



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Udredning om monitorings, varslings- og beslutningsstøtte- systemer for skadevoldere i planteproduktionen i landbrug, gartneri og frugtavl

Miljøprojekt nr. 1407, 2012

Titel:

Udredning om monitorings, varslings- og beslutningsstøtte-systemer for skadevoldere i planteproduktionen i landbrug, gartneri og frugtavl

Forfattere:

Jørgen Axelsen ¹⁾, Lisa Munk ²⁾, Lene Sigsgaard ²⁾, Jens Erik Ørum ³⁾, Jens Carl Streibig ²⁾, Søren Navntoft ²⁾, Tove Christensen ³⁾, Anders Branth ⁵⁾, Kirsten Elkjær ⁶⁾, Maren Korsgaard ⁶⁾, Peter Borgen Sørensen ¹⁾ og Eva Bonefeld-Jørgensen ⁴⁾

¹⁾ Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

²⁾ Institut for Jordbrug og Miljø, Københavns Universitet

³⁾ Fødevareøkonomisk Institut, Københavns Universitet

⁴⁾ Institut for Folkesundhed, Aarhus Universitet

⁵⁾ Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet

⁶⁾ Landboforeningen Gefion

Udgiver:

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

År:

2012

ISBN nr.

978-87-92779-73-1

Ansvarsfraskrivelse:

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

FORORD	7
SAMMENFATNING	9
SUMMARY	13
1 INDLEDNING	17
2 FORMÅL OG BAGGRUND	19
3 ANVENDT METODIK I PROJEKTET	21
3.1 INFORMATIONSSØGNING	21
3.1.1 Litteratur	21
3.1.2 Workshop/fokusgruppeinterviews	23
3.2 BESKRIVELSE AF EKSISTERENDE MVB-SYSTEMER	24
3.3 EVALUERING	24
3.3.1 Tekniske/biologiske baggrund	24
3.3.2 Anvendelsen	25
3.3.3 Miljømæssig betydning af MVB-systemer	25
3.4 DISKUSSION	25
3.4.1 Forskningsfaglig vurdering af forudsætninger og krav, der skal være opfyldt for kunne udvikle monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer	25
3.4.2 Behovet for udvikling af nye systemer	25
3.4.3 Hvad skal MVB-systemer kunne for at bidrage til at reducere pesticidbelastningen	26
3.5 PERSPEKTIVERING	26
4 DEFINITION AF MONITERINGS-, VARSLINGS- OG BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER	27
4.1 DEFINITIONER	27
4.1.1 Monitoring	27
4.1.2 Varslingsystemer	28
4.1.3 Beslutningsstøttesystemer	30
5 BESKRIVELSE AF EKSISTERENDE MONITERINGS-, VARSLINGS- OG BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER	33
5.1 SKADETÆRSKLER	33
5.2 KORN	34
5.2.1 Korn-ukrudt, monitoring	34
5.2.2 Korn-ukrudt, varsling	34
5.2.3 Korn-ukrudt, beslutningsstøtte	34
5.2.4 Korn-sygdomme, monitoring	38
5.2.5 Kornsygdomme, varsling	41
5.2.6 Korn-sygdomme, beslutningsstøtte	41
5.2.7 Korn-skadedyr, monitoring	43
5.2.8 Korn-skadedyr, varsling	44
5.2.9 Korn-skadedyr, beslutningsstøtte	45
5.3 RAPS	48
5.3.1 Raps-sygdomme, monitoring	48

5.3.2	<i>Raps-sygdomme, varsling</i>	48
5.3.3	<i>Raps-sygdomme, beslutningsstøtte</i>	49
5.3.4	<i>Raps-skadedyr, monitorering</i>	49
5.3.5	<i>Raps-skadedyr, varsling</i>	50
5.3.6	<i>Raps-skadedyr, beslutningsstøtte</i>	50
5.4	KARTOFLER	51
5.4.1	<i>Kartoffel-sygdomme, monitorering</i>	51
5.4.2	<i>Kartoffel-sygdomme, varsling</i>	51
5.4.3	<i>Kartoffel-sygdomme, beslutningsstøtte</i>	53
5.4.4	<i>Kartoffel-skadedyr, monitorering</i>	55
5.4.5	<i>Kartoffel-skadedyr, varsling</i>	55
5.4.6	<i>Kartoffel-skadedyr, beslutningsstøtte</i>	56
5.5	KERNEFRUGT	56
5.5.1	<i>Kernefrugt-sygdomme, monitorering</i>	56
5.5.2	<i>Kernefrugt-sygdomme, varsling</i>	57
5.5.3	<i>Kernefrugt-skadedyr, monitorering</i>	59
5.5.4	<i>Kernefrugt-skadedyr, varsling</i>	60
5.5.5	<i>Kernefrugt-skadedyr, beslutningsstøtte</i>	60
5.6	BEDEROER	62
5.6.1	<i>Sygdomme i bederoer, MVB-systemer</i>	62
5.6.2	<i>Skadedyr i bederoer, MVB-systemer</i>	63
5.7	HAVEBRUGSAFGRØDER	64
5.7.1	<i>Sygdomme i havebrugsafgrøder, MVB-systemer</i>	64
5.7.2	<i>Skadedyr i havebrugsafgrøder, MVB-systemer</i>	66
5.8	MAJS - SYGDOMME, MVB-SYSTEMER	67
5.9	PESTICIDBELASTNING	67
6	ANALYSE OG EVALUERING AF EKSISTERENDE MONITERINGS-, VARSLINGS- OG BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER	73
6.1	TEKNIK OG MATEMATISK/BIOLOGISK BAGGRUND	73
6.1.1	<i>Monitorering</i>	73
6.1.2	<i>Registreringsnet</i>	74
6.1.3	<i>Varslingsystemer</i>	75
6.1.4	<i>Beslutningsstøttesystemer</i>	77
6.2	KLIMA I VARSLINGS- OG BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER	81
6.3	ANVENDELSE	82
6.4	EVALUERING AF SYSTEMERNES MILJØMÆSSIGE BETYDNING	85
6.4.1	<i>Planteværn Online (PVO)</i>	86
6.4.2	<i>Registreringsnet</i>	91
7	DISKUSSION	93
7.1	MONITERING	93
7.2	VARSLINGSSYSTEMER	94
7.3	BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER	94
7.3.1	<i>Ukrudt:</i>	94
7.3.2	<i>Sygdomme:</i>	95
7.3.3	<i>Skadedyr</i>	96
7.3.4	<i>Anvendelse, udvikling, vedligeholdelse af Planteværn Online (PVO)</i>	97
7.4	KLIMA	98
7.5	ANVENDELSE AF MVB-SYSTEMER	98
7.6	MVB-SYSTEMERS BETYDNING FOR MILJØET	101
7.7	FORSKNINGSFAGLIG VURDERING AF FORUDSÆTNINGER OG KRAV, DER SKAL VÆRE OPFYLDT FOR AT KUNNE UDVIKLE MONITERINGS-, VARSLINGS- OG BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER	105

7.8	HVOR BØR DET PRIORITERES AT UDVIKLE ELLER FORBEDRE BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER I DANSK LANDBRUG, FRUGTAVL OG GARTNERI.	106
7.8.1	<i>Ukrudt i vintersæd</i>	106
7.8.2	<i>Ukrudt i frugt og bær</i>	107
7.8.3	<i>Sygdomme i vintersæd</i>	107
7.8.4	<i>Sygdomme i raps</i>	107
7.8.5	<i>Sygdomme i majs</i>	107
7.8.6	<i>Sygdomme i kartofler</i>	108
7.8.7	<i>Sygdomme i frilandsgrøntsager (havebrugsafgrøder)</i>	108
7.8.8	<i>Sygdomme i frugt og bær</i>	108
7.8.9	<i>Skadedyr i vintersæd og vårsæd</i>	109
7.8.10	<i>Skadedyr i raps</i>	109
7.8.11	<i>Skadedyr i kartofler</i>	110
7.8.12	<i>Skadedyr i frugt og bær</i>	110
7.9	METODER TIL EFTERVISNING AF MONITERINGS-, VARSLINGS-, OG BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMERS BETYDNING	110
8	KONKLUSIONER	113
9	PERSPEKTIVERING	117
10	REFERENCER	121
	APPENDIKS A	135
	APPENDIKS B	147
	APPENDIKS C	151
	APPENDIKS D	167

Forord

Denne udredning om ”moniterings-, varslings, og beslutningsstøttesystemer for skadevoldere i planteproduktionen i landbrug, gartneri og frugtavl” er blevet udarbejdet af et konsortium bestående af forskere fra Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Institut for Miljøvidenskab og Institut for Folkesundhed, samt fra Københavns Universitet, Fødevarerøkonomisk Institut og Institut for Jordbrug og Økologi samt konsulenter fra Landboforeningen Gefion. Aarhus Universitet, DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi var ansvarlig for udarbejdelse af udredningen.

Udredningen er blevet udarbejdet ifølge et tilbud indsendt af Aarhus Universitet som svar på offentligt EU-udbud EUT/S S186 24/09/2010 284185-2010-DA fra Miljøstyrelsen.

Konsortiet bag udredningen bestod af:

- Seniorforsker Jørgen Axelsen, Projektleder, Institut for Bioscience, Aarhus Universitet
- Seniorforsker Peter Borgen Sørensen, Institut for Bioscience, Aarhus Universitet
- Professor Eva Bonefeld-Jørgensen, Institut for Folkesundhed, Aarhus Universitet
- Seniorforsker Anders Branth Pedersen, Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet
- Lektor Lisa Munk, Institut for Jordbrug og Miljø, Københavns Universitet
- Lektor Lene Sigsgaard, Institut for Jordbrug og Miljø, Københavns Universitet
- Adjunkt Søren Navntoft, Institut for Jordbrug og Miljø, Københavns Universitet
- Professor Jens Carl Streibig, Institut for Jordbrug og Miljø, Københavns Universitet
- Seniorrådgiver Jens Erik Ørum, Fødevarerøkonomisk Institut, Københavns Universitet
- Seniorforsker Tove Christensen, Fødevarerøkonomisk Institut, Københavns Universitet
- Konsulent Kirsten Elkjær, Landboforeningen Gefion
- Konsulent Maren Korsgaard, Landboforeningen Gefion

Udarbejdelsen af rapporten er blevet støttet og vejledt af en fagkyndig følge-gruppe bestående af:

- Seniorforsker Lise Nistrup Jørgensen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet
- Informationskonsulent Stig Feodor Nielsen, Gartnerirådgivningen
- Lektor Hans Henrik Bruun, Biologisk Institut, Københavns Universitet
- Fuldmægtig Martin Brink, Fødevarerhverv, Fødevarerministeriet
- Landskonsulent Ghita Cordsen Nielsen, Videncentret for Landbrug
- Cand. scient. Henrik Frølich Brødsgaard, Miljøstyrelsen
- Specialkonsulent Jørn Kirkegaard, Miljøstyrelsen (formand)

Sammenfatning

Denne udredning er baseret på litteraturstudier og faglige vurderinger af eksisterende monitorings-, varslings-, og beslutningsstøttesystemer (MVB-systemer) for skadevoldere i landbrug, gartneri og frugtavl. Den faglige vurdering bygger desuden på viden fra interessenter, som er blevet involveret dels gennem en workshop med deltagelse af konsulenter, rådgivere, forskere og producenter af bekæmpelsesmidler, dels gennem fokusgruppinterviews med landmænd, frugtavlere og konsulenter.

Der findes mange definitioner af MVB-systemer i litteraturen. I projektet har vi valgt at benytte følgende definitioner:

- ***Monitering af sygdomme, skadedyr, og ukrudt er en gentagen systematisk indsamling af information om tilstedeværelse og angrebsgrad/udbredelse af skadevolderen***
- ***Et varslingsystem forudsiger risikoen for et sygdoms- eller skadedyrsudbrud eller giver en vurdering af skadevolderens eller ukrudtsbestandes udvikling baseret på informationer om klimaet, afgrøden og/eller skadevolderen samt eventuelle tilstedeværelse af nyttige organismer.*** Et varslingsystem er ideelt set baseret på en monitoring.
- ***Et beslutningsstøttesystem samler, kategoriserer og integrerer flere typer information i tilknytning til en afgrøde for dernæst at analysere og fortolke denne information og til sidst anbefale den eller de mest hensigtsmæssige bekæmpelsesforanstaltninger.*** Et beslutningsstøttesystem er ideelt set baseret på et varslingsystem.

Der findes mange monitoringsmetoder, og de mest relevante for planteværn i dansk landbrug, gartneri og frugtavl, er beskrevet. Med hensyn til varslings- og beslutningsstøttesystemer er der også beskrevet en del udenlandske, som kan tjene til inspiration til forbedring og eventuel nyudvikling af danske systemer.

Monitering

Generelt er metoderne til monitoring videnskabeligt anerkendte, og der findes videnskabelig dokumentation for dem, selvom den normalt ikke angives på MVB systemernes online dokumentation og brugervejledning. Den bagvedliggende dokumentation er enten: 1) publicerede videnskabelige arbejder, som blot ikke er citeret, 2) tekniske rapporter, eller 3) upublicerede. Den samme problematik gør sig gældende for de fleste undersøgte varslings- og beslutningsstøttesystemer.

I det danske registreringsnet monitoreres geografisk systematisk, hvilket gør det muligt at danne sig et overblik over en skadevolders aktuelle forekomst og udvikling igennem vækstsæsonen i hele landet. Registreringsnettet benyttes ikke blot til at vurdere en skadevolders angrebsstyrke på markniveau, men også på regionalt og nationalt niveau, og kan anses for et monitoringssystem. Registreringsnettet er populært blandt brugere, da det giver mulighed for at få et overblik over omfanget af et specifikt skadevolderproblem i Danmark, men det siger ikke noget præcist om omfanget i den enkelte mark. Virulensovervågning, der monitorer populationsændringer, er relevant, specielt i forbindel-

se med detektion af nye patogener eller nye typer af patogener (jf. gulrust). Tilsvarende monitoringsystemer findes i nogle af vore nabolande.

Varsling

Varslingssystemerne i Danmark benyttes til at fastlægge behandlingstidspunkter, og nogle af dem beregner også smittetryk eller populationsudvikling. De fleste varslingsystemer benytter klimamålinger, der afhængig af skadevolderen kan være målinger af temperatur og fugtighed (relativ fugtighed, bladfugtighed, nedbør) eller temperatur alene. De fleste systemer er udviklet til at beregne tidspunktet for en primær infektion eller en flyvning af skadedyr, hvorved brugeren kan optimere sin timing af en eventuel behandling. De fleste systemer forudsætter ikke monitoring af skadevolderen og kan derfor ikke benyttes til at vurdere behovet for behandling. På den anden side kan varslinger anvendt som rettesnor for bekæmpelse være med til at sikre, at rutinebehandling undgås.

Beslutningsstøtte

Alle de undersøgte beslutningsstøttesystemer på ukrudt kræver input angående ukrudtstæthed/dækningsgrad. Med hensyn til beregningsmodulerne i beslutningsstøttesystemer angående ukrudt er flere af dem i konflikt med definitionerne på varslings, da de ikke har nogen fremskrivning/ beregning af ukrudtets vækst, men foretager en vurdering om bekæmpelse eller ej baseret på store mængder af eksperimentelle data.

Nogle beslutningsstøttesystemer for plantesygdomme (f.eks. Planteværn Online, PVO) kræver monitoring af angrebsgrad og anvender skadetærskler for de enkelte afgrøde-sygdoms kombinationer til varslings og beslutning. Andre systemers varslingsdel er baseret på klimatiske målinger, der anvendes til beregning af infektionsperioder og efterfølgende epidemiudvikling, men inkluderer ikke nogen vurdering af behovet for bekæmpelse, hvilket vil være nødvendigt for at bidrage til en reduktion i pesticidanvendelsen. Der er ingen af systemerne, der anvender en klimatisk-biologisk baseret fremskrivning af sygdommens betydning for afgrøden igennem vækstsæsonen.

Beslutningsstøttesystemer mod skadedyr i korn er primært rettet imod bladlus, og alle systemer kræver en monitoring af angrebsgrad som input. Varslingsdelen kan være simulering af bladlusenes fænologi eller anvendelse af empiriske resultater fra dosis-responsforsøg kombineret med skadetærskler (f.eks. PVO), hvor hverken klima og skadedyrenes biologi indgår i varslingen. Der findes ingen andre danske beslutningsstøttesystemer til skadedyr end PVO, hvilket betyder, at der mangler sådanne systemer i raps, kartofler, frugt og bær, samt grøntsager. Der findes imidlertid udenlandske systemer på raps og kernefrugt, der kan tjene til inspiration for udvikling af systemer i Danmark, systemer der medtager klimainput og anvender temperatursums-modeller til beregning af populationsudviklingen, hvorved dyrenes biologi og livscyklus tages i betragtning.

Klima

En række af de alvorlige skadevolderes udvikling er stærkt afhængig af de klimatiske forhold, og der er i mange tilfælde behov for udvikling af klimafhængige modeller til simulering af deres udvikling i vækstsæsonen. Sådanne modellers realisme afhænger imidlertid af input af relevante klimadata, hvorfor det bør tilstræbes at benytte så geografisk og tidsmæssigt detaljerede data som muligt. Disse bør skaffes fra nærmeste klimastation eller endnu bedre fra egne klimastationer, og der kan anvendes lokale vejrudsigter.

Effekter på pesticidforbrug og miljø

De fleste varslings- og beslutningsstøttesystemer er ikke udviklet med henblik på en reduktion af pesticidforbruget, men de danske og svenske systemer er dog etableret på grundlag af et politisk ønske om at reducere pesticidanvendelsen og modvirke rutinebehandlinger og plansprøjtning. Der foreligger dog ingen videnskabelige undersøgelser af, hvorvidt monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer har medvirket til at reducere pesticidforbruget, og hverken de danske eller udenlandske systemer formodes at have gjort det. Anbefalingerne i PVO vedrørende anvendelse af reducerede doseringer kan dog have haft denne virkning. Videnskabelig dokumentation for om MVB-systemerne har haft betydning for natur og miljø mangler ligeledes.

Anvendelse

MVB-systemerne er udviklet til brug af både landmænd/avlere enten direkte eller via planteavlskonsulenter. Planteværn Online har kun ca. 1.200 abonnenter fordelt på 350 konsulenter og 800 landmænd. Blandt frugtavlere er der imidlertid relativt mange brugere (30-50) af systemerne. Det vurderes, at landmændene p.t. ikke har et tilstrækkeligt økonomisk incitament til at anvende de nuværende MVB systemer, og tidsforbruget til markspecifik monitoring er også en afgørende faktor. Sidstnævnte er et alvorligt problem for systemernes anvendelse, som skal løses, hvis landmændene skal bruge dem. Endelig er det vigtigt, særligt i højværdiafgrøderne, at et system giver en korrekt varsling eller anbefaling under alle betingelser. Hvis et system svigter et enkelt år, f. eks på grund af ekstreme klimatiske forhold, kan tilliden til systemet hurtigt tabes. Til sidst skal nævnes, at det også er meget sandsynligt, at brugervenlighed og en brugerflade, som giver indsigt i skadevolderens udvikling, vil kunne fremme brugen af MVB-systemer. Dette inkluderer versioner, der er brugervenlige på smartphones.

Udviklingsbehov og anbefalinger

Der findes monitoringsmetoder til de fleste almindelige skadevoldere i Danmark, men det er svært for landmændene at prioritere tiden til at foretage markspecifik monitoring. En mulig løsning vil være at udvikle hurtige, pålidelige monitoringsmetoder, gerne ved anvendelse af moderne teknologi og nye fysiske, kemiske og molekylærbiologiske identifikationsmetoder, samt teknikker til kvantificering af angreb (f. eks remote sensing og vegetationsmålinger). Nærmest alle nuværende monitoringsmetoder er lavteknologiske, og det anbefales at der arbejdes videre med at udvikle på dette felt både med hensyn til ukrudt, sygdomme i tidlige stadier, og svært identificerbare insekter.

Varslings- og beslutningsstøttesystemer for sygdomme anvendt i Danmark er enten baseret på monitoring og skadetærskler (eks: PVO –sygdomme i korn) eller på klimastyret varsling. Det vil sige at nogle af dem kun fastlægger det rigtige behandlingstidspunkt og ikke giver en vurdering af behovet for bekæmpelse. Det anbefales at prioritere udviklingen af biologisk-klimatisk baserede simuleringsmodeller, så systemerne kan bringes til at kunne foretage en behovsvurdering.

Det er karakteristisk for de fleste beslutningsstøttesystemer for ukrudt og for nogle af systemerne for sygdomme, at de ikke indeholder noget egentligt varslingsmodul, og output baseres i stedet på skadetærskler og empiriske dosis-responsdata. De fleste europæiske beslutningsstøttesystemer til skadedyr inkluderer en biologisk funderet udviklingsmodel, hvilket dog ikke gælder PVO, der benytter skadetærskler og dosis-responskurver. Der findes ofte modeller, der kan foretage simuleringer af populations- eller sygdomsudviklingen, men

der er ingen evidens for at outputtet får højere kvalitet af det ved normalt brug. Det må dog forventes, at anvendelsen af biologisk-klimatisk funderede modeller gør systemerne mere robuste i forhold til unormale klimatiske svingninger. Sådanne modeller kræver et betydeligt biologisk kendskab til skadevolderen, og denne viden er ofte ikke kendt. Det anbefales derfor at forsøge at tilvejebringe denne viden, udvikle modellerne og indbygge dem i beslutningsstøttesystemer med henblik på en mere effektiv bekæmpelse.

De fleste varslings- og beslutningsstøttesystemer i Danmark inkluderer klimatiske faktorer på forskellige måder. I nogle systemer anvendes temperaturen som input til biologisk funderede beregningsmodeller, mens andre benytter information om f.eks. regnvejrsdage før eller efter vurderingen, evt. kombineret med forudsigelser af antal dage over bestemte temperaturer. Anvendelse af biologisk-klimatisk baserede modeller i fremtiden vil stille krav til finere klimadata mht. geografisk og tidsmæssig opløsning, og det anbefales derfor at arbejde med at forbedre mulighederne for tilvejebringelse og anvendelse af denne type data på en fælles platform, der kan gøres tilgængelig for flere modeller, og dermed en større brugerkreds.

Da de eksisterende systemer ikke kan demonstreres at have bidraget til en reduceret pesticidanvendelse, foreslås det i udredningen, at for at opnå dette mål skal fremtidige systemer kunne give: 1) forslag til at anvende de mindst miljøbelastende midler i MVB-systemerne, 2) muligheden for mekanisk ukrudtsbekæmpelse, 3) forslag til biologisk bekæmpelse, hvor dette er muligt, 4) vurdering af risikoen for udvaskning til grundvand og vandløb, 5) vurderinger af effekter på biodiversitet, herunder økosystemtjenester (f.eks. bestøvning, naturlig regulering af skadevoldere), 6) en værdisætning af effekterne på økosystemtjenester, 7) en vurdering af den økonomiske gevinst ved en bekæmpelse i stedet for at blot at give meddelelse om, hvorvidt der bør bekæmpes eller ej, hvilket vil give brugeren mulighed for at afveje fordele imod ulemper, 8) en vurdering af, hvad behandlingen betyder for human sundhed, og 9) strategisk beslutningsstøtte til at reducere pesticidbelastningen, hvilket vil sige langsigtede betragtninger, der inkluderer anvendelse af resistente sorter, beskyttelse af naturlige fjender, sædskifter og andre kulturtekniske foranstaltninger.

Ud fra både: i) agronomiske og økonomiske overvejelser, ii) beregninger af hvilke afgrøde-pesticidtyper, der giver anledning til de største pesticidbelastninger, iii) vurderinger af hvor der lettest kan fjernes unødvendige behandlinger, og iv) skadevolderens egnethed til MVB-systemer anbefales der nogle indsatsområder for forbedring eller nyudvikling af MVB-systemer. De anbefalede indsatsområder er: 1) skadedyr i korn og raps, inklusiv udvikling af forbedrede monitoringsmetoder. Udviklingen af beslutningsstøttesystemer til skadedyr i korn og raps vil være relativt let, da det meste af fundamentet er til stede, og der kan hentes inspiration i udenlandske systemer 2) sygdomme i kartofler, vintersæd, majs samt havebrugsafgrøder og frugt og bær. Da der dog mangler både gode metoder til tidlig monitoring af et angreb, og det biologiske grundlag ofte ikke synes at være på plads, anbefales det at tage udgangspunkt i biologiske studier herunder angående klimaafhængighed.

Summary

This knowledge synthesis was based on literature studies and technical assessments of existing monitoring, warning and decision support systems (MVB systems), which were combined with the involvement of stakeholders through a workshop with the participation of extension service agents, advisors, researchers and manufacturers of pesticides as well as farmers, fruit growers and fruit growth extension service agents through focus group interviews.

A large number of monitoring methods exist, and it has not been within the scope of this synthesis to describe them all. Some foreign systems that can be used for comparison with the Danish ones may serve as inspiration to improve the existing Danish systems and possibly to develop new systems for use in Denmark.

Monitoring

Generally, the monitoring methods are scientifically valid, and have been documented scientifically, although the documentation can be difficult to find because it is documented in scientific papers, which have not been quoted, in technical reports, or in completely unpublished data. The same applies to most of the warning and decision support systems (DSS) examined.

The Registration Network uses geographically systematized monitoring methods, which makes it possible to get a nationwide overview of the actual infestation of a pest. The Registering Network is used to assess a pest attack rate at a regional and national level and can be regarded as a monitoring system. The system is popular among users and has the advantage of providing an overview of whether pest problems exist in all areas of the country, but it provides no information on the field level.

Warning systems

The warning systems used in Denmark are, generally, used for time treatments, and some of them also calculate infection pressure or pest population development. All warning systems use climate measurements such as temperature and humidity (relative humidity or leaf moisture), while others rely purely on temperature. Thus, most systems are designed to calculate the time of infection or arrival of pests to the field, which in turn can be applied by the user to optimize the timing of pesticide applications. However, most systems cannot be used to assess the degree of infestation and are, therefore, unable to assess the necessity of treatments. It is considered unlikely that the warning systems have helped in reducing pesticide usage.

Decision support systems

All the studied decision support systems for weeds require input regarding weed density or cover. Regarding the “warning modules”, several of them are in conflict with the definitions of warning systems, as they have no projections/calculation of weed growth, but merely make an empirical assessment of whether application of chemical control measures should be implied or not.

Some DSS for plant diseases (for instance the Danish Plant Protection Online, PPO) require monitoring of the degree of infestation and use economic damage thresholds for each combination of crop-diseases for warning and decision making. For other systems, the warning module is based on climatic measurements that are used to calculate infection periods and subsequent epidemic development, but it does not assess the need for treatments, which is necessary to contribute to a reduction in pesticide use. No systems use a climatic-biologically based progression of the importance of the disease for the crop throughout the growing season.

DSS regarding insect pests in cereals are primarily directed against aphids and all are based on monitoring the density. The warning can be based on simulations of aphid phenology or use of empirical results from dose-response experiments combined with damage thresholds (e.g. PPO), for which reason climate and pest biology is not included in the warning. No other Danish decision support systems exist for insect pest apart from PPO, which means that no such systems are directed against insect pests in oilseed rape, potatoes, fruits, berries, or vegetables. However, foreign systems on insect pests of oilseed rape and fruits exist that may serve as inspiration for the development of systems in Denmark, systems that include climate input and use temperature summation models for calculation of population development and that take climate, animal biology and life cycle into account.

Climate

The development of a number of serious pests is highly dependent on climatic conditions and there is often a need to develop climate-dependent models for simulation of their development in the growing season. The reliability of such models depends on an input of relevant climate data, which makes it desirable to use as detailed geographical and temporal data as possible. These should be obtained from the nearest climate station, or even better from privately owned weather stations, and local weather forecasts can be used as well.

Impacts on the pesticide use

Most of the systems have not been created in order to reduce herbicide use, but the Danish and Swedish systems have been established due to a political desire to reduce pesticide use. However, no scientific studies exist as to whether or not they have achieved this goal, and neither the Danish systems nor the foreign systems are assumed to have done this. The recommendations in the PPO for the use of reduced dosages may, however, have had this effect. Scientific evidence on how the MWD systems have influenced the nature and the environment is also lacking.

Utilisation

MWD systems are designed for use by both farmers and growers, either directly or via extension service agents. Crop Protection Online only has about 1, 200 subscribers - 350 consultants and 800 farmers. However, among fruit growers there are relatively many users (30-50) of the systems. It is estimated that farmers actually do not have sufficient economic incentives to use existing MVB systems, and time spent on field-specific monitoring is also a decisive factor. The latter is a serious problem for the use of the systems, a problem which has to be resolved if farmers are to use them. Finally, it is important, especially in high value crops that a system provides a reliable warning or recommendation under all conditions. If a system fails a single year, for example due to extreme climatic conditions,

the confidence in the system is quickly lost.

Finally, it should be mentioned that it is also very likely that user-friendliness and a user interface that provides insight into the development of the pest, would further promote the use of MVB systems. This includes versions that are easily used on Smartphones.

Development needs and recommendations

There are monitoring methods for most common pests in Denmark, but it is difficult for farmers to prioritize the time to make field-specific monitoring. A solution to this problem would be to develop new, fast, and reliable monitoring methods by using modern technology and new physical, chemical and molecular biological techniques. Almost all current monitoring methods are low-tech, and it must be possible to initiate a development in this field both in relation to weeds, diseases in early stages and difficult identifiable insects.

Warning and decision support systems for diseases used in Denmark are either based on monitoring and economic thresholds (ex: PVO-diseases in cereals) or climate-controlled warning systems. This means that some of them only establish the proper treatment time, but do not give an assessment of the need for control measures. It is, therefore, recommended to prioritize the development of both these methods and biologically-climatically-based simulation models, so the systems can be improved so that they are capable of carrying out assessments of the need for control.

It is characteristic of most decision support systems for weed and some of the systems for diseases that they do not contain any real warning module, and output is based instead on economic damage thresholds and empirical dose-response data. Most European decision support systems for insect pests include a biologically-based development model, which however does not apply to PPO, which use economic thresholds and dose-response curves. Often, there are models that can carry out simulations of population or disease progression, but there is no evidence that the output is of higher quality than in normal use. It can be expected, though, that the use of bio-climatically based models can make the systems more robust in relation to abnormal climatic oscillations. Such models require considerable biological knowledge of the pest organism, and this knowledge is often not available. It is, therefore, recommended to try to provide this knowledge, develop models and incorporate them into decision support systems in order to obtain better pest control.

Most warning and decision support systems in Denmark include climatic factors in different ways. Some systems use temperature as an input for biologically based simulation models, while others use information such as rainy days before or after the assessment or probably combined with predictions of the number of days above certain temperatures. Use of bio-climatically based models in the future will require finer climate data in terms of geographical origin and temporal resolution, and it is therefore recommended to improve opportunities for provision and use of such data, preferably on a common platform for all users in the country.

Since it cannot be proved that existing systems have contributed to reducing pesticide use, we have some suggestions as to what systems must be able to do in order to contribute to this in the future: 1) suggest using the least environmentally damaging pesticides, 2) include the possibility of mechanical weed-

ing, 3) where possible, make suggestions for biological control, 4) assess the risk of leaching to groundwater and streams, 5) assess effects on biodiversity, including ecosystem services (natural pest regulation, pollination), 6) assess the economic consequences of impacts on ecosystems services, 7) assess the economic gain from pest control rather than simply notifying the user as to whether or not pest control should be implemented, which in turn would enable the user to balance advantages against disadvantages of control measures 8) assess the impact on human health, and 9) implement strategic decision support to reduce the pesticide harm through long-term considerations, including protection of natural enemies, use of resistant varieties, crop rotations and appropriate farming methods.

Based on both: i) agronomic and economic considerations, ii) calculations of the crop-pesticide types, giving rise to the largest pesticide harm, iii) assessments of where it is easiest to remove unnecessary treatments, and iv) the suitability of the pest for MWD-systems some targets for improvement or redevelopment of MWD-systems are recommended. The recommended targets are: 1) insect pests (and slugs) in cereals and oilseed rape, including development of improved monitoring methods. The development of decision support systems for insect pests of corn and oilseed rape will be relatively easy since most of the scientific foundation is already present and inspiration can be drawn from foreign systems 2) diseases of potatoes, winter wheat, maize and horticultural crops and fruit and berries. However, since both good methods for early monitoring of infestations and biological basis are lacking, it is recommended to biological studies as a basis, including climate dependence.

1 Indledning

Udvikling og anvendelse af monitorings-, varslings-, og beslutningsstøttesystemer er et af redskaberne i regeringens plan Grøn Vækst til at opnå en reduktion i pesticidforbruget. Ydermere er anvendelsen af sådanne systemer nævnt som et af de 8 principper for integreret plantebeskyttelse, som EU nævner i direktiv nr. 2009/128/EC (EU-direktiv, 2009) angående etablering af en ramme for fællesskabernes handling for at opnå en bæredygtig anvendelse af pesticider.

Generelt er monitorings-, varslings-, og beslutningsstøttesystemer udviklet og etableret for at udstyre landmænd/avlere og konsulenter med redskaber til at foretage den bedste bekæmpelse af ukrudt, sygdomme og skadedyr. For monitoringsmetoder og – systemer drejer det sig om at erkende, om tætheden eller angrebsgraden af en skadevolder er så høj, at den påfører økonomisk skade, hvilket vil sige, at tætheden/angrebsgraden har passeret den økonomiske skadetærskel. For varslingsystemer drejer det sig for brugeren om at få varslinger om hhv. det optimale tidspunkt for bekæmpelser, og om skadevolderen kan forventes at overskride skadetærsklen. Et varslingsystem vil ofte kræve en monitoring. For beslutningsstøttesystemer drejer det sig i de fleste tilfælde også om at få vejledning til valg af bekæmpelsesmiddel samt i nogle systemer også doseringen af midlet. Beslutningsstøttesystemer vil ofte kræve monitoring af skadevolderen og indeholde et varslingsmodul. I Danmark er udviklingen af beslutningsstøttesystemet Planteværn Online dog ikke udelukkende drevet af et ønske om at optimere økonomien i landmændenes brug af pesticider, men også af et politisk ønske om at reducere pesticidanvendelsen. Sammenkædningen af dette ønske og udviklingen af et computerbaseret system til hjælp ved beslutninger om anvendelse af pesticider eller ej hviler på en antagelse om, at hvis pesticiderne kun anvendes, når det er økonomisk attraktivt, vil forbruget blive begrænset.

Nogle monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer i Europa er blevet udviklet i privat regi af landboforeninger eller for offentlige midler. Det sidste er tilfældet for det mest kendte system i Danmark, Planteværn Online.

I denne udredning vil vi overordnet set gøre rede for hvilke monitorings-, varslings-, og beslutningsstøttesystemer (MVB-systemer), der anvendes i Danmark og i vore nabolande, hvad de bruges til, hvilke afgrøde-skadevolder kombinationer de er rettet imod, og hvad der er deres faglige grundlag. Rapporten starter dog med en beskrivelse af de anvendte metoder og et afsnit, hvor vi behandler definitioner for monitoring, varslingsystemer og beslutningsstøttesystemer. Gennemgangen af MVB-systemer bruges som grundlag for en evaluering af systemerne mht. deres faglige grundlag, deres anvendelse og eventuelle barrierer for anvendelse blandt landmænd/avlere og konsulenter samt deres betydning for pesticidanvendelse i Danmark og for natur og miljø i agerlandet. Pesticiders uønskede effekter på miljøet er en afgørende bevæggrund for denne udredningsopgave, og derfor er det fundet formålstjenligt at udarbejde et afsnit, hvor denne effekt søges kvantificeret ved anvendelse af en pesticidbelastningsindikator for de forskellige kombinationer af pesticid- og afgrødetyper. Da denne kvantificering, sammen med gennemgangen af de eksisterende systemer, danner baggrund for konklusioner og anbefalinger i

denne rapport, er dette afsnit blevet placeret sammen med gennemgangen af systemerne. Evalueringen følges op af en diskussion af MVB-systemerne, deres anvendelse af klimamålinger, pesticiders belastning af miljø og sundhed med henblik på at erkende, hvor der er størst potentiale for at reducere pesticidbelastningen, og endelig foreslås det, hvad MVB-systemer skal kunne for at medvirke til en nedbringelse af pesticidbelastningen. De nævnte afsnit tjener som grundlag for nogle konklusioner angående MVB-systemer og der fremsættes forslag til videre arbejde med udvikling af nye systemer og/eller videreudvikling af eksisterende, vurdering af vidensgrundlaget for dette videre arbejde samt overvejelser angående hvordan det gøres attraktivt at bruge disse systemer.

Udredningen er gennemgående blevet struktureret i forhold til både afgrødetype, systemtype (moniterings-, varslings-, og beslutningsstøtte-) og type af skadevolder (ukrudt, sygdomme og skadedyr). Det har været meget vanskeligt at finde frem til en god strukturering, og vi håber i arbejdsgruppen, at vi er nået frem til et læseværdigt resultat.

For at skabe et grundigt overblik over Planteværn Online, er der blevet udarbejdet en udførlig beskrivelse af dette system, som er at finde i appendiks 1, og da skadetærskler spiller en afgørende rolle for fortolkningen af moniteringsresultater, har vi placeret en gennemgang af danske skadetærskler i appendiks 2.

Det har været en del af udredningsprojektet at inddrage brugerne i evalueringen af de eksisterende MVB-systemer og i at fremkomme med ønsker til nye. Derfor er der blevet afholdt: 1) en workshop med deltagelse af konsulenter, forskere og andre interessenter, 2) fokusgruppeinterview med landbrugskonsulenter og landmænd, og 3) fokusgruppeinterview med frugtavlere og frugtavlskonsulenter. Referat fra workshoppen samt rapporter fra fokusgruppeinterviewene er vedlagt rapporten som appendicits.

2 Formål og baggrund

I regeringens plan "Grøn Vækst" er der opstillet et mål om at opnå en markant reduktion af pesticiders skadevirkninger ved at skabe rammer for dyrkning efter retningslinjerne for integreret plantebeskyttelse, herunder udvikling af monitorings- og varslingsystemer. Overordnet forventes, at der med en yderligere implementering af integreret plantebeskyttelse opnås en reduktion i pesticidanvendelse og dermed en reduceret miljøbelastning fra pesticider samt en reduktion i pesticidrester i de høstede afgrøder.

I bilag III til Rammedirektivet for Bæredygtig anvendelse af pesticider (2009/128/EF) anføres, at "skadevoldere skal overvåges med passende metoder og værktøjer, når det er muligt. Sådanne værktøjer bør også omfatte observationer i marken samt videnskabeligt plausible varslings- og prognose- og tidligdiagnosticeringsordninger, når det kan lade sig gøre". I EU-projektet "ENDURE" er udarbejdet en oversigt over nye teknologier vedr. beslutningsstøttesystemer, som har dannet et udgangspunkt for denne udredning.

Formålet med denne rapport er at foretage en udredning om anvendelsen af monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer, hvilke systemer er til rådighed, og hvilke nye systemer vil det være hensigtsmæssigt at få udviklet. I udredningen var det opgaven at vurdere:

- Det nuværende faglige grundlag for systemerne.
- Den hidtidige anvendelse af systemerne.
- De barrierer, der er for deres anvendelse.
- De miljømæssige effekter, som brugen af systemerne giver.
- Systemernes anvendelse og deres tilgængelighed for brugerne.
- De forskellige interessenters forudsætninger og interesser for anvendelse af systemerne.

Det er en central del af udredningen at opstille forslag til, hvilke udfordringer og barrierer der er for fortsat forbedring af og udvikling af nye monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer, der kan medvirke til reduktion i forbruget af bekæmpelsesmidler.

3 Anvendt metodik i projektet

3.1 Informationssøgning

3.1.1 Litteratur

Projektet er en teoretisk udredning, der bygger på et litteraturstudie og faglige vurderinger om (eksisterende) MVB. Den videnskabelige litteratur, der ligger til baggrund for projektet, inkluderer bl.a. fagbøger (i entomologi, ukrudtvitenskaber og plantesygdomme /patologi), videnskabelige artikler, rapporter fra nationale og internationale institutioner og organisationer (herunder Miljøstyrelsen, EU, OECD, PAN, FAO), forskellige databaser (herunder CAB Abstracts, KU's søgemaskine REX, Agricola, Web of Science.) og hjemmesider med eksisterende monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer (f.eks. Planteværn Online, ENDURE, CORDIS og CRIS). Derudover er der fundet litteratur fra konferencer (f.eks. Plantekongres) og workshops, og vi har undervejs konfereret med fagfolk indenfor MVB systemer, både udviklere og brugere.

