.

For hver af bedrifterne foretages derfor følgende:

- Beregn afvigelsesmålet η mellem den udvalgte bedrift og hver af pesticidstikprøvens bedrifter, jvf. formel 2 .
- Udvælg de k = 10 bedrifter fra pesticidstikprøven med de laveste afvigelsesmål, dvs. som ligner den pågældende bedrift mest.
- Bestem disse 10 bedrifters bedriftsvægte, v_{fi}, jvf. formel 3.
- Estimer den pågældende bedrifts pesticidanvendelse som det vægtede gennemsnit af de 10 pesticidstikprøvebedrifters pesticidanvendelse, jvf. formel 5. Til denne sammenvejning anvendes de beregnede bedriftsvægte.
- Estimer den pågældende bedrifts dyrkede areal som den med bedriftsvægtene sammenvejede gennemsnit af de 10 pesticidstikprøvebedrifters dyrkede areal, jvf. formel 4.
- Beregn kalibreringsfaktoren for den pågældende bedrift som forholdet mellem det observerede og det estimerede areal.
- Multiplicer den estimerede pesticidanvendelse med arealjusteringsfaktoren.

Proceduren gennemføres for både aktivstof og standarddoser. For hver bedrift i regnskabsstatistikken haves således oplysninger for det samlede pesticidforbrug, målt i kg aktivstof og i antal standarddoser.

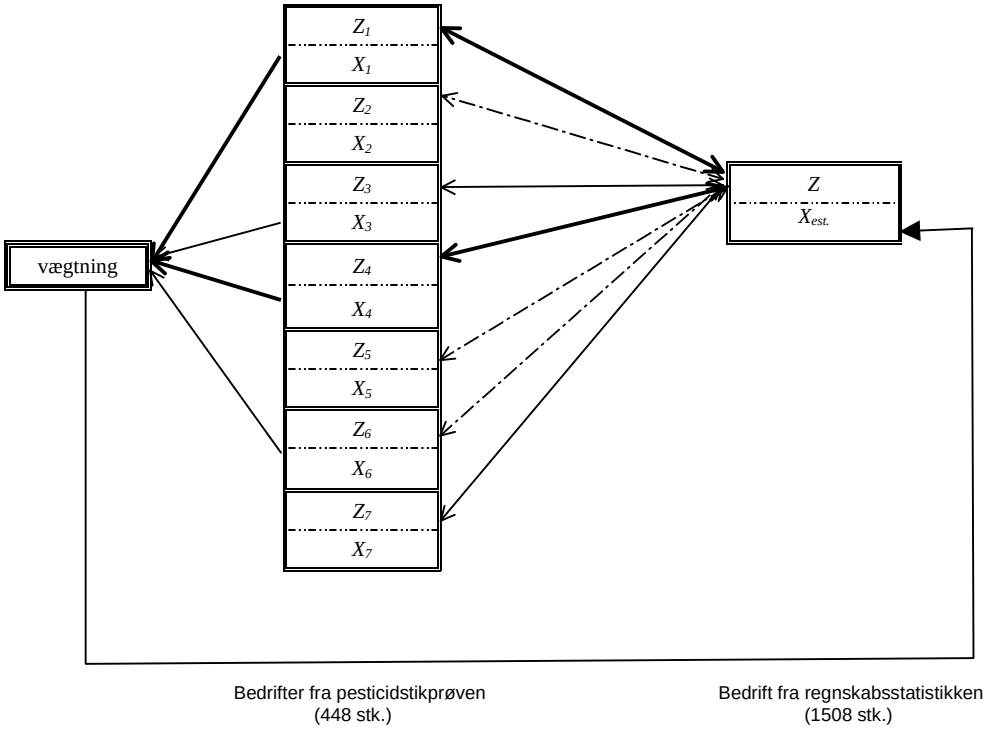
Grafisk fremstilling

Figur 3.3 viser princippet i estimationen af pesticidanvendelsen for en bedrift. I figuren betegner Z vektoren af approksimationsvariable (som er vist i tabel 3.1) og X betegner pesticidstikprøvebedrifternes pesticidanvendelse. Figuren viser estimation af pesticidanvendelsen ($X_{est.}$) på en bedrift fra regnskabsstatistikken (til højre) ved approksimation med den observerede pesticidanvendelse på nogle få af pesticidstikprøvens bedrifter (boksene i midten).

Approksimationsproceduren er angivet ved dobbeltpilene i figurens højre side. Fede og tynde optrukne dobbeltpile indikerer henholdsvis en meget lav og en lav sammenvejet (vha. variabelvægte, γ) afvigelse af de normaliserede strukturvariable, Z. Punkterede dobbeltpile angiver en stor sammenvejet afvigelse af de normaliserede strukturvariable, så stikprøvebedriften indgår ikke i approksimationen. Den estimerede pesticidanvendelse, X_{est}, findes ved sammenvejning (vha. bedriftsvægte, ν) af approksimationsbedrifternes pesticiddata. Fede og tynde optrukne enkeltpile til venstre i figuren indikerer, at approksimationsbedriftens observerede pesticiddata vægtes henholdsvis højt og lavt i approksimationen. For øget overskuelighed i figuren er antallet

af approksimationsbedrifter reduceret til fire. Desuden er der ikke i figuren gjort noget forsøg på at illustrere justeringen af det estimerede pesticidforbrug vha. arealkalibreringen.

Figur 3.3. Estimation af pesticidanvendelse $X_{est.}$ for en enkelt bedrift



Afgrødevis sprøjteintensitet

Som beskrevet ovenfor bliver pesticidstikprøvens oplysninger via approksimationsproceduren brugt til at beskrive pesticidanvendelsen på samtlige regnskabsstatistikkens bedrifter. I nærværende afsnit inddrages afgrødesammensætningen mere eksplicit i modelleringen for at kunne beskrive bedrifternes sprøjteadfærd i de enkelte afgrøder. Denne beskrivelse er sammenfattet i en sprøjteintensitetsmatrice, der konstrueres ved at kombinere regnskabsstatistikkens arealoplysninger med de observerede og estimerede pesticiddata.

Sprøjteintensitetsmatricen angiver for hver bedrift i regnskabsstatistikken de afgrødevise sprøjteintensiteter, målt i såvel kg aktivstof pr. ha som i antal standarddoser pr. ha. Begge mål for pesticidanvendelsen er desuden opdelt på pesticidtyper. Ved at multiplicere den beregnede afgrødevise sprøjteintensitet med arealet med den pågældende afgrøde, kan hver bedrifts samlede pesticidforbrug (i kg aktivstof og i antal standarddoser) beregnes for hver afgrøde. Dernæst kan bedriftens samlede pesticidforbrug beregnes ved summering over samtlige afgrøder.

I første omgang konstrueres på baggrund af pesticidstikprøvens oplysninger en sprøjteintensitetsmatrice, der udelukkende omfatter pesticidstikprøvens 448 bedrifter. Matricen anvendes til at estimere pesticidanvendelsen på samtlige 1956 bedrifter i regnskabsstatistikken vha. approksimationsproceduren beskrevet i afsnit 3.2. Denne matrice angiver for hver af regnskabsstatistikkens bedrifter den afgrødevise sprøjteadfærd.

Da der ikke er fuldstændig overensstemmelse mellem pesticidstikprøvens bedrifters arealopgivelser for de forskellige afgrøder og de tilsvarende oplysninger i regnskabsstatistikken, er det nødvendigt at vælge hvilke oplysninger, der i beregningerne skal anses for at være gældende. Da pesticidstikprøvens arealoplysninger ikke nødvendigvis omfatter bedrifternes samlede areal[7], er det i denne analyse valgt at anse regnskabsstatistikkens arealopgivelser for gældende. At der således er overensstemmelse mellem arealopgivelserne og andre variable fra regnskabsstatistikken, er yderligere en fordel ved anvendelse af de resulterende data i det videre modelarbejde.

Et regneeksempel

For at illustrere den anvendte metode, gennemgås i dette afsnit et simpelt eksempel på, hvordan pesticidanvendelsen for en enkelt bedrift regnskabsstatistikken estimeres vha. approksimationsproceduren med udgangspunkt i data for tre af pesticidstikprøvens bedrifter. I dette eksempel anvendes $k = 2$ approksimationsbedrifter, dvs. at sprøjteintensiteterne for regnskabsstatikkens bedrift R1, skal estimeres ud fra to af de tre pesticidstikprøvebedrifter P1, P2 og P3. Desuden anvendes i eksemplet $n = 4$ approksimationsvariable. I analysen anvendes $k = 10$ approksimationsbedrifter, $n = 7$ approksimationsvariable og 448 bedrifter fra pesticidstikprøven.

[7] På grund af spørgeskemaets udformning, omfatter pesticidstikprøvens arealopgivelser oftest kun de behandlede arealer.

Tabel 3.2 viser for de fire bedrifter udvalgte strukturvariable og oplysninger om pesticidforbrug. I eksemplet antages at de viste strukturvariable alle indgår i approksimationsproceduren og at deres indbyrdes vægtning er bestemt.

Tabel 3.2. Eksempler på strukturvariable mv. for tre bedrifter fra pesticidstikprøven (P1, P2 og P3) og en bedrift fra regnskabsstatistikken (R1)

Variable	Bedrift nr.	P1	P2	P3	R1
Strukturvariable fra regnskabsstatistikken					
Dyrket areal (ha)		100	50	20	60
Kemikalieomkostninger (kr.)		51500	22750	15750	29750
Hvede (ha)		80	45	10	50
Sukkerroer (ha)		20	5	10	10
Normaliserede strukturvariable (Z)					
Dyrket areal		1,00	0,38	0,00	0,50
Kemikalieomkostninger		1,00	0,20	0,00	0,39
Hvede		0,80	0,90	0,50	0,83
Sukkerroer		0,20	0,10	0,50	0,17
Variabelvægte (ν)					
Dyrket areal			0,4		
Kemikalieomkostninger			0,2		
Hvede			0,1		
Sukkerroer			0,3		
Sprøjteintensiteter fra pesticidstikprøven (X)					
Hvede (kg pr. ha)		1,70	1,75	1,50	?
Sukkerroer (kg pr. ha)		2,75	2,80	2,60	?

Note: Bogstaver/symboler i parentes henviser til betegnelser anvendt i formler og figurer i dette afsnit.

I tabellen er vist udvalgte data fra regnskabsstatistikken for de fire bedrifter sammen med de normaliserede strukturvariable. Desuden er vist variabelvægtene for de fire approksimationsvariable; dyrket areal, kemikalieomkostninger, hvede og sukkerroer. Bestemmelsen af approksimationsvariablene og deres vægte sker på baggrund af strukturvariablenes korrelation med pesticidforbruget. Nederst i tabellen er vist sprøjteintensiteterne for henholdsvis hvede og sukkerroer for de tre bedrifter fra pesticidstikprøven. Disse værdier er beregnet ud fra pesticidstikprøvens data for anvendte aktivstofmængder og arealerne med de pågældende afgrøder.

Første trin i proceduren er at beregne afvigelsesmålene η for de tre pesticidstikprøvebedrifter i forhold til R1 ud fra de normaliserede strukturvariable Z og variabelvægtene ν som angivet i formel (2):

$$\eta_{R1P1} = 0{,}4((1-0{,}5)/0{,}5)^2 + 0{,}2((1-0{,}39/0{,}39)^2 + 0{,}1((0{,}8-0{,}83)/0{,}83)^2 + 0{,}3((0{,}2-0{,}17)/0{,}17)^2 = 0{,}895$$

Afvigelsesmålet er således sammensat af et led for hver af de fire normaliserede strukturvariable, hvor hvert led udtrykker en vægtning af den relative forskel mellem de to bedrifter for den pågældende variabel.

På samme måde beregnes afvigelsesmålene for P2 og P3, η_{R1P2} og η_{R1P3}, til at være henholdsvis 0,124 og 1,816. Da der i dette eksempel kun anvendes to bedrifter til at approksimere R1's pesticidanvendelse, udvælges P1 og P2 som approksimationsbedrifter, da de har de mindste afvigelsesmål og dermed ligner R1 mest.

Det næste trin i proceduren er at beregne bedriftsvægtene ν som angivet i formel (3):

ν_{R1P1} = ((1/0,895)/((1/0,895) + (1/0,124)) = 0,121.

Bedriftsvægten er således omvendt proportionale med afvigelsesmålet for den pågældende bedrift, og justeret så bedriftsvægtene for alle approksimationsbedrifter summer til 1.

På samme måde beregnes bedriftsvægten for P2, ν_{R1P2} til at være 0,879.

Analogt med formel (4) og (5), kan pesticidanvendelsen i hvede for R1 nu estimeres som den med bedriftsvægtene vægtede sum af P1 og P2 's sprøjteintensiteter for hvede:

Sprøjteintensitet $_{\text{Hvede, R1}}$: 0,121 * 1,7 + 0,879 * 1,75 = 1,74

På samme vis estimeres R1's sprøjteintensitet for sukkerroer til at være 2,79.

