



Mulighederne for driftsøkonomiske analyser af en reduceret pesticidanvendelse i de nordiske lande

– en beskrivelse af nuværende modeller, data og
samarbejdsmuligheder

Jens Erik Ørum, Fødevareøkonomisk Institut

Asbjørn Veidal, Norsk Institut landbruksøkonomisk forskning

Lise Nistrup Jørgensen, Det Jordbrugsvidenskabelige fakultet

Lene Gravesen, Miljøstyrelsen

Lovisa Eriksson og Torben Söderberg, Jordbruksverket

Mulighederne for driftsøkonomiske analyser af en reduceret pesticidanvendelse i de nordiske lande
– en beskrivelse af nuværende modeller, data og samarbejdsmuligheder

TemaNord 2008:589

© Nordisk Ministerråd, København 2008

ISBN 978-92-893-1770-2

Tryk: Ekspresen Tryk & Kopicenter

Oplag: 0

Trykt på miljøvenligt papir som opfylder kravene i den nordiske miljøsvanemærkeordning.

Publikationen kan bestilles på www.norden.org/order. Flere publikationer på

www.norden.org/publikationer

Printed in Denmark



Nordisk Ministerråd

Store Strandstræde 18

1255 København K

Telefon (+45) 3396 0200

Fax (+45) 3396 0202

Nordisk Råd

Store Strandstræde 18

1255 København K

Telefon (+45) 3396 0400

Fax (+45) 3311 1870

www.norden.org

Det nordiske samarbejde

Det nordiske samarbejde er en af verdens mest omfattende regionale samarbejdsformer. Samarbejdet omfatter Danmark, Finland, Island, Norge og Sverige, samt de selvstyrende områder Færøerne, Grønland og Åland.

Det nordiske samarbejde er både politisk, økonomisk og kulturelt forankret, og er en vigtig medspiller i det europæiske og internationale samarbejde. Det nordiske fællesskab arbejder for et stærkt Norden i et stærkt Europa.

Det nordiske samarbejde ønsker at styrke nordiske og regionale interesser og værdier i en global omverden. Fælles værdier landene imellem er med til at styrke Nordens position som en af verdens mest innovative og konkurrencedygtige regioner.

Indholdsfortegnelse

1. Resume	7
2.1 Baggrund.....	8
2.2 Formål	9
2.3 Målgruppe	9
2.4 Deltagere	9
2.4.1 Danske projektdeltagere	10
2.4.2 Norske projektdeltagere	10
2.4.3 Svenske projektdeltagere.....	10
2.5 Indhold og projektførløb	10
2.6 Mødeaktiviteter	10
3. Hidtidige analyser og modeller.....	13
3.1 Danske modeller og analyser.....	13
Bicheludvalget	13
Tabsfunktioner og justeringer i sædskiftet	14
Driftsøkonomiske analyser.....	15
Lineær respons ved reducerede doser.....	16
Uændret ukrudtstryk	16
Samfundsøkonomiske analyser på basis af de driftsøkonomiske analyser.....	16
Samarbejdet mellem planteværnseksperter og økonomer	18
3.2 Norske modeller og analyser	19
Reduceret miljø- og helserisiko.....	20
Tilpasning af PVNOR modellen	21
Sammenligning af PVNOR modellen med danske modeller	22
Norske erfaringer med DØP modellen.....	24
3.3 Svenske analyser og modeller	24
Svenske erfaringer med DØP modellen	26
4. Diskussion og opsamling.....	31
Fælles forsøgsdata	33
5. Konklusion	35
Referencer	37
Summary	39

1. Resume

Af den nordiske strategi for en bæredygtig udvikling fremgår det, at der skal fastsættes kvantitative mål for en reduceret pesticidanvendelse i de nordiske lande. Som en opfølgning på den nordiske bæredygtighedsstrategi blev det i arbejdsgruppen "Nordisk samarbejde for reduceret anvendelse af pesticider" anbefalet, at landene gennemfører en analyse af potentialet for og de økonomiske konsekvenser ved at reducere forbruget. Nærværende projekt er en opfølgning af denne anbefaling.

Projektet skal kortlægge hvilke data, modeller og analysemetoder, der hidtil har været anvendt til driftsøkonomiske analyser af landbrugets pesticidanvendelse i de nordiske lande, samt i hvilket omfang de enkelte landes data, modeller og metoder kan anvendes af de øvrige nordiske lande. På 3 projektmøder, á 2 dages varighed er relevante modeller og databehov blevet præsenteret, og relevante modeller har været undersøgt og diskuteret på tre bilaterale arbejds møder. På den baggrund er det afklaret hvorledes og i hvilket omfang de fremlagte data, modeller og metoder er relevante og tilstrækkelige for de øvrige nordiske lande.

Projektdeltagerne har fået et godt overblik over hvilke data og modeller, der findes og har været anvendt ved nationale vurderinger af mulighederne for en reduceret pesticidanvendelse i Danmark, Norge og Sverige. Det er i praksis vanskeligt at benytte resultater fra planteavlssforsøg fra de andre lande. Ofte kan data fra forsøg med planteværn dog anvendes i et større område end det er tilfældet i dag og dermed også anvendes i fx dele af et naboland. Det er vigtigt for analysernes troværdighed, at de er baseret på lokale data, hvor klima og dyrkningsforhold er sammenlignelige. Da forsøgsformål ofte som udgangspunkt er forskellige er dette også med til at vanskeliggør anvendeligheden på tværs af lande. Den norske PVNOR model og den danske DØP model har været præsenteret på projektmøderne, og den danske DØP model har været demonstreret og forsøgt afprøvet i Norge og Sverige.

Den norske PVNOR model er en meget kompleks klimabaseret simuleringens model, som kan håndtere pesticidernes miljø- og helserisiko for forskellige dyrkningssystemer. PVNOR model håndterer imidlertid ikke reducerede pesticid doseringer og forbrugsreduktioner, men modellen vil kunne udbygges til at understøtte økonomiske analyser af potentielle forbrugsreduktioner. Der mangler som nævnt viden om reducerede doseringer under norske forhold, og det vil være bekosteligt og ressourcekrævende at tilpasse modellen til anvendelse i Danmark og Sverige, alene med henblik på en økonomisk analyse af forbrugs reduktioner.

Den danske DØP model er en mere simpel adfærdsmodel som kan beregne en driftsøkonomisk optimal tilpasning af pesticidforbruget for forskellige sædskifter. Model vil også kunne anvendes til en driftsøkonomisk analyse af mulighederne for en reduceret pesticidanvendelse i Norge og Sverige. Problemet er, at der med det sydlige Sverige som en mulig undtagelse, mangler viden om effekter og udbytte ved en reduceret pesticidanvendelse i de fleste og væsentligste norske og svenske afgrøder og områder. Også pesticidernes miljø- og helserisiko, som er væsentlige elementer i de Norske og Svenske pesticidhandlingsplaner, vil kunne indbygges i en DØP model og indgå i de økonomiske analyser af en reduceret pesticidanvendelse. Hvis dette skal gøres forsvarligt, stiger behovet for planteværnsforsøg yderligere.

Projektet har været finansieret af Nordisk Ministerråd og rapporten er udarbejdet af Jens Erik Ørum (FOI), Asbjørn Veidal (NILF) og Lise Nistrup Jørgensen (DJF) samt Lene Gravesen (MST), Lovisa Eriksson og Torben Söderberg (SVJ). 2. Indledning

2.1 Baggrund

Af den nordiske strategi for en bæredygtig udvikling (Nordisk Ministerråd, 2002) fremgår det, at der skal fastsættes kvantitative mål for en reduceret pesticidanvendelse i de nordiske lande. De nordiske ministre for fødevarer, landbrug og fiskeri, har endvidere i august 2003 fremlagt en erklæring om reduceret anvendelse af pesticider. I erklæringen tilkendes det, at der skal udarbejdes en nordisk handlingsplan for reduceret brug af pesticider baseret på forbrugernes behov og interesser. Planen skal indeholde kvantitative mål for en reduktion i brugen af pesticider og planen skal supplere og understøtte de enkelte landes bestræbelser og planer for et reduceret pesticidforbrug.

Som en opfølgning på den nordiske bæredygtighedsstrategi blev der nedsat en arbejdsgruppe for "Nordisk samarbejde for reduceret anvendelse af pesticider" (Nordisk Ministerråd, 2004). Arbejdsgruppen anbefalede, at landene gennemfører en analyse af potentialet for og de økonomiske konsekvenser ved at reducere forbruget uden væsentlige økonomiske konsekvenser af reduktionspotentialet for pesticidanvendelsen ved hjælp af kendte forebyggende og ikke kemiske metoder samt behovstilpasset anvendelse af pesticider. Det anbefales videre, at hvert land på baggrund af analysen, fastsætter tidsbestemte reduktionsmål. Arbejdsgruppen har ved oversendelse af rapporten tilkendegivet, at et nordisk samarbejde om økonomiske analyser af konsekvenser af et reduceret pesticidforbrug bør prioriteres.