Søgning i databaser er baseret på en systematisk litteratursøgning ud fra følgende søgekriterier/ord benyttet indenfor de tre fagområder skadedyr/ anvendt entomologi, ukrudt og plantesygdomme/plantepatologi:

Skadedyr

- monitor*, forecast* or decision support system*, early warning, and pest*
- agriculture/agronomy, horticulture
- sticky trap, pheromone trap
- pest control, pest management

Ukrudt

- monitor*, forecast* or decision support system* and weed*
- agriculture/agronomy, crop

Plantesygdomme

- monitor*, forecast*, warning*, predict* or decision support* and plant* disease*/pathology
- agriculture/agronomy, horticulture
- dss
- varslings plantesygdomme
- beslutningsstøtte

De videnskabelige artikel-databaser inkluderer: Web of Science, Agricola og CAB Abstracts samt FAOs og EFSAs database. Derudover er følgende databaser og hjemmesider benyttet: EU-projektet ENDURE (<http://www.endure-network.eu/>), DLBRs - (<http://www.landbrugsinfo.dk/Sider/Startside.aspx>), PAN (<http://www.panna.org/>), INRA og Google.

Eksempler på litteratursøgning i Web of Science er vist i **boks 3.1**. Tilsvarende søgninger i de forskellige databaser bygger på samme principper som i eksemplet. Antallet af hits (søgeresultater) varierer imellem de forskellige data-

baser. Dog er det ikke et direkte udtryk for den samlede information, der har relevans for dette projekt.

Boks 3.1

Web of Science (= > hits)

Skadedyr (fra 4. februar 2011)

Topic=(monitor* plant* disease*)

Refined by: Subject Areas=(AGRONOMY) => 176

Topic=(monitor* plant* disease* horticulture) => 3

Topic=(predict* plant* disease*)

Refined by: Subject Areas=(AGRONOMY) AND Topic=(crop) => 70

Topic=(predict* plant* disease* horticulture crop) => 4

Topic=(decision support system* plant* disease*) => 60

Plantesygdomme (fra 7. februar 2011)

Topic=(monitor* plant* disease*)

Refined by: Subject Areas=(AGRONOMY) => 176

Topic=(monitor* plant* disease* horticulture) => 3

Topic=(predict* plant* disease*)

Refined by: Subject Areas=(AGRONOMY) AND Topic=(crop) => 70

Topic=(predict* plant* disease* horticulture crop) => 4

Topic=(decision support system* plant* disease*) => 60

Topic=(forecast* plant* disease*) => 203

Topic=(forecast* plant* disease*)

Refined by: Topic=(agriculture) => 14

Topic=(warning* plant* disease*) => 72

Ukrudt (fra 4. februar 2011)

Topic=(monitor* weed* agriculture) => 72

Topic=(monitor* weed* crop)

Refined by: Subject Areas=(AGRONOMY) => 82

Topic=(forecast* weed*) => 56

Topic=(decision support* weed*) => 133

3.1.1.1 Afgrænsning

Litteratursøgningen er som udgangspunkt afgrænset til MVB udviklet og implementeret i landbrug, gartneri eller frugtavl under danske og europæiske forhold. I nogle tilfælde er litteratur inkluderet for MVB udviklet under andre forhold, da delelementer er skønnet at kunne være af inspiration til nuværende/fremtidig MVB i dansk plante- og frugtproduktion.

3.1.2 Workshop/fokusgruppeinterviews

En anden vigtig metode til tilvejebringelse af information i projektet var inddragelse af brugerne af MVB-systemerne, hvilket er sket igennem:

- En todages workshop, der blev afholdt d. 27 – 28. april 2011 på Byggecentrum Kursuscenter i Middelfart, hvortil alle typer interessenter var inviteret
- Fokusgruppeinterviews med landmænd/frugtavlere og konsulenter indenfor landbrug og frugtavl.

3.1.2.1 Workshop

Formålet med workshoppen var at sikre inddragelse af mest mulig viden til at identificere de udfordringer og barrierer, der er for fortsat forbedring af eksisterende og for udvikling af nye monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer, der kan medvirke til reduktion i forbruget af bekæmpelsesmidler. Dette indebar at arbejde med:

- en evaluering af eksisterende monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer, som er relevante for danske afgrøder i landbrug, gartneri og frugtavl
- identifikation af de skadevoldere (ukrudt, skadedyr, sygdomme), hvor bekæmpelsen kan forbedres i forhold til økonomi, miljø og sundhed ved hjælp af MVB-systemer
- identifikation af videnshuller, der bør dækkes for at kunne udvikle MVB-systemer til ovennævnte formål.

Der var til workshoppen inviteret brugere (landmænd/avlere), konsulenter, rådgivere fra Videncentret for Landbrug, udviklere af MVB-systemer, forskere indenfor landbrug (Danske og udenlandske), forskere indenfor miljø og producenter af bekæmpelsesmidler (kemiske og biologiske). Det var ikke alle, der takkede ja til invitationen, hvilket betød, at ingen landmænd/avlere var med (slutningen af april var en travl periode for dem), og ingen af de inviterede udenlandske forskere kunne komme på det pågældende tidspunkt.

Workshoppens arbejdsmetoder var en afveksling imellem korte indlæg i plenum og arbejde i mindre grupper omkring prædefinerede spørgsmål. Arbejdsgruppen bag konsortiet havde rollen som "lyttende og spørgende" og var referenter. Arbejdsgruppen skulle ikke indgå i diskussionerne, men sørge for at styre diskussionerne, således at alle de opstillede emner blev diskuteret. Det var ikke diskussionsgruppernes formål at nå frem til enighed, men snarere at få alle meninger bragt frem.

Overordnet var der tre sessioner, der havde de overordnede emner:

- Evaluering af nuværende MVB-systemer
- Problemer som muligvis kan afhjælpes med MVB-systemer
- Fremtidsværksted – hvad skal vi vide for at videreudvikle MVB-systemer i fremtiden.

Der blev efter workshoppen udarbejdet et referat, hvor personlige synspunkter er blevet anonymiseret. Referatet er blevet udsendt til deltagerne til korrektion af faktuelle fejl. Referatet er vedlagt som bilag (Appendiks C) til denne rapport og refereres flere steder i rapportteksten.

3.1.2.2 Fokusgruppeinterviews

Der blev gennemført to fokusgruppeinterviews angående frugtavl og landbrug. Ved begge interviews deltog 4 konsulenter, 4 avlere/landmænd og 4 projektdeltagere.

Formålet med de kvalitative interviews var at få indblik i bredden i konsulenter og avlers praktiske kendskab til MVB (moniterings-, varslings-, og beslutningsstøtte) systemer samt praktiske barrierer og muligheder for udbredelse af systemernes anvendelse.

Det tilstræbtes, at konsulenterne dækkede forskellige geografiske områder og havde forskellige kunde profiler. Det tilstræbtes, at avlerne repræsenterede forskellige produktionstyper. Det var ikke hensigten, at udvælgelsen skulle være repræsentativ for hverken frugtavlere eller planteavlere. Avlerne blev udvalgt, så de forventedes at kende til varslingsystemer, for at sikre at spændet fra konsulenter til avler ikke ville blive for stort til at sikre en god diskussion.

Fokusgruppeformen blev valgt for at få indblik i, hvordan emnerne diskuteres, og hvilke begrundelser der anvendes for at vælge/fravælge forskellige systemer. Fremgangsmåden på møderne var, at man kastede et emne ad gangen på bordet, og i videst muligt omfang lod deltagerne diskutere internt, så det var deres sprogbrug, der kom frem. Mødelederen skulle blot sikre, at de planlagte emner blev nået.

Der blev efter møderne udarbejdet et notat (Appendiks D), der summerede mødets resultater, som blev brugt som et arbejdsblad under udarbejdelsen af afsnittet angående "Anvendelse af MVB-systemer" under afsnittet "Evaluering af eksisterende MVB-systemer".

3.2 Beskrivelse af eksisterende MVB-systemer

Denne er blevet udført baseret på arbejdsgruppens kendskab til eksisterende systemer, den søgte litteratur på emnet, samt personlige henvendelser til forskere, som har været involveret i udviklingen af systemerne. Det er blevet forsøgt at tilvejebringe informationer om systemernes videnskabelige grundlag, antallet af brugere, inddragelse af klimatiske faktorer og om de har bidraget til reduceret pesticidanvendelse og popularitet (antal brugere). For varslingsystemer er der søgt at skaffe viden om det evt. underliggende monitoringsystem/-metode, og for beslutningsstøttesystemer er der søgt information om de evt. underliggende monitorings- og varslingsystemer.

3.3 Evaluering

3.3.1 Tekniske/biologiske baggrund

Den tekniske/biologiske vurdering blev baseret på 1) eksisterende litteratur om MVB-systemerne, 2) fremlæggelser på workshopen, 3) målrettede henvendelser til de personer, der har udviklet systemerne, 4) arbejdsgruppens sammenligninger af eksisterende systemer og 5) arbejdsgruppens faglige kendskab til de skadevoldere – afgrødesystemer, som MVB-systemerne var rettet imod.

Under den tekniske vurdering blev det undersøgt: 1) om de underliggende modellers videnskabelige grundlag er tilgængelige i litteraturen, eller om modellerne er en "sort boks" 2) om de kræver specielt udstyr og 3) hvordan de er tilgængelige.

Vurderingen af det biologiske grundlag for MVB-systemerne inkluderede hvorvidt de: 1) tager skadevolderens livscyklus i betragtning, 2) tager klimatiske forhold i betragtning, 3) økosystem services i form af naturlig kontrol af skadevolderen, 4) er baseret på eller kalibreret til observerede tætheder af skadevolderen, 5) er skabt til at tage miljøhensyn.

3.3.2 Anvendelsen

Evalueringen af de økonomiske og produktionsmæssige gevinster for landbrug, gartneri- og frugtavl, samt de barrierer, der er for en optimal anvendelse af systemerne, blev vurderet på baggrund af: 1) tilgængelig dokumentation og litteratur; 2) målrettede fokusgruppeinterview med udvalgte konsulenter, landmænd og frugtavlere (5-7 personer); 3) supplerende ekspertviden fra konsortiet samt mere uformel henvendelse til relevante konsulenter og avlere.

3.3.3 Miljømæssig betydning af MVB-systemer

Der var ikke noget litteratur tilgængeligt, som kunne fastslå den miljømæssige betydning (reduceret pesticidforbrug og effekterne af en sådan). Derfor er dette afsnit mere blevet en diskussion af emnet og en forsigtig konklusion baseret på denne diskussion.

3.4 Diskussion

3.4.1 Forskningsfaglig vurdering af forudsætninger og krav, der skal være opfyldt for kunne udvikle monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer

I udarbejdelsen af dette afsnit blev der primært anlagt en forskningsfaglig vurdering baseret på arbejdsgruppens vurderinger af de eksisterende MVB-systemer kombineret med information fra den eksisterende primære litteratur. Følgende punkter blev inddraget: skadevolderens økonomiske betydning, eksistensen af den nødvendige biologiske viden om skadevolderen, om der findes detektions- og bekæmpelsesmetoder, og sociologiske overvejelser om, hvorvidt det kan forventes, at brugeren vil tage systemet i brug.

3.4.2 Behovet for udvikling af nye systemer

Behovet for udvikling af nye systemer i Danmark blev identificeret ved en systematisk gennemgang af belastningsindikatorerne for de pesticider, der anvendes i relevante afgrøde/skadevolder kombinationer. Denne tilgang havde fokus på de afgrøder, som belastningsindikatorerne udpegede som mest belastende i forhold til miljø og sundhed. Desuden blev der inddraget relevant biologisk og agronomisk viden samt manglende baggrund for vurdering af bekæmpelsesbehov.

Denne identifikation blev suppleret med resultater angående ønsker om nye systemer fra projektworkshoppen og fokusgruppeinterviewene.

3.4.3 Hvad skal MVB-systemer kunne for at bidrage til at reducere pesticidbelastningen

Forslagene i dette afsnit er blevet til på grundlag af arbejdsgruppens identifikation af, hvad det ville være formålstjenligt for beslutningsstøttesystemer at tage i betragtning, hvis de skal give brugeren mulighed for at reducere pesticidbelastningen og tage miljøsyn i betragtning. Forslagene er blevet bearbejdet på et konsortiegruppemøde, og der er ikke taget hensyn til, om de er relevante i en given politisk situation, eller om det er svært eller let at tilvejebringe den nødvendige viden.

3.5 Perspektivering

Dette afsnit indeholder arbejdsgruppens forslag til videre arbejde med udvikling af nye MVB-systemer eller videreudvikling af allerede eksisterende systemer. Vidensgrundlaget for videre arbejde med de foreslåede systemer og emner er blevet evalueret på basis af arbejdsgruppens kendskab til de enkelte felter og til søgning af litteratur på de pågældende områder.

Der er i dette afsnit også foretaget en prioritering af skadevolder- afgrødekombinationer, hvor udviklingen af MVB systemer vil have det største potentiale for at nedbringe pesticidbelastningen, og dette er blevet gjort ud fra belastningstallene i diskussionsafsnittet.

4 Definition af monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer

4.1 Definitioner

Insekter, svampe og ukrudt udgør størstedelen af de skadevoldere, der findes i land- og havebrugsafgrøder, og er derfor de primære mål for udvikling af monitorings- varslings- og beslutningsstøttesystemer (MVB). Hertil kommer sygdomme forårsaget af bakterier og vira, der økonomisk set er mindre væsentlige og har en biologi, der bevirker, at de sjældent indgår i beslutningsstøttesystemer. Landbrugsentomologien og plantepatologien har en lang forskningstradition, og har længe før skadevolderne kunne bekæmpes effektivt beskæftiget sig med de enkelte skadevolderes biologi og økologi. Disse studier var imidlertid forudsætningen for, at man ved at manipulere med miljøet og afgrødevalg kunne holde skadevolderne i skak.

Angreb af insekter og adskillige svampesygdomme har ofte en epidemiologisk karakter, nogle år er angrebene direkte ødelæggende, - andre år er der mindre belastende angreb. Andre sygdomsfremkaldende organismer kan overleve i jorden i længere tid. I modsætning til skadedyr og sygdomme er ukrudtet altid til stede i marken som frø og/eller underjordiske formeringsorganer, og derfor ved man, at ukrudtet ville spire frem og i store træk, hvilke arter det er samt deres aggressivitet i forskellige afgrøder. Før introduktionen af herbicider var bekæmpelse af ukrudt stort set begrænset til håndlugning og mekaniske tiltag og visse sædskiftemæssige tiltag.

Denne forskel i svampesygdommes og skadedyrs forekomst og udvikling i afgrøden og ukrudtets latente tilstedeværelse reflekteres i opbygningen af MVB i stort set alle dets afskygninger. Udgangspunktet er tællinger, dækningsgrader, fangster og meteorologi, og sidst men ikke mindst hvilken afgrøde, det drejer sig om. MVB opbygges i vores del af verden for at støtte landmandens beslutningsgrundlag, når han skal vurdere, om der skal sprøjtes eller ej. MVB systemer skal sikre, at man kun sprøjter, når skadegøreren er til stede i væsentlig grad, og dermed ikke benytter sig af unødige sprøjtninger og dermed belaster miljøet med pesticider eller andre bekæmpelsesforanstaltninger. Det er især ønsket om et lavere forbrug af pesticider, der har givet anledning til udvikling af MVB systemer i Danmark, og ideelt set skal de kunne afbalancere forholdet mellem produktion og miljøhensyn.

4.1.1 Monitorering

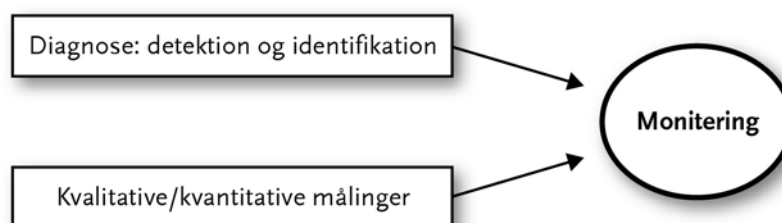
Definition: *Monitorering af sygdomme, skadedyr og ukrudt er en gentagen systematisk indsamling af information om tilstedeværelse og angrebsgrad/udbredelse af skadevolderen.*

Monitorering (eng: assessment, monitoring, surveillance) er en aktivitet, der kvalitativt og/eller kvantitativt fastslår aktuel angrebsgrad af sygdomme, populationstætheder af insekter (skadelige og nyttige) og ukrudtstætheder eller -dækningsgrader i afgrøder (Cooke, 2006; Dixon, 2007). Målingerne kan være

statiske øjebliksbilleder eller dynamiske over et givet tidsrum. Aktiviteten er særdeles afhængig af hvilke skadevoldere, det drejer sig om, ligesom korrekt identifikation af skadevolderen er en forudsætning for monitorering, dvs. at der indledningsvis skal foretages detektion af skadevolderen eller dens produkt f.eks. et toksin og dernæst identifikation mikroorganismen, der forårsager sygdommen eller syndromet i afgrøden (Miller et al, 2009). Detektion plus identifikation udgør elementerne i diagnostik (International Standards for Phytosanitary Measures, no. 5, 2010). Tilsvarende definitioner kan anvendes for skadedyr. Skadedyrs- og sygdomsangreb bedømmes ofte ved en gentagen systematisk inspektion af afgrøden i mark eller væksthuse. For skadedyrene tælles antal skadedyr pr. afgrødeenhed og omregnes til skadedyr pr. arealenhed. Et typisk eksempel på visuel bedømmelse er bladlus i korn. Til bedømmelser kan også anvendes indsamling med ketcher, bankskærm, feromonfælder, D-vac eller lignende. For plantesygdomme opgøres typisk andelen af syge planter i en mark (eng: incidence), eller dækningsgraden (eng: % severity) vurderes ved hjælp af sygdomsnøgler, - metoden afhænger af afgrødens udviklingstrin og patogenets biologi (James, 1974; Cooke, 2006). Sporefælder anvendes, men sjældent rutinemæssigt i forbindelse med varsling. Ukrudtets latente karakter gør, at man ofte bygger sine tællinger/vurderinger på forskellige tidspunkter, hvor forskellige ukrudtsarter forventes at være fremspirede i løbet af en vækstsæson, mens det for sygdomme og skadedyr ofte er en dynamisk proces.

Moderne teknologi har givet nye muligheder for indsamling af data, for eksempel ved brug af immunologiske metoder som f. eks ELISA og DNA metoder (Fox and Narra, 2006) og vegetationsmålinger (Kuckenberget et al., 2009) og andre remote sensing-metoder (Nilsson, 1995). Sammenhængen mellem diagnose/identifikation, målinger og monitorering er vist i figur 4.1.

Figur 4.1 Diagram til illustration af monitorering.



4.1.2 Varslingssystemer

Definition: *Et varslingsystem forudsiger risikoen for et sygdoms- eller skadedyrsudbrud eller en udvikling af skadevolderen eller ukrudtsbestands udvikling baseret på informationer om klimaet, afgrøden og/eller skadevolderen, og eventuel tilstedeværelse af nyttige organismer*

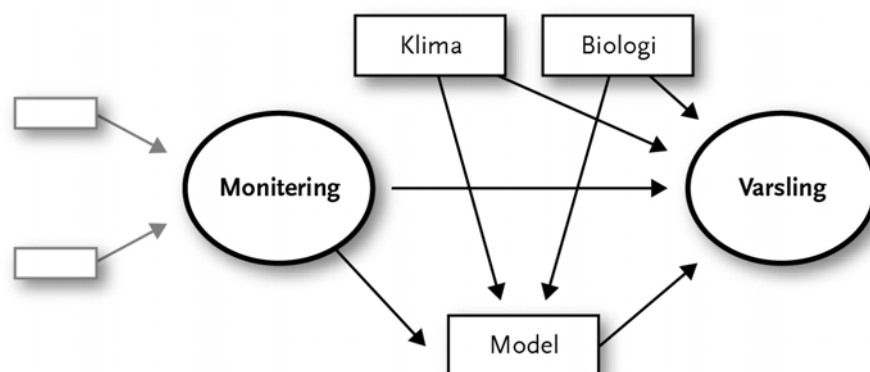
Varsling (eng: forecasting, prediction, warning) tager enten udgangspunkt i en monitorering, altså information om tilstedeværelse af skadevolderen, eller bygger for svampesygdomme og skadedyrs vedkommende på kendskabet til eller modellering af eventuelle epidemiologiske forløb som funktion af meteorologiske faktorer eller som tredje mulighed på oplysninger om afgrøden og dens udviklingstrin (Hardwick, 2006; Zadoks, 1984). De fleste varslingsystemer anvender klimatiske data. Eksempelvis anvendes temperaturmålinger ofte til varsling af angreb af skadedyr, hvor en arts temperaturafhængige udvikling er kendt.

Det gælder blandt andet for havrebladlus. Adskillige af de sygdomsvarslingssystemer, der anvendes i praksis, inddrager både temperatur og fugtighed og/eller nedbør. Som eksempel kan nævnes varsling for kartoffelskimmel (Nielsen et al., 2008). Andre systemer inddrager information om primær smitte, og om det er en mono- eller polycyklisk sygdom. Et varslingssystem for skadedyr og sygdomme kan etableres uden en monitoring og vil i så fald være en varsling af et angrebstidspunkt i tilfælde af, at skadevolderen er til stede. For ukrudtets vedkommende er varsling snævert forbundet med de aktuelle afgrødetætheder og de enkelte ukrudtsarters konkurrenceevne.

Varsling har ofte rod i historiske databaser og erfaringer, som enten er regelbundne eller probabilistiske. Varslingssystemer udvikles primært for skadevoldere, som over år udviser en variation i angrebsmønstret. Det skal tilføjes, at terminologien på området er upræcis. Undertiden skelnes mellem varsling (forudsigelse af angreb) og prognose (forudsigelse af udvikling i angreb), og til tider anvendes termene som synonyme. Vi har valgt, at begrebet varsling betegner både sygdoms- og skadedyrsudbrud og en stigning i intensitet af sygdom eller skadedyr. Dette er i tråd med terminologien i international litteratur, se f. eks Agrios (2005) og Campbell og Madden (1990).

Varslingssystemer er ofte men ikke altid baseret på en viden om, hvor meget eller hvor stort et sygdoms- eller skadedyrsangreb kan være, før der påføres landmanden et økonomisk tab (Madden et al., 2007). Denne grænse benævnes økonomisk skadetærskel (eng: economic injury threshold eller damage threshold) (Zadoks, 1985; Zadoks og Schein, 1997) og afhænger af afgrøde, sygdom og evt. specifikke økonomiske forhold. Inden denne skadetærskel er nået, bør landmanden foretage en bekæmpelse for at undgå økonomiske tab, og denne tærskel benævnes 'action threshold' eller 'warning threshold'. De enkelte elementer i varsling er vist i figur 4.2.

Figur 4.2 Diagram til illustration af sammenhæng imellem monitoring og varsling. Varslingssystemer uden monitoring kan ikke varsle et bekæmpelsesbehov, kun angrebstidspunktet.



4.1.3 Beslutningsstøttesystemer

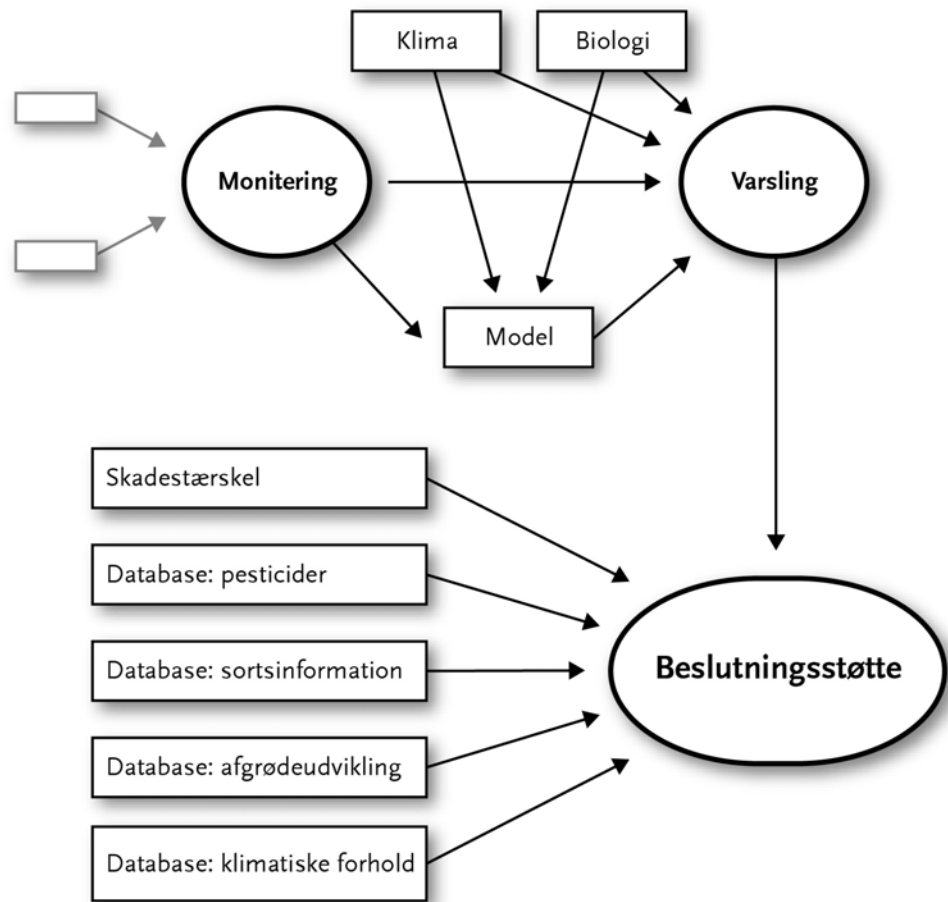
Definition: ***Et beslutningsstøttesystem indsamler, kategoriserer og integrerer flere typer information i tilknytning til en afgrøde for dernæst at analysere og fortolke denne information, og til sidst anbefale den eller de mest hensigtsmæssige bekæmpelsesforanstaltninger.***

Et beslutningsstøttesystem (eng: Decision support system, expert system) er et redskab, der skal hjælpe landmænd, frugtavlere, rådgivere og andre med at tage beslutninger omkring forebyggelse og bekæmpelse af skadevoldere (Matthews et al. 2008; Magarey et al, 2002; Newton et al., 2006) og bidrage til at reducere pesticidforbruget (Mir og Quadri, 2009). I litteraturen dækker ordet 'beslutningsstøttesystem' fra meget enkle varslingsmodeller, der skal hjælpe brugeren med at tage en beslutning, til meget avancerede ekspertsystemer, der omtrent kan erstatte menneskelig rådgivning (Gent et al., 2010; Knight og Thackray, 2007; Lentz, 1998; Newton et al., 2000). Gennem de sidste 20 til 30 år er der udviklet uhyre mange beslutningssystemer specielt i USA og Europa, men kun et fåtal er blevet en succes (Campell og Madden, 1990; Magarey et al., 2002; McCown, 2001; Mir og Quadri, 2009). Denne rapport følger kriterierne for et beslutningsstøttesystem til brug indenfor plantebeskyttelse som defineret af en europæisk arbejdsgruppe (ENDURE report, 2009). De angiver, at fire punkter skal være opfyldt:

1. Anvendelse af økonomiske skadetærskler og/eller anbefalinger af behandlingsmuligheder
2. Integration af forskellige informationskilder: En "ekstra værdi" sammenlignet med anbefalinger på etiketten skal kunne påvises
3. Brug af beregningsalgoritmer og/eller beregningsmodeller
4. Anvendelse af computere.

Beslutning om iværksættelse af bekæmpelsesforanstaltninger er et resultat af dataindsamling f. eks. monitoring af skadevolder eller klimadata, en dataanalyse og tolkning og dernæst en handling = anbefaling (Magarey et al., 2002). En beslutning er således baseret på monitoring og varsling og afhænger af udbyttens niveau - herunder pris på afgrøden, hvis det er muligt - pris på bekæmpelsesforanstaltning og andre relevante parametre sættes i relation til den forventede negative virkning på afgrøden. Beslutningen kan være deterministisk, probabilistisk eller en blanding heraf alt afhængig af opbygningen af de underliggende algoritmer. Et beslutningsstøttesystem kan indbefatte en eller flere skadevoldere, og systemets anbefalinger kan gælde for en mark, en gård, en region eller land. Det danske Planteværn Online og de fleste andre systemer tager udgangspunkt i en skadestærskel, der definerer grænsen for, om det er økonomisk rentabelt at sprøjte (Jørgensen et al., 2007a). Mulige komponenter i et beslutningsstøttesystem er vist i figur 4.3.

Figur 4.3. Diagram til illustration af sammenhænge mellem monitoring, varsling og beslutningsstøtte



5 Beskrivelse af eksisterende monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer

Der gives i dette afsnit en beskrivelse af de monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer, der anvendes i Danmark, samt en gennemgang af nogle af de systemer, der anvendes i nogle af vore nabolande. Gennemgangen er delt op på afgrødetyper, hvorunder monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer gennemgås for ukrudt, sygdomme og skadedyr. Der er ingen forskel på systemerne for ukrudt i korn og andre afgrøder, hvorfor ukrudtet er placeret under korn, der er den største af afgrøderne.

5.1 Skadetærskler

Skadetærskler spiller en central rolle i varsling og beslutningsstøtte, idet de definerer, hvor stort angreb der kan tolereres, uden at bekæmpelse bør sættes ind, og spiller således sammen med monitoring. Selvom skadetærskler ikke indeholder en forudsigtelse af risikoen for et sygdoms- eller skadedyrsudbrud (som varslingsystemer efter definitionerne bør), spiller de sammen med monitoring op til en vurdering af, om en bekæmpelse bør foretages eller ej. Det er dog også muligt at varsle, uden at en skadetærskel er defineret. Der kan for eksempel varsles for forventet migration ind i marken (eksempel glimmerbøsser), eller for forventet populationsvækst (daggradmodel) eller på grundlag af klimatiske forhold.

Den økonomiske skadetærskel kan defineres som den populationsstørrelse af en skadevolder eller det smittetryk, hvor bekæmpelse skal sættes ind for at forhindre populationen/angrebet i at vokse yderligere og forårsage et tab, der overstiger omkostningerne ved at bekæmpe (Hall & Norgaard 1973; Zadoks, 1985).

Skadetærskel kan ændres sig med plantens udviklingsstadium og med sortens modtagelighed. Skadetærskler for en bestemt skadevolder må også løbende revideres for at rumme nye sorter, nye dyrkningsmetoder og priser på hjælpemidler (pesticider), arbejdskraft og høstet afgrøde.

Skadetærskler forudsætter, at der er etableret en sammenhæng mellem fysisk skade på afgrøden og populationstæthed/ smittetryk af skadevolder i afgrødens vækststadier. Desuden skal der være etableret viden om sammenhæng mellem grad af fysisk skade (på et givet vækststadium, på en given plantedel) på planten og økonomisk tab og dernæst også, hvor stor del af den fysiske skade, der kan undgås gennem en given bekæmpelse, og hvad denne bekæmpelse vil koste. I skadetærskler kan også indgå den pågældende marks historie, skadevolderens fordeling, og hvor meget skade der kan tolereres. Særlige krav kan gælde for eksportafgrøder (karantæneskadevoldere).

Robuste og videnskabeligt velfunderede skadetærskler er essentielle elementer i forbindelse med beslutninger vedrørende bekæmpelse. For en del skadevol-

dere findes kun empiriske skadetærskler, hvorfor der er behov for mere videnskabeligt sunde parametre, ligesom der for en del skadevoldere ikke er etableret skadetærskler.

Videncentret for Landbrug har udarbejdet vejledninger, der angiver skadetærskler for en række skadedyr og sygdomme. De vejledende skadetærskler for 2011 fremgår af Appendiks B.

5.2 Korn

5.2.1 Korn-ukrudt, monitorering.

Monitorering for ukrudt er noget anderledes end for de andre skadevoldere, insekter, svampe, bakterier og vira, fordi ukrudtsfrø altid er til stede i jorden i store mængder. Monitoreringen for ukrudt begrænser sig derfor til i vidt omfang at vurdere tætheder af almindelige ukrudtsarter, evt. ved anvendelse af markkort.

5.2.2 Korn-ukrudt, varsling

Varsling for ukrudt er nærmest kun af akademisk interesse i Danmark. Ukrudtet er næsten altid til stede, hvilket betyder, at ændringerne i ukrudtsfloraens sammensætning og store ændringer i tæthed på bekæmpelsestidspunktet sjældent ændrer sig så markant, som det sker på sygdomme og skadedyr. Da ukrudtsbestanden varierer betydeligt fra mark til mark og også inden for marken, er det dog stadig relevant at sikre, at man ved hjælp af optællinger og ukrudtskort bekæmper ud fra en behovsmæssig tilgang. Ved ekstreme klimatiske forhold kan tætheden dog ændre sig markant og dermed påvirke bekæmpelsesbehov.

5.2.3 Korn-ukrudt, beslutningsstøtte

Beslutningsstøttesystemer til ukrudt har været udviklet og anvendt siden begyndelsen af 1990'erne. Formålet med disse systemer, hvoraf der er 9 nævnt i tabel 5.1, er blevet udviklet for at tilfredsstille forskellige behov for såvel slutbrugeren, gerne landmanden, og myndighederne.

Table 5.1 En sammenligning af anvendte Europæiske beslutningsstøttesystemer til ukrudtsbekæmpelse

	S	It	Pl	NL	DK	F#	GB	F	F
	Dose Key	Gest Inf	IPM IDSS	MLHD	CPO Weeds	Phyto Choix	Weed Manager	Decid Herb	Opt Herb Clim
Frigivet	1990	1997	2002	2002	1986-95	2003	2003	2005	2007
Brugere	110	10	?	250	1600	>200	?	afprøves	afprøves
Internet	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	CD	CD	Ja	Ja
Ukrudtsarter	?	22	20	?	105	Alle	12	250	Alle
Afgrøder	2	3	1	4	30	Vin	1-11	12	Korn(3)
Miljø	Nej	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
Første publikation	1992	1997	2002	2002	2003	2003	2003	2005	2007
Monitering	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Varsling	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Langsigtet beslutning	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej
Dosis-respons	Nej	Nej	Ja	Nej	Ja	nej	Nej	Nej	Data dosis + vejr
Anden graduering	% control	YL*			+		YL*	Fussy logic	
Reduktion i herbicid				30 %					

* YL= yield loss function Cousens 1985 eller funktioner afledet heraf. WeedManager synes at udlede en damage coefficient på grundlag af LAI; swm we mwew restriktiv end Cousens 1985 (Kropff et al 1995)

omfatter kun vin

Fokus var for flertallet i begyndelsen af mere økonomisk art dog med skelen til miljømæssige konsekvenser af pesticidanvendelsen. En undtagelse er det danske (PVO-ukrudt) og svenske (DoseKey) system, som blev udviklet pga. af politiske initiativer på regeringsniveau for at nedsætte pesticidforbruget i de to lande for mere en 25 år siden.

Det karakteristiske for alle systemerne er, at de reelt kun ser på korttidsvirkning af en given ukrudtsbekæmpelse i form af herbicidsprøjtning. Fire hævder ganske vist at kunne beregne langtidsvirkningerne af den givne bekæmpelse; MLHD, PVO-ukrudt, WeedManager og DecidHerb, hvoraf det sidstnævnte kun er i afprøvning. Alle systemer forsøger at identificere den "bedste" behandling ud fra forskellige forudsætninger, og derfor er de faktorer, der indgår i beregningen til en definition af "best practice", ret forskellige og ofte ikke sammenlignelige.

5.2.3.1 GestInf

GestInf er et økonomisk orienteret system, som ved hjælp af skadetærskler og monitering i marken ser på såvel dosisreduktion og pris samt virkning på miljøet. Det er uden tvivl et af de bedst dokumenterede systemer med indtil flere artikler i internationale tidsskrifter (Berti & Zanin 1997; Berti et al., 2003). Systemet bruges i sojabønner, majs og vinterhvede og bygger på resultater fra 17 marker over en fire års periode. I sojabønner hævdes det, at der kan spares op til 36 % af herbicider. I vinterhvede er reduktionerne dog mere beskedne. Reduktionen udregner et såkaldt GroundWater Danger index. Moniteringen er her essentiel, fordi systemet bygger på skadetærskler - uden monitering ingen anvendelse af konkrete skadetærskler. Skadetærskeldelen bygger på

Cousens udbytte funktion (Cousens 1985), som beregner udbyttetabet ved en given ukrudtsbestand, hvor der summeres over arter, som er vægtet med en relativ vægt for de almindeligste arter.

Programmet giver ligeledes et estimat for udbyttetab på grundlag af overlevende ukrudt samt et miljøindeks for behandlingens virkning på grund- og overfladevand. Det fremgår ikke helt klart, hvordan referencerammen med udbytte i ukrudtsfrie omgivelser beregnes.

5.2.3.2 WeedManager

Også her er monitorering nødvendig for at sætte ukrudtstrykket ind i modellen, som beskriver udbyttetabet som funktion af ukrudtstrykket. WeedManager har optimerings algoritmer baseret på biologiske modeller, som minder en del om dem, der benyttes i GestInf.

I WeedManager er der en lang række konkurrenceforsøg, som danner grundlag for simuleringstudier og parametrisering af udbyttetabsfunktioner (Storkey et al., 2003). Der indgår ikke en vægtet summering af flere arter som i GestInf. Samtidig ses der på selektivitet, pris og vejrforholdene, der indgår ikke noget styrkemål af herbicider, så det er anbefalede, anerkendte doseringer, som i sidste ende bliver foreslået. Til forskel fra flere andre systemer, der er nævnt her, er der en artikel i et internationalt tidsskrift og i en BCPC kongres (Storkey et al., 2003; Collings et al., 2003). Det fremgår imidlertid ikke helt klart, hvor mange forsøg, der ligger bag systemet, men derimod foretages en ret detaljeret gennemgang af simuleringmodellerne.

5.2.3.3 MLHD

MLHD inkluderer sprøjtesituationen, især vejret, og sidst men ikke mindst nødvendigheden af at følge op på en behandling, hvis den anbefalede dosis ikke har virket tilfredsstillende. MLHD er i skrivende stund kun anvendt til herbicider med virkning på fotosyntesen og er derfor begrænset, idet de fleste herbicider i dag ikke primært er fotosyntesehæmmende eller hæmmerne af forskellige synteseveje, der er nødvendig for fotosyntesen, for eksempel karotinoïdhæmmerer (Kempenaar & van den Boogaard, 2004).

Monitoreringen spiller den samme rolle her som i den andre systemer.

En nødvendig MLHD sensor meter koster ca. 1500 Euro og måler effekten af herbiciders virkning på fotosyntesen med en patenteret sensorteknologi (<http://www.wipo.int/patentscope/search/en/WO2001016594>). De målinger, der foretages, kommer ind under kategorien varsling, fordi målingerne hævdes at kunne vurdere det relative tab (0-100 %) én til to dage efter sprøjtningen, før man kan se tydelige symptomer på herbicidskader. Her drejer det sig om to slags effekter, en på ukrudtet (den vigtigste) og en på afgrøden (kun hvis selektivitetsforholdene ikke er i orden).

Så vidt man kan se af dokumentationen, er dosering bestemt af tabeller for ukrudtsfølsomhed, herunder deres udviklingstrin. Modelvalidering bygger på ca. 40 drivhusforsøg i Holland samt adskillige markforsøg og demonstrationsforsøg.

Fordelen ved systemet er, at man kan måle en virkning, før man kan se symptomer og dermed varsle noget om ukrudtets formodede bekæmpelse og om eventuel skade, en sprøjtning påfører, og måske anbefale en ny sprøjtning. Resistensudvikling hos ukrudtet samt miljømæssige effekter og økonomiske

aspekter er også inkluderet i MLHD. Men som tidligere nævnt er det overvejende herbicider med direkte eller indirekte virkning på fotosyntesen.

5.2.3.4 DoseKey

DoseKey omfatter en lang række afgrøder (ca. 20) og omkring 100 almindelige arter i Sverige. Foruden de almindelige afgrøder, som vi også har i DK, er der medtaget nogle, som vi ikke regner med i Danmark, f.eks. energiskov og enge. Systemet bygger på slutbrugerens valg af den effekt, man ønsker af en given dosering på en række fundne ukrudtsarter. I en afgrøde kan man generelt vælge mellem to forskellige virkningsniveauer, for eksempel om man ønsker moderat (71-100 %) eller kraftig bekæmpelse (91-100 %) af de vigtigste ukrudtsarter. Det er muligt at identificere arterne i en database med kendetegn i voksen og unge stadier samt bekæmpelsesstadiet. Hvis kombinationen af afgrøde og ukrudtsarter ikke kan matches i herbicid-databasen, får man det at vide. Hvis der er et match, angives dosering og pris på behandlingen, men noget tyder på, at der ikke er mulighed for at få svar på, hvilke eventuelle herbicidblandinger man kan benytte. En særdeles nyttig facilitet er at kunne se, hvorledes virkningen af det pågældende herbicid i standarddosering er på en lang række af de almindelige ukrudtsarter i den valgte afgrøde. Der skulle også være mulighed for at inkludere meteorologiske forhold. Dokumentationen er via Internettet, men kunne ikke findes ved søgning (Maj 2011). Det formodes, at de svenske forsøg i korn gennem de sidste næsten 30 år har dannet baggrund for systemet, men det kan ikke dokumenteres (<http://www.sjv.se/etjanster/etjanster/ograsdatabas.4.35974d0d12179bec28580002385.html>). DoseKey er i sin opbygning inspireret af Planteværn Online.