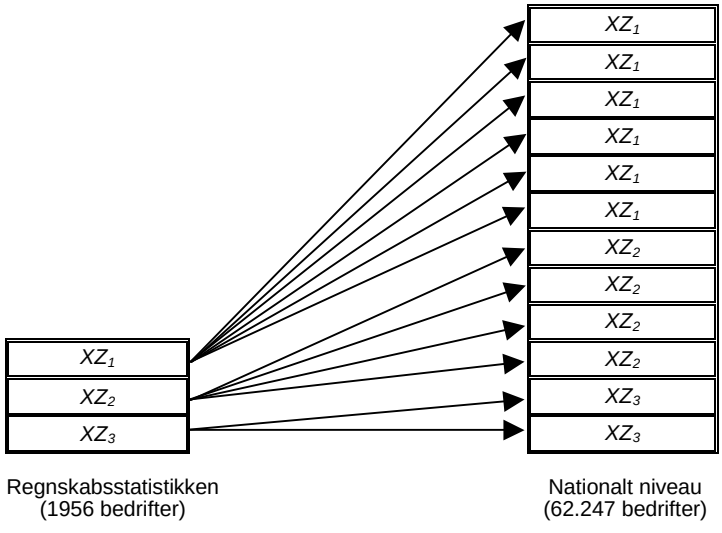
3.3. Opregning til nationalt niveau

Efter at pesticidanvendelsen for samtlige bedrifter i regnskabsstatistikken er blevet estimeret som forklaret i afsnit 3.2, opregnes disse data til nationalt niveau ved multiplikation med de enkelte bedrifters ESE-opregningsvægte. Disse opregningsvægte er bedriftsspecifikke vægte, der angiver hvor mange bedrifter på landsplan, den enkelte bedrift i regnskabsstatistikken repræsenterer.

Figur 3.4 viser princippet i opregningsproceduren. Af hensyn til overskueligheden er der i figuren kun vist tre bedrifter med opregningsvægte på henholdsvis 6, 4 og 2, svarende til antallet af pile fra hver af de viste bedrifter fra regnskabsstatistikken (til

venstre i figuren). De faktisk anvendte ESE-opregningsvægte varierer mellem 3 og 240 med et gennemsnit på ca. 30.

Figur 3.4. Skematisk fremstilling af opregningsproceduren



Til brug for udarbejdelsen af den årlige regnskabsstatistik opererer SJFI med seks forskellige sæt opregningsvægte. Foruden opregningsvægte for ESE (økonomisk størrelsesenhed), beregnes hvert år opregningsvægte for henholdsvis areal, driftsform, aldersklasse, region og hel-/deltid. Det er i denne analyse valgt at anvende ESE-vægtene, da disse opregningsvægte er de mest udbredte[8]. Desuden viser følsomhedsanalyser kun mindre forskelle i pesticidanvendelsen på nationalt niveau ved brug af forskellige opregningsvægte, jvf. tabel 5.1.

[8] I Hansen (1999) beskrives en ny metode til beregning af opregningsvægte for regnskabsstatistikkens bedrifter. Denne metode vil være relevant for en fastlæggelse af pesticidrelevante opregningsvægte, der mere direkte end ESE-vægtene vil kunne anvendes til at opregne bedriftsvise pesticiddata.

4. Analyser og resultater

I dette kapitel præsenteres resultaterne af de gennemførte analyser. I afsnit 4.1 beskrives de bedriftsspecifikke sprøjteintensiteter, der er estimeret i sprøjteintensitetsmatricerne. Dvs. at data i afsnit 4.1 udelukkende vedrører regnskabsstatistikkens afgrødevise sprøjteintensiteter. I afsnit 4.2 anvendes de generaliserede pesticiddata til at beskrive strukturen i landbrugets anvendelse af pesticider på afgrøde-, bedrifts-, og regionalt niveau. Afsnit 4.2 bygger således på sprøjteintensitetsmatricernes koefficienter vægtet med bedrifternes aktuelle arealanvendelse og med en efterfølgende opregning til nationalt niveau. Kapitlet afsluttes med en opgørelse af det totale pesticidforbrug for alle landbrugsbedrifter i Danmark for høståret 1996/97.

4.1. Intensitetsmatrice

Et af hovedformålene med denne analyse er at estimere bedriftsspecifikke afgrødevise sprøjteintensiteter for hver af regnskabsstatistikkens bedrifter. Disse resultater, i form af sprøjteintensitetsmatricer, beskriver de enkelte bedrifters adfærd mht. pesticidanvendelse. Matricerne kan bl.a. anvendes som input til et særligt miljømodul til SJFIs landbrugssektormodel ESMERALDA. Analysekonceptet og eksempler på dets anvendelse er beskrevet i Jensen *et al*. (2002).

Intensitetsmatricen beskriver for hver af regnskabsstatistikkens bedrifter den hektarvise pesticidanvendelse i hver afgrøde. Pesticidanvendelsen er angivet som henholdsvis mængde aktivstof pr. hektar og antal standarddoser pr. hektar for hver af de fire pesticidtyper herbicider, fungicider, insekticider og vækstregulatorer. Tabel 4.1 viser eksempler fra intensitetsmatricen for aktivstof for fem bedrifter for afgrøderne vårbyg, vinterbyg og brak.

Tabel 4.1. Eksempeldata for et uddrag intensitetsmatricen for aktivstof (kg aktiv stof/ha)

Bedrifts-	Vårbyg				Vinterbyg						Brak			
nummer	H	F	I	V	H	F	I	V	...	...	H	F	I	V
1	0,187	0,071	0,001	0	0,446	0,123	0,000	0,000	...	...	0,067	0,002	0	0
2	0,204	0,188	0	0	1,084	0,226	0,001	0,024	...	...	0,122	0,004	0	0
3	0,108	0	0	0	0,945	0,221	0	0,022	...	...	0,107	0,004	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1955	0,432	0,372	0,012	0	0,721	0,625	0,000	0,033	...	...	0,272	0,015	0	0
1956	0,496	0,096	0,014	0,002	1,123	0,234	0,001	0,025	...	...	0,095	0,011	0	0

Kilde: Sprøjteintensitetsmatricen for aktivstof.
Note: Pesticidtyperne omfatter herbicider (H), fungicider (F), insekticider (I) og vækstregulatorer (V).

Tabellen illustrerer intensitetsmatricens opbygning og viser fx, at der ikke anvendes insekticider eller vækstregulatorer på brakarealer på de fem bedrifter vist i tabellen. Det ses også, at bedrift nr. 1956 pr. hektar vårbyg anvender 496 gram herbicider, 96 gram fungicider, 14 gram insekticider og 2 gram vækstregulatorer. I alt anvender denne bedrift således 608 gram pesticider pr. hektar vårbyg. Til sammenligning anvender den samme bedrift pr. hektar vinterbyg næsten 1,4 kg aktivstof fordelt på 1.123 gram herbicider, 234 gram fungicider, 1 gram insekticider og 25 gram vækstregulatorer.

En tilsvarende sprøjteintensitetsmatrice er konstrueret for pesticidanvendelsen målt ved antallet af standarddoser pr. hektar (ikke vist).

Tabel 4.2 repræsenterer en summarisk beskrivelse af intensitetsmatricerne. Tabellen sammenfatter det afgrødevise forbrug af kg aktivstof og antal standarddoser pr. hektar for regnskabsstatistikkens 1956 bedrifter, og viser for hver afgrøde gennemsnitsværdier for pesticidforbruget pr. hektar, standardafvigelser og procentvis fordeling af pesticidtyper for aktivstof og standarddoser.

Tabel 4.2 viser at der er store variationer i sprøjteintensiteten mellem de forskellige afgrøder og inden for de enkelte afgrøder. Desuden er der store afgrødevise forskelle i den procentvise fordeling af pesticidindsatsen til de forskellige pesticidtyper.

Der er ikke fuldstændig symmetri mht. sprøjteintensiteten opgjort ved aktivstof pr. ha og standarddoser pr. ha, men for begge mål for den relative pesticidindsats findes de laveste sprøjteintensiteter på brak- og vedvarende græsarealer. For disse afgrøder ligger sprøjteintensiteten på ca. 0,1 – 0,3 kg aktivstof pr. ha og på ca. 0,2 – 0,4 standarddoser pr. ha.

De højeste sprøjteintensiteter er for begge intensitetsmål fundet for kartofler og roer. Sprøjteintensiteten i kartofler er i gennemsnit næsten 6,9 kg aktivstof pr. ha og ca. 6 SD/ha. Foderroer, med et gennemsnitligt pesticidforbrug på ca. 2,8 kg/ha og 5,7 SD/ha, ligger en smule højere mht. sprøjteintensitet end sukkerroer, hvor de tilsvarende tal er næsten 2,3 kg/ha og 5,3 SD/ha.

Endelig viser tabel 4.2, at der er store forskelle i den procentvise fordeling til pesticidtyper mellem afgrødeklasserne. Generelt udgør herbicider langt den største andel af forbruget, efterfulgt af fungicider. Undtagelsen er her kartofler, hvor fungicider udgør

den største andel. Den største andel herbicider (op til 100 pct.) findes for begge sprøjteintensitetsmål for afgrødeklasserne andre salgsafgrøder, vedvarende græs og brak.

Tabel 4.2. Mængde aktivstof og antal standarddoser pr. hektar dyrket areal samt procentvis fordeling til pesticidtyper[a]. Intensitetsmatricer, høståret 1996/97

	Aktivstof (kg/ha)						Standarddoser (stk./ha)					
	Gennem-snit	Standard-afvigelse	Fordeling (%) H	F	I	V	Gennem-snit	Standard-afvigelse	Fordeling (%) H	F	I	V
Vårbyg	0,52	0,31	82	16	2	0	1,37	0,63	74	19	7	0
Vinterbyg	1,26	0,43	81	17	0	2	2,14	0,68	67	31	0	2
Hvede	1,38	0,60	74	20	1	5	2,51	0,97	60	32	5	3
Rug	1,31	0,41	59	9	1	32	2,17	0,68	50	15	7	28
Havre	0,38	0,13	79	16	2	3	1,54	0,43	70	12	17	1
Andet korn	0,98	0,25	88	6	5	2	1,50	0,40	80	13	6	1
Ærter	1,33	0,41	89	10	1	0	2,57	0,87	72	5	23	0
Raps	0,49	0,20	77	20	4	0	2,15	0,67	52	9	38	0
Græs- og kløverfrø	0,86	0,22	95	4	1	0	1,13	0,31	64	13	22	0
Kartofler	7,67	1,94	17	83	0	0	6,49	1,73	30	69	2	0
Sukkerroer	2,57	0,68	93	4	3	0	5,67	1,60	78	3	18	0
Andre salgsafgrøder	1,25	0,31	100	0	0	0	1,13	0,29	100	0	0	0
Foderroer	3,15	0,82	95	0	5	0	6,13	1,77	79	0	21	0
Sædskiftegræs	1,09	0,42	80	1	0	19	1,13	0,44	69	2	8	21
Vedvarende græs	0,34	0,14	99	1	0	0	0,43	0,18	85	4	11	0
Helsæd og majs	1,07	0,36	92	5	3	0	2,00	0,60	82	3	15	0
Brak	0,14	0,12	97	3	0	0	0,16	0,13	93	7	0	0

Kilde: Intensitetsmatricerne for aktivstoffer og standarddoser
Note: Pesticidtyperne omfatter herbicider (H), fungicider (F), insekticider (I) og vækstregulatorer (V).

Hvis andelen af fungicider betragtes, ligger kartofler for begge intensitetsmål højest med hhv. 83 pct. (aktivstof) og 69 pct. (standarddoser). Dernæst følger raps og hvede (20 pct.) for aktivstoffer, og vinterbyg og hvede (31-32 pct.) for antallet af standarddoser. De laveste andele af fungicider findes for andre salgsafgrøder og foderroer (0 pct.).

Raps har den største andel insekticider (38 pct.) sammenlignet med de øvrige afgrødeklasser når pesticidforbruget opgøres ved antal standarddoser pr. ha, mens andet korn og foderroer med 8 pct. har den største andel, når aktivstof pr. ha betragtes. At de to mål for pesticidanvendelsen ikke er fuldstændig symmetriske fremgår meget tydeligt netop ved at betragte insekticidernes andele af det samlede pesticidforbrug for de forskellige afgrøder opgjort ved hhv. aktivstof og standarddoser. Sædskiftegræs og rug har for begge intensitetsmål langt de største andele vækstregulatorer – for rug er

andelen 32 pct. for aktivstof og 28 pct. for standarddoser, og for sædskiftegræs er de tilsvarende tal hhv. 19 pct. og 21 pct.

Sammenfattende illustrerer tabel 4.2 de store forskelle i pesticidanvendelsen både imellem og indenfor de forskellige afgrødeklasser og desuden de store variationer i pesticidanvendelsens fordeling på pesticidtyper.