En udveksling af erfaringer om økonomiske analyser af mulighederne for en reduceret pesticidanvendelse og et samarbejde om tilpasning af eksi-

sterende modeller samt udveksling af data ville være til stor nytte for de nordiske lande i arbejdet med at tilvejebringe grundlaget for at kunne gennemføre økonomiske analyser af reduktionspotentialet for pesticidanvendelsen. Et sådant samarbejde ville være et godt udgangspunkt for at kunne fastlægge kvantitative reduktionsmål og dermed implementere den nordiske bæredygtighedsstrategis målsætning om fastsættelse af kvantitative mål for en reduktion af pesticidanvendelsen. Arbejdet vil endvidere kunne indgå i det fremtidige arbejde med EU's strategi for bæredygtig anvendelse af pesticider. Det skal bemærkes at Danmark som det eneste EU land har gennemført sådanne analyser. Analyserne viste, at pesticid forbruget kunne reduceres 30-40 procent uden væsentlige konsekvenser for erhvervet og samfundet, og de har ligget til grund for foreløbige danske pesticidplaner.

2.2 Formål

Formålet med projektet er at afklare i hvilket omfang eksisterede modeller og data kan anvendes i de nordiske lande til økonomiske analyser af potentialet for at reducere anvendelsen af pesticider på bedriftsniveau.

I projektet skal det derfor kortlægge hvilke data, modeller og analysemetoder, der hidtil har været anvendt til driftsøkonomiske analyser af landbrugets pesticidanvendelse i de nordiske lande samt i hvilket omfang de enkelte landes data, modeller og metoder kan anvendes af de øvrige nordiske lande. Det skal i projektet desuden klarlægges hvilke data, modeller og analysemetoder, der er nødvendige for at de enkelte lande kan gennemføre analyser der belyser reduktionspotentialet for landbrugets pesticidanvendelse.

2.3 Målgruppe

Projektets målgruppe er forskere fra de institutioner, som normalt gennemfører økonomiske analyser af landbruget herunder analyser af økonomien ved pesticidanvendelse, samt de nationale myndigheder, der har ansvaret for gennemførelsen af den nordiske strategi for bæredygtig udvikling i de enkelte lande.

2.4 Deltagere

Det har været tilstræbt, at der i projektgruppen indgår forskere i planteavl og jordbrugsøkonomi da modellerne til analyse af økonomi ved pesticidanvendelse forudsætter ekspertise fra begge fagområder. Herudover har

det været tilstræbt, at der i projektgruppen deltager repræsentanter fra de myndigheder, der har ansvaret for implementering af den nordiske strategi for bæredygtig udvikling for at sikre kendskab til og relevans af metoderne hos de disse myndigheder.

2.4.1 Danske projektdeltagere

Jens Erik Ørum, Fødevareøkonomisk Institut (FOI), Københavns Universitet (projektleder)
Lars-Bo Jacobsen, Fødevareøkonomisk Institut (FOI), Københavns Universitet
Lise Nistrup Jørgensen, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF), Århus Universitet
Lene Gravesen, Miljøstyrelsen (MST) i Danmark (kontaktperson Nordisk Ministerråd)

2.4.2 Norske projektdeltagere

Asbjørn Veidal, Norsk institut for landbruksøkonomisk forskning (NILF) (kontaktperson)
Karen Refsgaard, Norsk institut for landbruksøkonomisk forskning (NILF)
Jan Netland, Bioforsk Plantehelte (BIOFORSK)
Marianne Stenrød, Bioforsk Plantehelte (BIOFORSK)
Haldor Fykse, Bioforsk Plantehelte (BIOFORSK)
Erlend Spikkerud, Mattilsynet (MATTILSYNET)

2.4.3 Svenske projektdeltagere

Lovisa Eriksson, Jordbruksverket – Växtskyddsenheten (SJV) (kontaktperson)
Torben Söderberg, Jordbruksverket – Miljöenheten (SJV)
Anders Nilsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp (SLU)

2.5 Indhold og projektforløb

I løbet af projektet er følgende opgaver blevet udført:

1. Relevante modeller til analyse af reduktionspotentialet for pesticider på bedriftsniveau identificeres
2. Databehovet for brug af modellerne afdækkes
3. Det klarlægges hvilke data der foreligger i de enkelte lande
4. Det afklares om data fra de andre lande kan benyttes
5. Deltagerne gennemfører en begrænset analyse for hvert land

2.6 Mødeaktiviteter

Der har fra projektets start i foråret 2005 til juni 2006 været afholdt tre projekt møder med deltagelse af forskere og administratorer fra hvert af de tre deltagende nordiske lande.

Det først projektmøde blev afholdt 30. juni - 1. juli 2005 på Landbohøjskolen i København. Her var der fokus på en præsentation af de tre

landes tidligere og nuværende pesticidanvendelse, handlingsplaner, regulering, modeller og økonomiske analyser. Desuden var der fokus på en mere grundig præsentation af datagrundlag og øvelser med nogle af de danske analyser og modeller, især DØP modellen, der blev benyttet af det såkaldte Bicheludvalg.

Det næste projektmøde blev afholdt 29-30. september 2005 ved NILF i Oslo. Her var der fokus på de analyser og modeller der har været benyttet i hidtidige norske analyser. Særligt PVNOR modellen blev grundigt præsenteret og diskuteret. Ligeledes blev de seneste svenske økonomiske analyser præsenteret.

Det tredje projektmøde blev afholdt 3-4. april 2006 ved Jordbruksverket i Jönköping. Her var der fokus på de erfaringer Jordbruksverket og SLU havde høstet med en tilpasning af den danske DØP model til sydsvenske forhold. Og der var fokus på en ny rapport fra NILF, hvor de driftsøkonomiske mulighederne for en reduceret risiko ved anvendelse af pesticider er analyseret på grundlag af simuleringer med PVNOR modellen.

Med henblik på modelafprøvning og afrapportering har der desuden været afholdt tre mindre, bilaterale arbejds møder i februar, juni og august 2006 ved henholdsvis Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Alnarp, ved NILF i Oslo og Jordbruksverket i Jönköping.

3. Hidtidige analyser og modeller

I det følgende afsnit gives en gennemgang af de metoder og modeller der har været benyttet ved de hidtidige økonomiske analyser af reduktionspotential for landbrugets pesticidanvendelse og lignende miljøøkonomiske analyser i de enkelte lande. Fokus vil være på de driftsøkonomiske og planteværnstekniske modeller og analyser samt de dertil knyttede faglige agronomiske og økonomiske problemstillinger.

Følgende modeller analyseres eller omtales kort:

Model	Beskrivelse	Modeltype	Fokus
AAGE	Samfundsøkonomisk ligevægtsmodel	Økonomisk adfærdsmodel	Landbrugspolitikscenarier
DØP (I)	Driftsøkonomisk planteværnsmodel	Økonomisk adfærdsmodel	Reduceret pesticidanvendelse i fast sædskifte
DØP II	Driftsøkonomisk planteproduktionsmodel	Økonomisk adfærdsmodel	Planteværn som integreret del af landbrugsbedriften
FASSET	Model for hele landbrugsbedriften (planteavl og husdyr)	Klima (+økonomi) simuleringsmodel	Miljøeffekt (særligt kvælstof) af dyrkningsrestriktioner
PVNOR	Model for planteværnstrategier i landbrug	Klima simuleringsmodel	Planteværn og reduceret jordbearbejdning

3.1 Danske modeller og analyser

I Danmark har der gennem årene været gennemført en række økonomiske analyser af reduktionspotential for pesticider. I det følgende vil der alene blive fokuseret på de metoder og modeller, der i to omgange er blevet benyttet i analyserne for det såkaldte Bicheludvalg (Miljøstyrelsen 1999a) og som samtidigt har indgået i beslutningsgrundlaget for pesticidhandlingsplan II og pesticidplan 2004-2009.

De første analyser for Bicheludvalget blev gennemført i 1998 (Miljøstyrelsen 1999a, b og c) og senere fulgt op af en opdatering af Bicheludvalgets driftsøkonomiske analyser i 2003 (Miljøstyrelsen, 2003).

Bicheludvalget

De økonomiske analyser for Bicheludvalget bestod af driftsøkonomiske analyser (Ørum, 1999) og samfundsøkonomiske analyser (Jacobsen og Frandsen 1999). Det agronomiske grundlag for analyser blev fastsat i Bicheludvalgets jordbrugsdyrkningsudvalg (Miljøstyrelsen 1999b), mens scenarier og bedriftstyper blev fastsat i et tværfagligt underudvalg kaldet Sædskiftegruppen (Jørgensen et al., 1999) og hovedudvalget (Miljøstyrel-

sen, 1999a). Endeligt blev resultaterne af de økonomiske analyser sammenskrevet i en underudvalgsrapport (Miljøstyrelsen 1998c).

Følgende fem reduktionsscenarier blev benyttet i Bicheludvalgets driftsøkonomiske analyser:'

- 1) Total udfasning af pesticider (Nul)
- 2) Pesticidanvendelse reduceres til 10 pct. (+)
- 3) Pesticidanvendelsen reduceres til 25 pct. (++)
- 4) En agronomisk normativ pesticidanvendelse (IP)
- 5) Nuværende pesticidanvendelse (1998)

Følgende ti bedriftstyper blev benyttet:

- a) Kvægbrug på sandjord med en stor andel af grovfoder
- b) Kvægbrug på sandjord med en mindre andel grovfoder
- c) Bedrifter på sandjord med en stor andel kartofler
- d) Bedrifter på sandjord med svineproduktion
- e) Øvrige planteavlsbedrifter på sandjord
- f) Kvægbrug på lerjord
- g) Bedrifter med en stor andel specialafgrøder (græsfrø og roer)
- h) Bedrifter med en stor andel sukkerroer
- i) Bedrifter på lerjord med svineproduktion
- j) Ikke specialiserede planteavlsbedrifter på lerjord

Følgende afgrøder indgik i analyserne: Vinterhvede, vårbyg, vinterbyg, rug (alt. tritcale), havre, sukkerroer, frøgræs, kartofler, majs, ærter, helsæd og sædskiftegræs.