5.2.3.5 PVO-ukrudt

PVO-ukrudt kræver input angående hvilke ukrudtsarter, der forekommer i marken samt deres tæthed og vækststadiet. Derudover kræves input angående afgrødens vækststadiet og om afgrødens forventede udbyttensniveau, samt om der er tørkestress.

PVO-ukrudt er uden tvivl det mest omfattende system, som kombinerer opdaterede databaser for herbicider med omkring 30 afgrøder og ca. 106 ukrudtsarters følsomhed overfor valgte herbicider valgt på grundlag af afgrøde, sprøjtetidspunkt, forventet udbyttensniveau, antallet af identificerede ukrudtsarter, samt vækstforholdene så som temperatur og eventuel vandstress. I lighed med det svenske system er der en database, som kan bruges til at identificere arterne såvel på bekæmpelsesstadiet som for større vegetative og blomstrende individer. Ud fra enten programspecifikke kontrolniveauer eller kontrolniveauer valgt af brugeren vælges en række herbicider eller herbicidblandinger, som hvis de ikke er kommercielt tilgængelige, sammensættes efter den Additive Dosis Model (Streibig & Jensen, 2000). Doseringskurverne er forudsætningen for anbefalingerne og især for de reducerede doseringer. For en lang række faciliteter minder systemet den om den svenske DoseKey, men til forskel fra denne bygger PVO-ukrudt på en enorm database af doseringskurver samlet over årene fra anerkendelsesforsøg og forsøg i drivhus og i semi-field forsøg, dvs. forsøg udført i pletter udendørs. Der findes en detaljeret gennemgang af PVO-ukrudt (Appendiks A).

PVO kræver en licens på 900 kr. pr. år for landmænd og 1.180 kr. pr. år for konsulenter

5.2.3.6 IMPDSS

IMPDSS er et system, som er strukturelt identisk med PVO-ukrudt og er udviklet til et stærkt begrænset antal ukrudtsarter, herbicider og betingelser i vår-

byg og v rnhvede. Systemet blev oprindeligt udviklet i samarbejde med staben bag PVO. (ENDURE, activity IA24. A survey on Decision Support Systems (DSSs) for crop protection in EU-countries not published). For hvede er der data fra 6-8 forsøg hvert år i årene 2001-2007. Datagrundlaget er således dramatisk lille. Hvad der mangler i datagrundlag på doseringsiden synes at blive ophævet af de detaljerede oplysninger af vejrforhold, som dog overvejende er for svampeangreb i kartofler.

5.2.3.7 OptHerbClim og PhytoChoix

Mens de fleste MVB systemer implicit hævder, at et af formålene med at benytte dem er at reducere doseringen, er der to, som ikke beskæftiger sig med reduktion, men derimod beskæftiger sig med at vælge det bedste tidspunkt til at spr jtte OptHerbClim; mens PhytoChoix er fokuseret på at vælge ud fra givne bekæmpelsesbehov, som formodentligt bygger på monitoring f r bekæmpelse. Her drejer det sig om vin og de midler, der har lavest miljømæssige bivirkninger, vælges, uden at det fremgår helt klart, hvad det betyder.

5.2.4 Korn-sygdomme, monitoring

Første trin mod varsling og beslutningsstøtte for en række sygdomme (men ikke alle) er **monitoring**. Afhængig af sygdomstype anvendes forskellige bed mmelsesmetoder, men en fællesnævner er, at de skal være repræsentative for enheden, objektive og tilf eldige (Cooke, 2006). Bladsvampe bedømmes ofte i % angreb (severity) bortset fra de tidligste stadier, hvor der anvendes % angrebne planter (incidence). Fodsyeangreb angives i % syge planter (incidence), eller der beregnes et indeks baseret på infektionsinddelinger (Cooke, 2006). Til hjælp findes der illustrative bed mmelsesn gler (James, 1974) og nøgler til vurdering af afgrødens udviklingsstadium, for eksempel BBCH skalaen (Lancashire et al., 1991) baseret på Zadoks' decimalkala (Zadoks et al., 1974).

Endelig skal nævnes, at der er udviklet molekylære teknikker, der kan anvendes i identifikation og monitoring af skadevolderen i marken. Diagnostiske mark-kits kan være en ELISA-test, direkte v vsblotter tests, aminosyre-probe test eller baseret på PCR-teknologien. Nogle er kommercielt tilgængelige, men der er et stort potentiale for videreudvikling af de eksisterende og udvikling af nye (Mumford *et al.*, 2006). Til kvantitativ bestemmelse skal nævnes vegetationsmålinger (Kuckenberget al., 2009) og andre remote sensing-metoder (Nilsson, 1995), der også skal videreudvikles f r anvendelse i praksis.

5.2.4.1 Registreringsnettet -korn

Planteavlskonsulenternes registreringsnet er et landsdækkende system af monitoringer i vinterhvede, vinterbyg, vårbyg, rug, havre, og triticale (<http://www.landbrugsinfo.dk/planteavl/plantevaern/varslingregistreringsnet/sider/startside.aspx> 1.9.2011; Nielsen, 2008). I tabel 5.2 er vist, hvilke afgr deplantesygdomskombinationer, der bedømmes for i korn. Monitoring foretages af konsulenter og virksomhedsansatte, der organiseres og betales af Viden-centret for Landbrug, Skejby.

Bladsvampe i korn bedømmes gentagne gange. Indtil vækststadium 32 registreres % angrebne planter og derefter % angrebne planter med angreb på 3 øverste fuldtudviklede blade på hovedstrået. Endelig bedømmes yderligere procent dækning på hvert af de to øverste blade fra og med vækststadium 45. Typisk bedømmes meldug, gul- og brunrust, gråplet, og evt. hvedebladplet i vinterhvede (kun i upl jet med hvede som forfrugt), meldug, bygrust, bygbladplet og skoldplet i v r- og vinterbyg. Det anbefales at indsamle fra 100

planter i bestemte indsamlingsmønstre diagonalt i et dobbelt w i marken eller i sprøjtespor for at fastlægge gennemsnitsforekomst i marken. Endelig skal nævnes, at en enkelt græsart, alm. rajgræs, er medtaget i registreringsnettet. Fra ca. 1. maj bedømmes der for kronrust, sortrust, bladpletsvampe og meldug i % bladdækning.

Bedømmelserne sendes elektronisk til Videncentret for Landbrug, der offentliggør dem på hjemmesiden i form af tabeller og histogrammer med kommentarer samt angrebekort over Danmark, der viser bekæmpelsesbehov for de enkelte sorter. Data indrapporteres løbende, og der sker en ugentlig opdatering på hjemmesiden af kommentarerne til indrapporteringerne. Desuden er der mulighed for at sammenligne epidemiudviklingen for de enkelte sygdomme i forskellige sorter og sammenligne med udviklingen i de foregående 2 år.

Tabel 5.2 Registreringsnet i Danmark 2011, kornsygdomme

Skadevolder	Omtrentlige starttidspunkter	
Sygdomme i vinterhvede	Medio april	Meldug, gulrust, brunrust gråplet, hvedebladplet
Sygdomme vår- og vinterbyg	Medio april i vintersæd og primo maj i vårsæd	Meldug, bygrust, bygbladplet, skoldplet,
Triticale	Medio april	Meldug, gulrust, brunrust gråplet, skoldplet
Vinterrug	Medio april	Meldug, brunrust, skoldplet

(Modificeret efter DLBR Landbrugsinfo, 2011:

http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/Varslingregistreringsnet/Sider/pl_pn_11_299.aspx 1.8. 2011)

5.2.4.2 Andre

Der findes lignende nationale registreringsnet i andre lande. For eksempel kan nævnes det engelske CropMonitor (<http://www.cropmonitor.co.uk/index.cfm> 25.10.2011), der rapporterer om sygdomme i kornafgrøderne vinterhvede og vinterbyg (samt i raps, kartoffel og hestebønne). Mængden af information afspejler afgrødens økonomiske betydning. For vinterhvede, for eksempel, angives bl.a. monitoring af blad- og akksygdomme fra omkring 300 marker, angrebekort 'risk maps' med angivelse af risiko for angreb for adskillige af dem, risikovurdering af mycotoxinproduktion og tidlig varsling (early warning) for gråplet. Ti virksomheder og institutioner bidrager til CropMonitor.

5.2.4.3 Observationsparceller

Til gruppering af kornsorters modtagelighed overfor alvorlige sygdomme anvendes sygdomsbedømmelser i observationsparceller med vinterhvede, vårhvede, vinterbyg, vårbyg, rug, havre, vintertriticale og vårtriticale. Parcellerne monitoreres løbende igennem sæsonen, og sygdomsangreb vurderes og angives som % dækning. Tallene angives for hver afgrødesygdomskombination på en række lokaliteter, og der angives gennemsnitstal, minimum- og maksimumstal samt en frekvensoptælling pr lokalitet. I tabel 5.3 er vist afgrødesygdomskombinationer og antal forsøg og sorter i 2011.

Tabel 5.3 Sygdomsbedømmelser i observationsparceller med korn 2011

<input type="checkbox"/> Afgrøde	<input type="checkbox"/> Sygdomme og i parentes antal forsøg	<input type="checkbox"/> Antal sorter
<input type="checkbox"/> Vinterhvede	<input type="checkbox"/> Meldug (12), gråplet (14), gulrust (8), hvedebladplet (3), Akksfusariose (5)	<input type="checkbox"/> 84 <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Vårhvede	<input type="checkbox"/> Meldug (13), gråplet (15), gulrust (9), hvedebladplet (5), Akksfusariose (2)	<input type="checkbox"/> 15
<input type="checkbox"/> Vinterbyg	<input type="checkbox"/> Meldug (11), Skoldplet (14), bladplet (11), bygrust (6), Ramulariablادplet (9)	<input type="checkbox"/> 48
<input type="checkbox"/> Vårbyg	<input type="checkbox"/> Meldug (10), Skoldplet (2), bladplet (3), bygrust (3), Ramulariablادplet (8)	<input type="checkbox"/> 90
<input type="checkbox"/> Rug	<input type="checkbox"/> Skoldplet (14) brunrust (5)	<input type="checkbox"/> 25
<input type="checkbox"/> Havre	<input type="checkbox"/> Meldug (6), bladplet (6), kronrust (2)	<input type="checkbox"/> 17
<input type="checkbox"/> Vintertriticale	<input type="checkbox"/> Meldug (7), Skoldplet (5), Septoria? (10), gulrust (6)	<input type="checkbox"/> 15
<input type="checkbox"/> Vårtriticale	<input type="checkbox"/> Meldug (3), Septoria? (8), Hvedebladplet (3)	<input type="checkbox"/> 2

(Modificeret efter <http://pdsorter.pdir.dk/obs2011.html>)

Resultaterne fra observationsparcellerne offentliggøres løbende på Plantedirektoratets (nu NaturErhvervs) hjemmeside <http://pdsorter.pdir.dk/obs2011.html> og anvendes til gruppering af sorters modtagelighed, som bl.a. indgår som en vigtig del i Planteværn Online's anbefalinger.

Til hjælp i monitoringerne er der på Landbrugsinfo adgang til sygdomsbeskrivelser med gode illustrationer

(http://pvo.planteinfo.dk/cp/graphics/namelist.asp?pi=1&language=da&taskid=5&namegroupid=2&sortid=4&id=djf&pi_menu=1&pi=1&fuzz=9788&fuzz=9788), ligesom der foreligger nogle tests, hvor brugeren kan teste sin evne til at diagnosticere en kornsygdom (http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/Plantesygdomme/Sider/pl_11_516.aspx).

Serveren, som kører URL'en pvo.planteinfo.dk, slukkes pr. 1. februar 2012. Herefter skal flg. URL anvendes: ipmdss.dk.

5.2.4.4 Virulensovervågning

Virulensovervågninger registrerer ændringer i patogenpopulationers genetiske sammensætning mht. deres evne til at angribe forskellige sorter med forskellige resistensgener. Virulensovervågninger er især relevante for meldug og rust i korn. I mere end 30 år blev der indtil for få år tilbage overvåget for bygmeldug i Danmark, og indtil 2010 blev der overvåget for gulrust i hvede. Virulensovervågning er særdeles relevant i forbindelse med vurdering af sorters resistensniveau og dermed også behandlingsbehov, men det er også et omkostningstungt system at køre. I England overvåges for en række kornpatogener, og NIAB udgiver årligt en rapport med resultater: United Kingdom Cereal Pathogen Virulence Survey. På europæisk plan er der bestræbelser på at samarbejde og samkøre resultater vedrørende patogener, sorter og forbyggelses- og bekæmpelsestratiger. På internetplatformen EUROWHEAT samles bl.a. viden om hvedepatogens virulens- og fungicidresistensgenskaber (Jørgensen et al., 2010). På globalt plan er der en netop oprettet platform 'Wheat tool box', hvor Århus Universitet i samarbejde med FAO og CIMMYT samler information om de alvorlige rustsygdomme, der spreder sig i disse år. Wheat tool box og det nyoprettede 'Global Rust Reference Centre' på Aarhus Universitet, Flakkebjerg, er en del af 'Borlaug Global Rust Initiative'. (<http://130.226.173.223/WheatRustFAO/WheatRustFAO.asp> 1.12.2011).

5.2.5 Kornsygdomme, varsling

5.2.5.1 *Septoria-timer*

Gråplet er en alvorlig sygdom i hvede. Svampen *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*), der forårsager sygdommen, er meget afhængig af de klimatiske forhold, og det er forsøgt udnyttet i en at måle/varslingsenhed, kaldet en septoria-timer (Verreet et al., 2000). Videncentret for Landbrug har flere sæsoner (1999-2001) og 2011 afprøvet septoria-Timeren, der beregner risiko for angreb af *Septoria tritici* ved at måle bladfugt, nedbør og temperatur løbende. En periode med min. 3 mm nedbør og samtidigt 48 timer med bladfugtighed (over 98 %) udløser varsel, og der sendes en sms- eller emailbesked til brugeren. Der anbefales kun fungicidbehandling, hvis der ikke har været sprøjtet de foregående 2,5 uge. Både resultaterne fra tidligere forsøg og fra 2011 afprøvningen viser, at timeren kan varsle rettidigt for gråplet i hvede (http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/IPM/demobrug/Sider/pl_11_660.aspx og http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/IPM/demobrug/Sider/pl_11_541.aspx (26.10.2011).

Sammenlignende forsøg har vist, at septoria-timeren gav risikovurderinger, som var på højde med flere af de andre varslingssystemer for hvedegråplet (Jørgensen and Hagelskjær, 2003; Burke og Dunne, 2008). Prisen for septoria-timeren er 1.800 euro inkl. moms.

5.2.5.2 *VIPS*.

Det norske VIPS monitorer og varsler for en række sygdomme (http://www.vips-landbruk.no/index_kultur_korn.jsp). I korn er det brunplet i hvede, bygbladplet og skoldplet i byg, meldug i hvede og byg, akksfusariose i hvede og havre. Der varsles på grundlag af oplysninger om klimatiske parametre (regn, temperatur, RH) og markdata (sygdomsangreb, sortsmodtagelighed, sædskifte, jordbehandling). Brugeren kan klikke sig til en Planteværns-guide, der anviser forskellige midler.

5.2.5.3 *Svensk varsling*

I Sverige monitoreres og varsles for gråplet i vinterhvede, skoldplet og bygbladplet i byg delvist baseret på vejrdata. Desuden inddrages information om sort, kvælstofniveau, og sædskifte samt en bedømmelse af angreb (Sigvald, 2011, upubl.). Risiko for knækkefodsygeangreb vurderes ligeledes, og informationen er direkte tilgængelig for planteavlskonsulenter.

5.2.6 Korn-sygdomme, beslutningsstøtte

5.2.6.1 *PVO-sygdomme*

Planteværn Online er det danske internetbaserede beslutningsstøttesystem til brug i korn (Rydahl, 2003; Jørgensen *et al.*, 2007a). I det følgende beskrives kort sygdomsdelen af PVO, og for yderligere beskrivelse henvises til Appendiks A. Fod – og bladsygdømmene, der indgår i PVO – sygdomme kan forårsage store udbyttetab i år med gunstige forhold for patogenerne.

Angrebsgraden af den enkelte sygdom vurderes i marken, og efterfølgende indtastes data via systemets hjemmeside. Angrebsgraden angives ligesom ved ukrudt på en grov skala. Det anbefales at indsamle fra 100 planter i bestemte indsamlingsmønstre diagonalt i et dobbelt w i marken eller i sprøjtespor for at fastlægge gennemsnitsforekomst i marker.

PVO – sygdomme er baseret på skadestærskler (Secher, 1991, Rydahl, 2003), og overskrides en vis tærskel udløses et varsel. Videncentret for Landbrug og

Aarhus Universitet har udarbejdet en vejledning, der angiver vejledende skadestærskler for bekæmpelse af svampesygdomme i korn, som de anvendes i Planteværn Online i 2011 (Vejledning i Planteværn, 2011), se Appendiks B. I de fleste tilfælde bygger varslingen på en angrebsgrad, men den kan også være baseret på f. eks nedbør. Afgrødens udviklingstrin og sortens modtagelighed for sygdommen inddrages også.

Der er udviklet en række hjælpeværktøjer, der anvendes i beslutningsforløbet, se appendiks A for yderligere information. Hvis PVO-sygdomme anbefaler behandling, er næste trin at vælge middel, blanding af midler og dosering. Doseringen er faktorkorrigeret og baseret på 5 faktorer, der indbefatter viden om sygdommen og afgrøden.

I Jørgensen et al. (2007a) er det forsøgt at kvantificere den økonomiske og miljømæssige effektivitet af beslutningsstøttesystemet. Det konkluderes, at PVOs "generelt har vist tilfredsstillende anbefalinger med hensyn til bekæmpelse og opnåede nettomerudbytter, ligesom systemet har anbefalet lave mængder pesticider" at "anbefalingerne er robuste og ligger omkring det økonomisk optimale, dog er der identificeret visse områder, hvor systemet anviser en for høj indsats" og at "valideringsforsøg med fungicider i korn har i forhold til det forbrug, der er i dag, kun vist et meget begrænset og usikkert reduktionspotentiale". En række kilder, der omhandler validering af PVO-sygdomme, understøtter disse udsagn (se bl.a. Secher et al., 1995; Hagelskjær og Jørgensen, 2003; Jørgensen og Hagelskjær, 2003; Jørgensen et al., 2010).

Ifølge Nielsen (2008) har 860 danske landmænd købt PVO, og de fleste konsulenter anvender systemet. Mulige hindringer i brugen af PVO-sygdomme er belyst af Jørgensen et al. (2007a og b, 2008), og indbefatter landmandens holdning til beslutningsstøttesystemer, manglende tid til at udføre sygdomsbedømmelserne og manglende økonomisk incitament.

5.2.6.2 Andre beslutningsstøttesystemer i korn

I tabel 5.4 er opført et udvalg af europæiske beslutningsstøttesystemer. De fleste systemer anvender meteorologiske data til beregning af infektionsperioder og efterfølgende epidemiudvikling og giver anbefaling af en 1. behandling og efterfølgende behandlinger. Ifølge ENDURE-report (2009) kan de grupperes efter bagvedliggende modeller: dosis-respons modeller (PVO-sygdomme, CryptoLis), sygdomsudviklings- / vækststadiumsmodeller (f. eks FusaProg) og analytisk deskriptive 'complemental epidemiology' modeller (ingen vist). Tre af de viste systemer (inklusive det danske) er baseret på kendskab til skadestærskler og giver anvisning på behandling. PVO-sygdomme inddrager udover bedømmelser af specifikke sygdomme også information om sort, vækststadium og vejrdata. For alle systemerne (tabel 5.4) gælder, at de har potentiale til at reducere belastningen på miljøet. Frahm et al. (1996) konkluderer for eksempel, at ProPlant kan reducere fungicidforbruget med 30 % enten ved at anbefale færre sprøjtninger eller lavere doseringer.

Tabel 5.4: Udvalgte europæiske beslutningsstøttesystemer i korn med angivelse afgrøde, antal sygdomme, type og antal af brugere, behandlingsforslag, om skadestærskel indgår og hvordan beslutninger formidles (Modificeret efter ENDURE rapport, 2009 og Dammer *et al.*, 2009)

System	PVO Sygdomme	CryptoLis	FusaProg	ProPlant
Land	DK (eksporteret til Polen og de Baltiske lande)	Fr	Sz	Ge
Antal afgrøder Antal sygdomme	Flere Flere	Hvede Flere	Hvede Flere	Flere Flere
Brugere	1. Landmænd 2. Konsulent 3. Andre	Landmænd Konsulent	Landmænd Konsulent	Landmænd Konsulent
Antal brugere	1. 1000 (3 %) 2. 300 3. 300	3 kooperativer	-	?
Moniteringsystem	Angrebsgrad Nedbør		Vejrdata	Vejrdata
Varslingssystem	Baseret på Angrebsgrad Sort Vækststadium Sidste behandling	Regionalt sygdomstryk og sortens modtagelighed kombineres	Baseret på Dyrkningssystem, DON-kontaminering	Baseret på Sort Sådato Plantetæthed Vækststadium Jordfugtighed
Beslutningsstøtte	Tidspunkt for behandling, middel, dosering tilpasset sortens modtagelighed og afregningspris for korn	Ja, behandlingsforslag	Ja, behandlingsforslag	Ja, behandlingsforslag middel, dosering
Skadestærskel	Ja	Ja	Ja	Nej
Internet	Ja	Ja	Ja	CD-rom, Internet

Alle de viste systemer (tabel 5.4) formidles via nettet og Proplant også på CD-rom. Ingen af systemerne anvendes i stor udstrækning. En grund kan være, at de underliggende algoritmer og modeller bliver meget komplekse, når der skal tages hensyn til flere afgrøder og flere sygdomme samtidig samt de miljømæssige betingelser (ENDURE-report, 2009), hvorfor selve udviklingsarbejdet er krævende.

5.2.7 Korn-skadedyr, monitorering

Det væsentligste skadedyr i korn er bladlus. Korn angribes primært af havrebladlus (*Rhopalosiphum padi*), kornbladlus (*Sitobion avenae*) samt græsbladlus (*Metopolophium dirhodum*). Kraftige bladlusangreb fører til udbyttetab. Skaderne varierer fra år til år. I 'bladlusår', typisk tørre og varme år, kan skaderne overskride skadetærsklen. Bladlus kan overføre virussygdommen rødsot.

Kornbladbiller (*Oulema melanopus*) kan også i visse år give tab, men er af mindre betydning. Hvedegalmyg (*Sitodiplosis mosellana*) kan give anledning til skader i perioden fra skridning til blomstring. På lerede jorde kan snegle give anledning til skader. I rug og tritcale kan trips være skadelige. Enkelte år kan kornbladhveps (*Dolerus haematodes*) gøre skade. Det er dog mange år siden, det sidst er set. Ligeledes kan fritfluer (*Oscnella frit*), sadelgalmyg (*Haplodiplosis equestris*) og hessisk galmyg (*Mayetiola destructor*) gøre skade enkelte år.

I registrerings- og varslingsnet opgøres bladlus og kornbladbiller visuelt via optælling af andel angrebne strå. Hvedegalmyg opgøres vha. fangster i feromonfælder. I 2011 var der udsat fælder på 70 lokaliteter. Systemet med hvedegalmyggen er publiceret på engelsk og anvender en tærskel på 120 galmyg/fælde/dag (Bruce et al., 2007). Desuden indgår monitoring for majshalvmøllet med feromonfælder ved majsmarker på 22 lokaliteter med henblik på at overvåge mulig etablering.

Første trin for varsling og beslutningsstøtte for skadedyr er i mange tilfælde, at skadedyret identificeres, og angrebets omfang vurderes (moniteres). Gode entomologiske bestemmelsesnøgler er væsentlige. Afhængig af det pågældende skadedyr anvendes forskellige bedømmelsesmetoder. Større og fritlevende skadedyr opgøres typisk visuelt, og angrebet angives som antal dyr pr. enhed f.eks. pr. plante eller pr. aks eller som andel angrebne planter. I begge tilfælde er det vigtigt, at opgørelsen kan relateres til arealenhed, og der angives i Danmark indsamlingsmetoder til at estimere angreb på markniveau med samme indsamlingsmønstre som ved sygdomme. Absolutte opgørelser er omkostningstunge, så relative metoder for opgørelse er udbredte, som brug af bankeprøver i frugttræer, hvor visuel opgørelse ikke ville være praktisk mulig. Feromonfælder anvendes især for sommerfugle og møl (Lepidoptera), men er også under udvikling indenfor andre ordner herunder fluer (Diptera). Typisk anvendes kønsferomoner i feromonfælder. Monitoring bygger således på fangst af hanner og vil give et indirekte mål for tilstedeværelse af hunner og hermed risiko for æglægning. Virker meget generelt til at stå under korn.

5.2.8 Korn-skadedyr, varsling

Der findes i registreringsnet en klimabaseret varsling for fritfluer. Systemet forudsiger tidspunktet for flyvning og anvender en graddagsmodel med basistemperatur 8 °C og flyvetidspunkt ved 90 graddage summeret fra 1. marts. (Lindblad og Sigvald, 1996). Modellen siger noget om tidspunkt for angrebet, men ikke noget om angrebsstyrken. Den kan tilgås via Varslings/Registreringsnet under Landbrugsinfos hjemmeside (<http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/Varslingsregistreringsnet>). Modellen giver resultater baseret på lokale klimadata, ved at brugeren indtaster postnummer.

Der varsles for bladlus på basis af opgørelser i registreringsnettet på www.landbrugsinfo.dk.

5.2.8.1 Andre

Andre lande har i lighed med Danmark udviklet monitorings- og varslings-systemer i korn. For eksempel findes i Norge monitorings- og varslings-systemet VIPS (Varsling Innen Planteskadegjørerere) link:

<http://www.vips-landbruk.no/> som for korn varsler for kornbladlus, havrebladlus og minerfluen (*Chromatomyia fuscata*). Grundlaget for varsler om skaderisiko er, som i Danmark, registreringer af udvikling af skadevoldere lokalt,

vejrprognoser fra Det Norske Meteorologiske Institut, og klimadata fra Bio-forsks klimastationer

5.2.9 Korn-skadedyr, beslutningsstøtte

I Danmark findes for nærværende kun ét beslutningsstøttesystem (PVO) for skadedyr i korn, som omfatter bladlus og larver af kornbladbiller (Hagelskjær og Jørgensen 2003). I PVO samles kornbladlus, havrebladlus og græsbladlus under ét med fælles skadetærskel. Tærsklen er opdateret i 2008 (Nielsen og Hansen, 2008) og i den forbindelse sænket. Der findes binomiale modeller (til stede/ikke til stede) for, hvordan antal angrebne aks relaterer sig til antal bladlus af en given art, og en model for kornbladlus i vinterhvede er specifikt udviklet til at kunne anvendes af landmænd (Rabbinge 1981). Den danske model er modificeret til at kunne bruges i alle kornarter og dækker alle tre bladlusarter. Det har ikke været muligt at finde referencer, der beskriver, hvordan denne pooling over tre arter påvirker beslutningsstøtte. Systemet behøver to informationer fra brugeren (konsulenten/ landmanden): vækststadiet og antal angrebne aks. PVO anvender en binomial opgørelse for kornbladbiller baseret på andel strå med biller.

Det er almindeligt at anvende insekticid i tankblanding med det langt dyrere fungicid. Herved spares en udbringning. Således anbefales i PVO insekticidbehandling frem til vækststadiet 73 ved 40 % strå med bladlus, men ved samtidig fungicidbehandling allerede ved 25 % strå. På senere vækststadier er der først anbefalet behandling ved 100 % angrebne strå.

Modellen for doseringsberegningerne for svampemidler er justeret, sådan at doser af pesticider reduceres med 25 %, hvis brugeren angiver en forventet hvedepris på < 90 kr./hkg, og vækststadiet er 32 eller senere. En tilsvarende justering findes ikke for insektmidler. Bladlus modellerne standser ved vækststadiet 75 i alle kornafrøder. I vækststadiet 75 udløses kun behandling, hvis angrebet er 100 %. Modellen for kornbladbillerens larve standser ved kornets vækststadiet 59.

Mens skadetærskler for bladlus i korn og kornbladbiller i PVO skulle være velunderbyggede, angives skadetærskler for andre skadedyr i korn og skadedyr i andre afgrøder at være skønsbaserede (Hagelskjær og Jørgensen, 2003).

Tabel 5.5 sammenfatter PVO og en række europæiske eksisterende beslutningsstøttesystemer for skadedyr i korn. Som for Danmark ligger fokus på bladlus i korn, især kornbladlusen.

5.2.9.1 SIMLAUS

I Tyskland findes SIMLAUS, der varsler for kornbladlus, havrebladlus og for *R. maidis* i vinterhvede og vinterbyg. Modellen karakteriseres i et review over tyske beslutningsstøtte-systemer udviklet af ZEPP som en 'praksismodel' (i modsætning til en videnskabelig model). Den simulerer den anholocykliske populationsudvikling hos bladlus (Jörg & Bartels, 2008), og er hermed mindre relevant for danske forhold, hvor bladlusene har et holocyklisk livsforløb (anholocyklisk udvikling er, når bladlusene ikke har et kønnet stadium. Det sker typisk, når vinteren er lun nok til, at nymfer og voksne kan overvintrere. I Danmark er de fleste bladlus holocykliske og overvintrer som æg). SIMLAUS er integreret i ISIP (se under raps). En validering af SIMLAUS på tyske data viste korrekte forudsigelser i 96 % af tilfældene, væsentligt bedre end modellerne LAUS og GETLAUS (Klueken et al., 2009).

5.2.9.2 SIMSIT/ GT-Laas

SIMSIT/ GT-Laas er et andet tysk beslutningsstøttesystem for kornbladlusen i vinterhvede. Det simulerer bladlusens populationsudvikling, baseret på fænologiske undersøgelser (Jörg & Bartels, 2008). Det er valideret mod tyske observationer og giver resultater som SIMLAUS.

5.2.9.3 EIPPRE

I Holland (og Belgien) anvendes beslutningsstøttesystemet EIPPRE for bladlus i vinterhvede. Det var et af de første systemer der blev udviklet (Reinink, 1986).

5.2.9.4 COLIBRI

COLIBRI er et fransk system for beslutningsstøtte for kornbladlus. Systemet simulerer bladlusens fænologi og rumlige udbredelse (GIS-systemer) baseret på migrationsmodeller (Fievet et al., 2007) (Plantegenest et al., 1999). Link: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1763519>.

For andre skadedyr i korn findes ikke beslutningsstøttesystemer. Dog er i England udviklet et model-beslutningsstøttesystem for stankelbenslarver i vårbyg i sædskifter med græs (Blackshaw, 2009), som kunne være relevant i Danmark i sædskifter med korn og græs.

Tabel 5.5 Beslutningsstøttesystemer for skadedyr i korn. Her er ikke medtaget model-systemer og systemer under udvikling.

System	PVO	SIMLAUS	SIMSIT	EIPRE	COLIBRI
Land	DK	Ge	Ge	NI +Be	Fr
Skadedyr	Bladlus (havrebladlus, kornbladlus, græsbladlus). Primært i vinterhvede og vårbyg	Kornbladlus, havrebladlus, <i>R. maidis</i> i vinterhvede og vinterbyg	Kornbladlus i vinterhvede	Bladlus i vinterhvede	Kornbladlus
Brugere	Landmd Konsulent	Landmd Konsulent	Landmd Konsulent	Landmd Konsulent	Landmd Konsulent
Antal brugere	ukendt	Ukendt	Ukendt	ukendt	Ukendt
Moniteringsdel	Monitering af bladlus	Temperatur	Monitering af bladlus	Monitering af bladlus	Monitering af bladlus
Varslingsdel	Varsling efter andel strå med lus, vækststadiet og pesticidforbrug	Temperatursum	Varsling efter angreb og temperatur	Varsling efter andel strå med lus	Varsling efter andel strå med lus, vækststadiet
Beslutningsstøtte	Bekæmpelse hvis skadetærskel nået	Simuleringsmodel for anholocyklisk udvikling baseret på temperatur	Bekæmpelse hvis skadetærskel nået	Bekæmpelse hvis skadetærskel nået	Simuleringsmodel for bladlus' fænologi og rumlige udbredelse
Behandlingsforslag	Ja	Ja	Ja	Ja. Baseret på forudsigelse af tab	Ja
Skadetærskel	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Internet	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

5.3 Raps

5.3.1 Raps-sygdomme, monitorering

Storknoldet knoldbægersvamp (*Sclerotinia sclerotiorum*) er en alvorlig sygdom i raps, og angreb varierer meget fra år til år, hvilket gør det relevant at anvende MVB-systemer i forebyggelse/bekæmpelse af sygdommen. En bekæmpelse af sygdommen skal ske under fuld blomstring, altså før der er synlige symptomer til stede. Andre udbyttereducerende sygdomme er skulpesvamp (*Alternaria* spp.) og gråskimmel (*Botrytis cinerea*) og en sjælden gang rodhalsråd (*Phoma lingam*, *Leptosphaeria maculans*). I Danmark monitoreres ikke for rapssygdomme.

Det engelske CropMonitor (<http://www.cropmonitor.co.uk/index.cfm> 25.10.2011) bedømmer ca. 100 afgrøder for sygdomme tre gange i løbet af sæsonen. 25 planter pr afgrøde vurderes for storknoldet knoldbægersvamp, Phomaråd, meldug, lys bladplet, skulpesvamp, gråskimmel og visnesyge. Angreb rapporteres som % angrebne marker og % syge planter. For de fire førstnævnte udarbejdes såkaldte 'risk maps' angrebskort, der angiver risiko for angreb.

5.3.2 Raps-sygdomme, varsling

5.3.2.1 SkleroPro

Er et tysk varslingsystem (Koch *et al.*, 2007), der er blevet afprøvet i Danmark i årene 2007 til 2009 og er desuden blevet evalueret med 9 års data (1998-2006) fra landforsøgene (Heltoft Jensen, 2010). SkleroPro beregner bekæmpelsesbehov ud fra antal infektionsgunstige timer (timer med min 7°C, RH over 86 %) og økonomisk tærskelværdi beregnet ud fra forventet udbytte, afregningspris, omkostninger til sprøjtning og køreskade. Dyrkning af raps i sædskiftet indgår i vægningen af infektionsgunstige timer. Antallet af infektionsgunstige timer bliver summeret og jo flere timer, des større er risikoen for smitte. SkleroPro giver ikke behandlingsforslag. Til trods for enkelte tilpasninger til danske forhold klarede systemet sig ikke tilfredsstillende, idet SkleroPro kun anviste korrekt behandling i 50 % af forsøgene (Heltoft Jensen *et al.*, 2011). Hvis SkleroPro skal tilpasses danske forhold, skal der yderligere undersøgelser til, specielt vedrørende klimaets indflydelse på smittetryk og afprøvning af modellen under smittetryk, og desuden skal der ske justeringer til aktuelle prisforhold.

5.3.2.2 VIPS

Er det norske varslingsystem for skadevoldere, der bl.a. varsler for storknoldet knoldbægersvamp. Systemet inddrager regn, blomstringstidspunkt, forfrugt, plantetæthed og angreb i tidligere år. Når brugeren har klikket sig igennem spørgsmålene på hjemmesiden, kommer systemet ud med en infektionsværdi og en konklusion (<http://www.vips-landbruk.no/> 1.10.2011). Brugeren kan derefter klikke videre til en Planteværnsguide, der anviser forskellige midler.

5.3.2.3 Svensk varsling

I Sverige har man i mange år og med stor succes varslet for storknoldet knoldbægersvamp i vårraps (Sigvald, 2011, upubl.). Varslingsystemet, der er udviklet af Twengström og Sigvald (1993), er baseret på såkaldte risikofaktorer: afgrødetæthed, estimering af mængden af sklerotier i jorden, tidspunkt for apotheciedannelse, nedbør i forsommeren og under blomstring og vejrprognoser. Senere studier har vist, at systemets model kan forenkles (Twengström

et al., 1998). Systemet er tilgængeligt på <http://www.ffe.slu.se/PV/svensk/aktuellt/aktuellt.html>, 13.10.2011.

5.3.2.4 Kronbladstest

Anvendes kronblade til varsling, er der to muligheder. Hvis kronbladene indsamles til en test på agarplader, kan eventuel tilstedeværelse af svampen konstateres ca. 10 dage senere. Gladders *et al.*, (2008) konkluderede, at testen ikke kan anvendes i praksis, idet der går for lang tid fra indsamling af kronblade til testen giver svar på, om der er behov for behandling. Varsling baseret på en PCR-test af kronblade er ikke færdigudviklet og er endnu ikke testet under danske forhold (Heltoft Jensen et al., 2011). Kronbladsindsamling er eller har været anvendt i andre lande, se bl.a. <http://www.agf.gov.bc.ca/cropprot/sclerot.htm> 5.10.2011, hvoraf det fremgår, at et kronbladskit er et kommercielt produkt.

I Frankrig anvendes *KitPetales*, der bygger på en test af rapsens kronblade i marken for tilstedeværelse af svampen (Taverne *et al.*, 2003). Antallet af landmænd og rådgivere, der anvender KitPetales, anslås til 2000, og systemet anviser behandlingsforslag og vurderes at nedsætte belastningen på miljøet (ENDURE report, 2009). På grund af den tid det tager at indsamle blade og teste for svampen, anses systemet ikke at være anvendeligt i Danmark.

5.3.2.5 Andre varslingssystemer anvendt/afprøvet i Danmark

I Danmark er tidligere er anvendt opgørelse af frugtlegemer i sklerotiedepoter (GC Nielsen ifølge Heltoft Jensen, 2010), men metoden er usikker, idet de lokale vejrforhold ofte er bestemmende for sporespredning og infektion, og fordi et depot ofte skal dække et større område. Andre systemer, der kan komme på tale for storknoldet knoldbægersvamp, er risiko-point systemer (sædskifte, nedbør, plantetæthed, forventet udbytte indgår), agar- og PCR-tests (indsamling af kronblade). I en evaluering foretaget af Heltoft Jensen (2010) konkluderes det, at ingen af disse varslingssystemer kan bruges til vejledning i bekæmpelse af knoldbægersvamp, enten på grund af for store usikkerheder eller fordi resultatet kommer for sent til en rettidig sprøjtning. Yderligere forskning er nødvendig.

5.3.3 Raps-sygdomme, beslutningsstøtte

5.3.3.1 Proplant

Er et tysk internetbaseret beslutningsstøttesystem, der anvendes i en række afgrøder heriblandt i raps for sygdommen Phomaraad (<http://www.proplantexpert.com/expert/index.jsp> 1.10.2011). Systemet estimerer infektions sandsynligheder på basis af vejrdata (bagudrettede, aktuelle og vejrprognose), og mark-specifikke data herunder forfrugt, vækststadium, jordbearbejdning og sådato, samt økonomiske oplysninger om afgrøden. Systemet giver brugeren et overblik over risikoen for angreb og anbefalinger vedrørende fungicidprodukter og dosering (Dammer *et al.*, 2009; Newe *et al.*, 2003).

5.3.4 Raps-skadedyr, monitorering

De alvorligste skadedyr i raps er glimmerbøsser (*Meligethes aeneus*), rapsjordlopper (*Psylliodes chrysocephala*) og skulpegalmyg (*Dasineura brassicae*) samt bladribbesnudebiller (*Ceutorhynchus pallidactylus*). Vinterraps er mest udbredt i Danmark med ca. 170.00 ha. Vårraps udgør et lille areal, men rammes særligt hårdt af angreb af glimmerbøsser. Voksne glimmerbøsser kan æde pollen fra mange plantearter, men æg lægges altid i knopper af korsblomstrede. Plan-

ten kompenserer for moderate angreb ved anlæg af nye knopper, mens alvorlige angreb kan reducere udbyttet blandt andet ved at vanskeliggøre en ensartet afmodning, som er nødvendig for bedst mulig tørring efter skårlægning.

Rapsjordloppen angriber de unge planter i sensommeren, og senere gnaver larverne sig ind i planterne, hvor de lever over vinteren. Ved alvorlige angreb kan opleves en betydelig udbyttereduktion som følge af hæmmet vækst i foråret. Den vejledende bekæmpelsestærskel mod de voksne biller er 10 % bortgnavet bladareal, indtil fire løvblade er udviklet, og mod larverne en summeret fangst på 25 biller i gule fangbakker over en periode på tre uger i hovedflyvningsperioden. Skulpegalmyg lægger deres æg i skulperne. Larverne æder frøene. Skulpesnudebiller skader især ved at skabe indfaldsveje for skulpegalmyggene. Den vejledende bekæmpelsestærskel for skulpesnudebiller er 6 biller/ plante. Skulper under 2 cm kan angribes af skulpegalmyg alene uden hjælp fra skulpesnudebiller. Larverne af bladribbesnudebiller kan findes inde i stænglerne fra slutningen af april til begyndelsen af juni. Stængelmarven er brunfarvet af larvernes gnav og afføring. Ved kraftige angreb nødmodner planterne.