4.2. Beskrivelse af strukturen i landbrugets pesticidforbrug

I dette afsnit anvendes de generaliserede pesticiddata til at beskrive strukturen i landbrugets pesticidforbrug. I modsætning til afsnit 4.1, der udelukkende omhandlede intensitetsmatricerne, repræsenterer resultaterne i dette afsnit samtlige danske landbrugsbedrifter. Intensitetsmatricens koefficienter, der repræsenterer regnskabsstatistikkens bedrifters afgrødevise sprøjteintensitet, er til brug for beskrivelsen af landbrugets samlede pesticidanvendelse vægtet med bedrifternes aktuelle arealanvendelse og dernæst er de enkelte bedrifters pesticidforbrug opregnet til nationalt niveau. Resultaterne i dette afsnit afspejler således pesticidforbruget for samtlige bedrifter i Danmark, hvorimod det foregående afsnit udelukkende beskriver intensitetsmatricernes fremstilling af regnskabsstatistikkens bedrifters sprøjteadfærd i de enkelte afgrøder på tabelform.

I afsnit 4.2.1 beskrives pesticidanvendelsen pr. hektar for de enkelte afgrøder, og i afsnit 4.2.2 vises forskelle i sprøjteintensitet mellem forskellige bedriftstyper. For at muliggøre en mere klar præsentation og diskussion af de fundne resultater, præsenteres desuden arealanvendelsen for de forskellige bedriftstyper opdelt på driftsformer, beskæftigelsesstatus og økonomiske størrelsesenheder. I afsnit 4.2.3 betragtes den regionale fordeling og afslutningsvis præsenteres i afsnit 4.2.4 dansk landbrugs samlede pesticidanvendelse.

4.2.1. Afgrødevis pesticidforbrug

Tabel 4.3 viser pesticidanvendelsen pr. hektar for de forskellige afgrøder og den procentvise fordeling til pesticidtyper. Forbruget af pesticider pr. hektar er baseret på den estimerede pesticidanvendelse på samtlige bedrifter i Danmark i høståret 1996/97. Det repræsenterer således gennemsnittet af den samlede pesticidanvendelse i afgrøden på det samlede areal med den pågældende afgrøde på nationalt niveau.
Tabel 4.3 viser nogenlunde det samme billede som er beskrevet i forrige afsnit under tabel 4.2, dvs. at de afgrødevise sprøjteintensiteter er omtrent lige så store i denne ta-

bel som i sprøjteintensitetsmatricerne. Dette ville fx ikke være tilfældet, hvis bedrifter der tæller meget i de opregnede resultater – dvs. som har meget høje opregningsvægte – havde en pesticidanvendelse der afveg betydeligt fra gennemsnittet.

Som det fremgår af tabellen er der meget store forskelle på sprøjteintensiteten i de forskellige afgrøder. Generelt ligger gennemsnitsværdierne for sprøjteintensiteten højere i de nationale tal (tabel 4.3) end i intensitetsmatricerne (tabel 4.2) – eneste undtagelse herfra er sædskiftegræs.

Tabel 4.3. Mængde aktivstof og antal standarddoser pr. hektar dyrket areal samt procentvis fordeling til pesticidtyper[a]. Samlet forbrug, høståret 1996/97.

	Aktivstof (kg/ha)						Standarddoser (stk./ha)					
	Gennem-snit	Standard-afvigelse	Fordeling (%) H	F	I	V	Gennem-snit	Standard-afvigelse	Fordeling (%) H	F	I	V
Vårbyg	0,55	0,29	81	16	2	0	1,52	0,57	73	19	7	0
Vinterbyg	1,35	0,43	81	17	0	2	2,32	0,66	66	31	0	2
Hvede	1,73	0,57	73	19	1	7	3,14	0,89	59	31	6	4
Rug	1,48	0,42	57	9	1	33	2,45	0,66	49	15	7	29
Havre	0,36	0,13	79	15	2	3	1,49	0,43	69	11	18	1
Andet korn	0,99	0,26	88	6	5	2	1,58	0,41	77	15	6	2
Ærter	1,45	0,40	88	10	1	0	2,79	0,80	71	5	24	0
Raps	0,56	0,18	75	22	3	0	2,45	0,66	53	10	37	0
Græs- og kløverfrø	0,97	0,23	94	5	1	0	1,39	0,31	63	15	22	0
Kartofler	7,68	2,04	18	82	0	0	7,11	1,75	29	69	2	0
Sukkerroer	2,79	0,71	92	4	3	0	6,29	1,60	79	3	18	0
Andre salgsafgrøder	1,20	0,33	100	0	0	0	1,12	0,30	100	0	0	0
Foderroer	3,31	0,87	95	0	5	0	6,25	1,78	80	0	20	0
Sædskiftegræs	0,97	0,41	80	1	0	19	0,99	0,42	69	2	8	21
Vedvarende græs	0,35	0,14	99	1	0	0	0,42	0,18	85	4	11	0
Helsæd og majs	0,97	0,33	95	3	2	0	1,91	0,58	85	2	13	0
Brak	0,15	0,12	97	3	0	0	0,18	0,13	94	6	0	0
Alle afgrøder	1,17	0,63	74	19	1	5	2,15	1,02	65	21	10	3

Kilde: Pesticidstikprøvens generaliserede data
Noter: Pesticidtyperne omfatter herbicider (H), fungicider (F), insekticider (I) og vækstregulatorer (V).
Pesticidanvendelsen er i tabellen beregnet som henholdsvis kg aktivstof og antal standarddoser pr. hektar dyrket areal.

For sprøjteintensiteten opgjort som kg aktivstof pr. ha genfindes afgrøderne i nogenlunde den samme rækkefølge som i intensitetsmatricen. Her er sprøjteintensiteterne 7,7 kg/ha for kartofler samt 2,8 og 3,3 for hhv. sukker- og foderroer. Med hensyn til sprøjteintensiteterne opgjort i SD/ha ligger kartofler igen højest med 7,1 stk./ha efterfulgt af sukker- og foderroer med et standarddoseforbrug på 6,3 stk. pr. ha.

De laveste sprøjteintensiteter opgjort ved kg aktivstof pr. ha er – som i intensitetsmatricen – brak og vedvarende græs med hhv. næsten 0,2 og 0,4 kg pr. hektar. Derefter følger havre og vårbyg med 0,4 og 0,6 kg/ha. Lige som i tabel 4.2 er de laveste sprøjteintensiteter målt ved antallet af standarddoser pr. ha også i tabel 4.3 observeret i brak (0,2 SD/ha) og vedvarende græs (0,4 SD/ha).

Som nævnt i kapitel 2, er klassificeringen af datamaterialets græsafgrøder forbundet med en vis usikkerhed, og dette ser ud til at have konsekvenser for den afgrødevise pesticidanvendelse som angivet i tabel 4.3. Pesticidanvendelsen målt ved kg aktivstof pr. ha er således lige stor for sædskiftegræs og frøafgrøder, selvom det fra et dyrkningsmæssigt synspunkt ville forventes at frøafgrøder havde en betydeligt højere sprøjteintensitet end sædskiftegræs. Desuden ville en anvendelse af vækstregulatorer ikke normalt finde sted i sædskiftegræs. På samme måde forventes normalt en ubetydelig pesticidanvendelse på vedvarende græsarealer. Derfor indikerer resultaterne samlet, at der i den indledende datagennemgang er sket en del fejlklassificeringer af græsafgrøderne.

Sammenfattende kan siges at den største relative pesticidanvendelse finder sted i rodfrugter som kartofler og roer samt i vintersæd. Den mindste relative pesticidindsats finder sted på brak- og vedvarende græsarealer.

4.2.2. Pesticidanvendelse på forskellige bedriftstyper

I dette afsnit beskrives pesticidanvendelsens variation blandt forskellige bedriftstyper. I denne sammenhæng beskrives bedriftstyperne ved driftsform – plante-, kvæg- eller svinebrug – samt deres økonomiske størrelse og beskæftigelsesstatus – hel- eller deltidsbrug. Resultaterne repræsenterer de nationale tal. Som det fremgår ovenfor, er der meget store forskelle i sprøjteintensiteterne for de forskellige afgrødeklasser og således vil en given bedrifts pesticidanvendelse afhænge af den aktuelle arealanvendelse. Derfor indledes afsnittet med en beskrivelse af de forskellige bedriftstypers arealanvendelse.

Arealanvendelse

Tabel 4.4 viser den procentvise arealanvendelse for de forskellige bedriftstyper opdelt på driftsformer, beskæftigelsesstatus og økonomiske størrelsesenheder (ESE). For at øge overskueligheden, er de viste afgrødeklasser aggregeret i forhold til fx tabel 4.2.

Tabel 4.4. Procentvis arealanvendelse på forskellige bedriftstyper, høst 1997

Driftsform	Økonomisk størrelse	Vårsæd	Vintersæd	Rod-frugter	Øvrige salgsafgr.	Foder-afgrøder	Græs	Brak
Plante								
Heltid	< 60 ESE	27	37	7	15	0	5	8
	60-140 ESE	24	40	10	14	0	4	8
	> 140 ESE	20	45	11	15	0	2	7
Deltid	< 8 ESE	50	25	1	9	0	11	5
	8 – 26 ESE	36	36	2	11	1	7	7
	> 26 ESE	28	43	6	12	0	3	8
Kvæg								
Heltid	< 60 ESE	25	11	1	2	19	40	2
	60-140 ESE	20	13	1	3	27	33	4
	> 140 ESE	17	16	4	5	28	24	5
Deltid	< 8 ESE	16	4	0	2	1	77	0
	8 – 26 ESE	30	13	0	2	7	45	3
	> 26 ESE	29	17	1	2	5	44	2
Svin								
Heltid	< 60 ESE	31	40	1	11	1	10	7
	60-140 ESE	26	48	3	13	0	3	7
	> 140 ESE	20	51	3	16	1	3	7
Deltid	< 8 ESE	15	8	0	12	0	61	4
	8 – 26 ESE	42	29	0	10	1	14	4
	> 26 ESE	32	45	4	8	0	3	7
Alle brug		25	33	4	10	8	14	6

Kilde: Regnskabsstatistikken 1997/98
Note: Den viste aggregering omfatter følgende afgrøder:
Vårsæd: vårbyg + havre
Vintersæd: vinterbyg + hvede + rug + andet korn
Rodfrugter: kartofler + sukkerroer
Øvrige salgsafgrøder: ærter + raps + græs- og kløverfrø + andre salgsafgrøder
Foderafgrøder: foderroer + helsæd & majs
Græs: vedvarende græs + sædskiftegræs
Brak: brak

Tabel 4.4 viser, at kvægbrugene mht. arealanvendelsen adskiller sig tydeligt fra plante- og svinebrugene ved dels at have en meget lav andel vintersæd og øvrige salgsafgrøder, en noget lavere andel brakarealer og til gengæld betydeligt større andele med foderafgrøder og græs. Disse forskelle er mest udtalte, når man betragter deltidskvægbrug. Svinebrugene adskiller sig fra plantebrugene ved generelt at have en lavere andel af rodfrugter og til gengæld en større græsandel for de mindre brugs vedkommende.

For stigende størrelsesklasser ses for alle bedriftstyper med undtagelse af deltidssvinebrug en stigende andel vintersæd og rodfrugter, en tendens til en stigning i andelen med øvrige salgsafgrøder, og vigende andele med vårsæd og græs.

Forskellen mellem arealanvendelsen i hel- og deltidsbedrifter ses tydeligst for arealer med græs og vårsæd, som er de afgrøder, hvor deltidsbrugene har en tydelig højere andel end heltidsbrugene. Omvendt har heltidsbrugene en generelt større andel vintersæd, rodfrugter og øvrige salgsafgrøder end deltidsbrugene.

Bedriftstyper

I beskrivelsen af pesticidanvendelsens fordeling på bedriftstyper anvendes otte forskellige typer bedrifter, der er opdelt mht. driftsform, jordtype og beskæftigelsesstatus. Heltidsbrugene omfatter plante-, kvæg- og svinebrug på hhv. ler- og sandjord[9]. Deltidsbrugene er ikke på samme måde inddelt ved driftsform, men er kun opdelt i ler- og sandjordsbedrifter.

Tabel 4.5 og 4.6 viser den beregnede sprøjteintensitet opgjort henholdsvis som kg aktivstof pr. ha og antal standarddoser pr. ha – i alt og fordelt til pesticidtyper – for de forskellige bedriftstyper. I parentes er angivet den procentvise fordeling på de forskellige pesticidtyper.