Pesticidforbruget blev opgjort i form af det såkaldte behandlingsindeks (BI), der stort set svarer til de af pesticidproducenterne fastsatte standarddoser.

Tabsfunktioner og justeringer i sædskiftet

Sædskiftegruppen bestemte hvilke sædskifter de enkelte bedriftstyper benyttede i nudriften med den nuværende pesticidanvendelse, og sædskiftegruppen bestemte hvorledes sædskiftet på de enkelte bedrifter ville blive tilpasset til en total udfasning af pesticider. Der blev ligeledes fastsat af sædskiftegruppen hvilke planteværnsstrategier, der ville blive benyttet i de enkelte kombinationer af afgrøder og scenarier. Det blev antaget, at det ville være agronomisk muligt at opretholde de nuværende sædskifter for alle scenarierne på nær ved en total udfasning af pesticiderne. For hver afgrøde og scenarium blev det bestemt en pesticidanvendelse (strategi) for sygdomme, skadedyr og ukrudt. Og det blev bestemt hvor store udbyttetab, der af økonomiske eller agronomiske årsager måtte accepteres som følge af reduceret effekt på skadevolde rene (reducerede

pesticiddoser), mekanisk ukrudtsbekæmpelse og forringet kvalitet i afgrøden. Det største problem for sædskiftegruppen var at bestemme tabsfunktionerne og sædskiftet ved en total udfasning af pesticiderne. Her viste det sig, at forsøgsresultater og praktiske erfaringer fra økologisk jordbrug var til stor nytte. Resultaterne fra økologisk jordbrug, kunne bruges som støtte for vurdering af et Nul scenariet. Uden de økologiske resultater ville man have været tilbøjelige til at overvurdere tabene og omkostningerne ved dyrkning uden pesticider.

Driftsøkonomiske analyser

På dette agronomisk meget detaljerede grundlag var det muligt at gennemføre simple dækningsbidragsanalyser af omkostningerne ved de enkelte scenarier, og muligt på grundlag af bedriftstyperne at opskalere resultaterne til nationalt niveau. Det stod imidlertid hurtigt klart for økonomerne, at landbrugets omkostninger ved især de tre mest vidtgående scenarier (Nul, + og ++), kunne reduceres væsentligt, hvis driftslederen fik lov at gennemføre økonomisk rationelle tilpasninger til de forskellige scenarier. For eksempel var det af sædskiftegruppen blevet foreslået, at bedrifterne med sukkerroer, skulle opretholde en del af produktionen med en ekstra indsats af 50-100 timer manuel ukrudtsbekæmpelse pr. ha. En sådan tilpasning viste sig imidlertid at ville medføre et stort underskud for det samlede sædskifte på bedrifterne med sukkerroer. Her ville den økonomisk rationelle driftsleder skifte roere ud med fx maltbyg. Ligeledes blev det klart, at en række af de strategier sædskiftegruppen havde foreslået anvendt i et scenarium, viste sig at være økonomisk interessant for nogle af bedrifterne i helt andre scenarier. Da pesticidanvendelsen i + og ++ scenarierne samt sædskiftet i nul scenariet var beregnet på at skulle reducere omkostningerne ved en reduceret pesticidanvendelse, var det umiddelbart kontroversielt, at økonomerne ville gøre sig kloge på hvilke tilpasninger i pesticidanvendelsen og i sædskifterne, der ville være interessante for bedrifterne. Resultatet blev, at der både blev regnet økonomi på de oprindelige agronomiske scenarier og på nogle parallelle økonomiske scenarier bl.a. for at understøtte gennemsigtheden og tilliden til og imellem de 2 faggrupper. I de økonomiske scenarier, kunne landmanden frit vælge strategier og gennemføre (agronomisk forsvarlige) tilpasninger i sædskiftet. I praksis var der imidlertid tale om ét langt økonomisk scenarium, hvor pesticiderne for de enkelte bedriftstyper kunne udfases trinløst, og hvor de billigste reduktioner og tilpasninger blev gennemgået først og de dyreste til sidst. Udfasningen kunne drives, af fx pesticidkvo-ter eller afgifter på behandlingsindekset. Til at gennemføre de økonomiske beregninger og understøtte bedrifternes økonomiske rationelle justeringer i pesticidanvendelsen og i sædskiftet, blev der udviklet en driftsøkonomisk pesticidmodel (DØP modellen). DØP modellen er en lineær

programmeringsmodel som simulere landmandens økonomisk rationelle adfærd, ved en reduceret pesticidanvendelse.

Lineær respons ved reducerede doser

For en lang række afgrøder og pesticidanvendelser er der ikke estimeret egentlige dosisresponsfunktioner for udbytte og effekt på skadevolderne. For disse afgrøder og skadevoldere er der kun adgang til nogle få punkt-estimer. DØP modellen giver imidlertid mulighed for lineære kombinationer af disse punkttestimer og dermed stykvis lineære responsfunktioner. At sådanne kombinationer er agronomisk og produktionsøkonomisk ønskelige og forsvarlige er ikke nærmere beskrevet hverken i Ørum (1999) eller Ørum (2003), men er diskuteret og demonstreret i et separat arbejdsnotat udarbejdet i projektet (Ørum 2007).

Uændret ukrudtstryk

Ved en reduceret anvendelse af herbicider kan der let ske en opformering af ukrudt, med et deraf følgende udbyttetab. Ved fastsættelsen af produktionsmulighederne ved en reduceret pesticidanvendelse blev det imidlertid besluttet, at ukrudtet skulle holdes nede lige som i nudriften, og ikke måtte forvolde udbyttetab. For at opretholde kontrollen med ukrudtet anvendes mere mekanisk ukrudtsbekæmpelse, ændret jordbearbejdning, ændre såtidspunkter og (lige som ved ingen pesticidanvendelse) er der mulighed for ændringer i sædskiftet.

Samfundsøkonomiske analyser på basis af de driftsøkonomiske analyser

Der blev som nævnt også gennemført samfundsøkonomiske analyser for Bicheludvalget (Jacobsen og Frandsen, 1998). De samfundsøkonomiske analyser blev med en generel ligevægtsmodel for dansk økonomi (AAGE) gennemført for en fuldstændig udfasning af pesticiderne samt ++ scenariet og med nudriften som reference. I modellen indgik også import og eksport af rå og forarbejdede landbrugsprodukter. Omkostningsstrukturer for de forskellige af landbrugets planteproduktionsgrene blev for de tre scenarier bestemt ved hjælp af DØP modellen, og modellen nastede produktionsstruktur med tilhørende substitutionselasticiteter blev, især for herbicider, fungicider, insekticider, jord, mekanik og kvælstof justeret og opdateret med bistand fra blandt andet driftsøkonomer og planteværnseksperter fra Danmarks Jordbrugsforskning. For en nærmere redegørelse for model, metoder og resultater henvises til Jacobsen og Frandsen (1998). Desuden blev der for Miljøstyrelsen gennemført en analyse af relevante økonomiske virkemidler for en reduceret pesticidanvendelse (Hasler et al., 2000).

Opdatering af Bicheludvalgets analyser

Som led i den danske Pesticidhandlingsplan II blev der afsat midler til yderligere forskning i mulighederne for en reduceret pesticidanvendelse, der kunne understøtte handlingsplanen, og det blev aftalt, at der skulle foretages en midtvejsevaluering af handlingsplanen i 2003. Som et led i forskningsindsatsen blev DØP modellen udbygget, så den kunne anvendes til rådgivning om reduceret pesticidanvendelse, og som led i midtvejsevalueringen blev modellen yderligere udbygget og benyttet ved opdateringen af Bicheludvalgets driftsøkonomiske beregninger (Ørum, 2003). I den udvidede model indgår en optimal allokering af de danske kvælstofnormer samt en begrænset maskin- og arbejdskraftkapacitet til sædskiftet. I forbindelse med midtvejsevalueringen blev der ligeledes gennemført en vurdering af de frivillige virkemidler (Christensen og Huusom, 2003).

Den udvidede model (Ørum, 2003) benævnes den driftsøkonomiske planteproduktionsmodel (DØP-II), mens den oprindelige simple model (Ørum, 1999) benævnes den driftsøkonomiske pesticidmodel (DØP-I). I nærværende projekt er det alene pesticiddelen af den nye model, i det følgende kaldet DØP modellen, der er analyseret og afprøvet. I denne model er det i modsætning til DØP-I og DØP-II modellerne kun pesticidanvendelsen (og ikke også sædskiftet) der optimeres. Hvis landmanden ikke har mulighed for at optimere sædskiftet og frit kan tilpasse pesticidanvendelsen i de enkelte afgrøder øges omkostninger ved en reduceret pesticidanvendelses væsentligt. Denne mulighed har særlig stor betydning, hvis pesticidforbruget reguleres ved en detailstyring i form af fx faste udfasningsscenarier (Nul, +, ++ og IP). Ved moderate tilpasninger i pesticidanvendelsen har det vist sig, at justeringer i sædskiftet har mindre betydning for reduktionsomkostningerne, men at det forsat har stor betydning at modellen (landmanden) frit kan vælge de mindst bekostelige reduktioner i pesticidanvendelsen. Ved mulighed for en økonomisk optimal tilpasning af pesticidanvendelse, som fx styres med kvoter eller afgifter, kan modellen (landmanden) frit flytte pesticider fra fx kornafgrøderne til sukkerroer og kartofler. Således, at korn fx dyrkes som i + scenariet (næsten uden pesticider), mens sukkerroer og kartofler dyrkes med en uændret pesticidanvendelse. Den i projektet benyttede DØP I model er derfor velegnet til analyser af moderate reduktioner i pesticidanvendelsen. Ved større reduktioner bør modellen (landmanden), lige som i DØP II modellen, have mulighed for at tilpasning af sædskiftet.