Registrerings- og varslingsnet registrerer og varsler for skulpegalmyg i vinteraps på ca. 20 lokaliteter med 2 gule fangbakker pr mark, men skulpegalmyg er ikke en del af registreringsnettet. Landbrugsinfo giver ligeledes adgang til en temperaturbaseret model for fremkomst af skulpegalmyg (baseret på Axelsen, 1992). Registrerings- og varslingsnettet for rapsjordløpper følger indflyvningen af rapsjordløpper i ca. 80 marker hvert år med ligeledes 2 gule fangbakker per mark for at vurdere bekæmpelsesbehovet mod larverne.

5.3.5 Raps-skadedyr, varsling

På Landbrugsinfo findes monitorings- og varslingssystemer beskrevet for glimmerbøsse, rapsjordløpper og skulpegalmyg i dyrkningsvejledningen for raps. I dyrkningsvejledningen anføres også monitoringsmetoder og skadestærskler for skulpesnudebille (6 biller/ plante) og monitoringsmetode for bladribbesnudebiller med gule fangbakker, men ingen skadestærskler.

Der monitoreres for skulpegalmyg i raps vha. fangbakker. Det er imidlertid meget tidskrævende at optælle fangbakker, og det er specialistarbejde at kende skulpegalmyg fra de mange andre galmyggearter, der forekommer. Derfor indsendes prøverne til bestemmelse. I pærer er det almindeligt at samle galmygangrebne pærer ind i en spand og bruge deres fremkomst som en simpel varslingmetode for pæregalmyg. Her kommer man ud over problem med genkendelse.

5.3.5.1 VIPS

Norske VIPS har monitorings- og varslingssystemer for glimmerbøsser (feltopgørelser og vækststadiumafhængige skadestærskler) og den lille kålflue samt kåluglen (*Mamestra brassica*).

5.3.6 Raps-skadedyr, beslutningsstøtte

5.3.6.1 Proplant

Til de seks mest almindelige skadedyr i raps findes det kommercielt udviklede beslutningsstøttesystemet Proplant, link:

<http://www.proplantexpert.com/expert/index.jsp> . Skadedyrene er: rapsjordløppe, glimmerbøsse, "oilseed rape stem weevil" (*Ceutorhynchus napi*), bladribbesnudebille, blygrå rapssnudebille (*Ceutorhynchus obstrictus*), og skulpe-

galmyg. Det er et vejr-baseret system, der bygger på et litteraturstudie og 8 års fænologiske observationer af skadedyrene i Tyskland inklusive data for deres migration (for eksempel bevægelse fra overvintringssteder til mark).

Systemet skal have input fra avleren om skadedyr (monitoring) og afgrødens vækststadiet, -vækstbetingelser og eventuelle sprøjtninger. Skadedyrenes populationsudvikling er baseret på klimadata. Specielt for Proplant er, at fænologien for 6 vigtige naturlige fjender (snyltehvepse), hvoraf de 5 overvintrer i jorden, også er blevet kortlagt (4 års data for Tyskland og 3 for Sverige) og i beslutningsstøttemodellen knyttet til max temperaturer i 2 m højde (Johnen et al., 2010). Snyltehvepsene kommer typisk til marken senere end deres værter. Baseret på modellerne søges et tidsvindue, hvor pesticidbehandling skader snyltehvepsene mindst muligt. Systemet er oprindeligt udviklet i Tyskland, men er nu valideret for en række lande. For skadedyr dækker ISIP kun i raps (Newe et al., 2003). Systemet giver information mht. om der skal bekæmpes, optimal dato for bekæmpelse og valg af middel. En nylig sammenligning af Proplants prognoser med et engelsk monitorings og varslingssystem viste stor overensstemmelse i forudsigelser af immigration af glimmerbøsser (Ferguson, 2011).

5.3.6.2 ISIP (Integrated System for Integrated Plant Production)

Det tyske paraply-beslutningsstøttesystem ISIP giver beslutningsstøtte for en række skadedyr i raps. Det er bygget op over i alt ti beslutningsstøttesystemer for skadedyr og sygdomme i landbrugsafgrøder, grøntsagsafgrøder og frugt, der er samlet på en fælles platform, som beskrevet af Kleinhenz et al. 2008, i projektet PASO, som løb mellem 1993 og 1996 under det tyske fødevarerministerium og med deltagelse fra 13 regionale plantebeskyttelsestjenester. ISIP er siden valideret gennem den tyske rådgivningstjeneste. Resultaterne formidles til landmændene gennem rådgivere og en varslingstjeneste.

5.4 Kartoffler

5.4.1 Kartoffel-sygdomme, monitoring

5.4.1.1 Registreringsnet

Fra midten af juni registreres kartoffelskimmel først som antal pletter (foci) pr. m² i marker og dernæst som % dækning (<http://www.euroblight.net/EuroBlight.asp>, 28.5.2011). En kartoffelmark besøges kun en gang. De første 5-10 registreringer verificeres på laboratoriet på Videncentret for Landbrug, hvorefter efterfølgende observationer accepteres pr. mail eller telefon. Indberetningerne stoppes, når der er fundet kartoffelskimmel i alle regioner. Registreringerne oploades til en database, som er tilgængelig på Euroblight hjemmesiden (<http://www.euroblight.net/EuroBlight.asp>). I 2011 indgår 44 kombinationer af sted, dyrkningsmåde (konventionelt/økologisk) og sort i datasættet. Kartoffelafgrødens udviklingsstadium angives efter BBCH skalaen. Der ligger tilsvarende resultater fra de andre nordiske lande.

5.4.2 Kartoffel-sygdomme, varsling

5.4.2.1 Infektionstryk til varsel for kartoffelskimmel

Kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) er den mest udbyttereducerende sygdom i kartoffel, - ikke kun i Danmark, men i alle egne, hvor der dyrkes kartofler. Kartoffelskimmel er meget afhængig af temperatur og relativ fugtighed, og det er derfor ikke overraskende, at et af de første varslingssystemer udviklet for en plantesygdom blev udviklet for kartoffelskimmel i 20'erne.

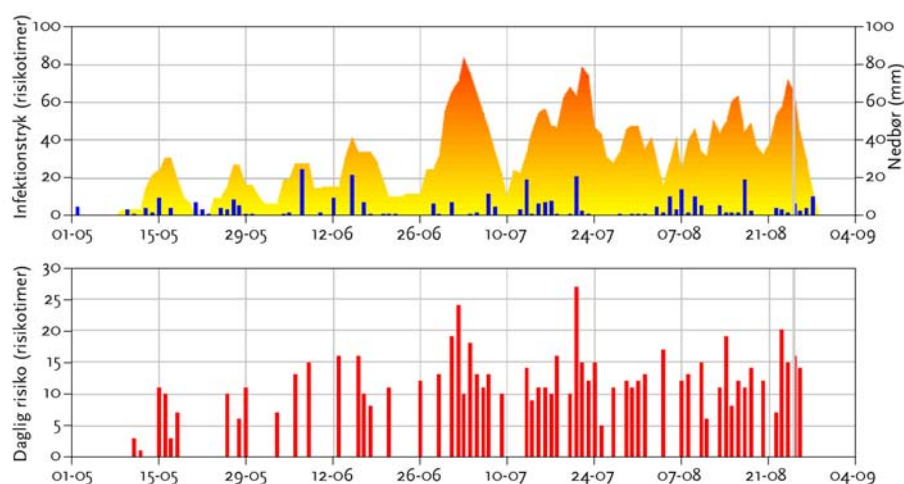
Siden da er der udviklet og videreudviklet en række varslings- og beslutnings-systemer for denne alvorlige sygdom.

Infektionstryk for kartoffelskimmel er tilgængelig på Landbrugsinfo. Infektionstryk for kartoffelskimmel udgør sammen med registreringsnettet (se afsnit 5.4.4) samt en udviklings- og testversion for dosisberegning det system, som kaldes Skimmelstyring (se 5.4.3).

Det beregnede infektionstryk (del af Landbrugsinfo tidligere Planteinfo) definerer infektionstryk (infection pressure) som en løbende sum af sporuleringstimer i 5 dage (dd plus 2 dages vejrprognose og 2 dages 'historisk' vejr) og måles i grid på 5 x 5 km. Sporuleringstimer er antallet af timer i perioder af 10 timer plus, når RH er over 88 %, og temperaturen i samme periode er mellem 10 og 24°C. Infektionstryk under 20 er lavt, 20-40 moderat og over 40 højt (Hansen et al, 2010). Infektionstrykket på LandbrugsInfo giver kun information om det aktuelle smittetryk, som konsulenter og landmænd kan anvende til at vurdere risikoen for angreb. De skal således selv tolke informationerne om infektionstrykket (ud fra opgivne niveauer som anses for lavt hvis under 20, moderat tryk hvis 20-40 og højt ved over 60). I figur 5.1 er vist et eksempel på grafisk fremstilling af infektionstryk og daglig risiko. Der er ikke indbygget komponenter på Landbrugsinfo til beslutningsstøtte vedrørende tid og brug af specifikke fungicidtyper og dosering, og systemet tager ikke udgangspunkt i en skadestærskel.

I dag er varslingsystemet Infektionstryk tilgængeligt og anvendt af planteavls-konsulenter og landmænd. I 2011 opførte kartoffelskimmel-patogenet sig atypisk, idet observationer tyder på, at overvintrende oosporer initierede kartoffelskimmelangreb, og varslingsystemet Infektionstryk var ikke 'tilpasset' dette. Der mangler således stadig biologisk viden om patogenet til brug for opdatering af de vejrbaseerede modeller.

Varsling baseret på Infektionstryk anvendes af 80 % af konsulenterne og 5-10 % af de danske landmænd (2009 tal, se ENDURE-report, 2009 og tabel 5.8).



Figur 5.1. Eksempel på grafisk fremstilling af infektionstryk og daglig risiko pr 25. august 2011. De meteorologiske data hentes fra DMI. Blå søjler angiver nedbør i mm.

5.4.3 Kartoffel-sygdomme, beslutningsstøtte

5.4.3.1 Skimmelstyring

Det danske beslutningsstøttesystem Skimmelstyring er en test- og udviklingsversion, der blev udviklet i projektet REFUKA, et projekt under Miljøstyrelsen 2005-2006 (Nielsen et al., 2008). I rapporten benævnes systemet Blight Management. Historisk set bygger udviklingen af Skimmelstyring på erfaringer opnået i tidligere systemer. I begyndelsen af 90'erne udvikledes Pc-NegFry (Hansen et al., 1995), men på trods af gode resultater i testforsøg, blev videreudviklingen standset i 2002 på grund af fejlslagne varslinger. NegFry blev eksporteret til Sverige, Polen og de Baltiske lande, men anvendes ikke mere. I 1996 blev Planteinfo (senere Landbrugsinfo) tilgængelig via Internettet, og der blev arbejdet videre med kartoffelskimmel i dette regi. Allerede i perioden 1999-2003 blev der ifølge Hansen et al. (2003) udviklet de komponenter, der fører til behandlingsanbefalinger, men det blev vurderet, at systemerne var for usikre, specielt hvad angår vejrdata og vejrprognoser samt beregning af skimmelvej.

Skimmelstyring er baseret på et beregnet Infektionstryk (se afsnit 5.4.2) og monitorering af første angreb af kartoffelskimmel i registreringsnettet for skimmel (se 5.4.1). Skimmelstyring er stadig i testfasen og endnu ikke tilgængeligt.

Modellen i REFUKA projektet (Nielsen et al., 2008) indeholdt en algoritme, som beregnede dosis af svampemidlet Shirlan (nu et ældre svampemiddel) ud fra sortsresistens, om der er fundet skimmel i området og det aktuelle infektionstryk. Tidspunktet for første behandling i forsøgene blev vurderet ud fra fund af skimmel i registreringsnettet. Afprøvning af modellen i projektet viste, at brugen af et beslutningsstøttesystem kunne være med til at reducere brugen af svampemidler, men det fremgår også af rapporten, at usikkerheden ved brug af systemet stadig var for stor til, at modellen kunne anbefales i praksis.

5.4.3.2 Andre beslutningsstøttesystemer i kartoffel

Der er i dag en række varslings- og beslutningsstøttesystemer i brug i Europa (<http://www.euroblight.net/EuroBlight.asp>, 28.5.2011, Hansen et al., 2010). De europæiske systemer er på forskellige udviklingsstadier, men fælles for dem alle er, at der som udgangspunkt for varslings- eller beslutningsstøttesystemer er udviklet submodeller, der bygger på varigheden af en minimumstemperatur og varigheden af min. relativ fugtighed. En forudsætning er tilstedeværelsen af inokulum, men der anvendes ikke sporefanger i varslingen. De meteorologiske data anvendes til beregning af infektionsperioder og efterfølgende epidemiudvikling, anbefaling af 1. behandling og nogle systemer foreslår også middel og dosering.

I tabel 5.6 er det danske Infektionstryk (varslingsystem) og Skimmelstyring sammenlignet med varslings- og beslutningsstøttesystemer udviklet eller anvendt i Holland, England, Sverige, Tyskland og Frankrig. Kun de franske er tilsvarende populære.

Tabel 5.6: Udvalgte Europæiske varslings- og beslutningsstøttesystemer i kartoffel med angivelse af type og antal af brugere, behandlingsforslag, om skadestærskel indgår og hvordan beslutninger formidles.

System	Infektions- Tryk	Skimmelstyring (Blight Management)	Plant- Plus	Simphyt 1, 3	Prophy	Mileos
Land	DK	DK	NI, UK, S	Ge	Ge	Fr
Brugere	1. Landm. 2. Kons.	Ikke implementeret Endnu	Landm.	Landm. Kons.	Landm. Kons.	1. Landm. 2. Kons.
Antal brugere	1. 5-10 % 2. 80 %		Ca. 300 ¹⁾	Ukendt	¹⁾	1. 250-500 2. 30 når 3500
Monitersystem	Temperatur RH Nedbør	Temperatur RH Nedbør Registrering af første angreb	Temperatur, vindhastighed RH nedbør	Vejrdata Registrering af skimmel	Lokalt og regionalt vejr	Temperatur RH nedbør
Varslings-system	Sporuleringstimer	Sporuleringstimer, Submodel output: infektionstryk	Sporuleringstimer Submodel output: disease risk		Submodel output: disease pressure	2 modeller, den en negativ prognose
Beslutningsstøtte	Nej	Tidspunkt for sprøjtning, hvilket middel i hvilken sort	Tidspunkt for sprøjtning, Middel	Sprøjtetids- punkt	Tidspunkt for sprøjtning, Dosering, Middel	Optimalt tidspunkt for sprøjtning, middeltypen tilpasset sort
Skadestærskel	Nej		Nej	Nej /Ja	?	Ja?
Internet	Ja Plus fax		ja	ja	ja	Ja Plus SMS

(Modificeret efter ENDURE report, 2009; Andrivon et al., 2008)

1)PlantPlus og Prophy til sammen

De kommercielle systemer PlantPlus (www.dacom.nl) og Prophy (www.opticrop.nl) er udviklet i Holland. PlantPlus kalkulerer, hvornår der vil ske en infektion, og det er baseret på temperatur, vindhastighed, nedbør, fugtighed i kombination med mark-specifikke data (Andrivon *et al.*, 2008). Modellen tager også hensyn til information om den foregående sprøjtning. Anbefalingerne er tidspunktet for næste sprøjtning og hvilken type af middel, der skal anvendes. Prophy bruger lokale og regionale vejrstationer til at identificere kritiske tidspunkter. Prophy kan beregne, hvor længe en sprøjtning beskytter afgrøden ud fra oplysninger om hvilket fungicid, der anvendes, dosering,

regnfasthed, sortsmodtagelighed, smittetryk og vækststadium (Andrison *et al.*, 2008).

Simphyt1s model varsler for første sprøjtning, Simphyt3 for behandlingsintervaller og -mængde. Öko-Simphyt er baseret på Simphyt1 og Simphyt3 og anvendes til behandlinger med kobber, der er tilladt i visse lande (EU tillader op til 6 kg Cu/ha) (Tschöpe *et al.*, 2010). Tre års validering viste, at Öko-Simphyt kan reducere kobber forbruget betragteligt. Systemerne er tilgængelige via ISIP (www.isip.de).

Mileos er en fusion af to systemer MILDI-LIS udviklet af ARVALIS og af MILPV udviklet af The French Protection Service (Dubois *et al.*, 2010: http://www.euroblight.net/Workshop/2010Arras/PPT/05_02E_Dubois.pdf). Systemet giver anbefalinger baseret på sorterens resistens. Som et af de få systemer (sammen med Öko-Simphyt) indeholder systemet også en version, der retter sig mod det økologiske jordbrug.

Der foreligger adskillige sammenlignende undersøgelser af systemerne. Hansen *et al.* (2002) fandt, at ved sammenligning af 6 systemer, heriblandt Plant-Plus, Simphyt, Prophy og NegFry, der blev anvendt i Danmark på daværende tidspunkt, blev fungicidforbruget reduceret med godt 60 % sammenlignet med rutinebehandling.

5.4.4 Kartoffel-skadedyr, monitorering

Væsentlige skadedyr i kartoffel er cikader, nematoder (ål i kartoffel) og bladlus. Nematoder kontrolleres ved at undgå dyrkning oftere end hvert fjerde år. Kartoffelcystenematoden er et karantæneskadedyr. Lokalt, hvor den er konstateret, må ikke indgå i bedrifter med produktion af autoriserede læggekartofler. Bladlus er et problem, fordi de kan overføre virus til kartofler, et særligt problem i læggekartofler. Vektorer er ferskenbladlus, agurkebladlus, stribet kartoffelbladlus, bedebbladlus, ærtebladlus og havrebladlus. I stivelseskartofler kan bladlusene også give anledning til udbyttereduktion.

Coloradobillen (*Leptinotarsa decemlineata*) observeres kun visse år i Danmark, da den normalt ikke/yderst sjældent overvintrer i landet. Den skader bladene med gnav. Den må ikke forekomme, hvor der er autoriseret produktion af læggekartofler. Tæger suger på bladene og kan være problematiske op mod hegn og skel. Ageruglens larver skader kartoffel, som også angriber grønsagsafgrøder som gulerødder og rødbeder, og beskrives under grøntsagsskadedyr. Angreb af smælderlarver kan forårsage kvalitetsforringelser i spisekartofler. Blot få procent knolde med ormegange medfører, at kartoflerne kasseres til salg.

Cikader i kartoffel kan monitoreres med gule limplader http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Kartofler/Sider/Cikader_i_kartoffelmarken2.aspx, men der angives ingen skadetærskel, så pladerne er kun en let metode til at se, om cikaderne er i marken, og kan bruges til timing af en bekæmpelse.

5.4.5 Kartoffel-skadedyr, varsling

Coloradobiller og bladlus indgår i registrerings- og varslingsnet for kartofler. Ugentlige opgørelser af bladlus fra gule fangbakker anvendes til beregning, og ud fra disse optællinger udregnes et smitterisikotal for de enkelte egne. Når risikotallet begynder at stige stærkt, anbefales det at nedvisne kartoffeltoppen,

så snart kartoffelknoldene har en acceptabel størrelse. Risikotallet skal desuden vurderes i forhold til planternes alder og afstand til nærmeste smitekilder. Varsling for bladlus udsendes ugentligt i sæsonen via www.landbrugsinfo.dk/regnet.

Coloradobiller overvintrer normalt ikke i Danmark (men det ses dog oftere og oftere), derfor er der kun enkelte år behov for bekæmpelse, hvis der sker en kraftig indflyvning af voksne biller til danske kartoffelmarker. Skadetærskel sættes ved 4 larver eller biller / 10 planter ved blomstring og 15 dyr /10 planter efter blomstring.

5.4.6 Kartoffel-skadedyr, beslutningsstøtte

I det øvrige EU findes to beslutningsstøttesystemer for kartofler. NemaDecide er et program til beslutningsstøtte mht. nematoder i kartoffel (Been et al., 2005). Systemet er udviklet i Frankrig og er et kommercielt system. Hensigten med systemet er at hjælpe med at vælge et sædskifte, som reducerer risiko for nematoder. Tilsvarende rådgivning leveres i Danmark gennem konsulenttjenesten og landbrugsinfo. Fokus på sædskifte er unikt for dette beslutningsstøttesystem.

SIMLEP er et tysk beslutningsstøttesystem for coloradobillen link: http://www.isip.de/coremedia/generator/isip/Kulturen/Hackfr_C3_BCchte/Kartoffeln/Kartoffelkaefer/Land.html. Det dækker Tyskland og Østrig. Systemet er beskrevet i Jörg & Bartels (2008). Det vurderes ikke p.t. relevant for danske forhold, hvor coloradobillen ikke er et permanent skadedyr.

5.5 Kernefrugt

5.5.1 Kernefrugt-sygdomme, monitorering

Æbler er en højværdiafgrøde, der har et særdeles højt forbrug af pesticider. Behandlingsindekset for fungicider er omkring 20 i æbler og 8 i surkirsebær (Lindhard Pedersen et al, 2003; Ørum og Christensen, 2001). Det skyldes de mange udbyttereducerende sygdomme, der kan blive betydelige både i omfang og varighed, bl.a. fordi frugttræer er i produktion over mange år. Danske æbler dyrkes hovedsagelig til frisk konsum og havde i 2009 et total udbytte på 24.000 tons. Surkirsebær dyrkes hovedsageligt til industri, og i 2009 blev der produceret 14.820 tons.

I kernefrugt er de hyppigste tabsvoldere i dag æbleskurv (*Venturia inaequalis*), pæreskurv (*Venturia pyrina*), æblemeldug (*Podosphaera leucotricha*), æblekræft (*Neonectria ditissima*, syn. *Nectria galligena*) grå monilia (*Monilinia laxa*) og gul monilia (*Monilinia fructigena*) samt sodskimmel (resultat af bladlusangreb). Ildspot (*Erwinia amylovora*) er en frygtet sygdom, der er i fremgang i Danmark. I det følgende vil fokus være på æbleskurv. Der er udviklet metoder til bedømmelse af angreb af de vigtigste sygdomme (se f.eks. Baker 1961; Croxall et al., 1952). Smittetryk af æbleskurv målt som den primære spredning er også beskrevet (Lindhard Pedersen et al., 2011 unpubl.), men metoder bør optimeres. Det er sidstnævnte monitoringsmetode, der vil være anvendelige i VB-systemer.

5.5.2 Kernefrugt-sygdomme, varsling

RIMpro er et varslingsystem, der bruges meget af både avlere og konsulenter i Danmark, og beskrives derfor ret detaljeret.

RIMpro er udviklet i Holland i begyndelsen af 90-erne af Marc Trapman (Trapman, 1993, 1994; Trapman and Polfliet, 1997). Det startede med varsling for æbleskurv, men RIMpro er siden da videreudviklet og omfatter nu også varsling for æbleviklere og sodskimmel. Programmet udvikles fortsat, og der arbejdes på at indbygge både meldug og ildsot. I et dansk-hollandsk samarbejde er RIMpro forsøgt tilpasset til kirsebærbladpletsyge i surkirsebær (Lindhard Pedersen et al., 2011 unpubl.), men der mangler stadig en del udviklingsarbejde.

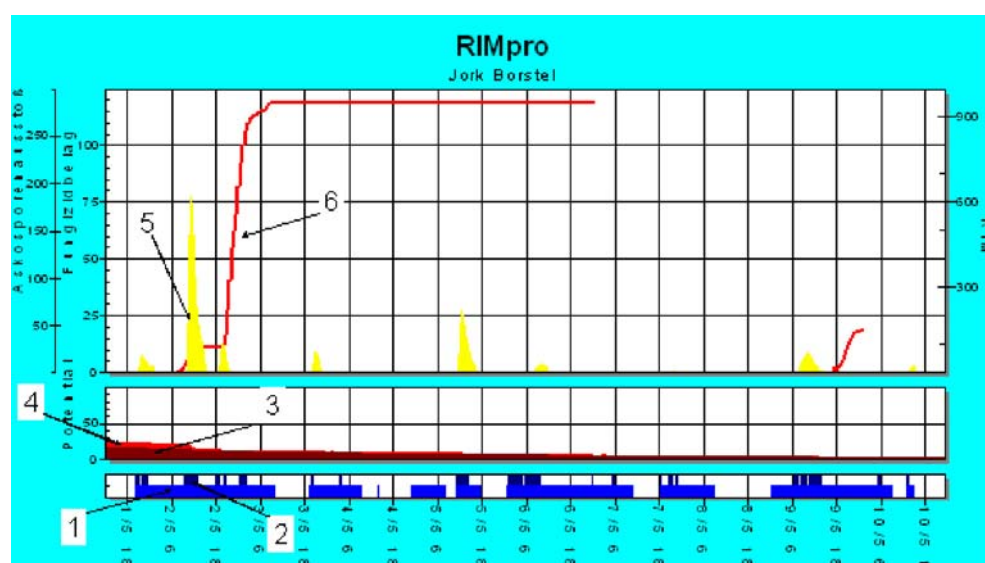
Der er ingen monitoring af sygdomsangreb i RIMpro. Varslingsmodellen i RIMpro-æbleskurv bygger på den biologiske viden om skurvsvampens infektionsprocesser og populationsbiologi og viden om klimatiske faktorerers indflydelse herpå. Første trin om foråret er modning og frigørelse af svampens kønede sporer, ascosporene. New Hampshire modellen (Gadoury and MacHardy, 1982), der estimerer modning af ascosporer baseret på varmesummer over 0°C og startende på dagen for de første modne ascosporer, er almindeligt accepteret og er blevet valideret i USA, Canada, Italien og Norge (Stensvand et al., 2005). Meget afgørende for hele opbygningen af RIMpro er Mill's skurvtabel fra 1944 (Mills, 1944), der angiver forudsætningerne for infektion i.e. antal timer med vedvarende bladfugtighed ved temperaturer fra 6-25°C. Den er siden blevet revideret af bl.a. Stensvand et al. (1997), idet også tidspunktet (om natten eller om dagen) for regnperioder blev inddraget.

RIMpro er baseret på simuleringer, hvori der indgår vejrdato, der indsamles ved hjælp af klimastationer i den enkelte frugtplantage samt vejrprognoser. Der er tale om deterministisk modellering, hvor de dynamiske populationsmodeller (Rabbinge et al., 1989) underinddeles i udviklingstrin, der går fra ét trin til næste ved hjælp af miljøbestemte - og andre variable. For hvert 30. minut beregnes 'the progress in all processes', og individer flyttes fra ét trin til næste ved hjælp af et system kaldet 'fractional boxcar trains'. Den grundlæggende sammenhæng mellem organismens udviklingshastighed og temperatur er beskrevet af Logan (1976, 1988). Indtil for nylig beregnede modellerne den aktuelle situation fra målinger i afgrøden med diskrete intervaller, men fremover inddrages også en forudsigtelse af udviklingen (varsling om mulig infektion fremover) baseret på den lokale vejrprognose. Dette giver en 'real time' beskrivelse og forudsigtelse af de lokale forhold.

Simuleringerne i RIMpro igangsættes på en dato (Biofix) i sæsonens start. I mange år har Biofix været den dato, hvor æbletræerne får 'grøn spids', dvs. at de grønne blade kan ses i spidsen af den stadig lukkede knop. 'Grøn spids' anvendes i de fleste lande i Europa og hidtil også i Danmark. Der kræves ingen monitoring af smittetryk i RIMpro. RIMpro er baseret på temperatur, nedbør og bladfugtighed. Små lokale klimastationer med sensorer sættes op i plantagen til måling af lufttemperatur og -fugtighed i 1.5 til 2 meters højde i trælovet, til regnmålinger med en opløsning på 0,2 mm og til måling af bladfugtighed både i og uden for træets krone. I nogle tilfælde måles også lys/global indstråling samt temperatur og fugtighed i de nedfaldne blade.

I figur 5.2 er vist en grafisk fremstilling af en RIMpro simulering. Figuren er tredelt, nederst angives bladfugtighed og regn, i midten umodne og modne

ascosporer, og øverst vises varslingen dvs. udslyngede sporer og risiko for infektion.



Figur 5.2. Eksempel på grafisk fremstilling af RIMpro-æbleskurv simulering (http://www.fruitweb.info/prog_scab.php den 25.8.2011).

- 1. Bladfugtighedsperiode** I den nederste del af grafikken, lige oven over tidsaksen, ses lyseblå bjælker. Disse er angivelser af den tid med bladfugtighed i plantagen, som er målt af RIMpro ved hjælp af vejrdata.
- 2. Regnperioder** Umiddelbart over den lyseblå bladfugtighedsangivelse ses mørkeblå bjælker, som viser de målte regnperioder. I det viste eksempel er det begyndt at regne d. 1. maj kl. 20.
- 3. Ascosporepotentiale** Den brune flade viser mængden af endnu umodne ascosporer. Ved sæsonstart er alle ascosporer (=100 %) umodne. I løbet af foråret mindskes mængden af umodne sporer da flere og flere sporer modnes og udslynges. Ved bladförrådnel-sen reduceres ligeledes mængden af umodne sporer, der befinder sig i det nedfaldne løv.
- 4. Modne ascosporer** Den røde flade lige oven over det brune område angiver de modne ascosporer. Disse er klar og udslynges næste gang, der kommer regn. En stor mængde modne sporer antyder, at der er en stor risiko for en kraftig skurvinfektion ved næste regnperiode.
- 5. Udslyngede ascosporer** De gule søjler viser de udslyngede ascosporer. Disse befinder sig nu på æblebladene og begynder at spire. I spiringsperioden er sporerne meget følsomme over for kontaktfungicider. Behandlinger, som udføres på dette tidspunkt på våde blade, har vist sig at være meget effektive.
- 6. Sporeinfektion = RIM-værdi** Den røde linje viser det stigende antal sporer, som er så langt i spiringsprocessen, at de kan trænge ind i bladene. Disse sporer er med hensyn til videre udvikling ikke længere afhængig af frit tilgængeligt vand (bladfugtighed). Desuden er de upåvirkede af kontaktfungicider. For at hindre en skurvinfektion på dette tidspunkt må der bruges et kurativt fungicid.

Høj bladfugtighed er en forudsætning for infektion. Der findes forskellige typer sensorer til måling af bladfugtighed, men typisk angives en værdi på en graderet skala. Der fastlægges en tærskelværdi for våd/tør bladoverflade. Bladfugtighedsperioden stopper enten, når en vis værdi opnås, eller når luftfugtigheden falder til under 85 %, samtidig med at der ikke angives nogen bladfugtighed. Regn indgår derfor som en indikator for bladfugtighed. Hvis der er mulighed for at måle lysindstråling, kan forudsigelsen af ascosporerefrigørelse forbedres, idet det ikke sker i lys under 2000 Lux. Hvis der ikke er lysmålinger til rådighed, indgår solopgang og solnedgang i RIMpro for det pågældende geografiske område.

Ascosporemodning og – frigørelse sker fra nedfaldne blade. Derfor kan modellerne forbedres, hvis temperatur- og fugtighedsmålingerne sker få cm over jordoverfladen.

RIMpro følges tæt af en international ekspertgruppe og opdateres en gang om året i takt med fremkomsten af ny biologisk viden og den tekniske udvikling. Målet for udviklingen af RIMpro udtrykkes således på hjemmesiden http://www.fruitweb.info/prog_models.php?language=dk ”at sammensmelte mængden af detaljerede data fra forskning, fra flerårige fænologiske iagttagelser og fra konsulenter og frugtavlere praktiske erfaringer og stille dem til rådighed til praktisk anvendelse”.

RIMpro anvendes af 36 rådgivningsvirksomheder i Europa og Canada. 400-500 europæiske avlere anvender den individuelle 'frugtavlerversion' af RIMpro, hvor frugtavlere har mulighed for at taste sine sprøjtninger ind og se, hvornår midlet er opbrugt. Mange af RIMpro-brugerne abonnerer på www.fruitweb.info, hvor abonnenter kan se klimadata og varslinger for alle tilmeldte stationer. I Danmark er 33 frugtavlere tilmeldt www.fruitweb.info. Det skønnes, at der er flere, som anvender RIMpro uden at være tilmeldt den fælles hjemmeside, bedste skøn er, at ca. 50 frugtavlere i Danmark anvender RIMpro. Alle danske kernefrugtkonsulenter anvender RIMpro i deres rådgivning af frugtavlere, og optimalt udbytte af RIMpro opnås, hvis der opsættes en klimastation i egen frugtplantage. Fordelen ved at anvende RIMpro er, at man kan bekæmpe på de mest optimale tidspunkter, så bekæmpelseeffekten øges. Det giver en økonomisk gevinst i form af en større andel første klasses frugt og færre udgifter til sprøjtning. Desuden er der en pædagogisk effekt, idet den biologiske forståelse af æbleskurv blandt rådgivere og avlere øges. Et dansk forskningsprojekt af RIMpro har dog vist, at adgang til kurative midler er nødvendigt, hvis RIMpro skal udnyttes optimalt (Lindhard Pedersen et al., 2011, unpubl.).

Pris i 2011 er 80 Euro for RIMpro software – web version, og en vejrstation DAVIS Vantage pro2 koster 1050 Euro. (http://www.fruitweb.info/index.php?cPath=23_27 25.8.2011).

5.5.3 Kernefrugt-skadedyr, monitorering

De vigtigste skadedyr i æbler er spindemider (*Panonychus ulmi*), æblebladgalmider (rustmider), æblehvepsen (*Hoplocampa testidunea*), samt forskellige lusearter (æbleknopbladlus (*Rhopalosiphum incertum*), blodlus, grøn æblebladlus (*Aphis pomi*), rød æblebladlus (*Dysaphis plantaginea*) samt rødflammende æblebladlus), viklere (æblevikler, hækvikler, rød knopvikler, skarpspidset frugtvikler), målere og uglelarver. Særligt problematisk er æblevikleren, hvis larver kendes som 'orm i æbler'. Æblehvepsen angriber også frugten og kan være et stort problem i økologisk frugtavl. Skrælviklerne kan ved gnav i frugtskrællen sidst på sommeren nedsætte æblernes kvalitet og holdbarhed. Stort bladluseangreb kan stressere træerne og give 'luseæbler', særligt slem er den røde æblebladlus. Frostmålerlarver kan enkelte år afløve træerne så kraftigt, at det giver anledning til nedsat udbytte.

De vigtigste skadedyr i pærer er pæregalmyg, pærebladlopper (primært *Cacopsylla pyri*), spindemider og bladlus samt pærebladhveps og viklere (æblevikler, hækvikler, grå knopvikler, rød knopvikler (*Adoxophyes reticulana*) samt skarpspidset frugtvikler), målere og uglelarver. I pærer er pærebladlopperen det vigtigste skadedyr, men for dette skadedyr er der ikke sat nogen skadetærskel, da man erfaringsmæssigt undgår at sprøjte. Bladlopperne udvikler hurtigt

resistens mod insekticider. Samtidigt mistes nyttedyr ved kemisk bekæmpelse. Bekæmpelse af pæregalmug er man ligeledes ret restriktiv overfor, da den ligger tidligt, og insekticider skader de naturlige fjender af pærebladluppen.

Bladlus i æbler opgøres visuelt. Fund af 1-2 kolonier af den røde æblebladlus i 100 blomster eller bladrossetter varsler bekæmpelse. For æbleknopbladlus er tærsklen 80 ud af 100 blomsterklaser med lus. For grøn æblebladlus 10 skud med krøllede blade pr. 100 skud. For frostmåler 8-10 målerlarver/ 100 blomsterknopper. Ved bankeprøve er skadetærsklen for frostmåler 8-12 larver. For viklerlarver er tærsklen sat til 2 - 4 larver pr. 100 blomsterklaser eller frugter. For spindemider er tærsklen sat til 60 blade af 100 med angreb med det forbehold, at hvis angreb ikke var alvorligt, og hvis rovmider observeres, da forventes resultat af næste optælling.

Feromonfælder anvendes til monitorering af æblevikler og andre viklearter. Feromonfælderne sælges også som kombinationsfælder med feromoner for flere arter pr. fælde. Til frugtskalviklere kan købes feromon til fire viklearter: rød knopvikler (*Spilota ocellana*), grå knopvikler (*Hedya nubiferana*), skarp-spidsset frugtbladvikler (*Archips podana*) og hækvikler (*Archips rosana*). Hvide limplader anvendes til varsling af æble- og pærebladhvæpse under blomstringen. For æblevikler anvendes der én fælde pr. ha, men mindst 2 fælder. For æbleavlere, der producerer under Dansk I.P.'s regler, må bekæmpelse af æbleviklere kun ske efter varsling ved hjælp af feromonfælder.

I blomme findes feromonfælder til monitorering for blommevikleren (*Grapholita funebrana*) og hvide limplader til monitorering af blommehvæpse.

5.5.4 Kernefrugt-skadedyr, varsling

5.5.4.1 RIMpro-æblevikler

RIMpro foretager beregning af æbleviklerens flyvetidspunkt ved hjælp af en simuleringsmodel, som hviler på temperaturafhængig udvikling, flyvning og æglægning samt variation på udviklingstiden (vha. BoxCar modellen (Buijse, et al. 1992)) (<http://www.biofruitadvies.nl>). Inputdata til modellen kommer fra videnskabelige undersøgelser, som dog ikke refereres i dokumentationen til RIMpro, og derfor ikke kan eftervises (<http://www.biofruitadvies.nl>).

5.5.5 Kernefrugt-skadedyr, beslutningsstøtte

Der findes ingen danske beslutningsstøttesystemer for kernefrugt. Imidlertid er det afgrøder, hvor skadedyr har stor betydning. I udlandet findes derfor flere systemer. Disse er ret velbeskrevne og dækker desuden en hel stribe skadedyr.

5.5.5.1 SOPRA

Til skadedyr i frugt findes beslutningsstøttesystemet SOPRA fra Schweiz link: <http://www.sopra.info/>. Systemet dækker i kirsebær, kirsebærfluen (*Rhagoletis cerasi*), og i kernefrugt den røde æblebladlus, æblebladlusen, og æbleknopbladlusen, pærebladluppen, en række viklere: væsentligst æblevikleren (*Grapholita lobarzewskii*, *Adoxophyes orana*), rød knopvikler, hækvikler (*Pandemis heparana*) samt 'apple brown moth', et invasivt skadedyr, som endnu ikke findes i Danmark, æblesnudebillen (*Anthonomus pomorum*) og æblehvæpsen. SOPRA bygger på klimamodeller, der er koblet til fænologiske studier af disse skadedyrs udvikling, dels i felten, dels i semi-field og dels i laboratoriet (Samietz et al 2008). SOPRA anvendes af rådgivere og frugtavlere i Schweiz. Det tilgås direkte fra nettet, og for den enkelte klima-region gives en prognose for skade-

dyrene i form af en matrix med dyrene på x-aksen og dato på y-aksen. Hver dato har en risiko-farve. Et klik på det skadedyr, der er varslet for, giver en graf, der viser udviklingen af skadedyrets enkelte livsstadier og en kort forklarende tekst. Herfra er links til artsbeskrivelse og vejledning angående monitoring og skadetærskler samt angivelse af mulige pesticider til bekæmpelse, hvis skadetærsklen er overskredet. SOPRA er let at bruge.

5.5.5.2 POMSUM

POMSUM er et tysk beslutningsstøttesystem for skadedyr i æbler. Det dækker i alt 11 skadedyr: Æblevikler, rød knopvikler, grå knopvikler, lille frostmåler, hækvikler, æbleknopbladlus, grøn æblebladlus, rød æblebladlus, spindemider, æblesnudebille og æblehveps ('HOPLOSUM'). Som SIMLEP for kartoffel er det oprettet af ISIP- das Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion, ZEPP og karakteriseres som en praksismodel (Jörg & Bartels, 2008).

5.5.5.3 MORPH

I Storbritannien findes systemet MORPH til monitoring og varsling for sygdomme og skadedyr i frugt som for skadedyr omfatter æblevikler, pæreblad-loppe og viklere.

5.5.5.4 SPV

I Frankrig har INRA udviklet et beslutningsstøttesystem for æblevikleren, som bygger på populationsmodeller og klimadata med akronymet SPV – eller iflg. ENDURE rapporten 'Tordeuses' (Roubal & Rouzet, 2003). Ifølge Delos et al. (2006) forekommer det franske system at have store ligheder med det danske varslings- og registreringsnet.

For blomme findes tilsvarende beslutningsstøttesystem 'SRPV' for blommevikler under det franske landbrugs- og fiskeriministerium Link:

<http://pv.agriculture.gouv.fr/srpv.htm>.