Tabel 4.5. Sprøjteintensitet (kg aktivstof pr. ha) fordelt på bedriftstyper. Høståret 1996/97

Bedriftstyper	Herbicid	(pct.)	Fungicid	(pct.)	Insekticid	(pct.)	Vækstreg.	(pct.)	Total	(pct.)
Plantebrug, ler	1,41	(77)	0,26	(14)	0,04	(2)	0,11	(6)	1,83	(100)
Plantebrug, sand	0,99	(58)	0,60	(35)	0,02	(1)	0,09	(5)	1,70	(100)
Kvægbrug, ler	0,89	(85)	0,10	(10)	0,02	(2)	0,04	(3)	1,05	(100)
Kvægbrug, sand	0,81	(81)	0,12	(12)	0,02	(2)	0,05	(5)	1,00	(100)
Svinebrug, ler	0,99	(76)	0,23	(18)	0,02	(1)	0,07	(5)	1,31	(100)
Svinebrug, sand	0,81	(72)	0,26	(22)	0,01	(1)	0,05	(5)	1,14	(100)
Deltidsbrug, ler	0,74	(79)	0,16	(17)	0,01	(1)	0,03	(3)	0,94	(100)
Deltidsbrug, sand	0,55	(73)	0,16	(21)	0,01	(1)	0,04	(5)	0,75	(100)
Alle brug	0,87	(74)	0,23	(19)	0,02	(1)	0,06	(5)	1,17	(100)

Kilde: Pesticidstikprøvens generaliserede data samt regnskabsstatistikken 1997/98
Note: Til beregningerne er anvendt de opregnede opgivelser for bedrifternes samlede dyrkede areal iflg. regnskabsstatistikken, i alt 2,67 mio. ha.

[9] Bedrifter beliggende i kommuner, hvor over halvdelen af det samlede jordtilliggende er klassificeret som lerjord, klassificeres i denne opdeling som lerjordsbedrifter.

Af tabel 4.5 ses, at det gennemsnitlige forbrug ligger på knap 1,2 kg aktivstof pr. hektar dyrket areal. Generelt har deltidsbrug en lavere pesticidanvendelse pr. hektar end heltidsbrug, og bedrifter på sandjord en lavere sprøjteintensitet end lerjordsbedrifter. Tabellen viser endvidere, at blandt heltidsbrugene er sprøjteintensiteten højest på plantebrugene og lavest på kvægbrugene.

Betragtes sprøjteintensiteten for de enkelte pesticidtyper, ligger herbicidanvendelsen højest med 74 pct. og insekticider udgør kun ca. 1 pct. af det samlede forbrug. Fungicider udgør 19 pct. og vækstregulatorer ca. 5 pct.

Med hensyn til pesticidtypernes andel af det samlede pesticidforbrug pr. hektar, fremgår det af tabel 4.5, at blandt heltidsbedrifter har kvægbrug den største relative anvendelse af ukrudtsmidler og plantebrug den laveste andel. Kvægbrug anvender desuden den mindste andel af fungicider. Den største relative anvendelse af fungiciderne ses hos plantebrug på sandjord. For insekticidernes andel af det samlede pesticidforbrug viser tabellen ikke noget klart mønster mellem driftsformerne. Med hensyn til vækstregulatorer anvender kvægbrugene relativt mindst, og plantebrugene relativt set mest. Desuden er der en tendens til at heltidsbrugenes pesticidanvendelse udgøres af en højere andel af vækstregulatorer end deltidsbrugenes.

For deltidsbrugene er der kun mindre afvigelser mellem sand- og lerjordsbedrifter mht. den procentvise fordeling af pesticidtyper.

I tabel 4.6 er vist den beregnede sprøjteintensitet opgjort som antal standarddoser pr. ha – både som samlet behandlingsindeks og som behandlingsindeks for de enkelte pesticidtyper – for de forskellige bedriftstyper. I modsætning til tabel 4.5 er der i denne tabel kun medregnet arealer i omdrift, dvs. det samlede dyrkede areal fratrukket brak- og vedvarende græsarealer. I parentes er angivet den procentvise fordeling til de forskellige pesticidtyper.

Tabel 4.6 viser, at det gennemsnitlige behandlingsindeks for alle brug er på ca. 2,5 standarddoser pr. hektar. Tilsvarende resultaterne i tabel 4.5, har deltidsbrug generelt et lavere behandlingsindeks end heltidsbrug. Blandt heltidsbrugene ses den største pesticidanvendelse hos plantebrugene og den mindste ved kvægbrugene. Og for alle bedriftstyper ses en mindre pesticidanvendelse ved bedrifter på sandjord end på lerjordsbedrifter.

Tabel 4.6. Behandlingsindeks fordelt på bedriftstyper. Høståret 1996/97

Bedriftstyper	Herbicid	(pct.)	Fungicid	(pct.)	Insekticid	(pct.)	Vækstreg.	(pct.)	Total	(pct.)
Plantebrug, ler	2,51	(63)	0,81	(20)	0,52	(13)	0,15	(4)	3,98	(100)
Plantebrug, sand	1,80	(57)	0,98	(31)	0,23	(7)	0,12	(4)	3,14	(100)
Kvægbrug, ler	1,78	(72)	0,35	(14)	0,29	(12)	0,07	(3)	2,49	(100)
Kvægbrug, sand	1,51	(74)	0,24	(12)	0,22	(11)	0,07	(3)	2,04	(100)
Svinebrug, ler	1,74	(63)	0,69	(25)	0,26	(9)	0,08	(3)	2,77	(100)
Svinebrug, sand	1,45	(63)	0,59	(26)	0,20	(9)	0,07	(3)	2,32	(100)
Deltidsbrug, ler	1,31	(65)	0,47	(23)	0,19	(10)	0,04	(2)	2,02	(100)
Deltidsbrug, sand	1,21	(68)	0,38	(21)	0,14	(8)	0,06	(3)	1,79	(100)
Alle brug	1,63	(65)	0,53	(21)	0,25	(10)	0,08	(3)	2,49	(100)

Kilde: Pesticidstikprøvens generaliserede data samt regnskabsstatistikken 1997/98
Note: Til beregningerne af behandlingsindekset er her anvendt de opregnede opgivelser for bedrifternes omdriftsareal, dvs. samlede dyrkede areal fratrukket brak- og vedvarende græsarealer. Dette areal er iflg. regnskabsstatistikken i alt 2,31 mio. ha. Denne opgørelse af behandlingsindekset er foretaget for at lette en sammenligning med bekæmpelsesmiddelstatistikkens behandlingshyppighed, der er opgjort efter lignende principper.

Med hensyn til de forskellige pesticidtypers relative andel af det samlede pesticidforbrug, er rækkefølgen mht. behandlingsindeks ikke helt den samme som for sprøjteintensiteten opgjort som kg aktivstof pr. ha. Herbicider og fungicider udgør stadig de største andele – hhv. 65 og 21 pct. – mens den mindste andel (3 pct.) udgøres af vækstregulatorer. Insekticiderne udgør 10 pct. af pesticidforbruget.

Den største relative anvendelse af herbicider findes hos kvæg- og deltidsbrug, hvorimod plante- og svinebrugs relative herbicidanvendelse er under gennemsnittet. Med hensyn til fungicider, anvender plantebrug på sandjord og svinebrug de største andele, mens fungicidernes andel af det samlede pesticidforbrug er mindst på kvægbrug på sandjord. Plantebrug på lerjord har den største relative anvendelse af insekticider, hvorimod plantebrug på sandjord har den mindste. Deltidsbrug på lerjord har den laveste relative anvendelse af vækstregulatorer. Den største relative anvendelse af vækstregulatorer findes hos plante- og svinebrug på lerjord.

Af tabel 4.5 og 4.6 ses de samme generelle sammenhænge mellem pesticidindsatsen og brugs- og jordtyper, men forskelle i de anvendte midler mellem de forskellige bedrifter gør, at ændringer i pesticidanvendelsen opgjort ved de to mål ikke er symmetriske. Denne asymmetri ses meget tydeligt ved en sammenligning af de procentvise fordelinger mellem pesticidtyperne.

De generelle sammenhænge mellem pesticidanvendelse og driftsform, beskæftigelsesstatus og jordtyper, der er vist i tabel 4.5 og 4.6, fremgår også af resultaterne fra analyser på den oprindelige pesticidstikprøve (Schou 1998). Dog kan resultaterne ikke sammenlignes direkte, idet resultaterne i Schou (1998) er baseret på observationer af 607 bedrifters faktiske pesticidforbrug, hvorimod tabellerne i dette kapitel præsenterer de generaliserede data og således omfatter samtlige landbrugsbedrifter i Danmark. Desuden er den hektarvise pesticidindsats i tabellerne i Schou (1998) beregnet ud fra det observerede sprøjtede areal, mens mængden af aktivstof pr. hektar i tabel 4.5 er beregnet ud fra bedrifternes samlede dyrkede areal, som det fremgår af regnskabsstatistikken. Endvidere er den relative pesticidindsats i tabel 4.6 beregnet ud fra bedrifternes omdriftsareal – dvs. det dyrkede areal fratrukket brak- og vedvarende græsarealer – som det fremgår af regnskabsstatistikken. Schou (1998) anvender det observerede sprøjtede areal som basis for beregningerne af antallet af standarddoser pr. hektar.

Ved at sammenholde de afgrødevise sprøjteintensiteter (tabel 4.3) med bedriftstypernes arealanvendelse (tabel 4.4), kan fx plantebrugenes generelt høje sprøjteintensiteter forklares med deres relativt store andel pesticidintensive afgrøder som vintersæd og rodfrugter. Omvendt kan kvægbrugenes generelt lave pesticidforbrug forklares med en stor andel græs og en lille andel vintersæd og rodfrugter. På samme måde kan deltidsbrugenes generelt lavere pesticidintensitet fx forklares ved større andele græs og vårsæd samt mindre andele vintersæd og rodfrugter sammenlignet med heltidsbedrifterne.

Økonomisk størrelse

Som vist i tabel 4.4 varierer den relative arealanvendelse med bedrifternes størrelse. Derfor belyses i det følgende forskelle i pesticidanvendelsen mellem bedrifter i forskellige størrelsesklasser. Bedriftsstørrelsen måles her ved antallet af økonomiske størrelsesenheder (ESE), som afspejler såvel omfanget som intensiteten af bedrifternes plante- og husdyrproduktion. Bl.a. som følge af harmonikravene er bedrifternes ESE-størrelse og areal tæt korreleret.

I tabel 4.7 er vist den relative pesticidindsats fordelt efter driftsformer, beskæftigelsesstatus og økonomiske størrelsesenheder. Tabellen viser, at den relative pesticidindsats generelt stiger ved stigende økonomisk størrelse.

Tabel 4.7. Sprøjteintensitet (aktivstof) og behandlingsindeks fordelt efter driftsformer og økonomiske størrelsesgrupper

	Sprøjteintensitet (kg aktivstof/ha dyrket areal)			Behandlingsindeks (antal standarddoser/ha i omdrift)		
	Planter	Kvæg	Svin	Planter	Kvæg	Svin
Heltidsbrug						
<60 ESE	1,11	0,85	0,77	2,36	1,81	1,79
60 –140 ESE	1,45	0,93	1,04	2,85	1,97	2,17
>140 ESE	2,37	1,21	1,38	4,86	2,48	2,81
Deltidsbrug						
<8 ESE	0,49	0,35	0,12	1,33	1,51	1,30
8 -26 ESE	0,80	0,67	0,65	1,84	1,56	1,62
>26 ESE	1,16	0,71	0,90	2,35	1,74	1,90

Kilde: Pesticidstikprøvens generaliserede data og regnskabsstatistikken 1997/98
Note: Behandlingsindeks beregnet som forklaret i noten til tabel 4.6.

Tabellen viser desuden, at plantebrug generelt og ikke overraskende har den højeste relative pesticidindsats og kvægbrug den laveste. Desuden har heltidsbrug generelt en højere pesticidanvendelse end deltidsbrug. Disse forskelle forklares i høj grad ved afgrødesammensætningen, men resultaterne indikerer, at der inden for grupperingerne er en tendens til at den relative pesticidanvendelse øges ved stigende brugsstørrelse.

Det meget høje behandlingsindeks for de største heltidsplantebrug kan delvis forklares ved afgrødesammensætningen som vist i tabel 4.4. Af denne tabel ses, at denne gruppe har en høj andel af pesticidintensive afgrøder som vintersæd, rodfrugter og øvrige salgsafgrøder.

4.2.3. Regionale forskelle i pesticidanvendelsen

I dette afsnit præsenteres de generaliserede pesticiddatas fordeling på regioner med henblik på en diskussion af jordtypens betydning for pesticidanvendelsen. Da pesticidanvendelsen varierer meget mellem bedriftstyper, præsenteres indledningsvis i tabel 4.8 den procentvise arealfordeling af bedrifts- og jordtyper mellem regioner.

Tabel 4.8. Procentvis arealfordeling af bedrifts- og jordtyper mellem regioner. Høståret 1996/97.