Erfaringer fra de første analyser

Det var en væsentlig erfaring fra de første analyser, at agronomer (planteværnseksperter) og økonomer skal arbejde tæt sammen. Det er væsentligt for omkostningseffektiviteten at der gives mulighed for at benytte andre teknologier, at sædskiftet kan justeres, at avlere med fx roer og

frøgræs har særlige behov for at bekæmpe ukrudt i andre afgrøder, at bedriftsstørrelse og maskinkapacitet, men også adgang til at benytte maskinstation, har stor betydning for analyserne.

FASSET modellen

Der har i Danmark også været gjort forsøg på at udvikle mere generelle agronomiske modeller. I den seneste og mest ambitiøse model, FASSET modellen (Jacobsen et al. 1998), har det været muligt at koble energiforbrug, væksthushasser, kvælstofudvaskning, planternes vækst, planteværn, økonomisk optimering, jordtype, sædskifte, husdyrproduktion og 35 års aktuelt klima sammen til én model. Det har imidlertid ikke været muligt, ønskeligt eller relevant, at benytte FASSET modellen til de seneste fem års mange danske analyser af fx nye teknologier eller reduktionsmuligheder på pesticid og kvælstofområdet. FASSET modeller afspejler en fast og hurtigt forældet adfærd i landbruget og med begrænsede muligheder for en økonomisk rationel adfærd og en stadig mangel på opdatering med nye skadevoldere, nye pesticider, nye afgrøder osv. Når der skal gennemføres analyser på pesticidområdet, kræves det, at den nyeste viden og aktuelle forhold anvendes. De agronomer der til disse analyser skal bidrage med ekspertviden om planteværn, kan ikke uden videre tilpasse FASSET modellen. Dels kræver det kendskab til programmering, teknisk kendskab til modellen og ikke mindst viden om sammenhængende mellem planteværn, de øvrige agronomiske faktorer som fx kvælstof og jordbearbejdning og det deraf afledte behov for planteværn. Det betyder, at det vil være meget ressourcekrævende, involvere programmører, forskere som også har kendskab til andre områder end netop planteværn og kræve et meget stort og opdateret forsøgsgrundlag at få FASSET modellen opdateret og kalibreret til nudriften hver gang der skal gennemføres nye analyser af fx reduktionsmulighederne for pesticider. Ved anvendelsen af en stor mere generel agronomisk model bliver man tvunget til at forholde sig til hvorledes fx planteværn vekselvirker med en lang række andre agronomiske og praktiske forhold på bedriften og i landbruget. Det kan være nyttigt, men kræver som nævnt også et langt større videns- og forsøgsgrundlag end der normalt er til rådighed, dels fordi forsøgene er kostelige, dels fordi de forsøg, der viser sig at være mest brug for ikke kan gennemføres med tilbagevirkende kraft.

Samarbejdet mellem planteværnseksperter og økonomer

For økonomer og de politiske beslutningstagere er det væsentligt, at de økonomiske analyser er baseret på et planteværnsfagligt grundlag, som er veldokumenteret og kan forstås af planteværnseksperter. Økonomen har rige muligheder (fx de lineære kombinationsmuligheder og økonomisk rationelle justering af sædskifte mv.) for på det solide planteværnsfaglige

grundlag at konstruere de nødvendige løsninger og adfærdsændringer på bedriften, som planteværnseksperterne af gode grunde kan være usikre på. Lige som økonomen ikke nødvendigvis skal kunne gennemskue de planteværnstekniske løsninger i mindste detalje. Det må kunne accepteres at planteværnseksperter ikke kan gennemskue og stå inde for de økonomiske analyser, men pres ikke planteværnseksperter til at beskrive reduktionsmuligheder som de er usikre på eller ikke kan gennemskue. En planteværnsekspert kan ikke beskrive hvorledes landmanden vil tilpasse sig til en pesticidafgift på fx 300 pct. eller til et krav et halveret pesticidforbrug hverken på landsplan eller på den enkelte bedrift. Planteværnseksperter kan derimod beskrive en række forskellige tilpasningsmuligheder, som afdækker de produktionsmuligheder som økonomen kan benytte i sine modeller og analyser. På det grundlag kan økonomen beskrive de relevante tilpasninger ved forskellige politiske og økonomiske scenarier. Og de økonomiske analyser kan vise, hvor der er behov for mere forskning og forsøg med reduceret pesticidanvendelse.

3.2 Norske modeller og analyser

I Norge finnes der, med PVNOR modellen (Fykse og Tørresen, 2001), en model som er egnet til at analysere reduktionspotentialet for pesticider. Modellen er en biologisk simuleringsmodel, som seneste er blevet anvendt til økonomiske analyser af reduktionsmulighederne for pesticider i et nyligt afsluttet projekt ved Norsk institut for landbruksøkonomisk forskning (NILF) for Mattilsynet (Refsgaard et al., 2006). I dette projekt er PVNOR modellen i kombination med traditionelle dækningsbidragskalkuler blevet benyttet til at beregne de økonomiske konsekvenser af ændrede planteværnsstrategier for forskellige sædskifter og dyrkningssystemer.

I de seneste analyser (Refsgaard et. al. 2006) er PVNOR modellen blevet anvendt til simulering af pesticidanvendelsen for 8 hovedscenarier, understøttet af 32 forskellige planteværnsstrategier, tre (seks) dyrkningssystemer og to sædskifter. De otte hovedscenarier har været:

- 1) Dagens pesticidanvendelse,
- 2) Harvning mod frøukrudt,
- 3) Ingen brug af fenoxysyrer,
- 4) Ingen brug af fenoxysyrer, men harvning mod frøukrudt,
- 5) Ingen brug af pesticider,
- 6) Ingen anvendelse af glyphosatmidler,
- 7) Styret anvendelse af frøukrudtsmidler med forskellig virkemåde og
- 8) Anvendelse af mere miljøvenlige svampemidler.

De tre (seks) dyrkningssystemer har været:

- A) Traditionel dyrkning med harvning og efterårsplojning,
- B) Efterårsplojning,
- C) Forårsplojning,
- D) Pløjefri med efterårsharvning,
- E) Pløjefri med forårsharvning og
- F) Pløjefri med direkte såning

Sædskifterne i de aktuelle analyser har været begrænset til:

- a) (vår)byg, havre og vårhvede samt
- b) (vår)byg, havre og vinterhvede for de relevante dyrkningssystemer.

PVNOR modellen holder rede på pesticidforbruget og den deraf afledte helse- og miljørisiko samt på kvælstofudvaskning og erosionsfaren ved de forskellige dyrkningssystemer, jordtyper og planteværnsstrategier. I de efterfølgende økonomiske analyser blev det på grundlag af resultaterne fra PVNOR modellen, for de enkelte strategier og bedrifter beregnet en ændring i dækningsbidraget samt i helse- og miljørisiko relativt til dagens pesticidanvendelse. I de økonomiske analyser svarer de enkelte kombinationer af sædskifte og dyrkningssystem til en bedrift.

Reduceret miljø- og helserisiko

I analyserne af Refsgaard et. al. (2006) har der, lige som i de hidtidige norske analyser af reduktionspotentialet for pesticider i landbruget, været fokuseret på en reduceret risiko for helse og miljøet. I Refsgaard et al. (2006, kapitel 3) er det beskrevet hvorledes der i Norge bliver beregnet helse- og miljørisikoindeks for håndtering og anvendelse af de enkelte pesticider i de enkelte afgrøder. De samme risikoindeks benyttes fx ved beregning af de norske pesticidafgifter. Selvom de hidtidige norske analyser af reduktionsmulighederne har fokuseret på en reduktion af helse- og miljørisiko, opfylder de i stort omfang, metode og resultatmæssigt, betingelserne for analyser af en egentlig forbrugsreduktion. I analyserne med PVNOR modellen beregnes der således et pesticidforbrug, som uden problemer vil kunne omregnes til fx standarddoser, til en mængde aktivstof (gram eller liter) eller til en pesticidomkostning (NOK). De norske standarddoser er baseret på de af producenterne angivne standarddoser og svarer dermed til det i Danmark benyttede såkaldte behandlingsindeks (BI). Oplysningerne fra PVNOR om pesticidforbruget opgjort som gram af aktivstof, BI eller i NOK, vil uden problemer kunne beregnes og indgå i de økonomiske analyser.