Tabel 5.7 Beslutningsstøttesystemer i frugt

System	RIMpro	SOPRA	POMSUM	MORPH	SPV og SRPV
Land	DK, NL, S	CH	D	UK	Fr
Skadedyr	Æblevikler	Æblevikler og 14 forskellige frugtskadedyr, primært i æble	Æblevikler og 10 andre frugtskadedyr i æble	Æblevikler, pærebladloppe, andre viklere	Æblevikler hhv blommevikler
Brugere	Landmd Konsulent	Landmd Konsulent	Landmd Konsulent	Landmd Konsulent	Landmd Konsulent
Antal brugere	Ukendt	Ukendt	Ukendt	Ukendt	Ukendt
Monitingsdel	Temperatur	Temperatur samt monitoring af skadevoldere	Temperatur samt monitoring af skadevoldere	Temperatur samt monitoring af skadevoldere	Monitoring af viklere baseret på feromonfælder?
Varslingsdel	Varsling efter temperaturdrevet fænologiske model	Varsling efter temperaturdrevet fænologiske model	Varsling efter temperaturdrevet fænologiske model		Varsling på basis af fældefangster?
Beslutningsstøtte	Bekæmpelse hvis skadetærskel nået	Bekæmpelse hvis skadetærskel nået	Bekæmpelse hvis skadetærskel nået		
Skadetærskel	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Internet	Lokal og internet	Ja	Ja	Ja	Ja

5.6 Bederoer

5.6.1 Sygdomme i bederoer, MVB-systemer

5.6.1.1 Monitoring og varsling

Registrering af bladsvampe i bederoer foretages i et samarbejde mellem NBR Nordic Beet Research, Dansk Landbrug Sydhavsøerne og Nordic Sugar Agri-

center, DK. Alle resultaterne fra registreringsnettene kan løbende følges på Landbrugsinfo - Varslings/registreringsnet. Der bedømmes ugentligt for meldug (*Erysiphe betae*) ramulariablادplet/pletskimmel (*Ramularia beticola*), bederust (*Uromyces betae*) og cercosporablادplet (*Cercospora beticola*). Der gives en karakter fra 0-10, og % marker med karakter større end 0 illustreres med histogrammer.

CERBET3 er et tysk varslingsystem for cercosporablادplet i bederoer baseret på skadestærskler (Racca og Jörg, 2007). ramularia- og cercospora-svampene er biologisk meget ens, men *Cercospora beticola* har højere temperaturkrav end *Ramularia beticola*. Ramulariablادplet er den alvorligste sygdom i Danmark, men i de senere år er cercosporablادplet blevet et stigende problem. I Tyskland anses den for den mest udbyttereducerende sygdom i sukkerroer. CERBET3 bruger som input meteorologiske data (temperatur, relativ luftfugtighed), markspecifikke oplysninger og en enkelt sygdomsregistrering. Modellen simulerer udviklingen af sygdomsangreb (% blade med symptomer) i trin svarende til en dag og datoen for, hvornår skadestærsklen er nået.

Beslutningsstøttesystemet ProPlant ekspert, der giver markspecifikke anbefalinger i en række afgrøder, har også et bederoemodul (Newe et al., 2003).

5.6.2 Skadedyr i bederoer, MVB-systemer

I fremspiringsfasen kan bederoer angribes af trips, runkelroebiller, bedefluer, ådselbiller m.v., da frøet er bejdset, er roerne beskyttet mod de fleste tidlige skadevoldere, men i økologisk roeavl anvendes ikke bejdset frø. Runkelroebille-gnav i kimstænglen dræber planten, og normale angreb reducerer plantetallet med 15-20 %, mens alvorlige angreb helt kan rydde marken. Sædskifte anvendes i økologisk produktion forebyggende mod runkelroebillen og stankelbenslarver. Større udsædsmængder anvendes i økologisk jordbrug til regulering af tripsskader. Bederoenematoder undgås for begge typer produktioner ved sædskifte med mindst tre år mellem bederoer. Særlig langs hegn kan tæger give skader ved deres sugning på bladene. Sugning af bedebladlus kan reducere udbyttet. Ved over 15 % angrebne planter og begyndende kolonidannelse anbefales bekæmpelse af bedebladlus (Tabel 6.1). Ferskenbladlus kan overføre virusgulrot, og kontrolleres med bejdsemidler. Derudover forebygges den ved at fjerne roekuler og planterester i god tid før roernes fremspiring. Forskellige uglelarver (bedeugler, gammaugler m.fl.) kan optræde i visse år. Enkelte år forekommer der kraftige angreb af 2. og 3. generations bedefluer. Agersnegle kan være et problem i roer på lerjorde. Med fugtige vejrforhold kan agersnegle være et problem i roer specielt i sædskifter med raps, kløver- og græsfrø og efter brak.

5.6.2.1 Snegle

I Nordfrankrig (Lorraine, Alsace) har Bayer udviklet et beslutningsstøttesystem mod snegle (især *Arion hortensis* og *Deroceras reticulatum* kaldet 'Activ'+ limaces' (Doumerge, 2002). Dette system er testet i korn, solsikke og sukkerroer. Ud over fænologiske data og klimadata anvendes information mht. forfrugt og afgrøde, jordtype og -bearbejdning ved beslutningsstøtte (Chabert et al. 2003).

5.7 Havebrugsafgrøder

5.7.1 Sygdomme i havebrugsafgrøder, MVB-systemer

Der er mange tabsvoldende sygdomme, og neden for gives en kort beskrivelse af de vigtigste i de tre store afgrøder jordbær, løg, salat og gulerod. En forudsætning for at bruge VB systemer i grønsager er, at der er kurative midler til rådighed.

5.7.1.1 Jordbær

Den eneste sygdom, der monitoreres i jordbær i Danmark, er visnesyge (*Verticillium dahliae*), hvor smittetrykket kan bestemmes ved jordanalyser. Der findes dog også gråskimmel, jordbærmeldug (*Sphaerotheca macularis*), og jordbærsortplet (*Colletotrichum acutatum*), som er tabsgivende, men der foretages ingen monitoring af disse sygdomme.

Der er ingen VB-systemer til rådighed indenfor jordbær i Danmark, men der er beskrevet udenlandske systemer, som det hollandske BoWas og det engelske BOTEM (Van Laer et al, 2005) og det amerikanske SAS (Pavan et al., 2009). De to første nævnte omfatter varsling for gråskimmel. Også det norske VIPS varsler for gråskimmel baseret på nedbør, relativ luftfugtighed, temperatur og bladfugtighed (G Brodal, pers medd.).

SAS (The Strawberry Advisory System) fra USA (Pavan et al., 2009) er et internetbaseret beslutningsstøttesystem, der retter sig mod gråskimmel og jordbærsortplet. SAS giver anvisninger på tidspunkt for behandling. I varslingsdelen indgår informationer fra vejrstationer, afgrødens vækststadium og tidligere fungicidbehandlinger.

5.7.1.2 Gulerod

I gulerødder har især gulerodsbladplet (*Alternaria dauci*) og cercosporablادplet (*Cercospora carotae*) betydning for udbyttet. Desuden optræder meldug (*Erysiphe heraclei*), cavity spot (*Phytium* spp) og storknoldet knoldbægersvamp i gulerødder.

Det har været vanskeligt at finde relevante VB systemer for gulerødder, men der er et engelsk for storknoldet knoldbægersvamp og et canadisk for Cercosporablادplet (<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/00-045.html#monitoring>, den 12.10.2011). Sidstnævnte kræver en monitoring (50-100 blade bedømmes) og modeller, der inddrager bladfugtighed og temperatur, og godt 200 graddage (fra 0°C) senere vil symptomerne fremkomme. 2 års forsøg med et varslingsystem for storknoldet knoldbægersvamp viste, at bekæmpelse ved brug af modellen var på niveau med rutinebehandlingerne, og at antallet af fungicidbehandlinger kunne reduceres med op til 80 % (Foster et al., 2011).

5.7.1.3 Løg

I løg har løgskimmel (*Peronospora destructor*) og løggråskimmel og løgbladgråskimmel (*Botrytis allii* / *Botrytis squamosa* m.fl.) stor betydning.

Løgskimmel: Af udenlandske systemer anvendt i løg og af relevans for Danmark skal nævnes det norske varslingsystem VIPS (<http://www.vips-landbruk.no/index.jsp>), det canadiske/hollandske DOWNCAST (De Visser, 1998), det tyske ZWIPERO (Friedrich *et al.*, 2003) og det engelske MILLIONCAST (Gilles *et al.*, 2004). Fælles for systemerne er, at de er klimabaserede og bestemmer risikoen for sporulering og infektion. For de fleste

systemer indgår aktuelle tal og forudsigelser for temperatur, relativ luftfugtighed, nedbør og bladfugtighed. Gilles *et al.*, (2004) har sammenlignet MILLIONCAST og DOWNCAST og angiver, at MILLIONCAST giver bedre forudsigelser af sporulering end DOWNCAST modellerne gør. Det norske VIPS 'varsler for sporulering' baseret på varigheden af RH over 92 % om natten i perioder med temperatur mellem 4 og 26°C. Hvis det regner om natten, eller dagtemperaturen dagen før var høj, udløses ikke et varsel. Der angives en sporuleringsværdi mellem 1- 3, hvor 3 er det højeste. 'Varsling for infektion' er baseret på bladfugtighed, og en af forudsætningerne for et varsel er minimum 2 timers bladfugtighed morgenen efter sporulering. Kortvarige perioder med bladfugtighed kan igangsætte mislykkede infektioner. I vurderingen om sprøjtning/ikke sprøjtning indgår også smittetryk, og hvornår sidste sprøjtning blev udført.

Løggråskimmel: BOTCAST, SIV og Blight-Alert er varslingsystemer for løgskimmel (Maude, 2005). Systemerne er vejrbaseede (temperatur, relativ luftfugtighed og bladfugtighed) og angiver sandsynligheden for sporulering og infektion af svampen. Der beregnes en såkaldt 'daily severity value' (DSVI), der summeres over tid, og når summen når en tærskelværdi, anbefales sprøjtning. I Blight-Alert indgår også monitorering af 'Kritisk sygdomsniveau', altså en monitorering. BOTCAST varsler den første sprøjtning, medens den anden, SIV, varsler efterfølgende sprøjtninger. De er afprøvet i Holland, og uden udbyttetab reducerede de antallet af sprøjtninger til ca. halvdelen sammenlignet med ugentlige sprøjtninger.

5.7.1.4 Salat

I salat har salatskimmel (*Bremia lactucae*) den alvorligste sygdom, men også rodfiltsvamp, gråskimmel og storknoldet knoldbægersvamp kan give store tab (http://www.landbrugsinfo.dk/planteavl/havebrug/frilandsgroensager/sider/star_tside.aspx 28.8.2011).

Salatskimmel: Af udenlandske systemer af relevans for Danmark skal nævnes det norske VIPS (www.vips-landbruk.no/index.jsp). Modellen i VIPS beregner, hvornår der er risiko for infektion ud fra klimatiske parametre. Både kriterier for sporulering (RH over 93 % i mindst 4 timer i mørke) og for sporespredning og infektion (mindst 3 timer sammenhængende bladfugtighed) skal være opfyldt. Udløses en varsel, bør vurderinger af salatsortens resistens og tidspunkt for seneste behandling og smittetryk inddrages i beslutningen.

I Sverige er tidligere blevet afprøvet en vejrbaseeret model for varseling (Nielsen, 2003), men det har ikke været muligt at finde opdaterede oplysninger om det, og om det stadig anvendes.

Det mark-specifikke hollandske beslutningsstøttesystem PlantPlus er primært udviklet til kartoffelskimmel, men anvendes også i salat mod salatskimmel. Det er baseret på lokale vejrdato og lokale vejrprognoser, markdata, afgrødeudvikling, sortsmodtagelighed, sygdomsstatus i marken. PlantPlus anvendes/afprøves i bl.a. Sverige.

For yderligere informationer vedrørende brug af beslutningsstøttesystemer i havebruget henvises til reviewartiklen af Collier (2007).

5.7.2 Skadedyr i havebrugsafgrøder, MVB-systemer

5.7.2.1 Jordbær

Jordbær angribes af mange forskellige skadedyr. Hindbærsnudebiller (*Anthrenus rubi*), viklerlarver (primært *Acleris comariana*), tæger, dværgmider og væksthusspindemider er de vigtigste. Derudover kan jordbær angribes af trips, øresnudebiller, snegle, fugle samt stængel- og bladnematoder og fritlevende nematoder. Nematoder, dværgmider og øresnudebiller forebygges ved brug af certificeret plantemateriale og ved et godt sædskifte. Snegle kan lokalt være et stort problem. Angreb i nyetablerede marker kan forebygges ved løbende at holde et bælte "sort" rundt om marken ved mekanisk jordbearbejdning.

I jordbær monitoreres for hindbærsnudebiller ved opgørelse af andel skadede knopper (knækkede knopstilke), for viklerlarver ved visuel opgørelse af angreb i hjertesrud i foråret, for tæger, trips, snegle opgøres visuelt. Planteskader anvendes også til konstatering af angreb af øresnudebiller, nematoder og mider.

Under blomstring og ved afblomstring kontrolleres planterne løbende for angreb af skadedyr ved at banke nogle planter over en tallerken, plastbalje eller lignende. Der er ingen etablerede skadetærsker, og der findes ikke danske anvisninger på nødvendigt prøvetal. Praksis er, at der bekæmpes ved konstateret angreb ud fra en vurdering af angrebets omfang.

5.7.2.2 Gulerod

Gulerodsfluen er det alvorligste skadedyr i gulerødder. Larverne angriber roden. Den har to generationer. Første generation kan føre til plantedød eller små gulerødder. Anden generation giver miner i rødderne. Larverne og dermed skaden kan udvikle sig videre på lager. Fluen bekæmpes ved sædskifte, afdækning og ved frøbejdsning. Knoporme (larver af *Agrotis segetum*) kan gnave i rødderne. Bekæmpelse af små larver kan ske ved vanding (Esbjerg, 1990) og endelig angribes gulerødder af nematoder, rodgallenematoder, gulerodscystenematoder. For nematoder er den væsentligste bekæmpelse sædskifte

Gulerodsflue: gulerodsflue monitoreres vha. gule limplader, som skiftes og optæles én gang om ugen.

Knoporme: Monitoring og varsling af knoporme baseres på feromonfældefangster med tilmelding via Gartnerirådgivningen. Dette system er udviklet over en årrække (Esbjerg, 1983) og serviceres af Videncentret for Landbrug.

5.7.2.3 Løg

kan angribes af trips, stængelnematoder, som reguleres ved sædskifte og løgfluer, som kontrolleres gennem brug af bejdsemidler på frøet. Løgfluen lægger æg fra sidst i maj til juli. Dens larver kan helt ødelægge planten. Sædskifte og såning på åbent land er med til at holde angreb nede. I sjældne tilfælde kan knoporme også angribe løg.

5.7.2.4 Kålafgrøder

Den lille kålflue er et vigtigt skadedyr i kål. Den har 2-3 generationer. Larverne angriber roden, men anden og tredje generation, som giver de betydende skader, kan også angribe hovedet. I konventionelt brug anvendes bejdsede frø, som også har effekt på bladlusangreb. Alternativt anvendes dækning med fiberdug eller net.

Kål angribes også af trips, bladlus, kålmøl, kålugle, lille kålsommerfugl og stor kålsommerfugl. Kålbladlus kan hæmme væksten af små planter, men på store

planter er de et kvalitetsproblem, da de sidder på kålen, som herved er usælgelig. Honningdug fra bladlus kan også give sodskimmel, så der bekæmpes allerede ved lave angreb.

Den lille kålflue: Der er udviklet en temperatursummodel til forudsigelse af kålfluens æglægningsperioder. Modellen er baseret på Bligaard (1996) og findes på Landbrugsinfo.

Kåltrips: I kål eksperimenteres med blå limplader til varsling af trips.

5.7.2.5 Salat

Salatbladlus er det vigtigste skadedyr i salat. Andre lus på salat er ferskenbladlus, kartoffelbladlus og sribet kartoffelbladlus. Salatrodslus er også et problematisk skadedyr. Den har værtsskifte med poppel, så en væsentlig forebyggelse er at undgå dyrkning i nærheden af poppelhegn. Der findes enkelte sorter, som er resistente mod salatrodslus. Nær hegn kan der ske skader på salat fra tæger.

5.8 Majs - sygdomme, MVB-systemer

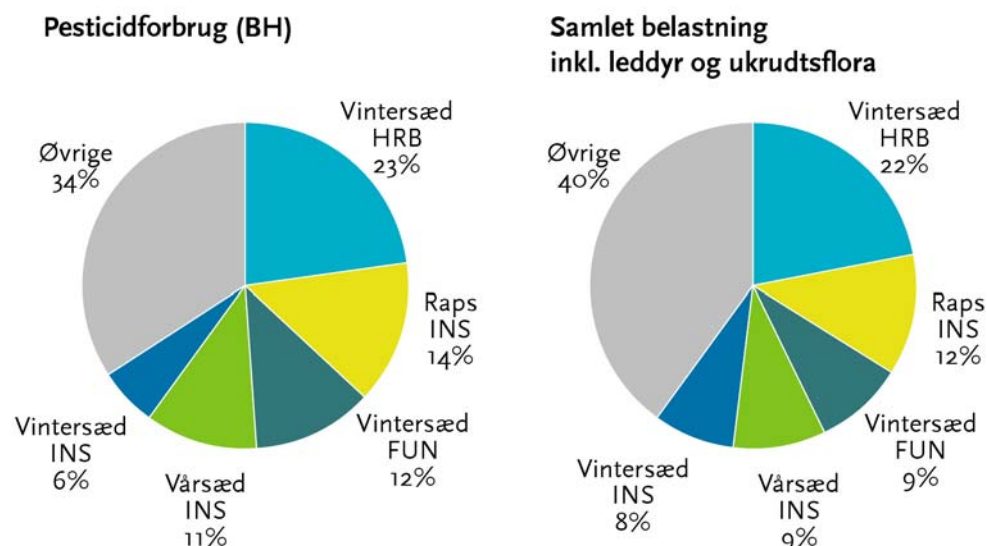
Med de stigende arealer med majs, såvel kernemajs og kolbemajs som majs til helsæd, øges risikoen for at få sigende problemer med majssygdomme i Danmark, specielt for de førstnævnte, der har længst vækstperiode. De vigtigste sygdomme er fusariose (*Fusarium* spp), majsbladplet (*Dreschlera* spp) og majsøjeplet (*Kabatiella zea*). Da sygdommene varierer meget fra år til år (Oversigt over Landsforsøgene 2008-2010) og da de er meget afhængige af klimaet er der basis for udvikling af MVB - systemer i Danmark. Der er foretaget en søgning på MVB-systemer i vores naboblade, men det har været vanskeligt at finde relevant information. Kun det tyske ISIP nævner majsbrand, som i Danmark må anses for mindre væsentlig sammenlignet med bladsygdommene og fusariose.

5.9 Pesticidbelastning

Til at belyse den uønskede effekt af den nuværende pesticidanvendelse for sundhed og grundvand er der beregnet en såkaldt pesticidbelastning (Miljøstyrelsen, in prep). Belastningen er beregnet for **sundhed** (risiko for sprøjteførerens sundhed), **skæbne** (adfærd med hensyn til grundvand og bioakkumulering), **ikke-målorganismer** (repræsenteret ved pattedyr, fugle, bier, regnorm og vandlevende organismer). Til brug for nærværende udredning er der desuden valgt at inkludere belastningen for **leddyr** (insekter, spindlere, mv.) og **ukrudtsflora**. For sundhed, skæbne og effekt på ikke-målorganismer er belastningen beregnet på grundlag af pesticidernes risikosætninger, halveringstider for nedbrydning i jord, bioakkumuleringsfaktorer samt udvalgte LD50 værdier og LC50 værdier for akutte og kroniske effekter på pattedyr, fugle, bier, regnorm og vandlevende organismer). For målorganismer, dvs. agerlandet ukrudtsflora og leddyr, er belastningen beregnet på grundlag af behandlingshyppighed for hhv. herbicider og insekticider. Til brug for en overordnet rangordning af kombinationer af afgrøde- og skadevoldertype efter samlet belastning er det valgt at vægte de fem typer af belastning ligeligt med en femtedel hver, og den samlede gennemsnitlige pesticidbelastning pr. ha er 100 %.

Pesticidbelastning og pesticidforbrug pr. hovedafgrøde og pesticidtype er beregnet for 2007 og er beregnet på grundlag af Bekæmpelsesmiddelstatistikken

(Miljøstyrelsen, 2011), og for en del af pesticidanvendelser er belastning og forbrug på grundlag af Ørum et al. (2008) yderligere opdelt på skadevoldere. Det skal bemærkes, at den her beregnede belastning for sundhed, miljøeffekt og miljøadfærd (skæbne) kan afvige marginalt fra den tilsvarende belastning beregnet i Miljøstyrelsen (in prep).



Figur 5.3 viser samlet pesticidbelastning inkl. leddyr og ukrudtsflora og pesticidforbrug fordelt 2007 fordelt på hovedafgrøder og pesticidtyper.

Det fremgår af figur 5.3 at herbicidbehandling i vintersæd giver den største belastning målt på både pesticidbelastning (inkl. leddyr og ukrudtsflora) og forbrug (behandlingshyppighed) med hhv. 22 og 23 % af den samlede belastning/forbrug. Dette resultat skyldes overvejende skæbne og effekter på ukrudtsflora (figur 5.4), og årsagen hertil er udbringelse af herbicider om efteråret, der naturligvis har en effekt på ukrudtsfloraen, men også har betydelig risiko for udvaskning på grund af den store regnmængde om efteråret.

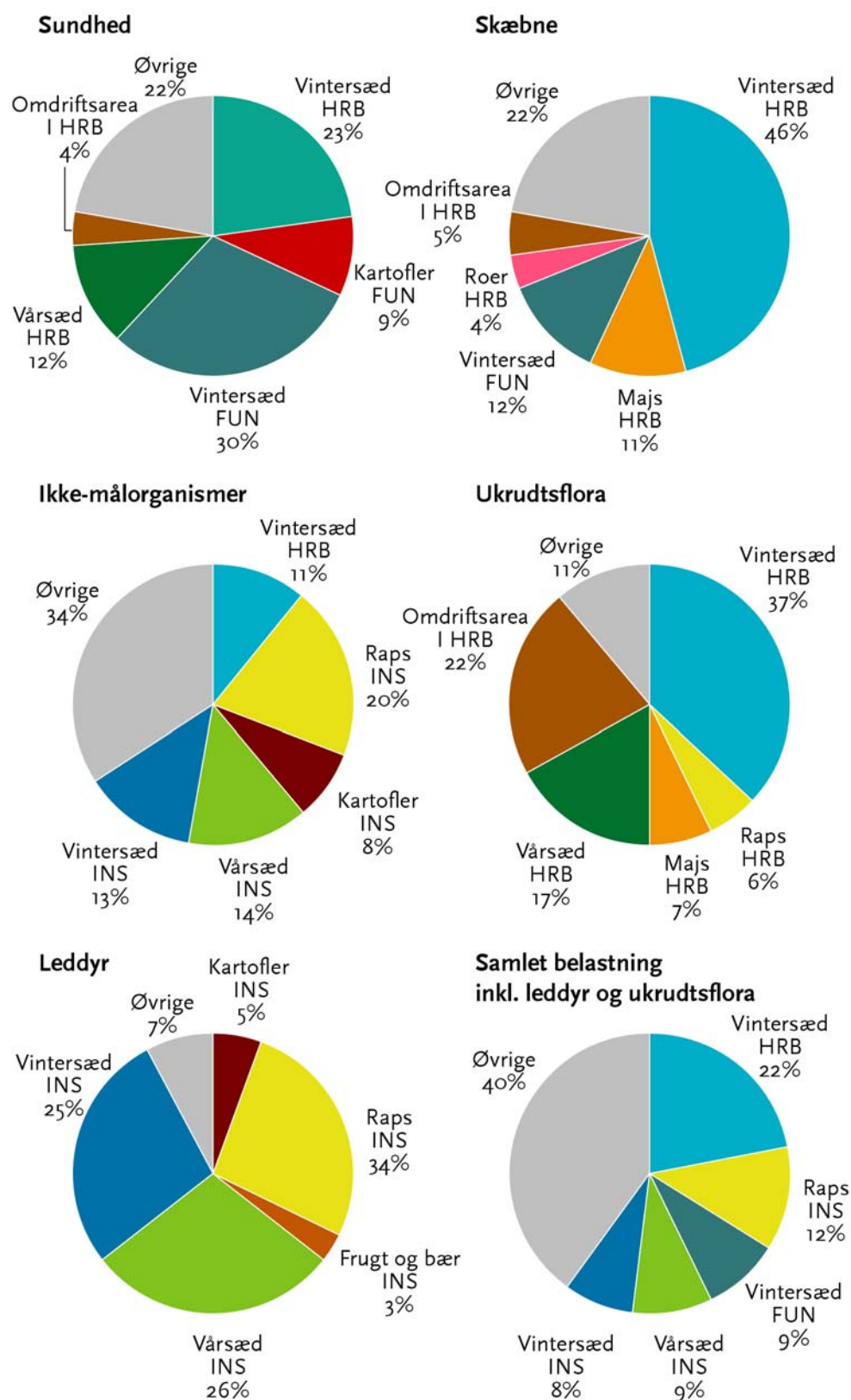
Næstmest betydende for den samlede belastning er insekticider i raps med 12 % af den samlede belastning. Måles i pesticidforbruget (BI), ligger insekticider i raps uden for "top 5" (figur 5.3). Den store belastning af insekticider i raps skyldes overvejende effekter på leddyr og ikke målorganismer (figur 5.4). Den store belastning af insekticider i raps skyldes overvejende effekter på leddyr og ikke målorganismer (figur 5.4). Måles på pesticidforbrug er herbicider i omdriftsarealer (overvejende herbicidbehandling uden for dyrknings sæsonen for at rense for ukrudt) nummer to.

Den tredje mest betydende pesticidtype-afgrødekombination er fungicider i vintersæd, der optræder med 9 % af den samlede belastning (inkl. leddyr og ukrudtsflora) og med 12 af det samlede forbrug. Den betydelige belastning af fungicider i vintersæd skyldes overvejende sundhedseffekter, da de anvendte midler i mange tilfælde er hormonforstyrrende.

Nummer fire i rækken er insekticider i vårsæd, hvis man måler på belastning (inkl. leddyr og ukrudtsflora), og herbicider i vårsæd, hvis man måler på forbrug. Ligesom med insekticiderne i raps skyldes betydningen af insekticiderne i vårsæd overvejende effekter på leddyr og ikke-målorganismer.

Sidst i top 5 er insekticider i vintersæd når der måles på belastning (inkl. leddyr og ukrudtsflora), og fungicider i kartofler, når der måles i forbrug. Mht. insekticider i vintersæd skal årsagerne findes i effekter på leddyr og ikke-målorganismer.

De fem mest betydende kombinationer af afgrøde og pesticidtype udgør 60 % af pesticidbelastningen og 66 % af forbruget, og disse kombinationer er også i de fleste tilfælde blandt de mest betydende, når der ses på, hvilke kombinationer der spiller størst rolle for de enkelte elementer i pesticidbelastningen, sundhed, skæbne, ikke-målorganismer, ukrudtsflora og leddyr.



Figur 5.4. Samlet pesticidbelastning fordelt på belastningstyper (inkl. leddyg og ukrudtsflora), afgrøder og pesticidtyper 2007

De ovennævnte afgrøde – pesticidtype kombinationer er de mest afgørende for det totale belastning/forbrug af pesticiderne for landet, men ved at kigge i tabel 5.3 ses de tilsvarende tal udregnet pr. arealenhed. Denne tabel viser, at de største punktbelastninger ligger på insekticider i frugt og bær, insekticider i

ærter (dog noget usikkert vurderet) og fungicider i frugt og bær. De næste i rækken er herbicider i frugt og bær, fungicider i kartofler og insekticider i kartofler. Belastningen (inkl. leddyr og ukrudtsflora) fra insekticiderne kommer også i disse tilfælde overvejende fra belastning af leddyr og ikke-målorganismer, belastningen fra herbicider skyldes overvejende belastningen fra skæbne og ukrudt, og belastningen fra fungiciderne overvejende sundhed, skæbne og ikke-målorganismer. Ses på forbruget er det overvejende de samme kombinationer, der er de vigtigste, men fungicider i grøntsager og herbicider i roer kommer også ind med relativt høje samlede forbrugstal.

Tabel 5.8. Pesticidbelastning (inkl. leddyr og ukrudtsflora) og pesticidforbrug pr. areal enhed for hovedafgrøder og pesticidtyper 2007. (Sorteret efter samlet belastning inkl. leddyr og ukrudtsflora)

Afgrøde	Type	Sundhed	Skæbne	Ikke-målorganismer	Ukrudtsflora	Leddyr	Belastning inkl. leddyr og ukrudtsflora	Pesticidforbrug (BH)
Frugt og bær	FUN	6,4	3,6	4,6	0,0	0,0	3,0	3,3
Kartofler	FUN	5,0	0,8	3,2	0,0	0,0	1,9	3,5
Grøntsager	FUN	0,5	0,9	0,5	0,0	0,0	0,4	1,1
Vintersæd	FUN	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3
Roer	FUN	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
Vårsæd	FUN	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
Andre frø	FUN	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Ærter	FUN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Raps	FUN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Frugt og bær	HRB	1,5	5,1	1,7	2,1	0,0	2,0	1,3
Grøntsager	HRB	1,9	4,2	0,6	0,7	0,0	1,4	0,5
Roer	HRB	0,8	1,9	0,2	1,8	0,0	0,9	1,1
Ærter	HRB	1,2	1,6	0,2	1,5	0,0	0,8	0,9
Kartofler	HRB	1,4	1,4	0,3	0,8	0,0	0,7	0,5
Majs	HRB	0,3	1,8	0,3	1,0	0,0	0,6	0,6
Andre frø	HRB	0,9	0,4	0,3	1,2	0,0	0,5	0,7
Vintersæd	HRB	0,5	1,1	0,3	0,9	0,0	0,5	0,6
Vårsæd	HRB	0,5	0,1	0,2	0,7	0,0	0,3	0,4
Raps	HRB	0,2	0,4	0,0	0,8	0,0	0,3	0,5
Omdriftsareal	HRB	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1
Græs og kløver	HRB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Frugt og bær	INS	0,6	0,3	6,6	0,0	20,5	5,8	2,1
Ærter	INS	0,1	0,1	4,6	0,0	9,3	3,0	0,9
Kartofler	INS	0,1	0,3	4,4	0,0	3,0	1,8	0,3
Raps	INS	0,1	0,1	2,4	0,0	4,1	1,4	0,4
Grøntsager	INS	0,1	0,0	1,6	0,0	4,6	1,3	0,5
Vårsæd	INS	0,0	0,0	0,5	0,0	1,1	0,3	0,1
Roer	INS	0,0	0,0	0,2	0,0	0,7	0,2	0,1
Vintersæd	INS	0,0	0,0	0,3	0,0	0,6	0,2	0,1
Andre frø	INS	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,0
Majs	INS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Græs og kløver	INS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Frugt og bær	VKS	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Andre frø	VKS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Vintersæd	VKS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Grøntsager	VKS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Vårsæd	VKS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

6 Analyse og evaluering af eksisterende monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer

6.1 Teknik og matematisk/biologisk baggrund

Analysen af MVB-systemerne er baseret på gennemgangen af systemerne i afsnit 5. Der vil i dette afsnit blive foretaget en vurdering af det faglige (matematiske/biologiske) grundlag for systemerne. Denne vurdering vil blive baseret på den viden, der er til rådighed om baggrunden for systemerne sammenholdt med projektgruppens vurderinger af, hvad der er nødvendigt/ønskeligt. Derudover foretages en vurdering af, hvad systemer har betydet for pesticid-anvendelsen.

6.1.1 Monitorering

Der findes monitoringsmetoder til langt de fleste alvorlige skadevoldere i Danmark, men den bagvedliggende videnskabelige dokumentation for metoderne angives normalt ikke. Fraværet af kildeangivelser gør, at det bliver vanskeligt at vurdere kvaliteten af en monitoringsmetode, med mindre man praktisk undersøger dens evne til at forudsige f.eks. det reelle antal skadedyr. For de skadevoldere, hvor der foreligger publiceret dansk forskning, er det mindst kompliceret at finde kilden, da der her ofte foreligger dansksprogede tekniske publikationer, der beskriver forskningsresultaterne på rådgivningstjenestens hjemmeside. Det gælder blandt andet monitoringsmetoder for agerugler (Esbjerg, 1983), gulerodsfluer (Philipsen, 1983) og havrebladlus i vårbyg (Hansen, 2008). Enkelte er også beskrevet i engelsksprogede artikler, som for eksempel monitorering af sygdomme i vinterhvede (Jørgensen et al., 1996). For andre skadevoldere er en del af monitoringsmetoderne udviklet eller inspireret af udenlandske undersøgelser, og det kan være sværere at vurdere/ vide, hvorfra metoden er hentet, de bagvedliggende kriterier for valg af metode, og især i hvor stort omfang metoden er valideret/tilpasset til danske forhold, hvis ikke dette er publiceret. Generelt viste en gennemgang af metoderne dog, at de hviler på videnskabeligt anerkendte principper, og der findes videnskabelig dokumentation (f.eks. Southwood, 1992; der er et generelt værk om økologiske metoder; for sygdomme se Cooke et al, 2006 for referencer).

Monitorering af nytteorganismer indgår generelt ikke i danske monitoringsmetoder. Dog er det for frugtavlskonsulenter almindelig praksis at vurdere forekomst af nyttedyr som rovtæger i forbindelse med monitorering af skadedyr som æblebladlus og pærebladloppe ved hjælp af bankeprøver.

Monitorering er mest brugbar, når resultatet sammenholdes med skadetærskler, hvorved man får oplysninger om, hvorvidt det er økonomisk relevant at bekæmpe skadevolderen i den målte tæthed/angrebsstyrke. Derfor er skadetærskler (samt en løbende opdatering) vigtige for anvendeligheden af monitorering, og skadetærsklernes kvalitet bliver derfor afgørende for udbyttet af en monitorering. En korrekt monitorering sammenholdt med en kvalificeret skade-

tærskel betyder, at der på den ene side ikke gennemføres unødvendige behandlinger, og på den anden side at angreb opdages og bekæmpes i tide, så økonomiske tab undgås. Det kan derfor virke overraskende, at der ikke er ret mange avlere, der foretager monitoringer (inklusive monitorering i forbindelse med varslings- og beslutningsstøttesystemer). En væsentlig, eller ofte nævnt, årsag hertil er, at monitorering er tidskrævende.

Det, der mangler, er altså et økonomisk incitament og monitoringsmetoder, der både er hurtige og pålidelige. Dette er specielt vigtigt, hvis de skal indgå som en del af et varslings- eller beslutningsstøttesystem, hvor der foretages fremskrivning af populationsudviklingen. Hvis en simuleringsmodel får dårligt input, vil den også give dårligt output. Udfordringen er derfor at skabe monitoringsmetoder, der både er så hurtige og så pålidelige, at de brugere, der er skabt til, vil anvende dem.

Endelig skal understreges betydningen af virulensovervågning. Det er vigtigt at overvåge patogener, som i landbruget forbygges med race-specifik resistens, idet pludselige ændringer i patogenpopulationerne har betydning for IPM i praksis herunder sortsvalg, tidspunkt for bekæmpelse osv. I Danmark er indsatsen skåret ned de senere år, hvilket kan forekomme ejendommeligt i lyset af de patogenbevægelser, der ses globalt, og i lyset af de forventede klimaændringer samt det faktum, at der på europæisk niveau foregår et samarbejde, som kan være til stor gavn for danske landmænd og forældre. Det gælder især for hvedesygdomme og kartoffelskimmel. Ekspertisen er til stede i Danmark.

6.1.2 Registreringsnet

Registreringsnettet benytter systematisk nogle af de monitoringsmetoder, der er omtalt i afsnit 5, hvilket gør det muligt at danne sig et overblik over en skadevolders aktuelle forekomst i hele landet. Registreringsnettet benyttes således ikke blot til at vurdere en skadevolders angrebsstyrke på markniveau, men på regionalt og nationalt niveau, og kan derfor anses for et monitorings**system**.

Der beskrives ikke monitoringsmetoder i forbindelse med registreringsnettet, men en detaljeret beskrivelse findes på Planteværn Online hjemmeside (<http://pvo.planteinfo.dk/cp/documents/InfoMarkInsp.pdf>) for ukrudt og på (<http://planteapp.dlbr.dk/system/applikationer/cropprotection/advanced/Assesment/PrvUdtag.html>) for sygdomme og skadedyr, men disse sider er dog ret svære at finde for den almindelige bruger (eller den interesserede forsker). Der findes på denne hjemmeside en god beskrivelse af metoderne, og hvert år inden registreringsnettet startes udsendes en detaljeret brugervejledning til dem, som skal foretage registreringen. De beskrevne metoder må anses for velunderbyggede, men den videnskabelige baggrund for metoderne angives dog ikke.

Registreringsnettet nyder stor popularitet og anvendes i betydelig udstrækning af både avlere og konsulenter, og en del af dette systems popularitet skal nok søges i, at det ikke kræver en monitorering af den enkelte bruger. Det forærer derimod i nogen grad brugeren den information, som monitoringer ellers skulle give. Informationen fra registreringsnet giver godt nok ikke noget om det aktuelle niveau af en skadevolder i de enkelte marker, men giver information om, hvorvidt det er ved at være ”kritisk i nabolaget”. Denne information kan så bruges til enten at gå ud i marken og monitorere skadevolderen, eller til at tage beslutningen om at foretage en bekæmpelse uden at monitorere. Problemet ved det sidste er, at der ikke nødvendigvis er nogen grund til at behandle alle

steder, hvorved der er betydelig risiko for unødvendige behandlinger. Der findes ingen undersøgelser af, hvorvidt registreringsnettet har medført en reduktion eller en forøgelse af pesticidanvendelsen.

Opsamling

1. Det videnskabelige grundlag for monitoringsmetoderne er som regel solidt nok, men er ofte ikke angivet.
2. Registreringsnettet, der dækker hele Danmark, giver et godt og kvalificeret overblik over tilstedeværende skadevoldere i gennem hele vækstsæsonen, er enkelt at anvende og giver den enkelte bruger et grundlag for risikovurdering af egne marker.
3. Der er behov for en belysning og/eller opdatering af skadestærskler for de vigtigste skadevoldere, ligesom der skal udvikles skadestærskler for skadevoldere, der er nye i Danmark, eksempelvis for bladsvampe i majs.
4. Det har ikke været undersøgt om monitoringsystemer har eller vil kunne reducere pesticidforbruget.

6.1.3 Varslingssystemer

De varslingsystemer, der anvendes i Danmark, benyttes til at beregne behandlingstidspunkter og nogle af dem beregner også smittetryk (Infektionstryk) eller populationsudvikling (bladlus i korn). Alle varslingsystemer benytter klimamålinger som vigtige inputparametre, og for nogle systemer (RIMpro og Infektionstryk) er målinger af temperatur og fugtighed (relativ luftfugtighed eller bladfugtighed) eneste inputparametre, og for andre (skulpegalmyg, kålflue, fritfluer) anvendes udelukkende temperatur. Dette betyder, at de fleste systemer er skabt til at beregne tidspunktet for en infektion eller en flyvning af skadedyr, hvorved brugeren af systemet kan optimere sin timing af en evt. behandling, men kan derimod ikke benyttes til at vurdere et behandlingsbehov. Beregningerne af angrebstidspunkt kan med fordel suppleres med målinger/estimer af tætheder, som f.eks. optælling af bladlus i kornmarker eller anvendelse af feromonfældefangster af æblevikler kombineret med en kvalificeret skadetærskel, hvorved der kommer en behovsvurdering ind i systemerne. Hvorvidt den eksisterende praksis fører til unødvendige bekæmpelser eller til undladelse af bekæmpelser, der burde have været foretaget ud fra et økonomisk synspunkt, kan der ikke siges noget sikkert om, men begge dele er dog uheldige ud fra hhv. miljømæssige og økonomiske synsvinkler.

Ligesom for monitoringsmetoderne er den videnskabelige baggrund for varslingsystemerne generelt svær at finde og er i nogle tilfælde ikke tilgængelige. F.eks. virker RIMpro gennemarbejdet og synes at være baseret på gode videnskabelige undersøgelser af skadevolders basale biologi og inddrager klimamålinger på detaljeret niveau, men det er primært æblevikler-delen (ikke æbleskurv), der er videnskabeligt dokumenteret, og det endda med henvisning til undersøgelser, der ikke er refereret. Det ville forbedre tilliden til systemerne betydeligt, hvis dokumentationen blev beskrevet med henvisninger til den videnskabelige litteratur (eller undersøgelserne beskrevet) og lagt ud på hjemmesiden sammen med resten af systemet. Det burde være let for den, der har udviklet systemet, at lægge en dokumentation for den biologisk/matematiske baggrund på Internettet, men det er for øjeblikket ikke muligt at vurdere de bagvedliggende modeller, da de som nævnt ikke er tilgængelige. De øvrige varslingsmodeller findes på Landbrugsinfo, hvor den bagvedliggende beregningsmodel forklares, men der er ingen angivelse af det videnskabelige grundlag. Grundlaget viser sig ved en nærmere undersøgelse af den

videnskabelige litteratur at være til stede og er ofte solidt nok, men angives desværre ikke.