Region	Heltid Planter	Heltid Kvæg	Heltid Svin	Deltid Planter	Deltid Kvæg	Deltid Svin	Jordtype[a] Ler	Jordtype[a] Sand
Hovedstadsregionen[b] og Bornholm	30	9	22	36	2	1	77	23
Vestsjællands Amt	36	10	20	30	1	3	71	29
Storstrøms Amt	59	6	13	22	0	1	94	6
Fyns Amt	33	22	21	20	3	2	58	42
Sønderjyllands Amt	12	45	23	17	3	1	32	68
Ribe Amt	12	55	12	14	7	1	7	93
Vejle Amt	17	26	33	20	2	1	46	54
Ringkøbing Amt	16	37	24	17	4	2	10	90
Århus Amt	19	20	27	26	5	2	30	70
Viborg Amt	6	40	27	20	3	3	34	66
Nordjyllands Amt	17	38	24	14	5	2	12	88
Hele Danmark	22	30	23	20	4	2	39	61

Kilde: Regnskabsstatistikken 1997/98
a) Lerjordsbedrift, hvis mindst 80% af bedriftens areal er klassificeret som lerjord
b) Hovedstadsregionen omfatter Københavns og Frederiksberg kommuner samt Københavns, Frederiksborg og Roskilde amter.

Tabel 4.8 viser, at deltidsbrugene domineres af plantebrug. Deltids-plantebrug udgør 20 – 36 pct. af regionernes areal på Øerne og 14 – 26 pct. i Jylland, højest i Århus Amt. Blandt heltidsbedrifterne udgør plantebrugene den største gruppe på Øerne. Den største andel af heltids plantebrug – næsten 60 pct. af arealet – findes i Storstrøms Amt, mens arealandelen er 30-36 pct. i de øvrige regioner på Øerne. Derimod dominerer husdyrbrug arealanvendelsen i Jylland. Kun i de østjyske amter – Vejle og Århus – udgør svinebrug den største arealandel af heltidsbrugene, i de øvrige jyske amter er andelen af kvægbrug størst og de udgør fra 37-55 pct. Den højeste andel heltids-kvægbrug findes i Ribe Amt.

Sammenhængen mellem jordtyper og fremherskende bedriftstype er kendetegnet ved at plantebrug udgør den største arealandel på Øerne, hvor også den største andel lerjord findes – fra 58-94 pct. I Jylland er tendensen at regioner med høj andel af sandjord domineres af kvægbrug.

Sammenfattende kan siges, at blandt deltidsbrugene udgør husdyrbrug kun en meget lille andel af arealet i de forskellige regioner, og at plantebrug for heltidsbrugene generelt dominerer på de bedre jorde, dvs. i Østdanmark. I Jylland domineres arealanvendelsen af husdyrbrug, hvor kvægbrugene er at finde i regioner med en høj sand-

jordsprocent. Derimod synes der iflg. tabel 4.8 ikke at være nogen udtalt sammenhæng mellem jordtyper og andelen af deltidsbrug.

Tabel 4.9 viser de beregnede sprøjteintensiteter (kg aktivstof pr. ha) og behandlingsindeks for de forskellige regioner. Desuden er vist omdriftsarealernes andel af det samlede dyrkede areal.

Tabel 4.9. Regionsvis sprøjteintensitet og behandlingsindeks. Høståret 1996/97

Region	Sprøjteintensitet (kg aktivstof/ha)	Behandlingsindeks (standarddoser/ha[a])	Andel i Omdrift pct.
Hovedstadsregionen[b] og Bornholm	1,18	2,52	89
Vestsjællands Amt	1,27	2,78	90
Storstrøms Amt	1,62	3,70	94
Fyns Amt	1,38	2,98	91
Sønderjyllands Amt	1,15	2,26	88
Ribe Amt	1,01	2,03	81
Vejle Amt	1,07	2,29	86
Ringkøbing Amt	1,07	2,05	86
Århus Amt	1,19	2,41	86
Viborg Amt	0,95	2,09	83
Nordjyllands Amt	1,08	2,31	82
Hele Danmark	1,17	2,49	87

Kilde: Pesticidstikprøvens generaliserede data.
Noter: a) Arealet til beregning af behandlingsindekset og det sprøjtede areal omfatter det dyrkede areal fratrukket vedvarende græs- og brakarealer. Se noten til tabel 4.6.
b) Hovedstadsregionen omfatter Københavns og Frederiksberg kommuner samt Københavns, Frederiksborg og Roskilde amter

Tabel 4.9 viser, at for både aktivstof og standarddoser finder den største pesticidindsats pr. ha sted i Storstrøms, Fyns og Vestsjællands amter og den mindste i Ribe, Ringkøbing og Viborg amter. Det ses endvidere, at rækkefølgen af den relative pesticidindsats udtrykt ved de to mål er nogenlunde ens. Tabellen indikerer også en positiv sammenhæng mellem den relative pesticidindsats og omdriftsarealets andel af det samlede dyrkede areal. Det ses således af søjlen yderst til højre, at generelt har amter med en stor andel af dyrket jord i omdrift en høj pesticidanvendelse og omvendt. Denne sammenhæng er dog ikke helt entydig, da fx Ringkøbing og Århus amter har den samme andel i omdrift, men store procentvise forskelle i den relative pesticidindsats udtrykt ved begge mål.

De højeste sprøjteintensiteter og behandlingsindeks findes i Østdanmark, hvor den relative pesticidanvendelse er fra 1,2 til 1,6 kg aktivstof pr. ha og behandlingsindekset ligger fra godt 2,5 til 3,7. Samtidig har de østdanske regioner den største andel af

sprøjtede arealer, som det ses af søjlen yderst til højre. For Jylland ligger den relative pesticidanvendelse på mellem 1 og 1,2 kg aktivstof pr. ha og behandlingsindekset på mellem godt 2 og 2,4. Århus Amt ligger her højest og Ribe Amt lavest, og igen afhænger rækkefølgen for de øvrige vestdanske regioner af valget af intensitetsmål. Ribe Amt har desuden den laveste andel sprøjtet areal.

Resultaterne i tabel 4.8 og 4.9 indikerer samlet, at pesticidanvendelsen pr. hektar er størst ved høje lerjordsandele, en stor andel plantebrug, og hvor omdriftsarealet udgør en stor andel af det samlede dyrkede areal. Omvendt er den relative pesticidindsats lavere ved store sandjordsandele, en stor andel kvægbrug, og hvor brak og vedvarende græs udgør store andele af det samlede areal. Derimod er sammenhængen mellem den relative pesticidanvendelse og andelen af hel- og deltidsbrug ikke helt klar.

Tabel 4.9's resultater kan i høj grad forklares ved at sammenholde tabellerne med de afgrødevise sprøjteintensiteter med bedriftstypernes afgrødesammensætning og den regionale fordeling mellem bedriftstyper. Fx har Storstrøms Amt den højeste relative pesticidindsats, som i første omgang hænger sammen med regionens store andel plantebrug (tabel 4.8). Plantebrug har generelt en stor andel vintersæd og rodfrugter (tabel 4.4), som er de mest pesticidintensive afgrøder (tabel 4.3). Omvendt har Ribe Amt – som har den laveste pesticidanvendelse pr. hektar målt ved behandlingsindekset – den største andel kvægbrug, og derigennem få pesticidintensive arealer med vintersæd og rodfrugter samt store vedvarende græsarealer, hvor der ikke anvendes meget pesticid.

Det er således oplagt, at forskellen i regionernes relative pesticidindsats primært kan forklares ved de typiske brugstyper – der oftest er bestemt af jordbundsforholdene – og som igen bestemmer afgrødesammensætningen på regionens bedrifter. Derimod er det ikke muligt ud fra tabellerne at belyse hvorvidt der er deciderede regionale effekter eller forhold, der påvirker den relative pesticidanvendelse.

4.2.4. Samlet pesticidanvendelse i dansk landbrug

I de foregående afsnit er resultaterne af generaliseringen af pesticidstikprøvens data præsenteret på henholdsvis afgrøde-, bedrifts- og regionalt niveau. I dette afsnit præsenteres resultaterne for den samlede pesticidanvendelse i dansk landbrug for høståret 1996/97.

Tabel 4.10 viser landbrugets samlede pesticidanvendelse i høståret 1996/97 angivet i henholdsvis tons aktiv stof og antal tusinde standarddoser. Pesticidanvendelsen er op-

delt på typer, og den procentvise fordeling mellem typerne er vist. Desuden er angivet henholdsvis sprøjteintensiteten (kg aktivstof pr. hektar dyrket areal) og behandlingsindekset (antal standarddoser pr. hektar i omdrift). Omdriftsarealet omfatter her det dyrkede areal fratrukket brak- og vedvarende græsarealer.

Tabel 4.10. Landbrugets samlede pesticidanvendelse. Høståret 1996/97

Pesticidtype	Aktivstof (tons)	Sprøjteintensitet (kg aktivstof/ ha[a])	(pct.)	Standarddoser (1000 stk.)	Behandlingsindeks (standarddoser/ha[b])	(pct.)
Herbicid	2323	0,87	(74)	3759	1,63	(65)
Fungicid	601	0,23	(19)	1225	0,53	(21)
Insekticid	47	0,02	(1)	569	0,25	(10)
Vækstregulator	154	0,06	(5)	190	0,08	(3)
Pesticid i alt	3124	1,17	(100)	5743	2,49	(100)

Kilde: Pesticidstikprøvens generaliserede data og regnskabsstatistikken 1997/98.
Noter: a) Det samlede dyrkede areal (incl. brak og vedvarende græs) er på 2,67 mio. ha.
b) Det samlede areal i omdrift er på 2.31 mio. ha

Af tabellen ses, at det samlede pesticidforbrug for analyseåret var på henholdsvis 3,1 mio. kg aktivstof og 5,7 mio. standarddoser. For både aktivstof og standarddoser udgjorde herbicider den største del af forbruget, med henholdsvis 74 pct. og 65 pct. af det totale forbrug, og for fungiciderne var de tilsvarende andele 19 pct. og 21 pct. Derimod udgjorde insekticiderne hele 10 pct. af de anvendte standarddoser mod kun 1 pct. af det totale aktivstofforbrug. For vækstregulatorer er den procentvise andel af pesticidforbruget af nogenlunde samme størrelsesorden, nemlig 5 pct. for aktivstof og 3 pct. for standarddoser. Forskellene i den procentvise fordeling illustrerer, at der ikke er symmetri mellem aktivstof og standarddoser som indikatorer for pesticidanvendelsen.

Tabellen viser desuden, at det hektarvise forbrug af aktivstoffer på det samlede dyrkede areal er ca. 1,2 kg og at der i gennemsnit anvendes 2,5 standarddoser pr. hektar landbrugsjord i omdrift, svarende til et behandlingsindeks på 2,5.

5. Diskussion og sammenligninger

I dette kapitel diskuteres de generaliserede pesticidstikprøvedata på forskellige måder, og der gives en samlet vurdering af de resulterende data. I afsnit 5.1 sammenlignes de hektarvise kemikalieomkostninger for pesticidstikprøven med resten af regnskabsstatistikken med henblik på at vurdere det anvendte datamateriale. I afsnit 5.2 foretages en række følsomhedsanalyser for at afgøre, hvor robust metoden er over for variationer i de anvendte parametre. I afsnit 5.3 og 5.4 vurderes analysens resultater, dels ved sammenligning med andre kilder og dels ved en sammenligning af estimerede og observerede værdier.

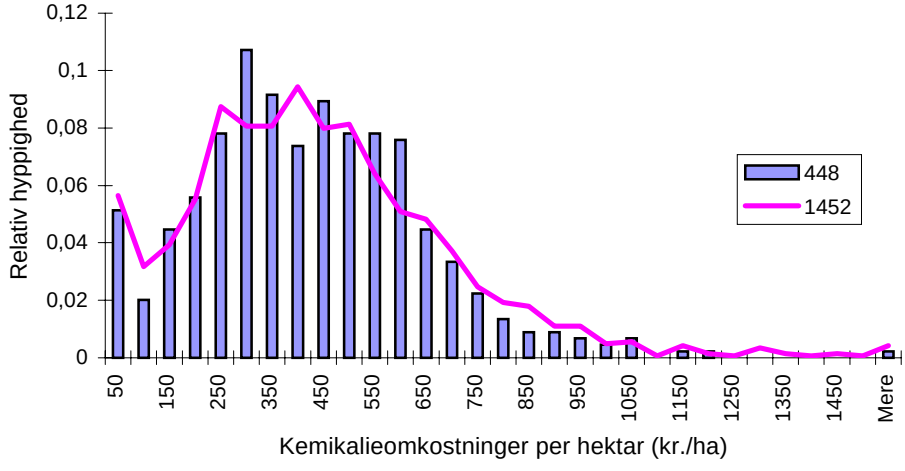
5.1. Pesticidstikprøvens repræsentativitet

I denne analyse estimeres pesticidanalysen på regnskabsstatistikkens bedrifter som en sammenvejet sum af pesticidanvendelsen på 10 af pesticidstikprøvens bedrifter. Såfremt pesticidstikprøvebedrifternes mht. pesticidanvendelse adskiller sig ensidigt fra regnskabsstatistikkens øvrige bedrifter, fremkommer en bias i de estimerede pesticidforbrug. Fx vil det estimerede forbrug være for lavt, hvis de enkelte pesticidstikprøvebedrifter har lave observerede pesticidforbrug i forhold til de bedrifter i regnskabsstatistikken, der er sammenlignelige mht. de strukturvariable, der anvendes til approksimationsproceduren.