I de netop gennemførte analyser, har der været et enkelt scenarium med en fuldstændig udfasning af pesticiderne. Og nogle af de scenarier, der beskriver en væsentlig reduktion i risiko, kan give en indikation af omkostningerne ved en delvis udfasning af pesticiderne. På den bag-

grund, vil det med de nuværende norske modeller være muligt på give nogle grove estimater for udvalgte landbrugsbedrifters omkostninger ved et reduceret pesticidforbrug. Ideelt set bør der i PVNOR modellen, lige som i DØP modellerne gives mulighed for at benytte reducerede doser (ekstra scenarier), og der bør afprøves nogle flere (for en forbrugsreduktion) relevante sædskifter. Ved at gennemføre analyser for flere og mere varierede sædskifter med PVNOR modellen, vil det være muligt i de efterfølgende økonomiske analyser at vurdere, hvilke sædskifter der vil blive mere eller mindre økonomisk interessante i tilfælde af afgifter eller kvoter, der skal begrænse pesticidforbruget eller miljø- og helserisikoen knyttet til pesticidanvendelsen.

Tilpasning af PVNOR modellen

Det er imidlertid tre umiddelbare problemer med PVNOR modellen, som betyder, at den ikke umiddelbart kan anvendes til økonomiske analyser af en forbrugsreduktion for pesticider. Modellen er en normativ model, som pt. ikke er fuldt kalibreret til det nuværende pesticidforbrug og planteværnspraksis i norsk landbruget, den kan pt. ikke håndtere reducerede doser og den kan ikke gennemføre økonomisk betingede ændringer i sædskiftet. Alle disse problemer vil imidlertid direkte eller indirekte kunne løses. Problemet med at kalibrere modellen, er således ikke forårsaget af PVNOR modellen, men skyldes fraværet af detaljerede norske forbrugsdata. Problemet med økonomisk betingede ændringer i sædskiftet, skal ikke nødvendigvis løses direkte i PVNOR modellen. Ved at gennemføre analyser for flere og mere varierede, faste sædskifter med PVNOR modellen, vil det i de efterfølgende økonomiske analyser være muligt at bestemme de forskellige bedrifters sandsynlige økonomisk rationelle tilpasninger i pesticidanvendelse og i sædskiftet ved forskellige politiske og økonomiske indgreb i pesticidanvendelse.

Det formentligt største problem bliver at indarbejde responskurver eller løsninger med reducerede doser (punktestimater) for de enkelte pesticidanvendelser. Det vil dels være en modelfaglig udfordring, dels være et problem at skaffe data om effekten af reducerede doser for relevante midler mod forskellige skadevoldere i forskellige afgrøder og i forskellige egne af Norge. Når mulighederne er implementeret i modellen, bliver det næste problem at fastsætte de regler, der skal benyttes ved valg af løsninger og doseringer. Det vil ikke være muligt i PVNOR modellen at fastsætte beslutningsregler, som sikrer en økonomisk optimal drift og pesticidanvendelse. Derimod vil det være muligt at afprøve en række relevante regler og kombinationer af regler i modellen. På den måde afdækkes produktionsmulighederne, og de efterfølgende økonomisk analyser kan vise, hvilke strategier (beslutningsregler og scenarier), der er relevante for bedrifterne og samfundet ved forskellige politiske eller økonomiske indgreb i pesticidanvendelsen.

Sammenligning af PVNOR modellen med danske modeller

Antallet af planteværnsstrategier og deres detaljeringsgrad overgår langt de danske DØP modeller. Hertil kommer, at PVNOR modellen, som nævnt er en simuleringsmodel, hvor det aktuelle klima og et utal af biologiske tærskelværdier bestemmer de årlige variationer i pesticidforbruget og i udbyttet.

I modsætning til den danske DØP I model, kan PVNOR modellen ikke benytte reducerede doser og økonomiske skadestærskler. Og i forhold til DØP-II modellen kan PVNOR modellen ikke umiddelbart gennemføre økonomisk betingede justeringer i sædskiftet. Men PVNOR modellen skal måske slet ikke sammenlignes med DØP modellen. DØP modellen er en simpel adfærdsmodel, en måde at organisere de tekniske produktionsmuligheder på og en måde at gennemføre produktionsøkonomiske konsistente analyser af forskellige pesticidudfasningsscenarier. I Danmark er de tekniske produktionsmuligheder, der benyttes i DØP modellen fastsat på grundlag af mange års forsøgsdata og ekspertviden. Det gælder fx sandsynlighederne for moderate eller betydelige angreb af meldug eller bladlus i forskellige sorter og forskellige egne af landet. I dokumentationen til DØP modellen er disse sandsynligheder beskrevet med nogle få tal og er forklaret på nogle få linier eventuelt med henvisning til en planteavlsberetning, nogle konkrete forsøg eller kørsler med en bladlusmodel på de senest fem års bladlus- og klimadata.

Med brug af PVNOR modellen er det umiddelbart muligt at simulere, forklare, dokumentere og reproducere de agronomiske behov for pesticider og konsekvenserne af forskellige dyrknings- og planteværnsstrategier på grundlag af historisk vejr og med langt større detaljer end i det tekniske grundlag for DØP modellen. Men under overfladen vil PVNOR modellen i mange tilfælde skulle baseres på præcist de samme få forsøg og den samme bladlusmodel osv. Når PVNOR modellen allerede findes og løbende bliver vedligeholdt, er det derfor oplagt også at benytte modellen ved fastsættelsen af produktionsmulighederne ved en reduceret pesticidanvendelse, som det fx er gjort i Refsgaard et. al. (2006). For det tilfælde at der, som i Sverige og Danmark, ikke findes en PVNOR model, eller der ønskes en mulighed for at benytte reducerede doser i en eksisterende PVNOR model, kunne det være en meget ressourcekrævende omvej at udvikle og tilpasse en PVNOR model alene for at gennemføre økonomiske analyser af reduktionsmulighederne for pesticider.

Lige som for PVNOR modellen, kan FASSET modellen kun bidrage med en beskrivelse af produktionsmulighederne, og hverken PVNOR eller FASSET modellerne er i sig selv tilstrækkelige, men nyttige værktøjer ved produktions- og miljøøkonomiske analyser.

I sammenligning med FASSET modellen er PVNOR modellen afgrænset til planteproduktion, sædskifte, jordbearbejdning og planteværn for de mest relevante skadevoldere, afgrøder, dyrkningssystemer og jordtyper. PVNOR modellen er konstrueret af og kan programmeres af plan-

teproduktions- og planteværnseksperter. På den baggrund kan det, trods alt være en realistisk mulighed, fx at implementere anvendelsen af reducerede doser i PVNOR modellen. Men uanset hvor og hvordan muligheden for reducerede skal indgå i norske analyser af reduktionsmulighederne for pesticider, kan det største problem være, at skaffe data for effekten af reducerede doser og etablere et fagligt grundlag og en faglig accept for valget af fx responsfunktioner og håndtering af resistensproblemer.

Det blev tidligere nævnt, at DØP modellen kan benytte reducerede doser. Det er imidlertid en sandhed med modifikationer. DØP modellen indeholder fx ikke responsfunktioner, men er baseret på såkaldte pesticidanvendelser (PAV). Pesticidanvendelserne er en slags punkttestimater, som gerne er knyttet til en bestemt planteværnsstrategi og som er fastsat af planteværnseksperter. Ved beskrivelsen af en sådan pesticidanvendelse, som også kan være mekanisk eller ikke kemisk, kan eksperterne have benyttet alle mulige forsøgsdata, modeller, viden, intuition og antagelser om udvikling og variation i behov, resistens og midler osv. I den seneste analyse med DØP modellen for Miljøstyrelsen (Ørum 2003) blev der således afsat ressourcer til dels at opdatere de pesticidanvendelser, der blev benyttet til Bicheludvalgets analyser, dels afsat ressourcer til at beskrive endnu flere pesticidanvendelser og lavdosisstrategier. Det betyder at DØP modellen kan benytte reducerede doser. Det er således ikke DØP modellen der kan beregne eller konstruere lavdosis strategierne. Muligheden skyldes dygtige planteværnseksperter, mange års danske forsøg og erfaringer fra praksis med reducerede doser samt finansiering fra Miljøstyrelsen.

Ved en vurdering af DØP modellens anvendelighed i de andre nordiske lande, er det derfor væsentligt at skelne mellem modellens produktions- og miljøøkonomiske koncept og de bedriftstyper, scenarier og pesticidanvendelser der "tilfældigvis" sidst er blevet benyttet til analyser for den danske miljøstyrelse. Det kan tænkes, at en lang række af de danske pesticidanvendelser (PAV) kan være relevante for det sydlige Sverige, men ellers må det antages, at de enkelte nordiske lande ville skulle tilpasse modellen til de aktuelle bedriftstyper og scenarier, gerne suppleret med diverse helse- og miljørisici indeks. På den måde kan DØP modellen være et idegrundlag og en skabelon for en eventuel modeludvikling i de andre nordiske lande. Men DØP modellen kan ikke løse de enkelte landes opgaver med at diskutere og skaffe accept af hvilke bedriftstyper, afgrøder, scenarier og pesticidanvendelser, der skal benyttes i analyserne. Og de enkelte lande, på nær det sydlige Sverige, slipper ikke for at udføre det store arbejde med at beskrive de enkelte pesticidanvendelser (PAV) for de øvrige lande, måske med undtagelse af det sydligste Sverige. DØP modellen er derfor kun en produktionsøkonomisk metode og en måde at organisere samarbejdet mellem agronomer og økonomer ved beskrivelse af pesticidanvendelserne, og sikre at de biologisk-tekniske produktionsmuligheder integreres i de økonomiske analyser.