Der er dog også i nogle tilfælde basis for forbedringer. Den bagvedliggende model for beregning af flyve- eller infektionstidspunkter er i mange tilfælde graddagsmodellen (Pruess, 1983), som f.eks. anvendes til skulpegalmug, fritfluer (LandbrugsInfo) og antagelig til flere andre skadedyr. Denne model er generelt anerkendt til at vurdere udviklingstid for vekselvarme organismer, men er dog noget upræcis, når temperaturerne ofte ligger under basistemperaturen. Basistemperaturen (for larver/pupper af skulpegalmug og fritfluer 8° C) er den temperatur, hvor udviklingshastigheden er så lav, at den i de fleste anvendelser kan ignoreres. Der finder dog reelt en udvikling sted under denne temperatur, og hvis temperaturen ofte befinder sig i dette område, er der en risiko for fejl (Taylor, 1981; Lamb et al., 1984). En forudsigelse af skulpegalmuggens første flyvning vil som regel være relevant i starten/midten af maj, hvor nattemperaturen ofte vil være ret lav. Der er derfor grund til at forbedre modellen, og mere realistiske modeller findes (Taylor, 1981), og datagrundlaget for at parametrisere dem vil ofte eksistere i form af de data, der blev brugt til at parametrisere graddagsmodellen.

Der er tilfælde, hvor et varslingsystem for en plantesygdom, der ellers har varslet korrekt i et antal år, pludseligt et år ikke giver det korrekte output. Det er set for f. eks. varslingsystemet Infektionstryk for kartoffelskimmel og for forskellige systemer anvendt for varsling af storknoldet knoldbægersvamp i raps. Årsagen er sandsynligvis, at varslingsystemet ikke har kunnet håndtere ekstreme situationer, der kan henføres til uventede biologiske eller klimatiske hændelser. Der er således videnshuller, hvad angår klimatiske faktorerers indflydelse på de enkelte trin i en sygdoms epidemiske udvikling, herunder overvint-ring, infektion, sporefrigørelse og -spredning. Det gælder ud over de allerede nævnte eksempelvis skimmelsvampene i havebrugsafgrøder og gråplet i hvede.

Med undtagelse af RIMpro, der er privat udviklet og koster en licens at bruge, er varslingsystemerne i Danmark generelt let tilgængelige via LandbrugsInfo og er gratis. Varslingsystemerne er generelt populære og anvendes af mange landmænd/avlere og af de fleste planteavlskonsulenter. De fleste danske varslingsystemer er blevet udviklet og vedligeholdes af Videncentret for Landbrug.

Der findes kun få undersøgelser af, om varslingsystemerne har bidraget til at reducere pesticidforbruget, men det må anses for usandsynligt, da varslingsystemerne i Danmark i de fleste tilfælde ikke beskæftiger sig med en vurdering af behandlingsbehovet, men udelukkende med timingen af en behandling. Det kan dog ikke udelukkes, at en god timing af en behandling reducerer behovet for evt. følgende behandlinger.

Opsamling

1. Varslingsmodeller i Danmark beskæftiger sig stort set kun med beregning af behandlingstidspunktet og giver ikke noget om behovet for bekæmpelse.
2. Den bagvedliggende videnskabelige dokumentation angives ofte ikke.
3. Beregning af flyvetidspunkter for nogle skadedyr kan sandsynligvis forbedres ved at anvende modeller, der er mere realistiske end graddagsmodellen.
4. Der er fastlagt skadetærskler for en række skadevolder-afgrøde kombinationer for danske forhold

5. Der er behov for mere viden om betydningen af klimatiske parametre.
6. Der er ingen dokumentation for, at varslingsmodeller har eller vil kunne reducere pesticidforbruget.

6.1.4 Beslutningsstøttesystemer

Evalueringen af beslutningsstøttesystemerne bygger på gennemgangen af de i tabel 5.1, 5.4, 5.5, 5.6 og 5.7 gennemgåede systemer for hhv. ukrudt, sygdomme og skadedyr, og der vil blive søgt forskelle og lighedspunkter, og muligheder for forbedringer vil blive vurderet.

6.1.4.1 Beslutningsstøttesystemer til ukrudt

Alle de undersøgte europæiske beslutningsstøttesystemer på ukrudt (tabel 5.1) kræver input angående ukrudtstæthed/dækningsgrad og har således en monitoringsdel. Med hensyn til et varslingsmodul er flere af dem i konflikt med definitionerne på varslingsmodul, da de ikke har nogen fremskrivning/beregning af ukrudtets vækst, men foretager en empirisk vurderet (ofte meget stærkt funderet) vurdering af, om der bør foretages en bekæmpelse eller ej, f.eks. PVO-ukrudt fra Danmark og DoseKey fra Sverige. Andre (GestInf fra Italien og WeedManager fra Storbritannien) foretager en vurdering af udbyttetabet ved hjælp af en funktion, som beregner udbyttetabet ved en given ukrudtsbestand. Disse funktioner er veldokumenterede i den videnskabelige litteratur, hvilket som regel ikke er tilfældet med de empirisk funderede systemer. Der foretages således i de fleste systemer ingen beregning af udbyttetabet ved givne tætheder af givne ukrudtsarter, ligesom der heller ikke foretages nogen decideret modellering af afgrødens produktion i konkurrence med det observerede ukrudt under inddragelse af klimatiske parametre (lys, temperatur og nedbør).

Det er relativt vanskeligt for udenforstående at få et dybere indblik i de enkelte systemers beregningsmodeller eller opslagstabeller, fordi en gennemgribende behandling af de enkelte systemer og de virkemidler, der har affødt opbygningen af dem, vil kræve kendskab til de enkelte landes sprog. De systemer, som synes at være mest veldokumenteret, er det svenske DoseKey, samt MHL, WeedManager og PVO-ukrudt og sidst men ikke mindst GestInf. En gennemgang af litteraturen, som den har manifesteret sig i ENDURE rapporten "Decision support systems (DSS) for weed control in Europe – state-of-the-art and identification of 'best parts' for unification on a European level 2008" og ved at lede i databaser herunder ISI, viser, at der ikke er publiceret meget i den internationale videnskabelige litteratur, men derimod en del i den såkaldte grå litteratur, samt at der er en stor del informationer, der bygger på personlig kontakt.

De fleste af systemerne er udviklet for at støtte beslutninger om valg af herbicidindsats. Ud fra den givne flora peges der på løsningsmuligheder, som kan optimeres både på pris og behandlingsindsats. Som udgangspunkt blev det vurderet, da man igangsatte udviklingen i 1990'erne, at der var et betydeligt reduktionspotentiale, hvis man kobledede viden om forekomsten af specifikke ukrudtsarter, deres størrelse og klimaet med herbicidernes effektprofiler. Dette harmonerede med det politiske ønske om at reducere pesticidforbruget. To af modellerne (PVO-ukrudt og IMPDSS fra Polen, der er afledt af PVO) inkluderer muligheden for at komme med forslag til reducerede doser. Tre MVB beregner de miljømæssige virkninger af at benytte herbicider, men ud fra ret komplicerede (PhytoChoix, DecidHerb) funktioner, mens GestInf benyttet simple mål som herbicidernes halveringstid i jord og deres mobilitet i jord. Andre systemer MLDH, PVO-ukrudt og WeedManager benytter et beregnet behandlingsindeks, som udsiger noget om virkningen på ukrudtet i relation til

en slags normaldosering. Det er i skrivende stund ikke klart, hvorledes dette er beregnet for MLDH og WeedManager, men det er uden tvivl forskellige måder, der benyttes.

De fleste af systemerne er tilgængelige via Internettet, men har ikke ret mange brugere i forhold til antallet af landbrug og konsulenter i de lande, de er blevet udviklet i. Nogle af systemerne inkluderer ret få ukrudtsarter, hvilket kunne forklare den begrænsede brugerskare, mens andre (især PVO og det franske DecidHerb) omfatter mere end 100 arter.

Der foreligger ingen videnskabelige undersøgelser af, hvorvidt disse beslutningsstøttesystemer har medvirket til at reducere herbicidforbruget, kun for at de potentielt kan medvirke til en nedsættelse af forbruget (Jørgensen et al., 2007). Man kan måske sige, at anvendelsen af systemet i sig selv har motiveret landbruget til at reducere forbruget, godt hjulpet af det almindelige forsøgsarbejde publiceret i utallige Planteværnsberetninger.

Opsamling

1. Alle beslutningsstøttesystemer for ukrudt kræver monitorering af ukrudtstætheder (har en monitoringsdel), men har ikke nogen klimaafhængig fremskrivning af ukrudtets betydning for afgrøden, og har således ikke nogen decideret varslingsdel (iflg. definitionerne).
2. De systemer, der giver output angående bekæmpelse baseret på empiriske undersøgelser, gør det ofte på et meget stærkt grundlag.
3. Klimaet indgår ikke i beregningerne i de fleste af systemerne.
4. Kun systemet PVO-ukrudt (og de mange systemer, der er baseret på PVO ukrudt) kommer med forslag om reducerede doser.
5. Der er ingen videnskabelig dokumentation for, at beslutningsstøttesystemer har eller vil kunne reducere herbicidforbruget.

6.1.4.2 Beslutningsstøttesystemer til sygdomme

Nogle systemer er, ligesom varslingsystemer mod sygdomme, udelukkende baseret på klimamålinger og udelukkende rettet imod at bestemme behandlingstidspunkt, mens andre (inkl. PVO-sygdomme) kræver input angående angrebsgrad af skadevolder, hvorved der kan komme en vurdering af behovet for en bekæmpelse ind i billedet.

Ligesom for beslutningsstøttesystemer på ukrudt gælder for nogle beslutningsstøttesystemer for sygdomme, at output angående behandling eller ej ikke er baseret på nogen biologisk-klimatisk beregning af skadevirkningen på udbyttet, men systemernes output baseres på erfaringer fra store mængder dosis-respons data. Der findes dog også systemer, der benytter sig af simuleringer af sygdomsudviklingen, men det er ikke lykkedes at finde sammenligninger af de to systemtypers præstationer i forhold til feltdata, så det er ikke klart, hvad der fungerer bedst. Systemerne eller rettere elementer, der indgår i systemerne, er i en del tilfælde veldokumenterede, men for andre er det vanskeligt at finde dokumentation for de bagvedliggende modeller. Flere af de udenlandske systemer kan give inspiration til videreudvikling af systemer i Danmark. Specielt skal fremhæves det tyske Proplant, der også har en fremskrivning frem til år 2050 for 20 forskellige sygdomme og skadedyr, der er klimaafhængige i deres udvikling. De fleste af systemerne kommer med behandlingsforslag, og det danske PVO-sygdomme kommer med forslag til reducerede doseringer. Anbefalingerne i PVO sygdomme bygger på empiriske erfaringer fra markforsøg, og anbefalingerne ligger således ofte tæt op af de løsninger som anbefales som "godt landmandskab". Derfor kan systemerne

ikke specifikt forventes at have bidraget til en reduceret pesticidanvendelse, men er snarere at betragte som et referencesystem for den til en given tid eksisterende viden om økonomisk optimal bekæmpelse. Sammenlignende studier af 4 beslutningsstøttesystemer har for septoriabekæmpelse vist et meget tæt løb på både sygdomsbekæmpelse, nettomerudbytte og antallet af sprøjtninger, men PVO var det system som udløste de laveste pesticidmængder (Jørgensen og Hagelskær, 2003). Valideringsforsøg har dog hidtil kun vist et meget begrænset reduktionspotentiale (Jørgensen et al., 2007). Det er dog muligt, som nævnt under varslingsystemer, at en optimal timing af en behandling kan spare en eller flere gentagelser af behandling, se for eksempel Lindhard Pedersen et al. (2011) vedrørende RIMpro.

Beslutningsstøttesystemer til sygdomme er i store træk alle rettet imod både konsulenter og landmænd, og det har kun været muligt at finde oplysninger om antallet af brugere på et fåtal af systemerne. Tallet for PVO-sygdomme angives til at være under 3 % af avlerne. For de systemer, hvor der findes oplysninger, tyder det på, at de har en større popularitet hos konsulenter end hos landmænd, som ikke bruger dem ret meget.

Opsamling

1. Nogle beslutningsstøttesystemer for sygdomme indeholder ikke nogen monitoring af smittetrykket, hvorved de ikke er i stand til at vurdere behovet for en behandling, men kun behandlingstidspunktet, mens andre dog kræver input i form af angrebsgrad.
2. Ingen systemer anvender en klimatisk – biologisk fremskrivning i vækstsæsonen af sygdommens betydning for afgrøden.
3. Der er udenlandske systemer, der kan give inspiration til videreudvikling i Danmark.
4. Systemerne har ikke i sig selv bidraget til en reduceret fungicidanvendelse.

6.1.4.3 Beslutningsstøttesystemer – skadedyr

Mht. skadedyr i beslutningsstøttesystemer findes der stor variation i systemerne. Nogle tager skadedyrets biologi med i betragtning på et ret detaljeret niveau, mens andre, f.eks. PVO-skadedyr, anvender en skadetærskel og ikke har nogen fremskrivning af populationsudviklingen. Der findes en del systemer til beslutningsstøtte i forhold til bladlus, og varslingsdelen kan være simulering af bladlusenes fænologi som i SIMSIT/GT-Laus fra Tyskland og COLIBRI fra Frankrig, men det er uklart, hvorvidt der indgår biologisk-klimatisk funderede modeller i simuleringen. I andre systemer (PVO-skadedyr) anvendes empiriske resultater fra dosis-responsforsøg, hvorfor skadedyrenes biologi ikke indgår i varslingen, og der foretages ingen fremskrivning af populationsudviklingen. Det må anses for en oplagt forbedringsmulighed i et beslutningsstøttesystem til skadedyr, hvis der foretages en klimatisk – biologisk funderet simulering af skadedyrenes populationsudvikling og skade på afgrøden. Dette findes for rapsskadedyr i Tyske ProPlant, som indeholder seks arter af skadedyr og deres vigtigste snyltehvepse. Dette system kunne tjene som inspiration til en evt. udvikling af et system i Danmark. I PVO behandles alle tre relevante bladlusarter i korn under et, hvilket må anses for en fejl, da forskellige arter har forskellig biologi.

I raps findes tre systemer, hvoraf det før nævnte tyske ProPlant skiller sig ud ved at inkludere seks arter af skadedyr og ved at være valideret/kalibreret i forhold til 8 års fænologiske studier af skadedyrene. Den kræver monitoring af skadedyrenes tætheder som input og foretager varsling baseret på temperatur

og fænologien af skadedyrenes vigtigste snyltehæpse. ProPlant anvender vejr-baserede fænologiske modeller, der bygger på viden om skadedyrenes biologi i forhold til temperatur. Modellerne forudsiger start og forløb af skadedyrsangreb, og systemet giver anbefalinger mht. bekæmpelse baseret på lokale vejr-data.

Der findes ingen danske beslutningsstøttesystemer til anvendelse imod skadevoldere i frugt - og bærproduktion, men der findes i kernefrugt flere udenlandske systemer, som primært er rettet imod æblevikler. De henvender sig til landmænd og konsulenter, og det er ikke lykkedes at finde oplysninger om antallet af brugere. De fleste af systemerne anvender graddagsmodellen til beregning af populationsudviklingen, hvorved dyrenes biologi og livscyklus tages i betragtning. Alle systemerne er tilgængelige via Internettet.

Ingen af systemerne indeholder et evalueringsmodul til at beregne betydningen af bekæmpelsen, eller til at beregne, hvad man fik ud af at benytte systemet. Dette gælder også systemer for sygdomme og skadedyr.

Der findes ingen videnskabelige undersøgelser af, om beslutningsstøttesystemer til skadedyr har reduceret pesticidforbruget.

Opsamling

1. De fleste systemer kræver monitorering af skadevolder som input, og har derfor en monitoringsdel.
2. Varslingsdelen kan i nogle systemer forbedres ved at inkludere en klimatisk-biologisk baseret simuleringsmodel af skadedyrenes populationsudvikling.
3. Der findes udenlandske systemer indenfor skadedyr, som kan tjene til inspiration til udvikling af nye systemer i Danmark. Det gælder ProPlant for rapsskadedyr, og SOPRA og POMSUM for kernefrugt.

6.1.4.4 Anvendelse, udvikling, vedligeholdelse af Planteværn Online (PVO)

Kilden til nedenstående gennemgang er overvejende Per Rydahl (pers. comm.).

Udvikling og vedligeholdelse er foretaget/foretages overvejende af Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, Flakkebjerg. Dette gælder den tekniske udvikling og vedligeholdelse, den faglige udvikling af PVO-ukrudt og den faglige udvikling og vedligeholdelse af øvrige moduler, f.eks. sprøjteteknik og strategi for en dyrkningssæson. Den faglige udvikling og vedligeholdelse af PVO-sygdomme og skadedyr foretages i samarbejde med Videncentret for Landbrug.

Planteværn Online kører på en server placeret på AU-Agroøkolog, Flakkebjerg.

De fleste abonnenter benytter primært et direkte link til PVO og sekundært et link via internet portaler som f.eks. Landbrugsinfo (tidligere Planteinfo) og Google. Landbrugsinfo har direkte link til udvalgte PVO moduler, som f.eks. problemløsning for ukrudt.

Direkte link til PVO hovedmenu på PVO hjemmeside: www.ipmdss.dk. Link til PVO via Landbrugsinfo (www.Landbrugsinfo.dk): <http://www.landbrugsinfo.dk/planteavl/plantevaern/plantevaern-online/sider/startside.aspx>.

Brugerne er primært planteavlskonsulenter og landmænd, og der er ca. 1.200 abonnenter fordelt på ca. 350 planteavlskonsulenter og 800 landmænd. Andre brugere er landbrugsskoler, universiteter mv.

Landmænd betaler 900 kr. for et års abonnement, mens firmaansatte rådgivere betaler 1180 kr. Planteavlskonsulenter i Dansk Landbrugsrådgivning, som rådgiver om planteværn, abonnerer automatisk på PVO.

Af den årlige indtægt fra solgte abonnemeter på godt 1 mio. kr. går ca. halvdelen, svarende til 450.000 kr. i 2010, til Aarhus Universitets drift, vedligeholdelse og udvikling af systemet. Derudover har udviklingen af systemet, direkte og indirekte (via forskningsmidler), været finansieret med offentlige midler. Således blev en del af de såkaldte promillemidler, der er en del af proventet fra pesticidafgiften, som tilbageføres til landbrugserhvervet, benyttet til udvikling og vedligeholdelse af Planteværn Online til og med 2003. Fra 2004 er der med Pesticidplan 2004-2009 afsat ca. 1,2 mio. om året til AU (daværende DJF) til udvikling og vedligeholdelse af systemet. Fra 2010 har udvikling og vedligeholdelse alene været betalt af brugerne og AU Agroøkologi.

På AU Agroøkologi, Flakkebjerg, er der ca. fem forskere og en række teknikere involveret, dog ikke alle fuldtidsbeskæftigede, i udvikling og vedligeholdelse af Planteværn Online.

Brugeren af systemet spørges løbende om tilfredshed og ideer til forbedringer af systemet. Der er således 30-40 sider med input fra brugerne på internettet.

Opsamling

1. PVO udvikles og vedligeholdes af Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, Flakkebjerg. PVO-sygdomme og skadedyr vedligeholdes i samarbejde med Videncentret for Landbrug.
2. PVO er overvejende blevet udviklet på basis af offentlige økonomiske midler.
3. Der er aktuelt ingen offentlig støtte til udvikling og vedligeholdelse af PVO, som p.t. drives på et økonomisk grundlag baseret på brugernes abonnemeter.

6.2 Klima i varslings- og beslutningsstøttesystemer

Klimatiske input anvendes af alle eller langt de fleste varslings- og beslutningsstøttesystemer, men der er stor forskel på, hvordan klimaet benyttes. I nogle af varslingsystemerne anvendes temperaturen til at foretage beregninger af flyvetidspunkter, f.eks. skulpegalmug og fritfluer på Landbrugsinfos hjemmeside, mens andre benytter information om regnvejrsgange før eller efter vurderingen, evt. kombineret med forudsigelser af antal dage over 20 °C. PVO ukrudt beregner dosis på grundlag af forventet temperatur, der har betydning for herbicidernes effekt på ukrudtet. Andre igen benytter målinger af temperatur og fugtighed (evt. bladfugtighed) til at varsle tidspunktet for smittespredning og dermed behandlingstidspunkt og fungerer mest optimalt med ½-timemålinger af klimaet med kontakt til nærmeste klimastation eller eget klimaspdyd.

Mht. beregningerne af skulpegalmyggens flyvning fremgår det ikke af dokumentationen, hvilken type temperaturmåling, der er tale om. Da skulpegalmyggens kokoner ligger i jorden, er det afgørende for systemets pålidelighed, at varslere er baseret på målinger i jorden og ikke i 2 m højde. Ydermere svin-

ger temperaturen i jorden afhængig af hældning i forhold til solen, skygge, jordtype og jordfugtighed. Derfor er der stor risiko for at fejle, hvis der ikke anvendes relevante klimadata.

Ser man på klimaets indflydelse på sygdomsudviklingen, er det værd at understrege at systemerne, for eksempel RIMpro, anvender data fra lokale klimastationer og gerne fra helt lokale klimaspyd, hvis det er nødvendigt. Dette skyldes at sygdomsudviklingen er stærk afhængig af temperatur og fugtighed, hvilket betyder, at spredte byger er noget af en udfordring. Ved etablering af nye systemer eller forbedring af eksisterende, som f. eks varsling med Septoria Timeren eller Infektionstryk for kartoffelskimmel, bør det derfor overvejes grundigt, hvordan anvendelsen af klimadata kan forbedres, om der skal inddrages nye parametre (ex. bladfugtighed), og hvordan de tilvejebringes. De tekniske løsninger, som allerede er implementeret i RIMpro, vil være oplagt at lade sig inspirere af til at anvende lignende faciliteter i forbindelse med systemer på andre afgrøder også. Herved kan man undgå fejl pga. lokale og regionale klimatiske forskelle, og det vil være muligt at anvende jordtemperatur og lufttemperatur (evt. både 30 cm og 2 m højde), afhængig af hvad målingerne skal bruges til. De tekniske løsninger findes, omend nogle kan forbedres, så der er ingen grund til at acceptere klimaet som en betydelig fejlkilde. Det bør endda være muligt at anvende lokale vejrudsigter.

Der findes imidlertid ingen viden om, hvorvidt modeller med en detaljeret anvendelse af klimadata og biologisk viden om skadevolder og afgrøder giver bedre resultater i forhold til hverken landmandens økonomi og reduktion i pesticidanvendelsen. Der vil dog ved inddragelse af klimadata og fysiologisk tid (graddage eller finere modeller) til simulering af væksten opstå bedre muligheder for at anvende systemerne ved ændrede klimatiske forhold, da simuleringerne så blot foretages med aktuelle klima-inputfiler. Dette kræver dog, at der ikke findes forskelle (evt. geografisk betingende) i skadevoldernes respons på klimafaktorer.

6.3 Anvendelse

En gennemgang af beslutningsstøttesystemerne i tabel 5.1, 5.4, 5.5, 5.6 og 5.7 viser, at disse systemer alle er udviklet til at blive brugt af både landmænd og konsulenter, men i de tilfælde, hvor det har været muligt at finde oplysninger om antallet af brugere, viser det sig, at de bruges af ret få. Danske PVO ligger ret højt med ca. 3 % af landmændene og en stor del af konsulenterne (Projektworkshoppen), mens RIMpro i Danmark anvendes af en stor del af frugtavlere og stort set alle konsulenter (Projektworkshoppen, Fokusgruppeinterviews). Registreringsnettet er populært i Danmark og bruges af mange landmænd og konsulenter (Projektworkshoppen).

Alle varslings- og beslutningsstøttesystemer er tilgængelige via Internettet, nogle få også på CD, og andre igen supplerer med SMS-beskeder. Nogle varslings- og beslutningsstøttesystemer er gratis til rådighed, mens andre koster en licens. I de tilfælde, hvor det er lykkedes at finde prisen, viser den sig at være i størrelsesordenen 1000 kr. (Septoria-Timeren til 1800 Euro dog undtaget).

Det er karakteristisk for stort set alle de gennemgåede beslutningsstøttesystemer (Kap. 5), at de ikke har ret mange brugere, hvilket ser ud til at gælde både i Danmark og internationalt. Det ser derimod mere ud til at beslutningsstøttesystemer er redskaber i hænderne på konsulenttjenesterne. Det ser dog

ud til at varslingsystemet RIMpro anvendes af både avlere og konsulenter, hvilket betyder, at brugerne kan være interesserede, hvis systemet er attraktivt nok. Det er således værd at overveje, hvad der er årsagen til, at dette system er attraktivt, mens systemerne i landbrug i både Danmark og udlandet ikke synes at være attraktive.

Som det fremgik af projektworkshoppen i Middelfart (Appendiks C) og fokusgruppe interviews med konsulenter og avlere (Appendiks D), bestemmes pesticidanvendelse og dermed anvendelsen eller fravalget af MVB systemer af økonomiske hensyn. MVB systemerne anvendes kun, hvis det giver en økonomisk fordel i form af sparede pesticidomkostninger, færre udbringninger, mindre tid til monitorering, øget udbytte osv. Der efterspørges økonomisk effektive MVB systemer, så når MVB systemerne kun anvendes af et begrænset antal landmænd, må det alene skyldes, at landbruget har adgang til andre mere lønsomme eller mindre krævende løsninger.

Hvis anvendelsen af MVB systemer skal øges, så skal incitamentsstrukturen i landbrugsproduktionen ændres, så det bliver mere lønsomt eller mindre krævende at anvende MVB systemer i forhold til andre løsninger. Eksempelvis kan kvoter og afgifter på pesticider eller støtte til MVB systemer fremme anvendelse af de økonomisk mest relevante MVB systemer, eller også skal MVB systemerne konkurrenceevne forbedres. Brugervenlighed, lethed i monitorering, pesticidomkostninger, merudbytte, udbyttekvalitet og udbyttesikkerhed er nogle af de mange parametre MVB systemerne skal konkurrere på.

En evaluering af brugernes anvendelse af MVB-systemer tager afsæt i nogle økonomiske betragtninger omkring pesticidanvendelsen i Danmark. I det følgende beskrives den økonomiske og miljømæssige betydning af den nuværende pesticidanvendelse i landbrugets hovedafgrøder samt frugt og bær. For hver afgrøde angives produktionsværdi, kemikalieomkostninger, timeforbrug, pesticidforbrug og pesticidbelastning (tabel 6.1). Analyserne har fokus på det uudnyttede potentiale af eksisterende systemer, men kan også anvendes til en perspektivering af behovet og potentialet for nye MVB systemer eller videreudvikling af de eksisterende. Kemikalieomkostninger, timeforbrug og produktionsværdi er bestemt på grundlag af rapporten "Økonomien i landbrugets produktionsgrene" (Danmarks Statistik, 2010). Produktionsværdien i korn og raps er dog korrigeret til en højere kornpris på 140 kr. pr. hkg. Potentialet for Planteværn Online – ukrudt er bestemt i forbindelse med igangværende udredningsopgave for Miljøstyrelsen. Merudbytte og reduktionspotentiale for øvrige pesticider er bestemt på grundlag af Ørum et al. (2008). Den nuværende pesticidanvendelse er baseret på behandlingshyppigheden fra bekæmpelsesmiddelstatistikken fra 2010 (Miljøstyrelsen, 2011), mens den tilsvarende pesticidbelastning er blevet bestemt i en igangværende udredningsopgave for Miljøstyrelsen. Beskrivelsen af, hvorledes (hvilke MVB systemer og hvor meget monitorering osv.) og med hvilke formål pesticiderne er anvendt, er baseret på Ørum et al. 2008.

Tabel 6.1. Samlet oversigt over omkostninger, merudbytte, miljøbelastning og behandlingshyppighed for pesticidanvendelsen i landbrugets hovedafgrøder samt frugt og bær i 2009/10, suppleret med oplysninger om timeforbrug og produktionsværdi.

	Enhed	Vintersæd	Vårsæd	Vinterraps	Ærter	Frøafgrøder	Majjs	Kartofler	Roer	Grøntsager	Kløver/græs	Glyphosat	Frugt og bær	I alt / Gns.
Areal	1.000 ha	962	508	165	7	63	165	37	43	7	259	2.216	3	2.216
Andel (dk)		43%	23%	7%	0,3%	3%	7%	2%	2%	0,3%	12%	100%	0,1%	100%
Herbicer	BH	1,27	0,85	1,36	3,02	1,22	0,95	1,58	3,83	1,51	0,02	0,55	--	1,62
Vækstregulering	BH	0,18	0,09			0,56				0,08			--	0,12
Fungicider	BH	0,77	0,54	0,33	0,00	0,28		6,14	0,27	1,30			--	0,6
Insekticider	BH	0,38	0,69	1,30	3,07	0,13	0,03	0,75	0,27	0,91	0,01		--	0,46
Forbrug i alt	BH	2,60	2,18	3,00	6,08	2,19	0,97	8,47	4,37	3,80	0,04	0,55	--	2,8
Andel (dk)		40%	18%	8%	1%	2%	3%	5%	3%	0%	0%	20%	--	100%
Herbicer	B pr. ha	1,83	0,87	0,93	2,85	1,40	0,29	3,34	4,80	7,64	0,03	0,19	1,60	1,51
Vækstregulering	B pr. ha	0,08	0,02			0,23				0,01			0,29	0,05
Fungicider	B pr. ha	1,67	0,65	0,19	0,00	0,30		5,23	0,64	1,20			8,61	1,01
Insekticider	B pr. ha	1,06	2,00	3,76	6,83	0,64	0,12	6,84	0,73	2,86	0,06		20,50	1,42
Belastning i alt	B pr. ha	4,65	3,54	4,88	9,68	2,57	0,41	15,41	6,17	11,71	0,09	0,19	31,00	3,99
Andel (dk)		51%	20%	9%	1%	2%	1%	6%	3%	1%	0%	5%	1%	100%
Gns. areal	ha	75	35	26	23	29	36	84	33	22	38		13	
Arbejdskraft	t pr. ha	12	12	14	14	13	16	35	29	341	12		186	14
Andel (dk)		36%	19%	7%	0%	3%	8%	4%	4%	7%	10%		2%	100%
Prod. værdi (**)	tkr. pr. ha	11	8	14	8	6	5	18	20	134	6		51	10
Andel (dk)		48%	18%	11%	0%	2%	4%	3%	4%	4%	7%		1%	100%
Prod. værd. pr. B	tkr. pr. B	2,4	2,2	3,0	0,8	2,3	12,2	1,2	3,2	11,4	63,8		1,6	
Kemikalie omk.	kr. pr. ha	700	250	1.100	150	1.100	650	3.000	1.100	1.900	350		3.000	645
Andel (dk kemi omk.)		47%	9%	13%	0%	5%	8%	8%	3%	1%	6%		1%	100%
Andel af afgr. værdi		6%	3%	8%	2%	18%	13%	17%	6%	1%	6%		6%	6%

**) korrigeret afgr. pris

Kilder: Danmarks Statistik (2010), Miljøstyrelsen (2011)(Bekæmpelsesmiddelstatistik 2010 samt ny belastningsrapport (in prep))

Frugtavlerne, der i betydelig udstrækning anvender RIMpro, benytter i snit for hhv. 19.000, 13.000, 7.000 og 5.000 kr. pesticider pr. ha. i kernefrugt, jordbær, solbær og surkirsebær (Baarts et al, 2011), og nogle af de store avlere har ved fokusgruppe interview nævnt, at en sprøjtning (af hele kulturen) koster ca. 50.000 kr. plus arbejds løn. Der er desuden tale om en meget intensiv produktion med en produktionsværdi og timeforbrug pr. ha der er hhv. 5 og 15 gange højere end for vinterhvede. Dette er med til at gøre brugen af et beslutningsstøttesystem attraktivt, og derudover kommer frugtavleren i højere grad rundt på plantagen selv for at følge udviklingen i afgrøden og skadevoldere. Selvom RIMpro i mange tilfælde ikke kan gøre fra eller til, fordi der kræves yderligere data, og avleren selv skal tage den endelige beslutning, har det dog så stor økonomisk betydning for avleren at træffe den rigtige beslutning, at udgifterne til en licens til RIMpro og et par timers arbejde med at følge med i udviklingen i plantagen og bruge RIMpro, er indsatsen værd.

For kornavleren sprøjtes der med herbicer 1-2 gange og fungicider plus evt. insektmidler 1-2-3 gange. De enkelte behandlinger koster i snit 180 kr. pr. ha. Med PVO ukrudt og sygdomme kan omkostningerne til kemikalier måske reduceres med 30 %, svarende til f.eks. 50 kr. pr. ha, men det kræver, at ukrudt og sygdomme monitoreres, og at markerne behandles forskelligt. Så vil

det ofte være nemmere og billigere dels at kigge i registreringsnettet og benytte en af landboforeningen anbefalet løsning for sygdomme, dels at benytte landboforeningens standardløsning til det ukrudt, man kan huske drillede sidste og forrige år. Og for en sikkerheds skyld kan man da benytte for 50 kr. specialmidler mod græsukrudt, hvilket ofte vil være billigere end at monitere. Der er derfor ingen ansporing for landmændene til at bruge tid på at anvende MVB-systemer under de givne forhold.

Jørgensen et al. (2007a og b) nævner også, at PVO brugerflade ikke er tilpasset de tre typer beslutningstagere: de systemorienterede, de erfaringsbaserede og de konsulentorienterede, som blev identificeret i en sociologisk undersøgelse. De tre typer har brug for forskellig type information. Der er i gennem mange år udviklet et større antal VB-systemer, men kun et fåtal er i brug. Adskillige udenlandske studier diskuterer afstanden mellem forskeren/udvikleren af et system og brugeren/landmanden (McCown, 2001; Rouxet al., 2006; Mir og Quadri, 2009), og en af konklusionerne er, at skal systemet blive en succes, skal brugeren inddrages på et tidligt tidspunkt i udviklingen.

Med hensyn til brugerflade er det måske værd at kigge lidt på RIMpro. RIMpro giver en forståelse af, hvorledes et muligt angreb vil udvikle sig. Man bliver klogere af at benytte RIMpro og af at studere de illustrative grafer, der viser den potentielle udvikling i angrebet. RIMpro gør tingene overskuelige. Den bygger på personlige data fra egen klimastation, som man (derfor) stoler på. Det kræver ikke meget ekstra arbejde af avleren efter klimastationen er sat op. RIMpro kræver ingen ekstra monitoring og erstatter ingen monitoring, da der i forvejen ikke kan monitoreres for skurv og skimmel, før det er for sent. Avleren skal imidlertid selv vurdere, om skadevolderen er til stede. Det kan i nogle tilfælde ske ved observationer i kulturen, men avleren skal selv vurdere den økonomiske gevinst/risiko ved at sprøjte/ikke sprøjte. Avleren skal også selv vurdere, hvorledes klimaet vil udvikle sig de kommende døgn. Her er der i mange tilfælde behov for bedre varsler vedrørende luftfugtighed, bladfugtighed og nedbør. RIMpro er således kun en lille del af løsningen.

Opsamling

1. Det kan konstateres, at landbruget p.t. ikke har tilstrækkeligt økonomisk incitament til at anvende de nuværende MVB systemer, delvist pga. tidsforbruget til markspecifik monitoring. Dette er et alvorligt problem for systemernes anvendelse.
2. Det er økonomisk set mere attraktivt at benytte RIMpro pga. de større udgifter til sprøjtning af frugtplantager og den meget højere værdi af produktionen.
3. Brugervenlighed og en brugerflade, som giver indsigt i skadevolderens udvikling, spiller også en rolle for brugen af MVB-systemer.

6.4 Evaluering af systemernes miljømæssige betydning

Da der generelt ingen international videnskabelig information findes om de i denne rapport gennemgåede monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemers betydning for pesticidanvendelse, natur og miljø, er det fundet værd at overveje, om systemerne har betydet noget i Danmark. Da der generelt ikke findes noget i monitorings- og varslingsystemer (se definitionerne i kapitel 4), der skulle bringe dem i stand til at tage hensyn til pesticidforbrug, natur og miljø, behandles her kun beslutningsstøttesystemer. Da der stort set kun anvendes et beslutningsstøttesystem i større udstrækning i Danmark (PVO), er

det værd at lave en grundigere vurdering af dette systems miljømæssige betydning.

6.4.1 Planteværn Online (PVO)

Det er klart at den reelle miljømæssige betydning af PVO historisk set er svært at bestemme, når det er svært alene at fastlægge den reelle historiske indflydelse på forbruget som PVO har haft.

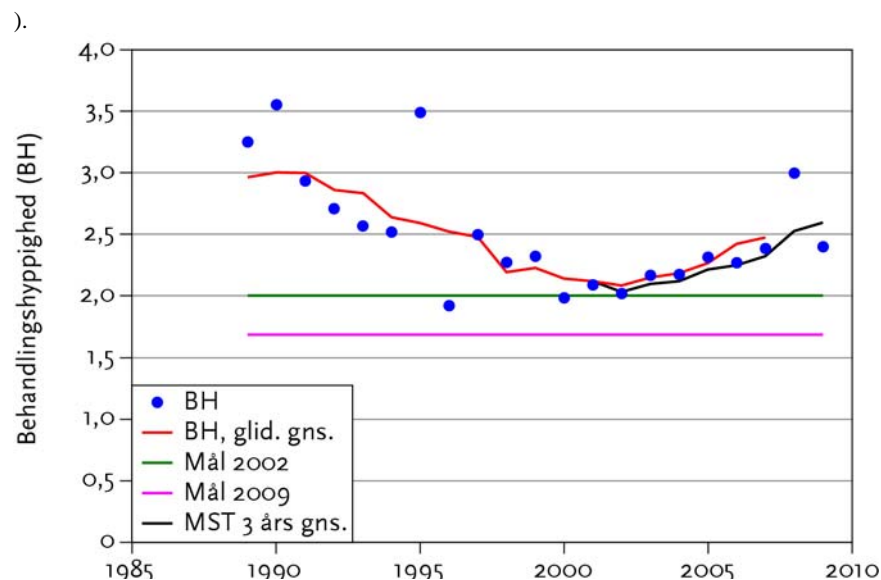
6.4.1.1 PVO og Behandlingshyppighed

En af antagelserne bag udviklingen af Planteværn Online (PVO) var, at forbruget af pesticider ville kunne reduceres betragteligt, hvis deres anvendelse er behovsbaseret i stedet for at være baseret på plansprøjtninger. Der findes imidlertid ingen undersøgelser, der kan påvise, om denne antagelse er korrekt. En meget afgørende årsag til fraværet af sådanne konklusive undersøgelser er, at der mangler en "base line" at sammenligne med. Vi ved ikke, hvordan pesticid-forbruget ville have været, hvis vi ikke havde været i besiddelse af hele den faglige viden, der er blevet indsamlet, systematiseret og gjort let tilgængelig i PVO. Resultater fra over 2000 afprøvninger af PVO-ukrudt i landsforsøgene ("http://curis.ku.dk/ws/files/8077851/Endelig_rapportpdf.pdf") viser dog, at PVO kan bidrage betragteligt til at reducere herbicidforbruget (op til 40 % i forhold til referencebehandlinger), mens dyrkningsmæssige krav fastholdes. PVO-ukrudt er også afprøvet i betragteligt omfang i bederoer (Rydahl, 2005) og i majs

http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/Plantevaern-Online/Sider/PLK06_01_7_1_P_Rydahl.pdf?List=%7Bfab810b9-2f6c-4ceb-a8b1-d4b6727f3749%7D&download=true, hvor der i begge disse afgrøder er målt ca. 20 % reduktionspotentiale i sammenligning med 'bedste rutinebehandlinger'. Der findes desværre ingen undersøgelser, som viser, hvordan PVO-ukrudt har påvirket det aktuelle, samlede forbrug af herbicider.

For PVO-sygdomme har der vist sig ikke at være et klart reduktionspotentiale, fordi standardløsningerne læner sig op ad de anbefalinger, som indgår i PVO.

Udviklingen i behandlingshyppighed viser et fald fra ca. 3.0 i 1989 til ca. 2.6 i 2009 med et minimum på ca. 2.0 i 2002 (Figur 6.1). Der er altså sket en reduktion i behandlingshyppigheden over denne godt 20-årige periode, og det er også i denne periode, PVO er blevet udviklet og implementeret i dansk landbrug. Den første version blev lanceret i 1990 under navnet PC-Planteværn (Jørgensen et al., 2007). Det kan dog ikke konkluderes, at faldet eller dele af faldet i behandlingshyppighed skyldes PVO.



Figur 6.1. Behandlingshyppighed beregnet efter den gamle metode 1989-2009. Punkterne angiver faktiske tal, mens den røde kurve viser 5-års glidende gennemsnit. Den sorte linje angiver de 3-års gennemsnit, som Miljøstyrelsen har valgt som udgangspunkt for at vurdere udviklingen i forbruget. Den grønne og pink linje angiver målet i henholdsvis Pesticidhandlingsplan II og Pesticidplan 2005-2009.