Med henblik på at belyse dette, analyseres i det følgende pesticidstikprøvens bedrifters omkostninger til pesticider mhp. at vurdere hvor godt stikprøven repræsenterer hele regnskabsstatistikken. Således sammenlignes pesticidstikprøvens bedrifters kemikalieomkostninger pr. hektar med de tilsvarende oplysninger for alle bedrifterne i regnskabsstatistikken. Sammenligningen sker ved inspektion af figur 5.1, der afbilder fordelingen af kemikalieomkostninger pr. ha for de to grupper af bedrifter. Søjlerne viser fordelingen for pesticidstikprøvens 448 bedrifter og den fuldt optrukne linie viser den samme fordeling for de øvrige bedrifter i regnskabsstatistikken, idet bedrifter uden dyrket areal ikke er inkluderet.

Figur 5.1 viser, at fordelingen for de to grupper er nogenlunde sammenfaldende, dvs. at der i pesticidstikprøven er omtrent det samme mønster i pesticidanvendelsen – opgjort ved kemikalieomkostninger pr. hektar – som i resten af regnskabsstatistikken. Der er således på denne baggrund ingen umiddelbar grund til at antage, at bedrifterne i pesticidstikprøven mht. pesticidanvendelse adskiller sig væsentligt fra de øvrige bedrifter i regnskabsstatistikken.

Figur 5.1. Sammenligning af de hektarvise kemikalieomkostninger for pesticidstikprøvens bedrifter (448) og de øvrige bedrifter i regnskabsstatistikken (1452).



Kilde: Regnskabsstatistikken 1997/98

5.2. Følsomhedsanalyser

Der er gennemført en række følsomhedsanalyser af resultaternes variationer ved forskellige valg af parametre i approksimationsproceduren. Parametrene og deres forskellige variationsmuligheder er beskrevet nedenfor, og resultaterne af følsomhedsanalyserne er vist i tabel 5.1.

Antallet af approksimationsbedrifter

I analysen indgår k = 10 pesticidstikprøvebedrifter i approksimationsproceduren og dermed til estimationen af pesticidforbruget på hver af regnskabsstatistikkens øvrige bedrifter. Til følsomhedsanalysen er approksimationsproceduren ændret, så estimationen gennemføres for k= 5, k= 20 og k= 50 approksimationsbedrifter.

Arealkalibrering

I analysen er estimaterne af bedrifternes pesticidanvendelse kalibreret med en arealfaktor, der udtrykker forholdet mellem bedriftens observerede areal og det sammen-

vejede areal af approksimationsbedrifterne. Til følsomhedsanalysen er denne kalibrering udeladt.

Vægtning af strukturvariable
I analysen vægtes de relevante strukturvariable i beregningerne af afvigelsesmålene og bedriftsvægtene, for at afspejle de forskellige strukturvariables relative betydning i estimationen af bedrifternes pesticidforbrug. Til følsomhedsanalysen er estimationerne gennemført uden individuel vægtning, dvs. at alle strukturvariable indgår med den samme vægt i approksimationsproceduren.

I tabel 5.1 er resultaterne af de forskellige følsomhedsanalyser vist for det samlede pesticidforbrug i dansk landbrug i høståret 1996/97, opgjort som hhv. tons aktivstof og i tusinde standarddoser. For hver af de gennemførte følsomhedsanalyser er desuden angivet den procentvise afvigelse som følge af ændringen i den betragtede parameter.

Tabel 5.1. Følsomhedsanalyser af approksimationsprocedurens parametre

Parameter	Resultat af følsomhedsanalyse (procentvis afvigelse fra de generaliserede pesticiddata i kursiv)							
Antallet af approksimationsbedrifter (*k*)								
	k = 5		*k* = 20		*k* = 50			
Aktivstof (tons)	3088	*-1%*	3204	*3%*	3358	*7%*		
Standarddoser (1000 stk.)	5636	*-2%*	5942	*3%*	6290	*10%*		
Arealkalibrering								
	uden kalibrering							
Aktivstof (tons)	2489	*-20%*						
Standarddoser (1000 stk.)	4534	*-21%*						
Vægtning af strukturvariable								
	uden vægtning							
Aktivstof (tons)	3368	*8%*						
Standarddoser (1000 stk.)	6024	*5%*						
Opregningsfaktorer								
	Areal		Driftsform		Region		Alder	
Aktivstof (tons)	3124	*0%*	2864	*-8%*	3144	*1%*	3144	*1%*
Standarddoser (1000 stk.)	5722	*0%*	5281	*-8%*	5761	*0%*	5766	*0%*

Kilde: Pesticidstikprøvens generaliserede data

Tabellen viser at de estimerede pesticidforbrug er temmelig robuste over for ændringer i de fleste approksimationsprocedurens parametre, og at variationerne i det samlede forbrug som følge af disse ændringer kun er ret små. Dog bevirker arealkalibrerin-

gen et udsving på ca. 20 pct. og det samlede pesticidforbrug varierer tydeligt med antallet af approksimationsbedrifter. For de øvrige følsomhedsanalyser er variationerne af en størrelsesorden fra 0 til 8 pct., størst for valget af driftsform-baserede opregningsvægte og for approksimation uden vægtning af approksimationsvariablene.

Samlet viser tabel 5.1 af variationer i de anvendte parametre medfører mindre ændringer i det samlede resultat og at metoden derfor må siges at være relativt robust.

5.3. Sammenligning med andre kilder

I dette afsnit sammenholdes de generaliserede data med andre kilder for at vurdere i hvilken grad de fundne resultater stemmer overens med andre undersøgelser og metoder.

Samlet salg og forbrug

Først sammenlignes de generaliserede pesticiddata med bekæmpelsesmiddelstatistikkens opgørelse af salg af pesticider til anvendelse i landbruget for den tilsvarende periode. For at afspejle høstårets forskydning i forhold til kalenderåret, er bekæmpelsesmiddelstatistikkens opgivelser her angivet som et vægtet gennemsnit af de solgte mængder i 1996 og 1997.

Tabel 5.2. Sammenligning mellem solgte og anvendte pesticider i høståret 1996/97

	Bekæmpelsesmiddelstatistikken 1996/97[a]	pct.	Denne analyse 1996/97	pct.	Difference pct.
Aktivstoffer (tons)	3674	100	3124	100	- 15
Herbicider	2773	75	2323	74	
Fungicider	753	21	601	19	
Insekticider	47	1	47	1	
Vækstregulatorer	100	3	154	5	
Standarddoser (1000 stk.)	5455	100	5743	100	5
Herbicider	3656	67	3759	65	
Fungicider	1037	19	1225	21	
Insekticider	651	12	569	10	
Vækst regulatorer	110	2	190	3	
Behandlingshyppighed	2,32		2,49		7

Kilder: Miljøstyrelsen 1997,1998 og pesticidstikprøvens generaliserede data

a) Opgivelserne for 1996 og 1997 er vægtet med henholdsvis 25 pct. og 75 pct. for at afspejle høstårets forskydning i forhold til kalenderåret.

Tabel 5.2 viser henholdsvis de solgte mængder aktivstof og de deraf beregnede antal standarddoser fra bekæmpelsesmiddelstatistikken samt det samlede forbrug som estimeret i denne analyse. Pesticidanvendelsen er for både aktivstoffer og standarddoser angivet for såvel den totale pesticidanvendelse som for de enkelte pesticidtyper. Tabellen angiver også den procentvise fordeling mellem pesticidtyperne. Desuden viser tabellen de beregnede behandlingsindeks. Yderst til højre er angivet den procentvise difference mellem salgstallene og denne analyses estimerede forbrug.

Af tabel 5.2 ses, at de estimerede forbrugsdata ligger ca. 15 pct. lavere i forhold til bekæmpelsesmiddelstatistikkens salgstal målt ved mængden af anvendt aktivstof. Omvendt ligger det estimerede pesticidforbrug målt ved antallet af standarddoser 5 pct. over de solgte mængder. Med hensyn til behandlingshyppigheden er forskellen 7 pct., og denne forskel afspejler delvis en forskel i de til beregningerne anvendte omdriftsarealer[10].

Der er en række grundlæggende forskelle mellem de to kilder til beskrivelse af det samlede pesticidforbrug. Bekæmpelsesmiddelstatistikken er baseret på et skøn over hvor stor en del af de solgte pesticidmængder, der finder anvendelse i landbruget. Beregningerne af behandlingshyppighederne er desuden baseret på en skønsvis fordeling til afgrøder. De forbrugsdata, der fremkommer ved generalisering af pesticidstikprøvens data, er baseret på registreringer af det markvise forbrug på en række stikprøvebedrifter. De generaliserede forbrugsdata tager således ikke hensyn til lagerforskydninger og svind eller spild ved håndteringen af sprøjtemidlerne. Det er således ikke umiddelbart muligt at bedømme om forskellen mellem de to kilder skyldes, at de generaliserede forbrugsdata for aktivstof er for dårligt estimeret, eller om differencen kan forklares som en følge af lagerforskydninger og spild.

Samlet synes de generaliserede data at ligge lidt lavere for aktivstofmængdernes vedkommende, mens forskellene i de solgte og forbrugte pesticidmængder målt ved antal standarddoser og behandlingsindekset er relativt små. Desuden er den procentvise fordeling til pesticidtyper næsten ens i de generaliserede pesticiddata og bekæmpelsesmiddelstatistikken. Samlet viser de to kilder således en rimelig overensstemmelse, når der tages hensyn til de forventelige forskelle mellem en salgs- og en forbrugsstatistik.

---

[10] I nærværende analyse er anvendt et samlet omdriftsareal på 2,31 mio. ha i modsætning til bekæmpelsesmiddelstatistikken, der anvender et areal på 2,35 mio. ha.

Afgrødevise sprøjteintensiteter

For yderligere at vurdere de generaliserede pesticiddata, sammenholdes i tabel 5.3 de beregnede afgrødevise sprøjteintensiteter med de tilsvarende opgivelser for den oprindelige pesticidstikprøve, som de fremgår af Schou (1998, tabel 5.3).

Tabel 5.3. Sammenligning af afgrødevise sprøjteintensiteter for denne analyse og den oprindelige pesticidstikprøve (Schou, 1998)

Afgrødeklasser	Afgrøder	Aktivstof (kg/ha)		Standarddoser (stk./ha)	
Denne analyse	Schou (1998)	Denne analyse	Schou (1998)	Denne analyse	Schou (1998)
Vårbyg	Vårbyg	0,55	0,63	1,52	1,60
	Byg med udlæg		0,81		1,50
Vinterbyg	Vinterbyg	1,35	1,29	2,32	2,22
Hvede	Hvede	1,73	1,67	3,14	3,08
Rug	Rug	1,48	1,60	2,45	2,68
Havre	Havre	0,36	0,40	1,49	1,57
Andet korn	Triticale	0,99	1,00	1,58	1,59
Ærter	Ærter	1,45	1,37	2,79	2,54
Raps	Vårraps	0,56	0,54	2,45	2,11
	Vinterraps		0,57		2,73
Græs- og kløverfrø	Frøafgrøder	0,97	1,16	1,39	2,56
Kartofler	Kartofler	7,68	7,84	7,11	6,65
Sukkerroer	Fabriksroer	2,79	2,80	6,29	6,92
Andre salgsafgrøder	Frilandsgrønsager mv.	1,20	2,93	1,12	4,74
Foderroer	Foderroer	3,31	2,92	6,25	5,87
Sædskiftegræs	Græs til foder	0,97	1,75	0,99	1,72
Vedvarende græs		0,35		0,42	
Helsæd & Majs	Majs	0,97	1,20	1,91	2,33
	Helsæd		0,81		2,30
Brak	Stub og brak	0,15	1,51	0,18	2,13
Alle afgrøder	Alle afgrøder	1,17	1,49	2,15	2,71

Kilder: Schou (1998) og de generaliserede pesticiddata.
Note: Sprøjteintensiteter er i Schou beregnet ud fra det sprøjtede areal og i denne tabel ud fra det samlede dyrkede areal. Værdierne for antallet af standarddoser per hektar i denne tabel er således ikke direkte sammenlignelige med behandlingsindekset som fx angivet i tabel 4.6.

Opgivelserne er ikke fuldstændig sammenlignelige, da Schou (1998)

- er baseret på observationer fra 607 bedrifter, mens de generaliserede data repræsenterer samtlige danske landbrugsbedrifter.
- præsenterer sprøjteintensiteterne for enkelte afgrøder, mens afgrødebetegnelsen i de generaliserede data ofte omfatter mere end en afgrøde. Dog er græsarealerne i denne analyse splittet op i hhv. vedvarende og sædskiftegræsarealer, mens Schou (1998) viser resultaterne for ”græs til foder”.

- er baseret på observationer af behandlede arealer, mens de generaliserede data er beregnet ud fra det samlede dyrkede areal, som det er registreret i regnskabsstatistikken.