Norske erfaringer med DØP modellen

Det vurderes, at DØP modellen har egenskaber og en opbygning som gør den egnet til norske analyser af de produktions- og miljøøkonomiske analyser af reduktionspotentielt for pesticider. Men de biologiske, strukturelle og forvaltningsmæssige forskelle mellem Danmark og Norge betyder, at den danske DØP model ikke direkte kan anvendes på norske forhold. Men den produktionsøkonomiske ide og metode bag DØP modellen kan med fordel anvendes i Norge. DØP modellen sikrer således en ideel integration af de biologisk-tekniske produktionsmuligheder i de produktionsøkonomiske analyser.

Det som mangler i Norge er en økonomisk model som gennem dynamiske processer kan beregne, hvordan landmanden vil tilpasse sig i den periode som PVNOR estimerer biologisk. Med økonomiske skadestærskler (skranker) i PVNOR, i tillæg til agronomiske skadestærskler, som allerede findes i modellen, vil modellen kunne estimere både økonomisk og agronomisk resultat over 22 år.

PVNOR modellen giver det ultimativt bedste agronomiske grundlag for de økonomiske analyser af reduktionspotentialet for pesticider i norsk landbrug. Men PVNOR modellen kan så meget mere end blot at holde styr på pesticidanvendelsen. Til brug for økonomiske analyser af reduktionspotentialet kan mindre imidlertid gøre det. Her er den danske DØP model et godt bud på en model, som er målrettet til netop denne opgave. Her er netop de agronomiske data der er behov for til analyserne (udvalgte scenarier, bedriftstyper, afgrøder og sædskifter) kernen i en minimalistisk produktionsøkonomisk adfærdsmodel, der i princippet vil kunne anvendes til rådgivning af landmænd i tilfælde af en regulering af pesticidanvendelsen. Den danske DØP model er en meget fleksibel model, som nemt kan tilpasses til andre scenarier mv.

I tilfældet med Norge, vil det være oplagt at genanvende PVNOR modellen og det i Refsgaard et al. (2006) benytte koncept til analyser også af egentlige forbrugsreduktioner. De data, forsøg og faglige diskussioner, der vil kræves for at implementere reducerede doser og økonomiske skadestærskler i PVNOR modellen, vil i princippet være præcist de samme som kræves ved en tilpasning og anvendelse af DØP modellen.

3.3 Svenske analyser og modeller

Der har ikke hidtil været benyttet særlige økonomiske eller planteværns-tekniske modeller i de svenske analyser af mulighederne for en reduceret pesticidanvendelse i landbruget.

Ved udredningen af den seneste svenske pesticidhandlingsplan (Jordbruksverket, 2002) blev der gennemført analyser af den økonomiske nettoeffekt for landbrug og gartneri af forskellige udfasningsscenarier. Udredningen og de økonomiske analyser blev forstået af Jordbruksverket.

Svenske erfaringer med DØP modellen

DØP modellen er en helt åben Excel baseret model, der er let at redigere og opdatere med nye værdier. Det gør den nemt at ændre modellens tekniske matrice (faktorbaser) og de agronomiske og økonomiske bibetingelser. Modellen kan derfor relativt enkelt tilpasses til ændrede produktionsforhold. Sammenfattende konstateres det, at modellen giver gode muligheder for at analysere ændrede produktionsforhold, giver gode muligheder for at vurdere forskellige muligheder for en reduceret pesticidanvendelse og giver gode muligheder for komplementerende følsomhedsanalyser.

I den danske opsætning af DØP modellen blev der benyttet mere end 10 forskellige bedriftstyper fordelt på lerjord og sandjord og med fast arealanvendelse. Denne opsætning har været tilstrækkelig til at belyse produktionsforholdene og reduktionsmulighederne ved den seneste danske udredning af reduktionspotentialer for pesticider. For en nærmere beskrivelse af den danske opsætning af modellen henvises til tidligere afsnit.

I DØP modellen har man opdelt dansk landbrug i 5 bedriftstyper på lerjord og 5 bedriftstyper på sandjord. Det er imidlertid ikke praktisk muligt at opdele svensk landbrug på samme måde. Der er meget større forskelle på jordtyperne i de forskellige landbrugsregioner i Sverige end i Danmark, og der findes ikke en svensk jordbrugsstatistik som er opdelt på jordtyper og bedriftstyper. En opdeling som den danske, ville desuden medføre et meget stort antal svenske delområder.

For at anvende modellen for svenske forhold kræves en anden inddeling (en anden grundstruktur) som tilpasses både efter de faktiske forhold og den statistik som er til rådighed eller kan genereres.

Den inddeling der anvendes i de fleste statistiske sammenhænge er "produktionsområder". Der findes 18 oprindelige produktionsområder, men disse kan slås sammen til otte større produktionsområder. Når inddelingen i produktionsområder blev foretaget, tog man hensyn til de naturforhold, som væsentligst påvirker produktionsforholdene for jordbrug som fx bjerg- og jordarternes kvalitet, landskabets topografi og klimaet. Denne opdeling er almindeligt accepteret og anvendt. De otte produktionsområder er:

- | | | |
|---|--------------------------------|-------|
| 1 | Götalands södra slättbygder | (Gss) |
| 2 | Götalands mellanbygder | (Gmb) |
| 3 | Götalands norra slättbygder | (Gns) |
| 4 | Svealands slättbygder | (Ss) |
| 5 | Götalands skogsbygder | (Gsk) |
| 6 | Mellersta Sveriges skogsbygder | (Ssk) |
| 7 | Nedre Norrland | (Nn) |
| 8 | Övre Norrland | (Nö) |

Når man desuden fokuserer på anvendelsen af planteværnsmidler skulle antallet af områder kunne begrænses til 5, eller mindst 4, fordi at det er store forskelle i anvendelsen af pesticider i produktionsområderne. Den relative andel af arealet som behandles med ukrudts-, svampe- og insektmidler er størst i Götalands södra slättbygder (Gss) og mindst i skogsbygderne (Gsk og Ssk) samt i Norrland (Nn og Nö). Nedenstående tabel illustrerer forskellene i anvendelsen af pesticider (tabel 1).

Tabel 1. Anvendelsen af pesticider (herbicider, fungicider og insektmidler) i Sverige 2006. Dyrket areal (odlat grødareal) og relativ andel af arealet som er behandlet.

Produktionsområde	Areal	Procent behandlet areal med			
	1000 ha	ogräs-	svamp-	Insektsmedel	totalt
Gss	308	80%	48%	36%	82%
Gmb	297	52%	22%	12%	54%
Gns	381	64%	19%	16%	67%
Ss	504	54%	11%	11%	57%
Gsk	434	22%	3%	4%	23%
Övriga (Norra Sverige)	407				

Kilde: Statistiska centralbyrån (SCB) 2007

De fem første produktionsområder i tabellen udgør 83 % af det samlede dyrkede (brukade) svenske landbrugsareal, mens de fire første produktionsområder kun udgør 64 % af det samlede landbrugsareal.

Den svenske grundopdelingen i produktionsområder skal derefter komplementeres med en mere detaljeret opdeling af bedriftstyperne for at give både en bedre overensstemmelse med de faktiske forhold og muliggøre en dybere analyse, og der er forskelle i bedriftstyperne som skal lægges til. Stratifikationen i den svenske landbrugsstatistik er, lige som den danske, baseret på FADN og EUROSTAT. Denne stratifikation er opdelt på langt flere brugstyper (fx hovedgrupperne planteavl, husdyrbrug, blandet drift og små brug) end der er benyttet i de danske analyser med DØP modellen, hvor hovedbedriftstyperne nedbrydes ved hjælp af sædskiftet. I de danske analyser med DØP modellen er der således ikke taget hensyn til landbrugsstatistikens undergrupper. I tabel 2 vises antal bedrifter med respektive bedriftstyper.

Tabel 2. Antal bedrifter i Sverige opgjort på bedriftstyper i 2003

Bedriftstype (Driftsretning)	Antal bedrifter	%
Jordbruksvæxter	18.430	27
Köks-, prydnads- og plantskolevæxter	972	1
Frukt og bær	404	1
Blandad væxtodling	597	1
Summa væxtodling	20.403	30
Nötkreatur	19.932	29
Får og getter	2.520	4
Svin	1.039	2
Fjäderfå	189	0
Blandad husdjursskötsel	2.321	3
Summa husdjursskötsel	26.001	38
Blandat jordbruk, mest væxtodling	2.417	4
Blandat jordbruk, mest husdjursskötsel	3.837	6
Summa blandat jordbruk	6.254	9
Småbruk	15.230	22
I alt	67.888	100

Kilde: Statistiska centralbyrån (SCB) 2004.

Det vil også være muligt at opdele bedrifterne i andre bedriftstyper, men så mangler det statistiske grundlag for en fordeling i de enkelte produktionsområder. Den største ulempe ved en udvidet opdeling er, at der ikke findes statistik for pesticidanvendelsen.