(http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/Behandlingsindeks/Sider/pl_10_318.aspx#Behandl)

Danmark har et relativt lavt forbrug af pesticider sammenlignet med bl.a. Tyskland, Frankrig og UK. Flere grunde til disse forskelle er blandet andet beskrevet af Jørgensen et al. (2008):

1. Nationale handlingsplaner.
2. En tradition for et stærkt samarbejde imellem forskning og rådgivningssystem, der giver en hurtig udnyttelse af ny viden, og hurtig overførsel af ønsker om ny viden fra brugere til forskere.
3. Et velfungerende rådgivningssystem, der er uafhængigt af producenterne af midler, og som fokuserer på optimering af økonomien på bedriftsniveau.
4. Et stærkt system til at koordinere og udføre uvildige markforsøg, hvor resultaterne er offentligt tilgængelige.
5. Stærkt fokus på mulighederne for at bruge reducerede doser (bl.a. Indbygget i PVO).
6. Pesticidafgifter.

Der er derfor mange grunde, der tilsammen har bevirket den observerede udvikling i behandlingshyppighed, og PVOs rolle er vanskelig at isolere. Lige siden den spæde start for PC Planteværn i 1989, hvis udvikling var affødt af den første pesticidhandlingsplan, har hovedformålet med programmet været at reducere forbruget af pesticider, og i de mere end 20 år programmet har kørt, har det gjort landbruget bevidst om, at reduktion i pesticidforbruget er bydende nødvendig for erhvervet.

Man kunne ved hjælp af PC Planteværn skrue på doseringen og vise, hvorledes bekæmpelsen ændrer sig, men et af de virkelige fremskridt skete, da man nåede til enighed om at benytte normaldoseringer, som blev udgangspunktet for behandlingshyppighedsbegrebet, der blev implementeret i programmet. Det gav et kraftigt signal til landmændene om at forsøge at få behandlingshyppigheden ned.

I forhold til PC Planteværns og nu PVOs relativt ringe udbredelse har programmet dog haft en stor effekt i hele diskussionen om brugen af reducerede doseringer. Det skyldes, at Videncentret for Landbrug hurtigt angav behandlingshyppighed for de forskellige løsninger, der blev afprøvet i landsforsøgene, og udførte forsøg, hvor man havde forsøgsled med almindelige angivne doseringer, og så hvad PC Planteværn/PVO valgte ud fra ukrudtsbestand udviklingstrin mv. Her benyttede man sig af de genererede dosis-effektkurver, som kunne vise, hvad der sker, når man sænker doseringen. Udviklingen af PVO i sin nuværende form har gjort det yderst enkelt at finde optimale doseringer, identificere ukrudtsarter og holde justits med hvilke sprøjtemidler, man kan bruge til hvilke problemer.

Det lave antal landbrugere, som anvender PVO, peger på, at systemet ikke har den store betydning, hvorimod det store antal brugere blandt konsulenterne peger i den anden retning. PVOs betydning for pesticidforbruget blev diskuteret på workshopen i Middelfart, og det blev her konkluderet, at det er meget svært (eller nærmere umuligt) at adskille PVO fra godt landmandskab, da disse to har udviklet sig side om side igennem de sidste 20 år. Dette vil sige, at mange deltagere var af den opfattelse, at indholdet og brugen af Planteværn Online havde været med til at udvikle "godt landmandskab" mht. plantebeskyttelse igennem de sidste 20 år, og at Planteværn Online dermed havde en meget stor del af æren for, at Danmark har et lavt behandlingsindeks sammenlignet med andre europæiske lande (Projektworkshopen). Dette støttes af, at PVO anvendes som læringsredskab på landbrugsskoler i Danmark.

Det er så afgørende for en vurdering af PVOs og "godt landmandskabs" betydning for pesticidanvendelsen, hvorvidt der tages miljømæssige hensyn i "godt landmandskab", eller det udelukkende drejer sig om optimering af det økonomiske output. Optimering af det økonomiske output vil som regel have klart højeste prioritet (Projektworkshopen), og økonomisk optimering er da også "default" ved brug af PVO, men det er muligt at vælge at tage BehandlingsIndex i betragtning.

Når PVOs betydning for miljøet skal vurderes, skal det fremhæves, at PVO-ukrudt, ud over at komme med forslag om at der skal behandles eller ej, i de fleste tilfælde foreslår at anvende reducerede doser af de foreslåede herbicider. Dette giver en mulighed for at reducere BI, hvis forslagene følges. Jørgensen et al. (2008) har sammenlignet BI i feltforsøg, hvor PVO blev benyttet som beslutningsgrundlag for herbicid- og fungicidbehandlinger med det aktuelle landsdækkende BI og fandt, at BI for herbicider næsten kunne halveres, og for fungiciderne var de to tal ikke ret forskellige. Det resultat betyder, at anvendelse af PVO giver mulighed for en betydelig reduktion i BI for herbicider, men ikke umiddelbart for fungicider. Insekticiderne var ikke med i undersøgelsen. Det fremgår ikke, om reduktionen i BI for herbiciderne i forsøget overvejende skyldes færre behandlinger eller overvejende lavere doseringer.

6.4.1.2 PVO og ukrudt i markerne

Et reduceret forbrug af herbicider i form af færre behandlinger og/eller reducerede doser må antages også at give nedsat sandsynlighed for udvaskning til vandløb og grundvand (forudsat at der er tale om det samme herbicid), og må som sådan antages at have en miljømæssig effekt. Hvis reduceret herbicidforbrug skal have haft betydning for naturindholdet i markerne, bør der kunne observeres en forøgelse af mængden af ukrudt og andre naturelementer. Mængden af ukrudt i danske marker er blevet undersøgt af Andreasen og Streibig (2011), som fandt, at frekvensen af mange ukrudtsarter i indsam-

lingsperioden 2001 – 2004 var klart højere end i perioden 1987 – 1989 og i mange tilfælde var i nærheden af de observerede frekvenser fra 1960 – 1970. Det skal understreges, at perioden 2001 – 2004 havde en meget lav BI (Figur 6.1), og at situationen muligvis har forandret sig med det stigende BI siden 2002. Da der kan være flere andre forklaringer på forøget ukrudtsmængde, f.eks. ændret sædskifte, andre bekæmpelsesmidler og ændrede anbefalede rutinebehandlinger, kan det ikke konkluderes, at den stigende frekvens af ukrudt i markerne i 2001- 2004 i forhold til 1987 – 1989 skyldes PVO. Men da PVO-ukrudt giver forslag om reducerede doser, når et behandlingsbehov er identificeret, og PVO har en sammenhæng med godt landmandskab og anvendes i landbrugsuddannelsen, kan det ikke udelukkes, at systemet har spillet en rolle. Det kan dog ikke lade sig gøre at kvantificere denne eventuelle rolle, men man kan på basis af sammenligningerne imellem BI ved forsøg med anvendelse af PVO og den landsdækkende BI (Jørgensen, 2008) konstatere, at potentialet endnu ikke er nået. Dette resultat støttes af Sønderkov et al. (2006), der ved hjælp af simuleringer fandt, at landmændene kan reducere dosis til $\frac{1}{4}$ uden betydelige udbyttetab.

6.4.1.3 PVO, leddyr og fugle

Axelsen et al. (submitted) har undersøgt sammenhængen imellem ukrudt og leddyrefaunaen i konventionelle marker i 2001 – 2002 og kunne ikke påvise nogen sammenhæng, og de kunne stort set heller ikke finde ukrudtstilknyttede planteædende insekter i markerne. Specielt var korrelationen imellem ukrudtet og leddyrefaunaen langt fra at være signifikant i vinterafgrøder, mens korrelationskoefficienterne var tættere på signifikans i vårbyg. Axelsen et al. (submitted) konkluderede, at ukrudtsmængden var for ringe til at kunne understøtte en fauna af planteædende insekter, hvilket betød, at der ikke ser ud til at være grundlag for de forventede plante – planteæder – rovdyr/fugle fødekæder i konventionelle marker. Dette resultat kunne være påvirket af insekticidspøjtninger, men dette var ikke tilfældet, da kun enkelte af de undersøgte marker blev behandlet med insekticider. En forsigtig konklusion på diskussionen af reduktionen i herbicidforbruget (som nok delvist skyldes PVO) i forhold til ukrudt, leddyr og fugle er, at selv de opløftende tal med et ukrudtsniveau i 2001 – 2004 som i 1960 – 1970 ikke giver grundlag for fødekædesammenhænge i markerne.

En undersøgelse af nedsatte herbicid- og insekticiddoseringers indflydelse på flora og fauna i vårbyg, vinterhvede og sukkerroer viste generel fremgang for markernes vilde flora og fauna – specielt ved en 75 % dosisreduktion (Esbjerg og Petersen, 2002). Undersøgelsen viste desuden, at tætheden af ukrudtsplanter (som var signifikant afhængig af herbicid-dosis) i flere tilfælde var positivt korreleret til tætheder af de primært planteædende insekter snudebiller, blomstertæger, cikader og sommerfugle (Petersen og Navntoft, 2002). Af undersøgelsen fremgik også, at nedsatte insekticid-doseringer (primært mod bladlus) havde en signifikant positiv indflydelse på forekomsten af non-target leddyr, herunder bl.a. vigtige fødeemner for agerlandets fugle. For fuglene tornsanger, lærker og gulspurv var der ligeledes i flere tilfælde signifikant positive korrelationer mellem forekomsten af insektbiomasse og fugle og mellem ukrudtstæthed/diversitet og fugle (Petersen og Navntoft, 2002). Undersøgelsen omhandlede alene samtidige nedsatte doseringer af insekticider og herbicider, mens effekten af enkelt-pesticidgrupper og effekt af antallet af sprøjtninger ikke indgik i undersøgelsen.

At ukrudtet i marken er vigtigt for at understøtte arthropodfaunaen af non-target arthropoder er yderligere underbygget i to undersøgelser af økologisk

drifts betydning for flora og fauna i kornmarker (Navntoft et al., 2003, Navntoft et al., 2007). Bl.a. har ukrudtsbiomassen en signifikant positiv effekt på forekomsten af vigtige insektfødeemner for sanglærker (Fig. 6.2, Navntoft et al., 2003). Denne gruppe af fødeemner omfatter primært lidt større insekter som biller, tæger, cikader, forskellige larver m.m.

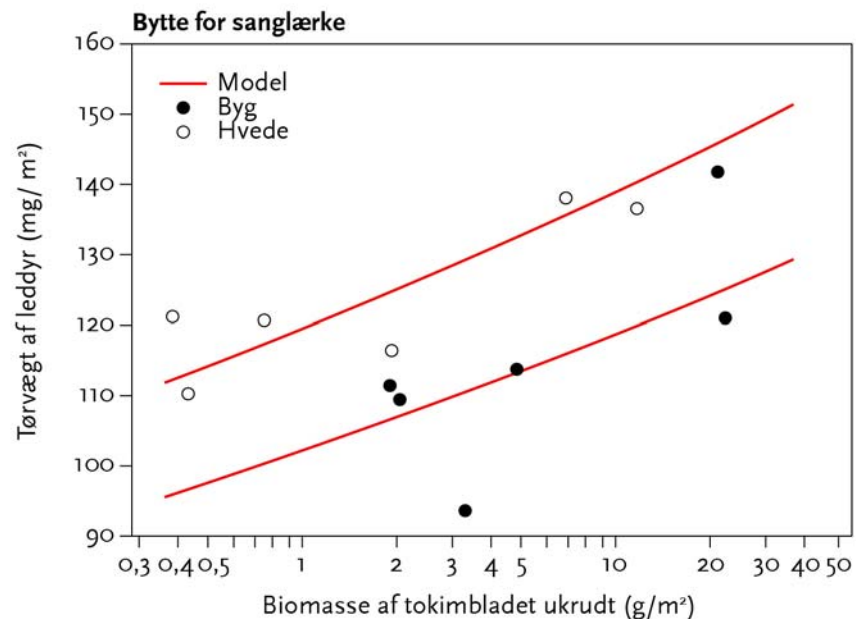


Fig. 6.2. Sammenhængen mellem tokimbladet ukrudtsbiomasse og biomassen af vigtige fuglefødeemner i økologiske kornmarker (Navntoft et al. 2003).

Mængden af ukrudt i konventionelle marker kan dog være så lav, at det vanskeliggør pålidelige målinger af ukrudtets effekt på arthropodfaunaen i konventionelle marker. Det er muligvis derfor, at sammenhængene bliver mere åbenbare i undersøgelser af økologiske marker, men dette er ikke ensbetydende med, at der ikke er en effekt af ukrudt i konventionelle marker, som vist af Petersen og Navntoft (2002).

Ukrudt har ikke kun en betydning for tilstedeværelsen af planteædende arthropoder. Også såkaldte polyphage nyttedyr som edderkopper, løbe- og rovbiller, der bidrager til den naturlige regulering af skadevoldere, har behov for ukrudtsdække/struktur. Ukrudtet er bl.a. med til at forbedre dyrenes mikroklima og gemmesteder i markerne. I Fig. 6.3 er sammenhængen mellem tætheden af polyphage prædatorer og mængden af ukrudtsbiomasse illustreret vha. af modellering af markdata i økologisk vårbyg (Navntoft et al., 2007). Modellen viser, at selv relativt små mængder ukrudt har en positiv indflydelse på antallet af nyttedyr, men viser også, at der over en vis mængde ukrudtsbiomasse i marken ikke forekommer yderligere stigning i tætheden af polyphage nyttedyr.

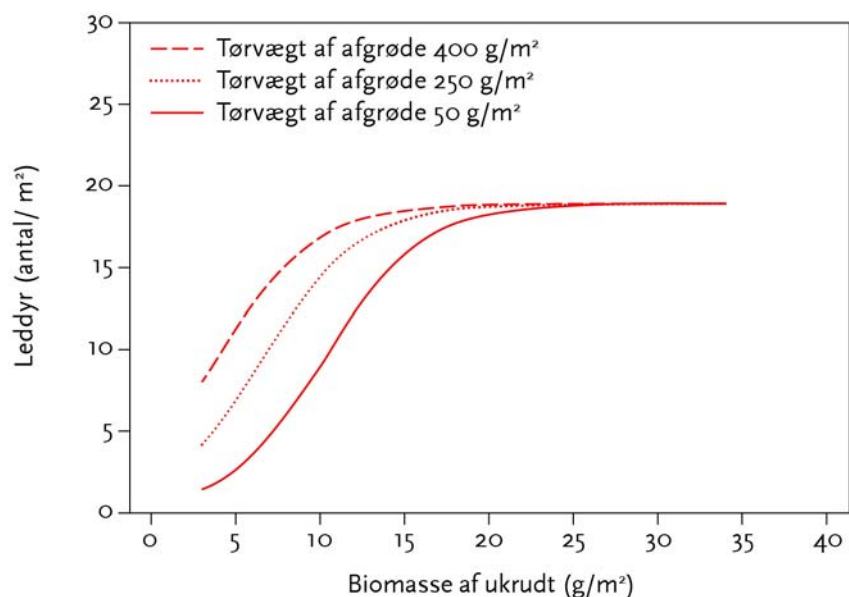


Fig. 6.3. Sammenhængen mellem mængden af ukrudtsbiomasse og tætheden af polyphage nyttedyr (edderkopper og alm. rov- og løbebiller) i økologiske vårhvedemarker (Navtoft et al. 2007).

Reducerede herbicid-doser har også en betydelig fremmende effekt på ukrudtsplanternes blomstring og frøsætning i landbrugsafgrøder (Jensen og Johnsen, 2002), og reducerede herbicid-doser kan derigennem også have en positiv effekt på insektfaunaen. Dette skyldes, at mængden af blomster i marken er positivt korreleret til bier (Navntoft et al., 2009) og formentlig også mange andre nyttige insekter.

Betydningen af antallet af herbicid- og insekticidudbringninger på flora og fauna i marker er ukendt. For et enkelt svampemiddel i korn undersøgte Reddersen et al. (1998) effekten af én samlet fungicid-udbringning sammenlignet med en tilsvarende dosis fungicid fordelt på tre udbringninger over tid og fandt, at tre udbringninger reducerede mængden af obligate fungivore arthropoder (f.eks. skimmelbiller) mest sammenholdt med én udbringning med fuld dosis.

6.4.2 Registreringsnet

Varsling/registreringsnet (<http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/Varslingregistreringsnet/Sider/Startside.aspx>) bruges meget flittigt, når konsulenter udtaler sig om behov for sprøjtning og tilpasning af dosis, men det har ikke været muligt at finde oplysninger om nettets betydning for pesticidanvendelsen.

Opsamling

1. Der findes generelt ingen international videnskabelige, videnskabelige informationer om de i denne rapport gennemgåede monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemers betydning for pesticidanvendelse, natur og miljø.
2. Det er ikke muligt at kvantificere MVB-systemernes betydning for pesticidanvendelsen i Danmark, hvilket også betyder, at det heller ikke er muligt at kvantificere deres betydning for natur, miljø og human sundhed.

7 Diskussion

7.1 Monitering

Det er et gennemgående træk ved langt de fleste MVB-systemer, at deres videnskabelige baggrund ikke er let tilgængelig for brugerne, hvilket gælder både internetbaserede varslings- og beslutningsstøttesystemer og mere simple feromonfælder eller limplader til fangst af skadedyr. Årsagen hertil skal som regel ikke søges i at metoderne ikke er dokumenterede eller hviler på forsknings- eller forsøgsresultater, men snarere i en vurdering af at den videnskabelige baggrund ikke interesserer den almindelige bruger. Den almindelige bruger er blot interesseret i systemer, der virker, og forventer, at systemer på f.eks. hjemmesiden fra Videncentret for Landbrug, systemer udviklet på anerkendte forskningsinstitutioner, eller fælder solgt fra veletablerede firmaer, fungerer ordentligt, og stiller ikke spørgsmål ved deres grundlag. Det vil normalt ikke være nogen stor og uoverkommelig opgave at beskrive det videnskabelige grundlag med blandt andet kildeangivelser. Man kan derfor med rimelighed forlange, at det videnskabelige grundlag er offentligt tilgængeligt for systemer, der er udviklet for offentlige midler. Hvis der er tale om systemer, der er udviklet i privat regi, og hvor udvikleren har en forretning ud af at markedsføre dem, er det en anden sag. I disse tilfælde kan der være tale om at beskytte sit produkt imod kopiering. Det gælder dog i alle tilfælde, at produkternes/systemernes pålidelighed stiger, når det kan demonstreres, at de hviler på et solidt videnskabeligt grundlag. Desuden må man antage, at et krav om at publicere det videnskabelige grundlag nedsætter risikoen for, at man får sat systemer i brug, der ikke er tilstrækkeligt underbyggede.

Registreringsnettet har langt flere brugere i Danmark end f.eks. PVO, hvilket utvivlsomt bl.a. skyldes, at det ikke kræver en markspecifik monitering (markspecifik monitering diskuteres senere i dette kapitel). Det giver derfor heller ikke oplysninger om de enkelte marker, og registreringsnettets resultater bør derfor ikke bruges som grundlag for at foretage en bekæmpelse, men bør udelukkende bruges som advarsel om, at der er god grund til at kigge efter i de enkelte marker. Da registreringsnettet bruges meget af avlerne, og nogle af deltagerne på projektworkshoppen omtalte registreringsnet som en løsning, kunne man antage, at dets informationer bruges som et tungtvejende argument for beslutninger om at bekæmpe. Hvis dette er tilfældet, er der betydelig risiko for et stort antal unødvendige bekæmpelser, eller omvendt en betydelig risiko for at undlade bekæmpelse, hvor det er begrundet. En undersøgelse af sprøjtning efter registreringsnettet vist fejlbehandling i en ud af 10 undersøgte marker (Jørgensen et al., 2008), hvilket ikke er så dårligt, men et materiale på kun 10 marker er ikke stærkt nok til stærke konklusioner.

Opsamling

1. Det anbefales, at alle moniteringssystemer udviklet i offentligt regi dokumenteres grundigt på Internettet eller på det medie, hvor de distribueres.
2. Det bør undersøges, om registreringsnettet giver basis for unødvendige bekæmpelser, da det ikke foretager markspecifikke monitoringer.

7.2 Varslingsystemer

Hvis målet er at nedsætte pesticidbelastningen i Danmark, bør der ikke anvendes MVB systemer, der ikke kan give en kvalificeret vurdering af behandlingsbehovet. En hurtig og pålidelig monitoringsmetode og et velunderbygget varslingsmodul, er en forudsætning for at kunne vurdere behandlingsbehov. Udviklingen af disse elementer kræver et godt kendskab til skadevolderens biologi, og at skadevolderen kan identificeres nogenlunde let. De fleste systemer uden bekæmpelsesbehovsvurdering findes for svampesygdomme og derudover for skadedyr, der er så små, at de er vanskelige at identificere, f.eks. bladlus og skulpegalmyg. For sygdommenes vedkommende gælder desuden, at der ikke findes pålidelige monitoringsmetoder til at opdage deres tilstedeværelse, før et udbrud er under udvikling.

Til udvikling varslingsmoduler vil der være brug for tilbundsgående viden om skadevolderens temperatur- og fugtighedsafhængige udvikling. Med hensyn til temperatur bør resultaterne relateres til en fysiologisk tidsskala, af hvilke den mest kendte er graddagsskalaen, men der findes mere realistiske modeller, der dog er lidt mere komplicerede og kræver tre (f.eks. Taylor, 1981) eller flere parametre og derfor er lidt mere komplicerede end graddagsmodellen. Dette bør imidlertid ikke være noget problem i en tid, hvor computere kan fortage regnearbejdet i forbindelse med simulering af skadevolderes udvikling og skadevirkning (Axelsen, 2009).

Opsamling

1. Der investeres i at udvide det biologiske kendskab til skadevolderne med det formål at skabe grundlaget for monitoringsmetoder og varslingsmodeller for de arter, hvor det mangler i dag.
2. Der bør ved udvikling af modeller for skadevolderes afhængighed af temperatur og fugtighed anvendes fysiologisk tid, og helst en mere realistisk skala end graddage.

7.3 Beslutningsstøttesystemer

7.3.1 Ukrudt:

Det er vigtigt at understrege, at alle beslutningsstøttesystemer for ukrudt kræver en monitoring af ukrudtstæthed og en identifikation af arterne som input for beregningerne af bekæmpelsesbehov. Det er særdeles vigtigt for kvaliteten af behovsvurderingen, at denne monitoring foretages tilfredsstillende, da kvaliteten af systemets output er direkte afhængigt af kvaliteten af input. Landmændene i Danmark er imidlertid ikke indstillede på at prioriterer tiden til denne opgave, hvilket er meget problematisk for anvendelsen af beslutningsstøttesystemerne. Dette er allerede diskuteret under "Anvendelse".

Et af problemerne med de systemer, der bygger på store mængder dosis – respons parametre er, at der skal produceres data fra markforsøg, der er repræsentative for det geografiske og klimatiske spektrum, som systemet skal dække, hver gang der introduceres et nyt bekæmpelsesmiddel. Dette er nødvendigt for at holde systemet relevant, og da det er dyrt at udføre sådanne forsøg, vil det være formålstjenligt, hvis der kan findes lettere metoder til at generere dosis-respons kurver på.

Det kan muligvis være en svaghed for ukrudtssystemerne, at de ikke har klimaparametre med i deres beregninger af bekæmpelsesbehovet og doseringen,

men dette skyldes, at bekæmpelsens af ukrudt foregår på et tidspunkt, før eventuel skade på afgrøden kan observeres, og der er ikke, trods ihærdig forskning, nogen entydig sammenhæng mellem spiring af efterfølgende skade og klimaet. En mulig årsag til at inddrage klimaparametre kunne være, hvis ukrudt og afgrøde reagerede væsentligt forskelligt på forskelle i temperaturer og nedbør, hvilket nok også i nogle tilfælde gør sig gældende. Derfor kunne det være værd at overveje, hvorvidt beslutningsstøttesystemer for ukrudt bør indeholde et modul, der klimaafhængigt simulerer konkurrencen imellem afgrøde og ukrudt. Dette vil betyde, at effekten af afgrødens konkurrencestyrke tages i betragtning, samtidig med at det eksisterende store dosis-respons materiale (PVO ukrudtinkluderer temperatur, luftfugtighed og tørkestress til beregning af dosis) anvendes til beregning af effekten af en bekæmpelse. Dette kunne muligvis anvendes til at reducere dosis yderligere, da det vil være muligt at inddrage synergien imellem herbicidernes effekt og afgrødens konkurrenceevne, men denne effekt må dog antages i nogen grad at ligge implicit i dosis-responskurven. Selvom det vil være vanskeligt at komme med nye systemer, der vil være bedre end PVO-ukrudt, bør det undersøges, om systemer baseret på en kombination af klimabaseret simulering og PVOs dosis-respons datagrundlag kan forbedre de eksisterende systemer. Det skal dog erindres at PVO er et af de bedste systemer i Europa og giver vejledning angående reducerede doser, og at det er under "eksport" til flere andre lande, der er i gang med at etablere systemer, der er stærkt inspireret af PVO-ukrudt.

Det er en generel svaghed ved næsten alle beslutningsstøttesystemerne (for både ukrudt, sygdomme og skadedyr), at de ikke giver nogen vurdering af usikkerheden på beregningerne af bekæmpelsesbehovet. Det er desværre nok ikke muligt at generere usikkerhedsberegninger på grundlag af eksisterende data, da de ikke er lagret på en form, der gør dem anvendelige til dette formål. Dette kan i dag klares med moderne teknologi, og det bør overvejes, om datagrundlaget for usikkerhedsvurderinger kan skaffes i fremtiden. Det må dog anses for usikkert, hvad brugerne vil gøre med en sådan usikkerhedsberegning. Måske vil den få dem til at bekæmpe med forøget dosis for at være sikre på at få ram på det hele.

Opsamling:

1. Det bør undersøges, om beslutningsstøttesystemer for ukrudt kan forbedres ved at anvende et modul, der foretager en klimabaseret simulering af konkurrencen imellem afgrøde og ukrudt.
2. Forbedringer af beslutningsstøttesystemer i Danmark bør tage udgangspunkt i PVO-ukrudt.
3. Undersøge hvad en usikkerhedsberegning vil betyde for kvaliteten af en beslutning angående bekæmpelse, og hvad det vil kunne betyde for pesticidforbruget.

7.3.2 Sygdomme:

Det vil være en klar styrkelse af beslutningsstøttesystemer på sygdomme, hvis de bliver gjort i stand til at foretage en vurdering af behovet for bekæmpelse. Uden denne mulighed er der ingen grund til at forvente, at et beslutningsstøttesystem kan bidrage til en reduktion af fungicidforbruget. Manglen på monitoring af smittetrykket gør sig dog ikke gældende for PVO-sygdomme, der inkluderer en monitoring af synligt angrebne planter, men det ville være ønskeligt, hvis det var muligt at monitere tidlige, endnu ikke synlige angreb af for eksempel meldug i vinterhvede ved hjælp af fysisk-kemiske metoder. Med fysisk-kemiske metoder tænkes på hurtige og lette metoder (simple test-kits), der kan baseres på ændringer i plantens fysiske egenskaber, f.eks. farve og

spektrale egenskaber, eller på ændringer i kemiske sammensætning, der er et resultat af svampens vækst i bladene. Metoderne findes p.t. ikke, men det bør være muligt at udvikle dem.

Der er mange danske og internationale studier af klimatiske faktorerers indflydelse på den epidemiske udvikling af nogle af de vigtigste sygdomme i litteraturen, men praksis har vist, at der stadig mangler viden om både samspillet mellem disse faktorer, og hvad der bør indgå i varslingsmodeller. Vejrbaseerede submodeller skal udvikles/forbedres, og det er nødvendigt at forbedre det biologiske vidensgrundlag. Septoria-svampen vil være en oplagt modelorganisme.

Opsamling

1. Alle beslutningsstøttesystemer til sygdomme bør indeholde en monitoring af infektionstrykket eller angrebsgrad for at have en mulighed for at vurdere bekæmpelsesbehovet, og der bør tages skridt til at udvikle metoder til tidlig detektering af sygdomme.
2. Varslingsmodulerne af beslutningsstøttesystemer for sygdomme bør kunne foretage en klimatisk-biologisk fremskrivning af sygdomsudviklingen i markerne og skaden på afgrøden, og det biologiske grundlag herfor bør tilvejebringes.

7.3.3 Skadedyr

Da de fleste af beslutningsstøttesystemerne for skadedyr kræver en monitoring af skadedyret, er det muligt baseret på denne monitoring at foretage en vurdering af et bekæmpelsesbehov. Nogle af systemerne til bladlus (f.eks. PVO) skelner ikke mellem de tre arter af bladlus, der findes i korn. Det er ikke optimalt, da arterne har forskellige biologiske karakteristika. Omvendt kan det være svært at skelne bladlusene fra hinanden visuelt, og man kan ikke forvente, at den enkelte landmand kan gøre det. Der er derfor et behov for at udvikle tekniske metoder, der kan udføre en sådan kvantificering. Monitoringsmetoder til insekter er meget lavteknologiske, så det må være tiden at lade teknologi med udnyttelse af fysiske/biologiske eller kemiske metoder holde sit indtog i kvantificering af insekter på artsniveau. Her tænkes, ligesom ved sygdomme, på simple test-kits som kan detektere og kvantificere artsspecifikke stoffer v.h.a. kemiske farvereaktioner, eller ved ændringer af bladenes farve (reflekteret spektrum).

Hvis det skal være muligt at forudsige i god tid, om bladlusenes population vil udvikle sig til at gøre betydelig skade, vil det være nødvendigt at anvende klimatisk-biologisk baseerede simuleringsmodeller. Da denne kapacitet er blevet vurderet på workshoppen til at kunne spare en betydelig del af de præventive forsikringsprøjtninger med insekticider i tankblandinger med fungicider eller herbicider, bør dette prioriteres.

Da der ikke findes beslutningsstøttesystemer til skadedyr i raps i Danmark, bør sådanne systemer søges udviklet, og da der kan søges betydelig inspiration fra Tyske systemer, vil det være ret let at gøre.

Da der ikke findes beslutningsstøttesystemer i frugt- og bær, bør det derfor overvejes at udvikle dem, da pesticidbelastningen pr. arealenhed i disse afgrøder er ganske betydelig. Mange frugtavlere anvender varslingsystemet RIMpro mod æblevikler, men da dette system ikke er i stand til at vurdere behandlingsbehovet, må der efterlyses et system med denne kapacitet i frugt- og bæravl. Der findes systemer i Tyskland og Schweiz, hvor der kan hentes inspiration.

Om skadedyrsangreb kræver bekæmpelse afhænger af tilstedeværelsen af naturlige fjender. Der er dog p.t. kun i et enkelt system (VIPS for rønnebærmøl i kernefrugt opgør parasiteringsniveau) sket en inkorporering af viden om naturlige fjender i varsling/ beslutningsstøtte. Et andet system (I raps) anvender viden om snyltehvepses biologi til at planlægge bekæmpelse af snyltehvepse skånes. Naturlige fjender udgør en økosystemtjeneste som er økonomisk værdifuld og indarbejdning af viden om nytteorganismer kan bidrage til at nedbringe pesticidforbruget.

Opsamling:

1. Der bør udvikles metoder fysiske/kemiske/biologiske metoder til kvantificering af bladlus på artsniveau.
2. Der bør anvendes biologisk-klimatisk baserede modeller, der kan fremskrive bladlusenes populationsudvikling og skade på afgrøderne, så det bliver muligt at forudsige om bladlus vil gøre betydelig skade.
3. Det vil være forholdsvis let at udvikle systemer til skadedyr i raps, da sådanne systemer allerede findes i Tyskland, hvor alle de betydelige danske rapsskadedyr også findes.
4. Det vil være formålstjenligt at udvikle systemer, der inkluderer en vurdering af bekæmpelsesbehovet i frugtavl, og der kan hentes inspiration i Tyske og Schweiziske systemer.
5. Der er behov for udvikling af MVB systemer, der inddrager viden om nytteorganismer for herved at nedbringe forbruget af pesticider.

7.3.4 Anvendelse, udvikling, vedligeholdelse af Planteværn Online (PVO)

Da der er ikke længere findes en ekstern finansiering, er det primært Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, der styrer udviklingen af Planteværn Online. For sygdomme og skadedyr, hvor Videncentret for Landbrug (VFL) bidrager mere aktivt til udvikling og vedligeholdelse af systemet, foregår udviklingen i dialog med VFL, men med et skrabet budget er der ikke meget at styre.

Særligt for Planteværn Online ukrudt er der behov for udvikling og vedligeholdelse af responsparametre for et utal af afgrøde-aktivstof-ukrudt kombinationer. Der foregår en stor, systematisk afprøvning af planteværnsmidler i Landsforsøgene. Disse forsøg anvendes i de fleste tilfælde til afprøvning af praktisk anvendelige planteværnsstrategier med effektive herbicidblandinger. Med henblik på at udvikle og vedligeholde responsparametre for ukrudt, er der imidlertid behov for grundige, systematiske afprøvninger af de enkelte pesticider. Disse feltforsøg er imidlertid bekostelige.

For syv-otte år siden ophørte den lovpligtige afprøvning af pesticider. Nogle firmaer, men langt fra alle, lader fortsat deres pesticider afprøve i effekt- og udbytteforsøg ved Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, Flakkebjerg (tidligere DJF). Disse forsøg har været og er fortsat en væsentlig forudsætning for vedligeholdelse af PVO responsparametre. En del firmaer giver desuden AU Agroøkologi, Flakkebjerg, mulighed for at trække på deres forsøgsresultater fra andre, også udenlandske, forsøgsstationer.

Ved tilgang af nye aktivstoffer er der behov for særlige semi-field forsøg, der kan afdække de mere basale responsparametre. Ved et tilfælde er der ikke tilgængelige nye aktivstoffer efter 2010, hvor den eksterne finansiering af systemet ophørte. Det er uklart, hvem der kan og vil betale for de nødvendige semi-field forsøg ved tilgang af nye aktivstoffer.

Opsamling.

1. Der er et behov for undersøgelser af responsparametre for nye pesticider for at vedligeholde PVO.
2. Det er uklart, hvorfra finansieringen til sådanne undersøgelser skal komme.

7.4 Klima

Det er teknisk muligt at få helt lokale klimamålinger fra private klimastationer/klimaspyd, som overføres til landmandens PC, hvor de kan anvendes til beregninger i VB-systemer på mark- eller bedriftsniveau. De tekniske løsninger anses dog for relativt dyre, og det vil derfor være ønskeligt, hvis prisen på private klimastationer kan bringes ned på et niveau, der er overkommeligt for flertallet af danske landmænd og frugtavlere. Prisniveauet på al anden elektronik falder, og det må også være muligt at fremtvinge en sådan udvikling for klimastationer, der kan kobles op til lokale computere.

Der kan også tænkes i en let tilgængelig national platform, der giver adgang til lokale klimadata fra et fintmasket net af klimamålinger, hvilket vil stille klimadata af høj kvalitet til rådighed for mange brugere på samme tid.

Simuleringsmodeller i varslingsystemer eller beslutningsstøttesystemers varslingsmodul vil i de fleste tilfælde have brug for at foretage klimatisk baserede fremskrivninger. Det kan gøres på grundlag af en database af historiske klimamålinger, som kan benyttes til at beregne et udfaldsrum for de relevante oplysninger, eller de kan baseres på vejrudsigter. Der findes allerede lokale vejrudsigter for hvert postnummer på DMIs hjemmeside, og disse vejrudsigter kan benyttes til at lave prognoser for udvikling af skadevoldere.

I Norge er man i gang med at udvikle brugen af lokale data til anvendelse i forbindelse med VIPS-modellen. Man har i Norge følt et meget stort behov for at anvende lokale vejrdata (både målinger og forudsigelser) på grund af landets store klimagrader i forhold til både længdegrad, breddegrad, højde over havet og markernes placering i forhold til bjerge og solvinkel. Det vil derfor være oplagt at hente inspiration og samarbejde omkring en videreudvikling af brug af lokale klimadata hos vore naboer i nord.

Opsamling

1. Der prioriteres udvikling af nuværende og fremtidige VB-systemer, der anvender lokale klimadata og -prognoser.
2. Der igangsættes et udviklingsarbejde, evt. i samarbejde med relevante firmaer, af prismæssigt overkommelige private klimastationer.
3. Der igangsættes et arbejde med en bedre udnyttelse af lokale klimadata, evt. i samarbejde med norske kolleger.

7.5 Anvendelse af MVB-systemer

Det manglende økonomiske incitament hos landmændene til at bruge beslutningsstøttesystemer er ødelæggende for at anvende MVB-systemer til at nedbringe pesticidforbruget/belastningen i Danmark. Hvis dette skal blive en reel mulighed i fremtiden, er der tre muligheder: 1) MVB-systemerne gøres så attraktive indenfor de eksisterende politisk - økonomiske rammer, at de bliver attraktive for landmændene at bruge, 2) de politisk - økonomiske rammer

ændres, så MVB-systemerne bliver attraktive at bruge, eller 3) en kombination af 1 og 2.

Med hensyn til at gøre MVB-systemerne attraktive indenfor de nuværende politisk – økonomiske rammer vil det være nødvendigt at nedsætte tidsforbruget til markspecifik monitoring af skadevolderen, som landmændene p.t. ikke prioriterer tiden til. Strukturudviklingen i landbruget går i retning af større bedrifter, og dermed er der færre muligheder for via markvandring at overskue bedriftens ukrudts-, sygdoms- og skadedyrsproblemer. Man kunne i den forbindelse ønske sig hurtigere og mere automatiserede metoder, som kan være med til at give landmanden en oversigt over bekæmpelsesbehovet.

Med hensyn til ukrudt vil det fremover muligvis blive muligt at foretage en automatisk identifikation af arterne i marken ved hjælp af billedanalyse. Med den viden der er i dag på området, og i betragtning af hvor mange ukrudtsarter der er på markene, er det et langsigtet, men dog ikke umuligt, projekt. Med den forhåndenværende teknik kan man måske få analyseret billeder af ukrudtsbestanden ved at sænke ambitionsniveauet fra identifikation af arter til at identificere grupper af arter. Identifikation af græsukrudtsarter udgør en særlig udfordring, hvor andre metoder skal inddrages. Måske kan identifikation ved billedanalyse forrest på sprøjteudstyret kombineres med en ”intelligent” sprøjtebom, der kun sprøjter, hvor det er nødvendigt (forslag på workshoppen). I fremtiden, hvor bedrifterne må formodes at blive endnu større, bør man måske interessere sig for andre monitoringsmetoder - herunder fly(drone) og/eller helikopter kombineret med GPS. Forudsætningen herfor er, at afgrøder vil blive sæt med GPS, så droner og helikoptere kan skelne mellem afgrøden på baggrund af dens GPS-position, og hele analysearbejdet af ukrudtsfloraen derfor kan indskrænkes til at være mellem rækker og ikke inden for rækker. Da korn sås med lille rækkeafstand, er GPS-opløsningen måske tilstrækkelig fin, men her vil identifikationen være noget mere enkel, fordi det ikke er et uoverstigeligt problem at skelne mellem afgrøden (enkimbladet) og ukrudtet (tokimbladet). Naturligvis vil der være store problemer med græsukrudt, men nogle af disse kan måske løses ved, at rækker af korn kan identificeres via GPS-position - græs uden for denne position er pr. definition ukrudt.

Med hensyn til sygdomme er der mange varslings- og beslutningssystemer til svampesygdomme, der ikke stiller krav til monitoring i marken, hvilket overvejende skyldes, at svampesygdomme er meget afhængige af temperatur og fugtighed (og man derfor kan klare vurderinger af infektionsrisiko/infektionstidspunkt baseret på målinger af fugtighed og nedbør). Derudover spiller det også en rolle, at der ikke findes gode metoder til tidlig registrering af et angreb, og endelig er der for visse svampe det problem, at når man først opdager problemet, er skaden sket. Der er derfor et behov for udvikling af gode og hurtige metoder til tidlig detektion af infektioner.

Metoden til tidlig mark-specifik detektion afhænger af afgrødesygdomskombination. Udbuddet af mark-kits til detektion af primært skimmelsvampe og virus- og bakteriesygdomme bliver større og større (se f. eks <http://www.pocketdiagnostic.com/> 1.12.2011), men på grund af prisen anvendes de ikke ofte i MVB systemer, men primært i forsknings- og udviklings-sammenhæng. Potentialet til en videreudvikling, der kan føre til mere praktisk anvendelse, er dog til stede og vurderes at være realistisk inden for en kortere årrække. Fangst af sporer er en anden metode, der er anvendt til tidlig detektion. Som et eksempel er der i varslingen for æbleskurv blevet eksperimenteret

med ascosporefælder (Lindhard Pedersen et al., 2011 unpubl), som bestod af objektglas til opfangning af sporer fra indsamlede blade, men metoden er for usikker bl.a. på grund af temperaturholdene i fælderne. Skal modellen, der beskriver ascosporemodning og udslyngning forbedres, skal der således udvikles en bedre monitoringsmetode.