Tabel 5.3 viser generelt god overensstemmelse mellem resultaterne fra den oprindelige stikprøve og de generaliserede pesticiddata. Således er det generelle billede i begge kilder fx, at den største pesticidanvendelse finder sted i rodfrugter som roer og kartofler, og at vintersæd dyrkes mere pesticidintensitivt end vårsæd. De beregnede sprøjteintensiteter ligger for langt de fleste afgrøders vedkommende desuden på samme niveau, dog undtaget afgrødeklasserne andre salgsafgrøder, græs og brak. Den primære forklaring herpå er for græs og braks vedkommende, at sprøjteintensiteterne i denne analyse er beregnet ved division med det samlede – og ikke kun det behandlede –areal med de pågældende afgrøder, og at der således er større arealer at fordele de anvendte pesticidmængder på end i Schou (1998). Denne forskel i de anvendte arealer kan også forklare, at gennemsnittet for alle afgrøder i Schou (1998) ligger godt 25 pct. over de beregnede sprøjteintensiteter i denne analyse for begge mål for pesticidanvendelsen. Se i øvrigt afsnit 4.2.1 for en kort diskussion af problemerne med klassificering af græsafgrøder.

Overordnet set og med de ovenfor nævnte forbehold mht. afgrødeklassificering og beregningsmetode, viser tabel 5.3 en generel god overensstemmelse mellem de generaliserede pesticiddata og resultaterne fra Schou (1998).

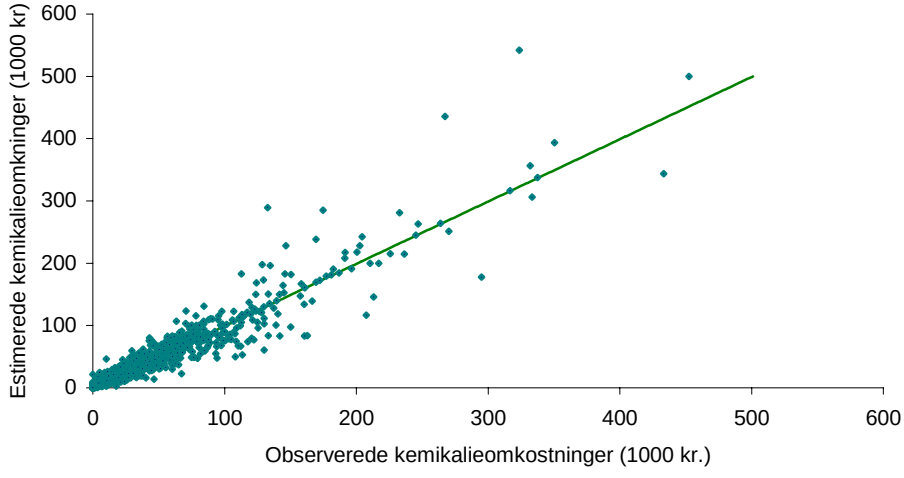
5.4. Sammenligning af estimerede og observerede værdier

I figur 5.2 sammenholdes de estimerede værdier for bedrifternes samlede kemikalieomkostninger med de observerede. Kemikalieomkostningerne – der helt overvejende omfatter omkostninger til pesticider – er opgjort som en post i regnskabsstatistikken. De estimerede værdier for kemikalieomkostninger, der er vist i figur 5.2, er beregnet på samme måde som de estimerede bedriftsvise pesticidforbrug. Dvs. at for hver af regnskabsstatistikkens bedrifter, som ikke er blandt pesticidstikprøvens 448 bedrifter, estimeres kemikalieomkostningerne som en vægtet sum af kemikalieomkostningerne på de ti pesticidstikprøvebedrifter, der mht. de relevante strukturvariable afviger mindst fra den pågældende bedrift.

Figur 5.2 viser at der generelt er god overensstemmelse mellem de observerede og de estimerede kemikalieomkostninger, da observationerne ligger nogenlunde fordelt omkring 45º-linien – og dermed at observerede og estimerede værdier er lige store. Dog

ses en tendens til at afvigelserne fra 45º-linien bliver en smule større for stigende kemikalieomkostninger, men observationerne fordeler sig stadig jævnt på begge sider.

Figur 5.2. Observerede og estimerede kemikalieomkostninger for bedrifterne i egnskabsstatistikken



Kilder: Regnskabsstatistikken og de generaliserede pesticiddata.
Note: Estimater ud fra approksimation for aktivstof. Den rette linie repræsenterer en vinkel på 45º.

5.5. Samlet vurdering af de generaliserede pesticiddata

I dette kapitel er forskellige aspekter af analysens datagrundlag, approksimationsmetodens parametre og resultaterne evalueret. Datagrundlaget, som her er belyst ved en analyse af pesticidstikprøvens repræsentativitet mht. kemikalieomkostninger, synes på baggrund af de gennemførte undersøgelser at være egnet til en generalisering fra stikprøveniveau til nationalt niveau. Ligeledes er metoden relativ robust overfor ændringer i de valgte parametre. Ved en sammenligning med Miljøstyrelsens salgsstatistik synes denne analyses resultater dog at ligge lavt mht. mængden af aktivstof, hvorimod forskellen målt ved antal standarddoser og behandlingsindeks er relativt lille. Den procentvise fordeling til pesticidtyper er nogenlunde ens i de to kilder, og samlet er der således en acceptabel overensstemmelse, når der tages højde for forventelige forskelle såsom at en salgsstatistik ikke tager hensyn til svind, lagerændringer, bereg-

ningsforudsætninger etc. Ligeledes viser denne analyses resultater på afgrødeniveau god overensstemmelse med den oprindelige pesticidstikprøves afgrødevise sprøjteintensiteter.

6. Sammenfatning og perspektivering

Rapporten præsenterer en samlet, konsistent beskrivelse af landbrugets pesticidanvendelse for høståret 1996/97, fra sprøjteintensitet i de enkelte afgrøder til det samlede pesticidforbrug på nationalt niveau. Analysen er den hidtil mest omfattende beskrivelse af strukturen i landbrugets samlede anvendelse af pesticider.

Desuden tilvejebringer analysen bedriftsspecifikke data for sprøjteadfærden i de forskellige afgrøder for samtlige bedrifter i SJFIs regnskabsstatistik. Disse data kan bl.a. anvendes som input til en række af instituttets økonomiske modeller, og dermed udgør de et nyt grundlag for yderligere analyser, herunder bl.a. analyser af ændringer i landbruget brug af pesticider som følge af ændrede rammevilkår for dansk landbrug.

Det benyttede datagrundlag er detaljerede oplysninger om landbrugets anvendelse af pesticider baseret på pesticidstikprøvebedrifternes sprøjtejournaler, og SJFIs regnskabsstatistik for ca. 2.000 repræsentativt udvalgte bedrifters strukturvariable, bedriftskarakteristika og økonomiske data i øvrigt.

For 448 bedrifters vedkommende er de to datasæt kombineret på grundlag af identifikationsnumre, og for de resterende bedrifter i regnskabsstatistikken er pesticidforbruget estimeret ved hjælp af en specielt udviklet approksimationsprocedure. Ved denne procedure estimeres den afgrødespecifikke sprøjteintensitet for de enkelte bedrifter som den sammenvejede sum af de tilsvarende sprøjteintensiteter på 10 af pesticidstikprøvens bedrifter.

Resultaterne sammenfattes i en intensitetsmatrice, hvis koefficienter består af bedriftsspecifikke sprøjteintensiteter for alle regnskabsstatistikkens bedrifter. De afgrødevise sprøjteintensiteter multipliceres efterfølgende med bedrifternes arealanvendelse med henblik på at beregne det bedriftsvise pesticidforbrug. Dernæst generaliseres data til nationalt niveau ved hjælp af såkaldte opregningsfaktorer, der beskriver de enkelte bedrifters repræsentativitet på nationalt plan. Således kan de generaliserede data præsenteres på afgrøde-, bedrifts-, regionalt og nationalt niveau.

I det følgende diskuteres kort styrker og svagheder ved analysens data, den benyttede metode og de fundne resultater samt de videre perspektiver for brugen af disse data og resultater:

Data
En styrke ved analysen er, at den er baseret på detaljerede observationer af pesticidforbruget fra en række bedrifter i SJFIs regnskabsstatistik. De grundlæggende data er således faktiske forbrugstal i modsætning til eksempelvis normtal. Ydermere er det gennem SJFIs regnskabsstatistik muligt at koble disse pesticiddata med detaljerede oplysninger om bedrifternes strukturelle og økonomiske forhold. Denne kobling er en forudsætning for den anvendte metode, som samtidig muliggør en beskrivelse af pesticidforbrugets variation med forskellige bedriftstyper, regioner mv.

En svaghed ved datamaterialet er, at det ikke er muligt umiddelbart at bedømme pesticidstikprøvens repræsentativitet. Datamaterialet er imidlertid testet på alternativ vis, idet resultaterne sammenlignes med data og resultater fra andre undersøgelser. En evt. bias i datamaterialet i form af at de responderende bedrifter eksempelvis overvejende har et lavt pesticidforbrug eller primært dyrker afgrøder, der ikke er særligt pesticidintensive, afsløres imidlertid ikke. Sådanne bedrifter vil – alt andet lige – have lettere ved at udfylde de spørgeskemaer, der ligger til grund for undersøgelsen, end bedrifter med mange pesticidbehandlinger. Dermed kan der være en risiko for, at analysen undervurderer dansk landbrugs anvendelse af pesticider, idet de gennemførte sammenligninger dog klart indikerer, at den benyttede metode har ført til resultater, der kvalitativt falder godt i tråd med resultaterne fra andre statistikker og undersøgelser.

Indsamling af pesticiddata over flere år og kobling af disse data med strukturvariable og økonomiske bedriftsdata vil desuden give muligheder for økonometriske estimationer af fx kryds- og egen-priselasticiteter, som kan belyse bedrifternes substitutionsmuligheder – både mellem de forskellige pesticidtyper og mellem pesticider og anden faktoranvendelse, som fx kvælstoftilførsel. Pesticiddata fra flere år vil desuden give gode mulighed for yderligere evaluering af metoden samt for at beskrive variationerne i pesticidforbruget. Således vil en videreføring af indsamlingen af pesticiddata kunne tilvejebringe et forbedret grundlag for udformningen af en effektiv pesticidpolitik og desuden muliggøre en mere målrettet – fx afgrøde- eller regionspecifik – evaluering af den førte pesticidpolitik.

Der er imidlertid ikke på nuværende tidspunkt planer om at gentage en indsamling af pesticiddata for et udsnit af bedrifterne i regnskabsstatistikken. Derimod er der i Danmarks Statistik taget initiativ til en forbrugsstatistik for pesticider, som muligvis vil kunne indgå i fremtidige analyser, svarende til de analyser der er præsenteret i nærværende rapport. Hvorvidt det vil være muligt at koble de herigennem indsamlede pesticiddata med bedriftsspecifikke strukturvariable vides imidlertid endnu ikke. Un-

der alle omstændigheder vil en egentlig forbrugsstatistik være vigtig for en grundig beskrivelse af landbrugets pesticidanvendelse og evalueringer af de økonomiske og miljømæssige virkninger af forskellige politiske tiltag på det landbrugs- og miljøpolitiske område.

Metode

Metoden er tidligere blevet brugt i andre sammenhænge – fx til estimation af bedriftsvise kvælstofoverskud – men de anvendte parametre og justeringer i denne analyse er specielt tilpasset de foreliggende data. Der er således tale om en meget fleksibel metode, der kan udnytte koblede datasæt til at estimere en lang række data. Som omtalt tidligere i rapporten bygger metoden på den grundliggende forudsætning, at bedrifter der strukturelt ligner hinanden, har en sammenlignelig adfærd. Metoden er desuden relativ robust overfor ændringer i de anvendte parametre.

Ikke desto mindre vil metoden med fordel kunne videreudvikles, således at fx usikkerhedsberegninger bliver en integreret del af estimationerne. I den foreliggende analyse er datavariationer søgt belyst ved forskellige ad hoc følsomhedsanalyser – analyser, der på det foreliggende grundlag anses for tilstrækkelige til at understøtte konklusionen om, at de fundne resultater vurderes som robuste og anvendelige i den videre forskning og analyser på området

Hertil kommer mulige forbedringer i form af supplerende beregninger af opregningsvægte, der specielt er estimeret med henblik på en generalisering af bedriftsspecifikke pesticiddata. I nærværende analyse er SJFIs standardopregningsvægte for økonomisk størrelse (ESE-vægte) anvendt til at generalisere fra regnskabsstatistikkens niveau til de landsdækkende tal.