Der findes ikke en detaljeret oversigt over mulige planteværnsstrategier og tilhørende udbyttetab ved en reduceret pesticidanvendelse for svenske afgrøder. En sådan oversigt er en væsentlig forudsætning for at tilpasse og anvende danske DØP model. Forslag til strategier er:

Aktuel pesticidanvendelse 2006 eller 1998

HIR-stödd odling eller Integreret Produktion (IP)

Ingen pesticidanvendelse eller økologi

Strategierne HIR-stödd odling og Integreret Produktion (IP) er miljøtilpassede dyrkningsmetoder for konventionelt landbrug. Hushållningssällskapens Individuella Rådgivning (HIR) rådgiver mellem 5.000 og 10.000 kunder primært i det sydlige Sverige, og reglerne for integreret produktion (IP) er fastsat i Svenskt Sigill, der er en kvalitetsmærkning med tilhørende regler og uvildig kontrol af planteproduktionen, som er udviklet af Lantbrukarnas Riksförbund (LRF). I 2006 var ca. 4.500 landbrug tilknyttet ordningen IP-Sigill.

Det vil formentligt være nødvendigt med beskrivelse af nogle flere strategier mellem HIR og økologi for at udnytte modellen optimalt (for at

få et mere retvisende billede af reduktionsmulighederne ved en stor, men ikke fuldstændig reduktion af pesticidforbruget).

Fordi der savnes statistisk underlag for en del af grundlaget for svenske analyser med DØP modellen, er der en del opgaver der skal løses. Den statistik som skal anvendes er:

Statistik for anvendelse af bekæmpelsesmidler. I 2006 blev der gennemført en opgørelse af pesticidforbruget i de enkelte len, produktionsområde og afgrøde

En kvantificering af skadevoldernes forekomst og økonomiske betydning opgjort på ukrudt, plantesygdomme og skadedyr. Den opgave løses bedst af en arbejdsgruppe, der sammensættes til opgaven

En ikke for detaljeret opdeling på bedriftstyper

En oversigt over relevante pesticidanvendelser og deres udbyttetab

For hver pesticidanvendelse opgøres behandlingsindeks og risikoindeks

Det kan således konkluderes, at for at den danske DØP model skal kunne anvendes på svenske forhold, kræves det et ganske omfattende arbejde for at sammenstille den nødvendige viden og registreringer. En del af denne viden findes allerede, mens anden viden først skal indhentes. Forhåbentligt har den seneste svenske undersøgelse i 2006 taget hensyn til nogle af disse forhold.

4. Diskussion og opsamling

I dette kapitel diskuteres og opsamles ikke kun resultaterne fra de foregående kapitler, men også nogle relevante resultater og iagttagelser fra diverse projekt- og arbejds møder.

Den dansk DØP har været afprøvet i både Norge og Sverige, og det har været diskuteret hvorledes den norske PVNOR model kunne anvendes i Sverige og Danmark.

I Norge har der således på NILF været eksperimenteret med DØP modellen. Konceptet er godt, men det vurderes, at der dels ikke er meget tilbage af modellen, hvis den skal tilpasses til norske forhold. Der ikke er tilstrækkeligt mange regionale forsøg med reducerede doser, der er behov for forsøg som afdækker mulighederne for ikke bare en reduceret mængdemæssig pesticidanvendelse, men også en reduceret risiko for natur, miljø og sundhed ved anvendelse af pesticider. Det er således ikke i praksis relevant at tilpasse DØP modellen til norske forhold. Den store udfordring er her, at etablere det nødvendige agronomiske grundlag for en økonomisk model.

I Sverige har Jordbruksverket med assistance fra SLU i Alnarp gennemført en grundig analyse af mulighederne for at tilpasse DØP modellen, så den kan anvendes til analyser af de økonomiske muligheder for en reduceret pesticidanvendelse i forskellige svenske regioner. Det vurderes, at vækstbetingelserne, afgrøderne og sædskifterne i det sydlige Sverige og Danmark er så ensartede, at DØP modellen, uden de store ændringer bør kunne anvendes til analyser af reduktionsmulighederne i det sydlige Sverige, hvor en meget stor del af pesticidanvendelsen i svensk landbrug foregår. Også her har det vist sig, at der er et stort behov for at kunne verificere DØP modellens agronomiske med lokale forsøgsresultater.

Det er en væsentlig egenskab ved den danske DØP model, at den kan anviser løsninger med en reduceret pesticidanvendelse. De forsøg der ligger bag DØP modellen har også gyldighed i det sydlige Sverige. Men fordi der ikke er et tilstrækkeligt antal tilsvarende forsøg i det sydlige Sverige, er det ikke muligt at verificere og anvende modellen til økonomiske analyser af reduktionsmulighederne i det sydlige Sverige med anvendelse af reducerede doser. Sydsvenske landmænd og konsulenter har ikke den samme praksis og de samme erfaringer med anvendelse af reducerede pesticiddoser og mekanisk ukrudtsbekæmpelse som danske landmænd og konsulenter. Det er ikke tilstrækkeligt, at DØP modellen bliver tilpasset til sydsvenske bedriftstyper, afgrøder, pris- og omkostningsstruktur mv. Sydsvenske landmænd og konsulenter kan ikke forventes at have tillid til, at de danske forsøg har afdækket de løsninger som er relevante for den sydsvenske landmand, og de vil have vanskeligt ved at ac-

ceptere løsninger med fx reducerede doser og mekanisk ukrudtsbekæmpelse som ikke har været afprøvet i Sydsverige. Hertil kommer at der trods alt kan være betydelige forskelle i gødningspraksis, sortsvalg, sædskifte, såtidspunkt, ukrudtstryk, jordtyper osv. som kan påvirke behovet for og effekten af pesticider.

Med andre ord kan DØP modellen, som koncept, godt anvendes i Norge og Sverige, men fastsættelsen af bedriftstyper, afgrøder og pesticidanvendelser, der skal indgå i modellen af agronomiske og politiske årsager nødvendigvis må foregå i et nationalt/regionalt regi. Denne proces er en meget væsentlig og nødvendig forudsætning for at modellen og analyserne kan accepteres og understøtte politiske beslutninger. I Danmark foregik en væsentlig del af denne proces i det såkaldte Bicheludvalg, med deltagelse af jordbrugsforskere, økonomer, administratorer, grønne organisationer og landbruget. Dette indikerer, at man ikke i Norge og Sverige kan/bør undlade at nedsætte et Bicheludvalg og ukritisk implementere den danske DØP model.

I Danmark har der i mange år været anvendt og gennemført forsøg med reducerede doser, og målsætningen i den danske pesticidhandlingsplan er fastsat ved hjælp af det såkaldte behandlingsindeks. Analyserne med DØP modellen er derfor baseret på anvendelsen af reducerede doser og analyser af fx kvoter og afgifter baseret på behandlingsindekset. Imidlertid er DØP modellen som koncept (økonomisk model) ikke bundet til reducerede doser og behandlingsindeks. DØP modellen kan uden problemer inkludere miljøindeks, mængde aktivstof, omsætning af aktivstoffer osv. Derimod ændres behovet for forsøg fordi de løsninger, der er økonomiske rationelle ved fx en trinvis stigende afgift på behandlingsindekset ikke nødvendigvis vil medføre en tilsvarende mængdemæssig reduktion i forbruget af aktivstof eller en reduceret risiko.

Også den norske PVNOR model har som nævnt været præsenteret og diskuteret på flere projektmøder. PVNOR modellen er en simuleringsmodel hvor behovet for pesticider, på grundlag af empiriske klima- og plan-teavlsforsøgsdata, varierer fra år til år. Modellen kan ikke håndtere reducerede doser eller en løbende økonomisk optimal tilpasning af sædskiftet. Modellen kan derimod simulere effekten af forskellige virkemidler som fx restriktioner på jordbearbejdning eller specifikke sprøjtninger og kan dermed, jf. ny NILF rapport, udgøre et godt grundlag for egentlige drifts-økonomiske analyser. Da PVNOR ikke pt. understøtter en anvendelse af reducerede doser, kan den imidlertid kun give en meget konservativ og højt sat vurdering af omkostningerne ved en reduceret pesticidanvendelse.

I modsætning til DØP modellen, som kan programmeres på et par timer og rummes i et enkelt Excel regneark, kræver PVNOR modellen licens og programmeringskundskaber til et særligt software (POWER-SIM) og det har kostet flere mandeår at udvikle systemet. Det kunne være interessant at have et PVNOR i Sverige og Danmark, men det vurderes,

at alene etableringsomkostningerne gør det urealistisk at etablere et sådant system i Sverige og Danmark. Og som nævnt kan PVNOR ikke alene løse opgaven, men vil under alle omstændigheder skulle suppleres med egentlige økonomiske analyser med mulighed for økonomisk optimering og reducerede doser.

Den i projektet afprøvede DØP model har ikke givet landmanden mulighed for at tilpasse sædskiftet. Ved moderate tilpasninger i pesticidanvendelsen har justeringer i sædskiftet ikke den store betydning for reduktionsomkostningerne, men at det har en stor betydning at modellen (landmanden) frit kan vælge de mindst bekostelige reduktioner i pesticidanvendelsen. Derfor er den benyttede DØP model velegnet til analyser af moderate reduktioner i pesticidanvendelsen. Ved større reduktioner bør der imidlertid gives mulighed for en tilpasning af sædskiftet.