Resultater

Det samlede pesticidforbrug for høståret 1996/97 var på henholdsvis 3,1 mio. kg aktivstof og 5,7 mio. standarddoser. Forbruget af aktivstoffer på det samlede dyrkede areal er ca. 1,2 kg pr. hektar og der anvendes i gennemsnit 2,5 standarddoser pr. hektar landbrugsjord i omdrift, svarende til et behandlingsindeks på 2,5. For både aktivstof og standarddoser udgjorde herbicider den største del af forbruget, med henholdsvis 74 pct. og 65 pct. af det totale forbrug, og for fungiciderne var de tilsvarende andele 19 pct. og 21 pct. Derimod udgjorde insekticiderne 10 pct. af de anvendte standarddoser mod kun 1 pct. af det totale aktivstofforbrug. For vækstregulatorer er den procentvise andel af pesticidforbruget af nogenlunde samme størrelsesorden, nemlig 5 pct. for aktivstof og 3 pct. for standarddoser.

Pesticidanvendelsen pr. hektar er størst i regioner med høje lerjordsandele, en stor andel plantebrug, og hvor omdriftsarealet udgør en stor andel af det samlede dyrkede areal. Omvendt er den relative pesticidindsats lavere ved store sandjordsandele, en stor andel kvægbrug, og hvor brak og vedvarende græs udgør store andele af det samlede areal.

Plantebrug har generelt den højeste relative pesticidindsats og kvægbrug den laveste. Desuden har heltidsbrug generelt en højere pesticidanvendelse end deltidsbrug, og bedrifter på sandjord en lavere sprøjteintensitet end lerjordsbedrifter. Forskellene forklares i høj grad ved afgrødesammensætningen, men resultaterne indikerer, at der inden for grupperingerne er en tendens til at pesticidanvendelsen pr. ha øges ved stigende brugsstørrelse.

De afgrødevise resultater viser, at den største relative pesticidanvendelse finder sted i rodfrugter som kartofler og roer samt i vintersæd. Den mindste relative pesticidindsats finder sted på brak- og vedvarende græsarealer.

Plantebrugenes generelt høje sprøjteintensiteter kan forklares med deres relativt store andel pesticidintensive afgrøder som vintersæd og rodfrugter. Omvendt kan kvægbrugenes generelt lave pesticidforbrug forklares med en stor andel græs og en lille andel vintersæd og rodfrugter. På samme måde kan deltidsbrugenes generelt lavere pesticidintensitet fx forklares ved større andele græs og vårsæd samt mindre andele vintersæd og rodfrugter sammenlignet med heltidsbedrifterne.

Analysens resultater er i god overensstemmelse med de to primære sammenligningskilder. Således viser de beregnede afgrødespecifikke, bedriftsvise og regionale sprøjteintensiteter omtrent det samme mønster i denne analyse som i den oprindelige pesticidstikprøve analyseret i Schou (1998). Forskellene kan hovedsageligt tilskrives forskelle i de anvendte arealer, da nærværende analyses arealopgivelser omfatter det samlede dyrkede areal, mens sprøjteintensiteterne for den oprindelige pesticidstikprøveanalyse er beregnet vha. de observerede, sprøjtede arealer.

Pesticidforbruget på landsplan opgjort på grundlag af de generaliserede data er noget mindre sammenlignet med de nationale salgstal fra bekæmpelsesmiddelstatistikken for aktivstofmængdernes vedkommende. Forskellen kan her primært forklares ved de forventelige forskelle mellem en salgs- og forbrugsstatistik. Dog er den procentvise fordeling til pesticidtyper omtrent den samme i begge kilder. Følsomhedsanalyser vi-

ser desuden, at resultaterne er relativt robuste over for forskellige valg af parametre i den anvendte metode.

Perspektiver
Formålet med nærværende rapport har været at udvikle og dokumentere en metode til at beskrive strukturen og niveauet for landbrugets pesticidforbrug, og samtidig at tilvejebringe et datagrundlag for de økonomiske modeller med henblik på at gennemføre en række sammenhængende analyser af landbrugets økonomiske og miljømæssige forhold.

Selv om metoden naturligvis kan raffineres og forbedres, repræsenterer de tilvejebragte data et væsentligt bidrag i tilknytning til etablering af et forbedret kvantitativt grundlag for økonomiske og miljømæssige analyser på landbrugsområdet. Sådanne analyser kunne eksempelvis omfatte

- risikoanalyser af pesticidanvendelsen, der bl.a. inddrager geografiske forskelle,
- scenarioanalyser af alternative landbrugs- og miljømæssige tiltag, og
- analyser af samspillet mellem forskellige miljøreguleringer på landbrugsområdet.

Hertil kommer, at metoden i kombination med datagrundlaget fra pesticidstikprøven og regnskabsdata fra andre år kan anvendes til at lave en strukturelt betinget fremskrivning af landbrugets pesticidforbrug. En sådan fremskrivning kan ved sammenligning med andre kilder bruges til at vurdere hvor stor en andel af pesticidforbruget, der er strukturelt betinget og hvor stor en del, der er afhængig af fx klimatiske forhold og bedrifternes individuelle adfærd. Desuden vil metoden kunne anvendes til nye undersøgelser af enkeltbedrifters pesticidanvendelse, såfremt disse data kobles til regnskabsstatistikken eller lignende kilder. Et sådan arbejde vil sandsynligvis også give anledning til nye analyser af bedrifternes sprøjteadfærd og derigennem til en opdateret beskrivelse af strukturen i og niveauet for landbrugets samlede pesticidanvendelse.

7. English Summary

In the on-going debate on the impacts of agriculture on health and the environment, the use of pesticides has been the subject of numerous analyses. In Denmark, several sources describe and analyse the impacts of agricultural pesticide use. However, there is still scope for improving the quantitative description of the structure of the use of pesticides in order to assess the effectiveness of environmental action plans, the agricultural and economy-wide effects of various policy options, and the environmental impacts of agricultural pesticide use, etc.

The objective of this report is to provide a comprehensive description of Danish agricultural pesticide use by linking different existing data sources, and to produce a data set that can serve as a basis for economic modelling and analyses performed by the Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics (SJFI). Furthermore, the report documents the methodological approach that specifically has been developed for this purpose.

Data and Methodology

The analysis is based on pesticide data extracted from a survey conducted by Schou (1998) based on some 600 completed questionnaires specifying details on each pesticide treatment on participating farms as well as on the SJFI agricultural accounts database. This database consists of agricultural accounts information from 1,500 – 2,000 farms per year, aiming at a representative description of the Danish agricultural sector. The database includes data on land use, livestock, output values specified on products, input costs decomposed into a number of main components, income, and use of labour and capital.

Based on SJFI identification numbers, pesticide data from 448 survey farms are linked to the SJFI accounts database. For each survey farm, the quantities of all four types of pesticides (herbicides, fungicides, insecticides and growth regulators) are computed from survey data on treated area and applied doses, and total pesticide use is expressed in active ingredients and standard treatment doses[11].

Pesticide application on the remainder of the SJFI accounts farms is then estimated using a specially developed approximation procedure. This procedure centres on a

[11] A standard treatment dose is the recommended dose for treating a specific crop with a particular pesticide agent.

comparison of the structural variables of each farm without pesticide survey data to the structural data of those with. Structural variables are i.e. number of hectares with a specific crop, pesticide costs or total value of crop production. A basic assumption of the methodology is that farms that structurally resemble each other have similar behaviour with respect to pesticide application. Pesticide use on farms in the SJFI accounts database for which no survey data are available is then estimated as a weighted average of pesticide use on ten survey farms. These ten farms are chosen based on their similarity to the farm in question, i.e. their sum of squared differences for selected structural variables is small. An aggregation weight is allocated to each chosen farm depending on how different it is relative to the other nine, i.e. according to its share of the total sum of squared differences.

The results of the approximation procedure is presented in the form of a pesticide application rates matrix, detailing estimated and observed crop-specific application rates for each farm in the SJFI accounts database. By combining application rates with the crop composition of the individual farms, the aggregate pesticide use of each farm is calculated. Next, standard SJFI scaling-up methods are used to compile national figures of pesticide use. Each SJFI accounts database farm has an allocated weight indicating how many farms it represents on a national basis.

Results

The report presents a detailed description of agricultural pesticide use in Denmark for the harvest year 1996/97, ranging from the pesticide application intensity in individual crops, farm-type pesticide application behaviour to regional and national estimates of aggregate pesticide use.

Total pesticide use in Danish agriculture is estimated to be 3.1 million kg active ingredients or 5.7 million standard treatment doses, corresponding to an average of 1.2 kg active ingredient per hectare and an average treatment frequency index (TFI[12]) of 2.5. The distribution to pesticide types is for herbicides 74 and 65 per cent and for fungicides 19 and 21 per cent for active ingredients and standard treatment doses, respectively. Insecticides account for 10 per cent of the standard treatment doses but only 1 percent of total active ingredients. The shares of growth regulators are 5 per cent (active ingredients) and 3 percent (standard treatment doses).

[12] The TFI is calculated as the number of standard treatment doses per hectare of agricultural land in rotation, i.e. excluding set-aside and permanent grasslands.

Pesticide application rates are highest in regions dominated by crop farms, clay soils and where a large proportion of the agricultural land is in rotation. Conversely, application rates are low in regions dominated by sandy soils, cattle farms and large proportions of set-aside and permanent grasslands.

Generally, the highest pesticide application rates are found on crop farms and the lowest are found on cattle farms. Also, full-time farms tend to use more pesticide per hectare than part-time farms, and farms on sandy soils have lower application rates than farms on clay soils. These differences can mainly be attributed to differences in crop composition, but the results indicate a tendency within the categories to increased application rates with increased size.

Crop-specific results show that potatoes, beets and winter cereals have the highest application rates and that set-aside and permanent grasslands have the lowest application rates. The high application rates of crop farms can be explained by the fact that these farms have a high proportion of pesticide intense crops. Conversely, a large share of grasslands and a low proportion of potatoes and beets explain the low pesticide application rates of cattle farms. Similarly, the generally low pesticide application rates of part-time farms can be attributed to larger shares of spring cereals and grasslands and lower shares of winter cereals, potatoes and beets compared to full-time farms.

The results appear to correspond well with other sources of information on pesticide use in Danish agriculture. Application rates for individual crops, farm types and regions follow the same patterns as the results of the analysis of the original pesticide survey (Schou, 1998). The deviations between the two analyses can mainly be attributed to a difference in the areas used for the calculation of application rates; this report includes the total Danish agricultural area, whereas Schou (1998) only includes treated areas observed in the survey.

National figures are compared to the national pesticide sales statistics from the Danish EPA (Miljøstyrelsen), and the estimates of this report with respect to active ingredients are somewhat lower than the corresponding EPA estimates. This discrepancy is attributed to the expected differences between sales and consumption figures. However, the proportional distribution to pesticide types is almost identical in the two sources.

Sensitivity analyses of this report's results show that the results are fairly robust with respect to changes in the parameters of the approximation procedure.

Further analyses

Although the methodological approach can be developed further, the results and information of this report are perceived as an improvement in the data basis for future research in and analysis of the economic and environmental impacts of agriculture such as

- spatial risk analysis of pesticide use,
- scenario analyses of agricultural and environmental policy options, and
- analyses of the cross-effects of different environmental regulations.

By combining data from the pesticide survey with accounts data for several years, the approach of this report can be used to produce a structurally contingent projection of agricultural pesticide use. Such a projection can be compared to other sources of information on aggregate pesticide use to assess the proportion of pesticide use that is contingent on structural changes, as well as the proportion that is governed by climatic conditions, changes in individual farms' behaviour with respect to pesticide application etc. Also, in the presence of new survey data on individual farms' pesticide use that can be linked to accounts data, it will be possible to replicate the analyses of this report, and to assess the validity of the approximation procedure, etc.

Furthermore, the methodological approach holds promises for future estimations of agricultural input use other than pesticides by a coupling of survey data with accounts data.

Referencer

Hansen, J (1999): Regnskabsstatistikkens repræsentativitet – en alternativ metode til opregning af stikprøven. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut. SJFI Rapport nr. 108.

Jensen, J D, H Huusom, H Rygnestad, M Andersen og S H Jørgensen (2002): Nitrogen and Pesticide Use in Danish Agriculture – Data and Modelling for Policy Analyses. Fødevareøkonomisk Institut. (FØI rapport under udgivelse).

Miljøstyrelsen (1997/1998): Bekæmpelsesmiddelstatistik (1996 og 1997). Miljø- og Energiministeriet. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 10/1997 (1996) og nr. 6/1998 (1997).

Porskrog, H (1986): Regnskabsstatistik for jordbrug – udvælgelse og sammenvejning af regnskabsmateriale. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut. Notat, 3. udgave.

Rygnestad, H (2001): Dokumentation - Generalisering af kvælstofdata. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, Jordbrugspolitisk Afdeling. Internt notat.

Rygnestad, H, J D Jensen og T Dalgaard (2000): Målrettede eller generelle politiske virkemidler? Økonomiske analyser i geografisk perspektiv. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut. SJFI Working Paper nr. 17/2000.

Schou, J S (1998): Undersøgelse af landbrugets pesticidanvendelse – Metode, data og resultater. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut. SJFI Working Paper nr. 13/1998.

SJFI (1998) Landbrugsregnskabsstatistik 1997/98. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut. Rapport 82 Serie A.