Fælles forsøgsdata

Projektgruppen vurderer, at de tre lande har gode muligheder for at udnytte forsøgsdata fra de andre lande. Således vil forsøgsdata fra Sydsverige og Danmark samt forsøgsdata fra det norske Østlandet og svenske Vestra Götaland i princippet kunne supplere hinanden. Vedrørende mulighederne for nordisk forsøgssamarbejde og udveksling af forsøgsdata henvises i øvrigt til rapporten Nordisk Ministerråd (2005). Det gælder imidlertid, at der fra land til land og fra region til region er meget store forskelle på forsøgenes design, tæthed og repræsentativitet samt behovet for og formålet med forsøgene. Det vurderes, at der er et godt grundlag for et samarbejde om forsøg og udveksling af forsøgsdata, men at det i praksis er nødvendigt at understøtte de nationale og regionale analyser med et stort antal lokale, målrettede planteavlsforsøg. Hvis de økonomiske analyserne ikke er baseret på relevante, lokale forsøg afspejler de ikke de lokale reduktionsmuligheder og kan derfor heller ikke accepteres som grundlag for mere overordnede økonomiske analyser og politiske beslutninger.

Miljøindikatorer

I Danmark er der tradition for at opgøre landbrugets pesticidforbrug og risikoen knyttet til dette pesticidforbrug ved hjælp af det såkaldte behandlingsindeks. Også det nuværende norske og svenske pesticidforbrug vil uden de store problemer, ved hjælp af godkendelses- og standarddosser, kunne omregnes til et behandlingsindeks. I Norge og Sverige opgøres pesticidforbruget imidlertid i mængde aktivstof, mens de miljø- og sundhedsmæssige risici opgøres ved hjælp af særlige miljø- og helseindeks. Også i Danmark har muligheden for at inddrage pesticidernes miljø- og sundhedsrisiko i fremtidige pesticidhandlingsplaner været diskuteret og analyseret i et såkaldt miljøindikatorudvalg (Kjær et al. 2007).

Det vurderes, at de eksisterende norske og svenske miljø-, sundhedsindeks for pesticider uden problemer vil kunne indbygges i DØP model-

len, og DØP modellen vil sagtens kunne anviser de økonomisk mest effektive løsninger ved krav om en et givet forbrug og en given risiko. Problemet er blot, at der ikke i dag er tilstrækkeligt mange norske og svenske forsøg med reducerede pesticiddoser til at understøtte disse beregninger, og at der ved en udbygning med miljø- og helseindeks vil kræves endnu flere forsøg.

5. Konklusion

Formålet med projektet var erfaringsudveksling, identifikation af relevante data og modeller samt afprøvning af modeller. Disse formål er opnået og det kan konkluderes, at det har været nyttigt at få kendskab til de andre landes handlingsplaner, virkemidler, forsøgsdata og modeller. Det kan også konkluderes, at de analyserede modeller principielt vil kunne anvendes af de andre lande, men at modellerne i praksis udgør en nødvendig, men langt fra tilstrækkelig forudsætning for at gennemføre politisk anvendelige nationale og regionale økonomiske analyser af mulighederne for en reduceret pesticidanvendelse. Den helt store udfordring består derimod i at få etableret et godt agronomisk og politisk acceptabelt grundlag for modellerne i hvert enkelt land og region. Der er i princippet rigtigt gode muligheder for at udveksle planteavlsforsøgsdata mellem det norske Østlandet og det svenske Vestra Götaland samt det sydlige Sverige og Danmark, men for at kunne få accept af analyserne og for at analyserne skal kunne anvendes som grundlag for politiske beslutninger, må analyserne nødvendigvis også (eller i høj grad) være baseret på nationale og regionale planteavlsforsøg i en national kontekst.

Referencer

- Fykse, Haldor and Kirsten Semb Tørresen (2001). A dynamic model for simulating plant protection practices in cereals. The Norwegian Crop Research Institute Report No 08/2001.
(http://www.umb.no/forskning/mildri/publikasjoner/pvnr_doc.pdf)
- Kjær, Christian, Peter Borgen Sørensen, Per Kudsk og Lise Nistrup Jørgensen (2007). *Indikatoren behandlingshyppighed (BH) som mål for pesticidbehandlings miljøbelastning*. Notat fra Danmarks Miljøundersøgelser og Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet.
- Jacobsen, B.H, Petersen, B.M, Berntsen, J., Boye, C., Sørensen, C., Søgaard, H.T. and Hansen, J.P. (1998). *FASSET - A Integrated Economic and Environmental Farm Simulation Model*. Report no. 102, Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics. 152 p.
- Jacobsen, Lars-Bo & Søren E. Frandsen (1999). Analyse af de sektor- og samfundsøkonomiske konsekvenser af en reduktion i forbruget af pesticider i dansk landbrug. Rapport nr. 104, Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut.
- Jordbruksverket (2002). *Förslag till handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen till år 2006*. Rapport 2002:7 fra Jordbruksverket og Kemikalieinspektionen.
(http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra02_7.pdf)
- Jørgensen, L.N., Jensen, P.K., Holm, S., Mikkelsen, G., Kristensen, I.S. & Ørum, J.E. (1999). *Estimerede tabsfunktioner og sædskifter i et 0-pesticid scenarium*. 16. Danske Planteværnskonference, marts 1999, DJF rapport nr. 9, 7-26.
- Miljøstyrelsen (1999a). Udvalget til vurdering af de samlede konsekvenser af en hel eller delvis afvikling af pesticidanvendelsen. Rapport fra hovedudvalget (Bicheludvalget).
- Miljøstyrelsen (1999b). *Rapport fra jordbrugsdyrkningsudvalget*. Underudvalgsrapport udarbejdet til Bicheludvalget.
- Miljøstyrelsen (1999c). Rapport fra underudvalget om produktion, økonomi og beskæftigelse. Underudvalgsrapport til Bicheludvalget
- Nordisk Ministerråd (2002). *Bæredygtig udvikling – en ny kurs for Norden.*, Rapport fra Nordisk Ministerråd, TemaNord 2001:505
(<http://www.norden.org/pub/ebook/2001-505.pdf>)
- Nordisk Ministerråd (2004). *Slutrapport fra projektet - Sluttrapportering for projektet "Nordisk samarbeid for redusert anvendelse av pesticider*. Nordisk Ministerråd, TemaNord 2004:542. ”
(<http://www.norden.org/pub/miljo/jordogskov/sk/TN2004542.pdf>)
- Nordisk Ministerråd (2005). *Samarbejde om markforsøg i Norden - Analyse af mulighederne for nordisk forsøgssamarbejde*. Rapport fra Nordisk Ministerråd, TemaNord 2005-592.
(<http://www.norden.org/pub/miljo/jordogskov/sk/TN2005592.pdf>)
- OECD (2001). *OECD Workshop on the Economics of Pesticide Risk Reduction*. Report presenting conclusions and recommendations from OECD workshop in , Copenhagen 28-30 November 2001.
(<http://www.oecd.org/dataoecd/43/34/2086418.pdf>)
- Refsgaard, Karen., Asbjørn Veidal, Jan Netland og M. Stenrød (2006). *Risikoreduksjon av bruk av plantevernmidler - En samfunnsmessig konsekvensanalyse*. NILF-rapport 2006-5.
(<http://www.nilf.no/Publikasjoner/Rapporter/Bm/2006/R200605Innhold.shtml>).
- Statistiska centralbyrån (2004). *Jordbruksföretagens driftinriktning 2003*. Statistiska meddelanden SM JO35SM0401, Statistiska centralbyrån.
- Statistiska centralbyrån (2007). *Växtskyddsmedel i jord- och trädgårdsbru- ket2006. Användning i grödor*. Statistiska meddelanden SM MI31SM0701, Statistiska centralbyrån.
- Ørum, Jens Erik (1999). Driftsøkonomiske konsekvenser af en pesticidudfasning - Optimal pesticid- og arealanvendelse for ti bedriftstyper i udvalgte scenarier.

- Rapport nr. 107, Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut.
- Ørum, Jens Erik (2003). *Driftsøkonomisk analyse af en reduceret pesticidanvendelse i dansk landbrug - en opdatering af Bicheludvalgets analyser*. Rapport nr. 163, Fødevareøkonomisk Institut.
- (<http://www.foi.life.ku.dk/upload/foi/docs/publikationer/rapporter/nummererede%20rapporter/160-169/163.pdf>)
- Ørum, Jens Erik (2007). Arbejdsnotat vedrørende lineær respons ved reducerede pesticiddoseringer. Fødevareøkonomisk Institut.

Summary

The Nordic Strategy for Sustainable Development states that quantitative goal for reduced consumption of pesticides must be set in the Nordic countries. A working group “Nordic collaboration for reduced consumption of pesticides” recommended, that the countries carry out analyses of the potential, and economic consequences of reduced consumption. This project is a follow up to that recommendation.

The aim of the project is to identify which data, models and analytical methods that have been used for economic analyses on farm level of pesticide use in the Nordic countries. Furthermore it has been investigated to what extend data, models, and methods can be transferred from one country to another. The methods, models and data requirement has been presented and discussed at three workshops, and it has been clarified to what extend they are relevant and sufficient for the other countries.

It has been concluded that data, models and methods are transferable; the real challenge is, however, to provide the models with sufficient and appropriate crop protection trial data, and also to develop models and methods to fit into different political contexts. The Danish models and methods have been focusing on an overall reduction of pesticide use, whereas the Norwegian and Swedish models and methods have been focusing on reducing health and environmental risks of pesticide use.

From a biological and climatic point of view, trial data from many regions are transferable. However, in practice the effects of new strategies and techniques from other countries and regions should also be verified by the national authorities and have been experienced by farmers and their consultants at the regional level. Otherwise the trial data is not valid for economic and environmental policy analyses.