For skadedyr er de fleste eksisterende monitoringsmetoder til opgørelse af tætheder meget arbejdstunge og meget lavteknologiske. Det må være muligt ved hjælp af hurtige indsamlingsmetoder og moderne teknologi at udvikle nye og hurtige metoder til bestemmelse af tætheder på artsniveau. Der må være artsspecifikke stoffer, som kan kvantificeres med hurtige kemiske test-kits, og DNA barcoding er en mulighed. DNA barcoding er et område under hurtig udvikling, og sekventering af mange arter i en større prøve er et område der forskes i, og hvor metodikken kan tænkes udviklet til monitoringsformål (Jinbo et al., 2011).

Det er ikke noget mål i sig selv at få landmændene til at bruge MVB-systemer, men ændrede økonomisk politiske forhold kan evt. gøre det attraktivt at benytte dem. Sådanne ændringer i de økonomisk – politiske forhold, vil være motiveret af et ønske om at nedsætte pesticidanvendelsen/belastningen og vil kræve politiske indgreb. Endelig kan højere afregningspriser (højere værdi af produktionen) også gøre det mere attraktivt at foretage en god beskyttelse af afgrøden.

Mht. kvaliteten af brugerfladen er der i gennem mange år udviklet et større antal VB-systemer, men kun et fåtal er i brug. Adskillige udenlandske studier diskuterer afstanden mellem forskeren/udvikleren af et system og brugeren/landmanden (McCown, 2001; Rouxet al., 2006; Mir og Quadri, 2009), og en af konklusionerne er, at skal systemet blive en succes, skal brugeren inddrages på et tidligt tidspunkt i udviklingen. Det kan være hensigtsmæssigt at starte med en brugerundersøgelse, før et større udviklingsarbejde iværksættes. Brugers ønske om at blive klogere af at bruge et varslings- eller beslutningsstøttesystem skal afspejles i brugerfladen, hvor der skal præsenteres så mange relevante beregninger/prognoser som muligt for at lade brugeren træffe sin afgørelse på det mest kvalificerede niveau. Det skal noteres, at der kan være forskelle på, hvad forskellige brugere anser for relevant.

En anden måde at gøre et varslings- eller beslutningsstøttesystem attraktivt på, er at indlægge et evalueringsmodul, hvor brugeren løbende eller efter dyrkningssæsonen er i stand til at beregne, hvad han/hun økonomisk set tjente eller mistede ved at anvende tid til monitoring og arbejde ved computeren. Et sådant modul vil gøre det tydeligt, om indsatsen kan betale sig.

Opsamling

1. Der bør startes et udviklingsarbejde med henblik på at udvikle hurtige og pålidelige monitoringsmetoder, der gør det attraktivt at anvende MVB-systemer.
2. Der bør udvikles brugerflader som er lærerige og interessante for brugeren, og som præsenterer så mange relevante beregninger som muligt, inklusiv en evaluering af om anvendelsen af systemet var en fordel for brugeren. Der bør tages udgangspunkt i brugernes behov for oplysninger og deres tilgang til at anvende computerprogrammer/hjemmesider.

3. Der bør foretages undersøgelser af, hvorvidt det kan lade sig gøre at udvikle systemer, der er så attraktive for landmændene, at de rent faktisk vil blive brugt af en bred skare.
4. Brugeren skal så vidt muligt inddrages i udviklingsarbejdets forskellige faser.

7.6 MVB-systemers betydning for miljøet

Når det ikke er muligt at kvantificere effekterne på pesticidforbrug og miljø af eksisterende MVB-systemer i Danmark og vore nabolande, er det faktisk ikke så mærkeligt, da systemerne generelt ikke er konstrueret til at nå det mål. I nogle enkelte lande, inkl. Danmark, er der dog blevet udviklet beslutningsstøttesystemer til landbruget med henblik på at nedsætte pesticidforbruget, men systemerne er alligevel reelt ikke blevet konstrueret til det. Den grundlæggende idé bag disse systemer var at hjælpe brugerne med at finde den økonomisk set optimale løsning som alternativ til plansprøjtning eller en mere tilfældig brug af sprøjtemidler, og hypotesen var så, at dette ville resultere i et lavere pesticidforbrug. Da der imidlertid ikke findes nogen dokumentation herfor, er det værd at overveje, hvad der skal til for at systemerne bedre kan medvirke til at nedbringe pesticidforbruget/pesticid-belastningen i fremtiden. Der peges her på følgende muligheder, som mere eller mindre retter sig imod principperne i integreret plantebeskyttelse (IPM – se indledningen):

1. Hvis målet er at nedsætte pesticidbelastningen, vil det være muligt at indlægge et modul i eksisterende MVB-systemer angående valg af de mindst miljøbelastende midler i beslutningsstøtten. Dette vil være ret let at implementere, da belastningstal relativt let kan bestemmes ud fra standard toksikologiske tests, hvilket allerede er gjort. Pesticiders belastning er antagelig på vej til at blive et af grundlagene for fastsættelsen af pesticidafgifterne, hvorved belastningen afspejles i prisen og dermed indgår i det økonomiske beslutningsgrundlag. Det udelukker dog ikke, at belastningen kan være en del af grundlaget for forslag til midler. Dette punkt retter sig imod IPM princip nr.5 om anvendelse af pesticider med mindst mulig effekt på menneskers sundhed og miljøet. (EU-direktiv 2009).

Anbefaling: Anvendelse af pesticidbelastning til prioritering af midler i PVO og eller andre systemer i Danmark gives høj prioritet, da det må anses for en relativt let vej til en positiv miljøeffekt.

2. Systemer skal kunne medtage muligheden for mekanisk ukrudtsbekæmpelse som en mulighed til løsning af et bekæmpelsesbehov. Output kunne evt. være hvordan et bekæmpelsesbehov kan løses med hhv. kemisk- og mekanisk bekæmpelse samt evt. i kombination. Vidensgrundlaget er delvist til stede. Ukrudtsharvning i korn mod rodukrudt er ineffektivt, men metoden er effektivt mod anden tokimbladet ukrudt. Til rodukrudt findes der dybdegående mekaniske bekæmpelsesmetoder, men de skal bruges forebyggende inden afgrødeetablering. Ukrudtsharvning skader kornet, men kun i meget ringe omfang, hvis anvendt korrekt (Rasmussen et al., 2004). For at kunne anvende denne viden skal den kvantificeres ganske betydeligt, hvilket vil sige, at der bør laves "behandling – effekt" undersøgelser under forskellige forhold mht.: 1) ukrudtstætheder og –arter, 2) vækststadier af både afgrøde og ukrudt, og 3) forskelligt udstyr. Endelig kan der forventes betydelige skader på overfladelevende jordfauna (Odderskær et al., 2006;

Navntoft et al., 2007), så de negative effekter af mekanisk bekæmpelse bør også kendes, jf. forslag 5 og 7.

Anbefaling: Mekanisk ukrudtsbekæmpelse i PVO eller et evt. nyudviklet system gives relativt lav prioritet, da der endnu mangler megen viden for at kvantificere effekten af denne metode, der også har negative effekter på faunen i jorden og på jordoverfladen.

3. MVB bør kunne komme med forslag til biologisk bekæmpelse, hvilket retter sig imod IPM princip nr. 4 om at foretrække ikke kemiske metoder. Biologisk bekæmpelse er p.t. mest relevant i mindre specialafgrøder, og denne bekæmpelsesform er allerede udbredt i beskyttede kulturer. I landbrugsafgrøder er biologisk bekæmpelse p.t. ikke relevant pga. manglende metoder.

Før beslutningsstøttesystemer skal kunne inkludere biologisk bekæmpelse vil være nødvendigt at: 1) afklare i hvilke afgrøder og imod hvilke skadevoldere, det vil være muligt at anvende biologisk bekæmpelse og hvilke bekæmpere, der er anvendelige, 2) udarbejde varslingsmodeller, der beregner populationsudviklingen af både nytteorganisme, skadedyr og effekt af udsætning af nytteorganismer. Sådanne modeller vil gøre det muligt at foretage beregninger af effekten af både kurative og præventive behandlinger (inundation og inoculation biologisk bekæmpelse), hvoraf sidstnævnte er miljømæssigt særligt attraktivt med biologisk bekæmpelse. Et varslingsystem, der medtager biologisk bekæmpelse, findes ikke, men SOPRA fra Schweiz indeholder tilsyneladende noget af det, der kræves i frugttræer, og 3) udarbejde systemer til tidlig monitoring (early warning) af skadevoldere. Der mangler derfor adskillige trin og en betydelig forskningsindsats før dette kan implementeres i beslutningsstøttesystemer i Danmark.

Anbefaling: Biologisk bekæmpelse i MVB indarbejdes, hvor der allerede findes kendte afprøvede metoder (eksempel *Bacillus thuringiensis* mod sommerfuglelarver) og udbygges løbende med biologiske bekæmpelsesmetoder, efterhånden som der er tilstrækkelig viden til rådighed.

4. Systemerne bør komme med en vurdering af risikoen for udvaskning til grundvand og vandløb, evt. afhængig af jordbund, geografisk placering og vejruddigt. Dette nødvendiggør en udarbejdelse af varslingsmodeller, der vurderer risiko for udvaskning af det/de pesticider, som systemet anbefaler at anvende. En sådan varsling bør tage hensyn til pesticidets mobilitet, jordbund, geografisk placering i forhold til vandløb og søer samt inkludere vejruddiger. Specielt vil mængden af nedbør i tiden efter en behandling med et pesticid være et betydningsfuldt element. Der findes modeller til beskrivelse af stoftransport i makroporer, som kunne anvendes som udgangspunkt for et varslingsystem til estimering af udvaskningsrisiko (Christiansen et al., 2004).

Anbefaling: Der bør udarbejdes en vurdering af, om der findes et grundlag for at implementere dette i beslutningsstøttesystemer, da vidensgrundlaget herfor er uklart, men rundvandsbeskyttelse har stor bevågenhed i Danmark. Risikoen for udvaskning til grundvand og vandløb kan som en hurtig løsning dog let implementeres i eksisterende

de eller kommende beslutningsstøttesystemer i form af belastningsindikatoren for skæbne (se kap 5) for de foreslåede pesticider.

5. Systemerne skal kunne komme med vurderinger af, hvordan en bekæmpelse ville påvirke diversitet af insekter, fugle og pattedyr, inklusiv "ecosystem services" (da: økosystem tjenester) (f. eks. tilstedeværelse af naturlige fjender til naturlig regulering af skadevoldere, bestøvning, jagtbart vildt) i mark og marknær natur. En sådan vurdering kræver et eller flere varslingsystemer, der gør det muligt at vurdere effekten på de organismer, der er ansvarlige for diverse "ecosystem services" på kort og på lang sigt. Med "ecosystem services" tænkes først og fremmest på naturlige fjenders bekæmpelse af skadevoldere, bestøvning fra især bier (honningbier, humlebier, solitære bier), og mængden af jagtbart vildt. Et varslingsystem for nogle jagtbare vildtarter kunne baseres på modelsystemet ALMASS, eller evt. tabeller baseret på ALMASS simuleringer (Jepsen et al., 2005). Mht. de øvrige dyr i markerne findes der en del undersøgelser af, hvad insekticidspøjtninger betyder for non-target organismer, og disse må kunne bruges som udgangspunkt for en vurdering af reduktion i antallet af arter, der spiller en rolle i naturlig regulering af skadevoldere. Vurderinger af hvad herbicidbehandlinger betyder for niveauet af nytte dyr kan antagelig delvis baseres på bl.a. resultaterne fra danske forsøg (Esbjerg og Petersen, 2002, Navntoft et al., 2003 og Strandberg et al., 2005). Disse undersøgelser er dog udført med nogle få sprøjtemidler, og der vil mangle tilsvarende undersøgelser for hele spektret af lovlige sprøjtemidler. Der findes kun ganske få undersøgelser af, hvad pesticidbehandlinger betyder for bestøverne (bier, sommerfugle og svirrefluer) (Gabriel og Tscharnk, 2007; Power et al., 2011), hvoraf én mindre undersøgelse er lavet i Danmark (Navntoft et al., 2011). Der findes ingen undersøgelser af, hvad en insekticidspøjtning (med repellerende effekt) betyder for bestøvningen i raps og frugttræer. Dette punkt retter sig i nogen udstrækning imod IPM-princip nr. 1, der bl.a. omhandler beskyttelse af nytteorganismer.

Anbefaling: Den nuværende viden om effekten af nogle af stofferne på non-target organismer indbygges i nuværende eller fremtidige systemer, mens der tages initiativer til undersøgelser af effekten af de øvrige bekæmpelsesmidler. Derudover kan der relativt let startes med at indbygge belastningsindikatoren for **ikke-målorganismer** (se kap. 5).

6. Systemerne kunne komme med en værdisætning af påvirkningen af ecosystem services, hvilket vil gøre det muligt at afveje denne effekt i forhold til en evt. økonomiske gevinst ved behandlingen. Dette kræver udvikling af en økologisk simuleringsmodel, der kan beregne, hvad nogle af nytte dyrene betyder for produktionen. Modeller, der kunne tjene som fundament for en sådan simuleringsmodel, er beskrevet af Holst et al. (1997), Östman et al. (2003) Sønderkov et al. (2006) og Axelsen (2009). Dette punkt er afhængigt af det ovenstående, da det kræver kendskab til effekten af bekæmpelser på nyttefaunaen.

Anbefaling: Vil derfor være den samme som ovenfor (punkt 5), men det kan dog ikke gøres på grundlag af belastningsindikatoren for **ikke-målorganismer**.

7. Systemerne bør komme med en vurdering af den økonomiske gevinst ved en behandling i stedet for blot at give meddelelse om, at der bør behandles. Sammen med punkt 4, 5,6 og 7 vil dette give mulighed for at foretage en afvejning af økonomisk udbytte i forhold til tabet af biodiversitet, "ecosystem services" og risiko for udvaskning til grundvand. Det vil give landmanden mulighed for selv at vurdere, om det økonomiske merudbytte pr. hektar ved en behandling med pesticider retfærdiggør den reduktion i biodiversitet mm., som behandlingen medfører. Dette vil være at give landmanden de informationer, han skal bruge, for at træffe et valg (evt. inklusiv miljøhensyn) om bekæmpelse eller ej, hvorved systemet reelt er et beslutningsstøttesystem og ikke blot et beslutningssystem, som det kan anses for at være, hvis der alene kommer en anbefaling om bekæmpelse eller ej. Det er værd at bemærke, at sådanne systemer reducerer betydningen af økonomiske skadetærskler, da brugeren selv afgør sin behandlingstærskel.

Dette kræver varslingsmoduler, der er i stand til at foretage en beregning af udbyttet uden en behandling og en beregning af udbyttet efter en behandling med den ønskede effektivitet. Økosystemmodellerne beskrevet af Holst et al. (1997), Sønderkov et al. (2006) og Axelsen (2009) vil kunne bruges som udgangspunkt (i hvert fald for insekter). For ukrudt bør det også kunne baseres på den store mængde dosis – respons kurver, der p.t. ligger til grund for PVO-ukrudt, og måske gøre det sig gældende for sygdomme også.

Anbefaling: Dette gives høj prioritet, da det antagelig vil være ret let at indføre i eksisterende systemer, og det bør være en del af alle fremtidige beslutningssystemer.

8. Systemerne skal kunne komme med en vurdering af, hvad en behandling med et foreslået pesticid betyder for human sundhed, hvilket retter sig imod IPM-princip nr. 5 omhandlende mindst mulig effekt på human sundhed. Dette kræver eksponeringsmodeller som inkluderer eksponerings estimat, sundheds risici og anbefalet forebyggelse (beskyttelsesværn) for det pågældende pesticid. For at give pålidelige risici estimater for varsling af effekter på human sundhed skal eksponeringsmodellen tage hensyn til personers køn, alder, højde og drøjde (BMI) og rådgivning for gravide kvinder. Problemet med eksponering er, at de fleste sundhedseffekter udvikles over længere tid – og at eksponering kun vurderes på, hvad der huskes, når individet er blevet syg, eller reproduktionsskaden er sket. Med henblik på at anvende resultaterne i beslutningsstøttesystemer bør der etableres systematiske eksponeringsundersøgelser, hvor man inkluderer pesticider, som kan måles på individbårne filtre (evt. på hud og i næsevæsker), koncentrationer i blod og urin, gerne både for personer der arbejder i friland (mark, plantager) og væksthuse.

Anbefaling: Der tages initiativ til undersøgelser, der muliggør integration af risici for human sundhed i eksisterende og kommende beslutningsstøttesystemer, samtidig med at belastningsindikatoren for sundhed kan benyttes i udvidelse af eksisterende systemer meget hurtigt.

9. Der bør udvikles strategiske beslutningsstøttesystemer, der kan hjælpe med langsigtede, strategiske beslutninger mht. dyrkning, bekæmpelse af skadevoldere, belastning af miljø og human sundhed, mm. Dette

retter sig imod IPM-princip nr. 1, om at forebyggelse skal foregå ved hjælp af flere metoder, herunder sædskifte og hensigtsmæssige dyrkningsmetoder. Dette vil inkludere modeller, der kan foretage beregninger flere år frem og medtage sædskifter, sortsvalg, langsigtede bekæmpelsesstrategier, miljømæssige krav, mm. En stor del af den nødvendige viden eksisterer allerede, men den skal gøres operationel igennem modeller, der regner flere år frem. Der kan muligvis tages udgangspunkt i allerede eksisterende bedriftsmodeller, f.eks. FASSET (www.fasset.dk), og det vurderes at en stor del af den krævede viden er til stede allerede.

Anbefaling: Dette bør have høj prioritet, da megen viden allerede findes.

7.7 Forskningsfaglig vurdering af forudsætninger og krav, der skal være opfyldt for at kunne udvikle monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer

Der er en række forudsætninger og krav, der skal være opfyldt for at et MVB-system bliver en succes.

Første forudsætning er en vurdering af skadevolderens økonomiske betydning i produktionen. Hvis skadevolderen altid er til stede på samme høje eller lave niveau, er det unødvendigt at udvikle et kostbart system. Hvis skadevolderen varierer i betydning fra år til år typisk afhængig af klimatiske betingelser, er første forudsætning for udvikling af et MVB system opfyldt (Zadoks og Schein, 1979). Eksempler på plantesygdomme og skadedyr, der opfylder denne betingelse er f.eks. kartoffelskimmel, mange bladsvampe i korn, storknoldet knoldbægersvamp i raps, æbleskurv, skimmel i en række haveafgrøder (jordbær, løg, salat, kål), hvedegalmyg og rapsjordlopper.

Anden forudsætning er, at der skal være tilgængelig detailviden om skadevolderens biologi. For plantesygdomme og patogenet, der forårsager sygdommen, er specielt infektionsbiologiske og epidemiologiske forhold vigtige. Et indgående kendskab til alle trin i sygdoms cyklen og hvilke faktorer, der indvirker på patogenets 'flytten' fra et trin til næste er nødvendig. Faktorer indbefatter klimatiske faktorer, evt. edafiske faktorer, kulturtekniske og lovgivningsmæssige foranstaltningers indflydelse. Det er væsentligt, at kendskabet relaterer sig til lokaliteten, hvor systemet forventes anvendt.

I analysen af eksisterende systemer er det blevet klart, at der til trods for mange bagvedliggende videnskabelige undersøgelser stadig er videnshuller og mangler. Og der er adskillige eksempler på, at et udenlandsk VB system ikke har kunnet implementeres i Danmark uden betydelig tilpasning. Det gælder for eksempel RIMpro, der anvendes mod bl.a. æbleskurv og det tyske VB system SkleroPro udviklet til storknoldet knoldbægersvamp i raps. I de fleste europæiske lande starter simuleringerne i RIMpro, når æbletræerne viser de første spidser af bladene. I Danmark har undersøgelser vist, at 'første modne ascosporer' er et bedre starttidspunkt (Lindhard Pedersen et al., 2011). SkleroPro, der er afprøvet i Danmark, var ikke pålideligt i Danmark, sandsynligvis fordi raps dyrkes i et mere intensivt sædskifte i Tyskland end i Danmark, og at det forventes, at der altid er smitstof til stede (Heltoft Jensen et al., 2011). Derfor er der behov for yderligere undersøgelser over hvilke klimatiske og andre faktorer, der har indflydelse på angreb.

Tredje forudsætning er, at der er detektions- og bekæmpelsesmetoder til stede. Detektion foregår oftest visuelt, men der udvikles flere og flere mark-kits, der kan anvendes til bestemmelse af f.eks. virus, bakterier og skimmelsvampe (se f. eks. <http://www.pocketdiagnostic.com/> 1.12.2011). Der forestår dog et stort udviklingsarbejde, hvad angår andre sygdomsfremkaldende organismer. Vedrørende diagnosticeringsværktøjer er der både i PVO og på en række tilgængelige hjemmesider gode nøgler og fotografier, der kan anvendes til skadevolderbestemmelsen.

Bekæmpelsesmetoder: Pesticider er tilgængelige for langt de fleste skadevoldere (Vejledning i Planteværn 2011). Dog kan enkelte systemer ikke anvendes optimalt, for eksempel varslingsystemet RIMpro for æbleskurv, idet der ikke er kurative midler på markedet (Lindhard Pedersen et al., 2011).

Fjerde forudsætning er, om systemet er pålideligt. Det vil sige, om der i meget højt grad gives et korrekt svar. En spørgeundersøgelse vedrørende landmænds forventninger til et varslingsystem for knoldbægersvamp i raps viste, at over 80 % (af 60) af de adspurgte rapsavlere svarede, at varslingsystemet skulle give korrekt svar i 70-100 % tilfælde, før de ville anvende det. Forventningerne til pålideligheden er således stor. Kun 5 % svarede, at de ikke havde interesse i at bruge en varslingsmodel (Heltoft Jensen et al., 2011). 'Infektionstryk', der varslers for kartoffelskimmel, har i visse år vist sig upålideligt. I september 2011 ligger eksempelvis følgende meddelelse på LandbrugsInfo: **Det ekstraordinære høje smittetryk fra marker med tidlig jordsmitte skaber imidlertid en udbredt usikkerhed vedrørende tolkningen af risikotallene. På den baggrund er infektionstrykket for kartoffelskimmel fjernet fra LandbrugsInfo.** Afsnittet indledes med denne forsikring: **Efter en validering af infektionsrisikoen for kartoffelskimmel på baggrund af klimadata fra DMI har Aarhus Universitet, DJF fundet, at modellen regner korrekt.** Betydningen af jordsmitte ved overvintrende oosporer er meget dårligt belyst under danske forhold, og man har hidtil tillagt jordsmittens ringe betydning. Svenske undersøgelser har dog vist, at oosporer er modstandsdygtige overfor lave temperaturer og kan overvintre og initiere epidemier det efterfølgende år (Widmark et al., 2010).

7.8 Hvor bør det prioriteres at udvikle eller forbedre beslutningsstøttesystemer i Dansk landbrug, frugtavl og gartneri.

I det følgende diskuteres mulighederne for at udvikle og forbedre MVB systemer for de afgrøde-skadevolder-kombinationer, der har det forventede største miljømæssige og økonomiske potentiale. Der er tale om en liste med prioriterede indsatsområder, men indsatsområderne er ikke prioriteret i forhold til hinanden. Listen er således ikke rangordnet, men sorteret efter skadevolder (ukrudt, sygdomme og skadedyr) og afgrøde (vintersæd, vårsæd, raps, majs, kartofler, frilandsgrøntsager, frugt og bær).

7.8.1 Ukrudt i vintersæd

Med PVO-ukrudt findes der allerede et veletableret beslutningsstøttesystem for kemisk bekæmpelse af ukrudt i vintersæd efterår og forår. Systemet burde/vil kunne udbygges med en klimadreven, biologisk model for konkurrenceforholdet mellem afgrøde og ukrudt, udbygges med valgmulig for mindre belastende pesticider med hensyn til f.eks. sundhed og udvaskning til grundvand samt mulighed for mekanisk og mekanisk/kemisk bekæmpelse. Mulighederne for mekanisk bekæmpelse eller en kombination af kemisk og mekanisk bekæmpelse er ikke helt enkelt at svare på. Og spørgsmålet er, om man i det hele

taget kan benyttet effektiv mekanisk bekæmpelse i vintersæd i pressede sædskifter på de lidt tungere jorde. Vidensgrundlaget for at inkludere mekanisk bekæmpelse i et MVB-system mod ukrudt, samt mulighederne for at inkludere risiko for udvaskning, er berørt ovenfor. Grundlaget for at adressere ukrudtsproblemer efterår og forår findes allerede og er allerede inkluderet i PVO-ukrudt. Problemet er, at man om efteråret ofte med (økonomisk) fordel kan bekæmpe ukrudtet med jordmiddel standardløsninger (med stor belastning) meget tidligt, før ukrudtet kan artsbestemmes, og dermed uden brug af monitoring og PVO-ukrudt. Billige, mindre ressourcekrævende monitoringsmetoder, vil derfor kunne fremme anvendelsen af PVO-ukrudt i vintersæd.

7.8.2 Ukrudt i frugt og bær

Ukrudtsbekæmpelsen her er fundamental forskellig fra bekæmpelse i landbrug og er begrænset af meget få tilladte midler. Der er i disse kulturer gode muligheder for en effektiv mekanisk bekæmpelse gennem længere perioder end i det almindelige landbrug.

7.8.3 Sygdomme i vintersæd

Som indsatsområder i vintersæd foreslås gråplet, meldug og rustarterne i hvede. En stor fungicidreduktion kunne opnås, hvis en sidste sprøjtning mod gråplet kunne udelades. Svampen, der forårsager gråplet, er meget afhængig af fugtighed, og man anvender betegnelsen Septoriavejr, når forholdene er gunstige for sygdomsudvikling. Der er udviklet varslingsudstyr 'Septoria timeren', der ved måling af bladfugtighed, nedbør og temperatur beregner risiko for angreb. Anvendes 'Septoria timeren' til varsling lokalt, vil man kunne optimere sprøjtetidspunktet i relation til udviklingen. Der mangler dog detaljeret viden om sammenhæng mellem klima og udvikling, ligesom der savnes eksperimentelle undersøgelser til fastlæggelse af tidspunkter for behandling. Vi ved, at rettidig behandling i forhold til de første angreb er vigtig for sygdomme i vintersæd. P.t. er der ingen metoder til registrering og varsling af tidlige angreb af for eksempel meldug i hvede. Man kan også med fordel overvåge for plantepatogener, som forebygges med race-specifik resistens, eksempelvis for gulrust- og meldugsvampene. Kan man forudsige populationsændringer, er det også muligt at forudsige potentielle angreb. Endelig mangler der data, der kan belyse forskellige sorters fungicidbehov.

Viden og inspiration til videreudvikling af MVB-systemer for sygdomme i vintersæd vil i meget høj grad kunne hentes på internetplatformen <http://www.eurowheat.org/EuroWheat.asp> og i samarbejdet med europæiske forskere, der arbejder med MVB-systemer i korn.

7.8.4 Sygdomme i raps

Storknoldet knoldbægersvamp i raps kan i visse år være særdeles tabsgivende, og da behandling skal ske før der viser sig symptomer, er det relevant at udvikle systemer for denne sygdom. På europæiske plan er der enkelte systemer, som f. eks det tyske SkleroPro, der kan enten adapteres eller være til inspiration, men der forestår et stort arbejde med at tilpasse eller udvikle til brug i Danmark.

7.8.5 Sygdomme i majs

Sygdomme i majs er ikke på listen over de kombinationer af skadevolder og afgrøder, der giver størst pesticidbelastning, men bør alligevel være et nyt fo-

kusområde. Med de stigende majsarealer og de alvorlige tabsgivende majs sygdomme, der er observeret i de senere år, bør der udvikles systemer, der adresserer sygdomme i majs. Det kræver tilpasning af monitoringsystemer for majs sygdomme (hvilke, der er til stede og hvor hyppigt), belysning af sortforskelle, fastlæggelse af skadetærskler og modeludvikling. Der mangler kort sagt viden om det biologiske fundament og udvikling af monitoring og varslingsmodeller. Et nationalt overvågningsprogram kunne være første skridt.

7.8.6 Sygdomme i kartofler

I dag anvendes varslingsystemet Infektionstryk til varslning for kartoffelskimmel. Et beslutningsstøttesystem 'Skimmelstyring' er under udvikling, og det foreslås, at der arbejdes videre med indflydelsen af klimatiske faktorer på sygdommens epidemiske udvikling og på forbedring af de vejrbaseerede modeller. Desuden mangler der viden om patogenets opførsel i Danmark: hvordan ser populationssammensætningen ud, kan kartoffelskimmel overvintre i Danmark, og hvilken betydning har en eventuel overvintring for den primære smitte. Der er et europæisk netværk, der kan bidrage til at muliggøre en forbedring af beslutningsstøttesystemet i kartoffel, idet der er stor vidensudveksling mellem forskerne. Endelig er der sygdomme, der er ved at få stigende betydning i kartoffelproduktionen, som f.eks. Alternariabladplet og nye typer bakteriesygdomme. En indsats på disse områder er ønskelig.

7.8.7 Sygdomme i frilandsgrøntsager (havebrugsafgrøder)

Specielt er der behov for og basis for at udvikle varslingsystemer for skimmelsygdommene i havebrugsafgrøderne salat, løg og gråskimmel i jordbær. Der findes en række udenlandske systemer, der kan give inspiration.

7.8.8 Sygdomme i frugt og bær

Sygdomsudviklingen i frugt og bær er meget afhængig af klimatiske faktorer og varierer derfor betydeligt fra år til år, og for de fleste sygdomme findes der bekæmpelsesmetoder. Med hensyn til monitoringsmetoder og biologisk viden bør der ske en udvikling før sygdomme i frugt og bær er rigtigt MVB-egnede. Dette er årsagen til der p.t. stort set kun findes systemer, der kan søge at identificere infektionstidspunktet, og ikke hverken monitorer tætheder eller simulerer udvikling og skadevirkning.

Da nuværende varslingsystemer til æbleskurv ikke virker optimalt under Danske forhold, bør der foretages udvikling, der tager udgangspunkt i svampens biologi, f.eks. anvende sporefælder til direkte målinger af, hvornår æbleskurvens ascosporer udslynges og igangsætter den epidemiske udvikling af sygdommen, og evt. hvor kraftigt. Der bør udvikles en sporefælde, der kan aflæses af frugtavlere selv, så infektionstidspunkt (og evt. styrke) kan fastsættes nøjagtigt efter de lokale forhold. Der ønskes også mere viden om de klimatiske parametres indflydelse på svampen, og hvordan parametrene måles. Der bør desuden udvikles systemer, så der også kan varsles for æblemeldug og for kirsebærbladplet. Kirsebærbladpletsvampens biologi er ikke helt klarlagt endnu, og flere undersøgelser er nødvendige, før et varslingsystem kan opbygges.

I buskfrugt efterlyses varslingsmodeller for de to væsentlige sygdomme meldug og skivesvamp.

7.8.9 Skadedyr i vintersæd og vårsæd

Kemisk bekæmpelse af skadedyr i vintersæd og vårsæd er langt overvejende rettet imod bladlus, hvis tæthed fluktuerer meget fra år til år, der findes anvendelige bekæmpelsesmetoder, deres biologi er velkendt, men monitoringsmetoderne kan muligvis udvikles bedre. Det må dog konkluderes at bladlus er særdeles MVB-egnede.

Der vil være tale om at etablere et godt system, der retter sig imod de tre arter af bladlus, der er de primære skadedyr i kornafgrøder i Danmark. Systemet bør være baseret på klima og være i stand til at foretage en fremskrivning af populationsudviklingen afhængig af vejrudsigter (så lokale som muligt) og historiske klimamålinger for at vurdere, hvorvidt det er anbefalelsesværdigt at foretage tidlige præventive behandlinger i forbindelse med bekæmpelse af ukrudt eller sygdomme. Der findes allerede en fysiologisk/klimatisk dreven model, som kan tjene som grundlag for et sådant varslings/beslutningsstøttesystem (Holst et al., 1997), en model som er skabt til at tage naturlige fjender i marken med i betragtning. Denne model kan kombineres med den allerede eksisterende indflyvningsmodel for havrebladlus (Hansen, 2006). Ydermere kan modellen kombineres med en eksisterende model for væksten af korn, hvorved den bliver i stand til at vurdere udbyttet med og uden en bekæmpelse. Sådanne modeller eksisterer allerede for flere af kornsorterne (Holst et al., 1997, Sønderkov et al., 2006, Olesen et al., 1996, 2002, 2004, Abrahamsen og Hansen, 2000).

Modellen vil kræve et input i form af tætheder af bladlus, og der bør udvikles lette og pålidelige metoder til at estimere tætheden af bladlus i marken på artsniveau, da der er biologiske forskelle på de tre bladlusarter i korn (se f.eks. Sengonca et al., 1994). Der findes allerede metoder til at estimere tætheden via visuel optælling, men det skal gøres lettere og mere effektivt – eventuelt ved hjælp af moderne biologiske/kemiske/fysiske metoder, så det bliver attraktivt for landmændene at bruge det.

7.8.10 Skadedyr i raps

Skadedyr i raps, primært glimmerbøsser, rapsjordlopper og skulpegalmyg varierer meget fra år til år og fra mark til mark, så der er god grund til at udvikle beslutningsstøttesystemer mod dem. Desuden findes der bekæmpelsesmetoder, og dyrenes biologi er ganske velkendt, så fundamentet for udvikling af beslutningsstøttesystemer i raps er bestemt til stede. Måske kan Proplant fra Tyskland bruges i Danmark, eller alternativt kan der bygges på viden og erfaringer fra Proplant, der inkluderer 6 almindelige rapsskadedyr, men det er et problem, at der kun er få videnskabelige artikler, der beskriver Proplant, som er et kommercielt system. ISIP kunne også være en mulighed, men dækker færre skadedyr. En anden/supplerende mulighed er at opbygge et nyt system, der er baseret på allerede eksisterende fysiologisk/klimatisk drevet simuleringsmodel af rapsplantens vækst (Axelsen, 1990), en simuleringsmodel af skulpegalmyggens populationsudvikling (Axelsen, 1993), og glimmerbøssernes temperaturafhængige udviklingshastighed (Nielsen og Axelsen, 1988). Det er uklart, om der er biologisk og populationsdynamisk information nok om de øvrige relevante rapsskadedyr til at opbygge en model, hvorfor denne viden muligvis skal tilvejebringes.

7.8.11 Skadedyr i kartofler

Her synes ikke at være nogle eksisterende varslings- eller beslutningsstøttesystemer at tage udgangspunkt i.

7.8.12 Skadedyr i frugt og bær

Skadedyr i frugt og bær varierer, som de fleste andre skadedyr, betydeligt i tæthed fra år til år, for de mest betydende arter er biologien ret godt kendt, ligesom der findes bekæmpelsesmetoder til de mest betydende arter. For de fleste arters vedkommende findes der også monitoringsmetoder (feromonfælder), der antagelig kan korreleres til tætheder, men det vil være ønskeligt at udvikle metoder til at mere præcis kvantificering af tætheder af dyrene. Det må dog konkluderes, at skadedyr i frugt og bær generelt er egnede til MVB-systemer.

Hvis der skal udvikles et system til anvendelse i Danmark, vil det for skadedyrene være oplagt at tage udgangspunkt i det Schweiziske SOPRA, der indeholder mange af de skadedyr og sygdomme, som optræder i danske frugtplantager, anvender klimatiske data fænologiske modeller, og er blevet valideret imod feltdata (Graf et al., 2002; Samietz et al., 2008). Modellerne i SOPRA er af samme type, som er blevet anvendt af Gutierrez et al. til at simulere populationsudviklingen af en lang række skadedyr overalt i verden (Se f.eks. Gutierrez, 1996).

7.9 Metoder til eftervisning af Monitorings-, varslings-, og beslutningsstøttesystemers betydning

Hvis man skal have pålidelige vurderinger af, hvad et MVB-system betyder for pesticidanvendelsen, bør der laves et base-line studium inden det pågældende system implementeres. Herefter kan man undersøge effekterne af systemet hos både avlere der anvender det, og avlere, der ikke anvender det. Dette giver mulighed for at identificere effekten af at bruge systemet, samt give en mulighed for at identificere de afledede effekter (via almindelig vidensspredning) på landmændenes adfærd ved at se på de avlere, der ikke bruger systemet. Base-line studier kan ikke kun foretages over 1 år, da klimaet er meget afgørende for pesticidanvendelsen.

Måske kan fremtidige undersøgelser baseres på landmændenes sprøjtejournaler, hvorved man ret let kan undersøge ændringer i sprøjtemønster. Man skal blot vide, om den enkelte landmand har benyttet systemet eller ej.

For at kunne vurdere MVB-systemers potentielt positive effekter på non-target flora og fauna er der et udpræget behov for mere viden om:

- Flora-fauna effekter af gentagne sprøjtninger (split-doseringer, fulde doseringer og udbringningstidspunkter på non-target organismer).
- Mere viden/sammenskrivning af eksisterende viden om forekomster og fænologi af non-target organismer i relation til pesticiders udbringningstidspunkter og persistens.
- Pesticidskader på non-target flora-fauna i gartneri og relativt mindre landbrugsafgrøder (bl.a. i raps, kartofler, majs, frøgræs m.m. foreligger der meget ringe viden)

- I hvilket omfang meget skadelige midler kan substitueres med mindre skadelige herunder hvordan alternative bekæmpelsesmidler inddrages i beslutningsstøttesystemer.

8 Konklusioner

Det er blevet konstateret at de fleste MVB-systemer i landbrug ikke bruges af en ret stor del af landmændene, og en af hovedårsagerne hertil er tidsforbruget til monitoring. Det er under de nuværende forhold mht. pesticidpriser, afregningspriser, landbrugsstruktur mm. ikke økonomisk attraktivt at prioritere tiden til at foretage en ordentlig monitoring af skadevoldere på markniveau. Det skal her understreges, at alle beregningsmodellers output er en direkte funktion af input, dvs. at hvis den monitoring af skadevoldertæthed, der puttes ind i systemet, er fejlbefængt, bliver resultatet også fejlbefængt. Det kan derfor konkluderes, at hvis MVB-systemer skal være et redskab til nedbringelse af pesticidbelastningen, skal det gøres attraktivt at bruge tiden på en monitoring i marken, enten ved at udvikle hurtige og effektive monitoringsmetoder, eller ved at ændre på incitamentet til at bruge tiden på det, eller ved at udlicitere opgaven.

Registreringsnettet, der har en stor brugerkreds, er et monitoringssystem, der letter "monitoringspresset" for den enkelte landmand, men det giver ingen information om skadevoldeniveauet i den enkelte mark, kun om skadevolderen er observeret i området og på hvilket niveau. Det må derfor konkluderes, at registreringsnettet ikke bør anvendes som eneste beslutningsgrundlag for at bekæmpe.

Det har kunnet konstateres, at mange varslings- og beslutningsstøttesystemer ikke er baseret på en monitoring og derfor ikke kan bruges til at foretage en vurdering af behovet for bekæmpelse. Dette gælder især for svampesygdommene, og en af årsagerne til fraværet af monitoring er ofte mangel på anvendelige metoder til monitoring af skadevolderen, før et udbrud er en realitet. Da det samtidig er en antagelse at pesticidanvendelsen vil blive reduceret i forhold til plansprøjtning, hvis bekæmpelsen bliver behovsbaseret, må det konkluderes, at varslings- og beslutningsstøttesystemer skal være baseret på monitoring, og at der bør udvikles anvendelige monitoringsmetoder, hvor de ikke findes.

Selv om klimaet har stor betydning for udviklingen af både afgrøder, ukrudt, sygdomme og skadedyr, er der mange varslings- og beslutningsstøttesystemer, som ikke tager klimaet i betragtning, og hvis de gør, er det ofte på et ganske overfladisk niveau. Den tekniske udvikling igennem de sidste år muliggør en langt mere detaljeret udnyttelse af klimadata i varslings- og beslutningsstøttesystemer, både med hensyn til geografisk og tidlig opløsning. Det kan derfor konkluderes, at de teknologiske muligheder for at anvende lokale klimadata på en fin tidsmæssig opløsning p.t. ikke udnyttes.

Mange varslings- og beslutningsstøttesystemer foretager beregninger af bekæmpelsesbehovet for ukrudt baseret på den relative placering af eksperimentelle dosis – respons data som funktions af klima, afgrødestress og udbytt niveau, og anvender således ikke biologisk-klimatisk baserede modeller til fremskrivning af skadevolderens udvikling. Der er dog ingen sikkerhed for, at anvendelsen af mere detaljerede biologisk-klimatiske modeller fører til bedre beslutninger angående bekæmpelse (f.eks. er PVO-ukrudt velestimeret), men det er sandsynligt, at sådanne modeller vil gøre systemerne mere robuste for klimatiske svingninger, både fra år til år, over længere tid, og over geografiske

forskelle. Dette skal ses sammen med de teknologiske muligheder for at indhente detaljerede klimadata til brug for beregningerne. Det kan derfor konkluderes, at der er et potentiale for at gøre systemerne mere robuste overfor klimatiske variation ved at anvende biologisk – klimatisk baserede modeller sammen med detaljerede klimadata.

Udarbejdelsen af biologisk – klimatisk baserede modeller kræver et betydeligt biologisk kendskab til skadevolderen og dennes klimatiske afhængigheder. Denne viden er ofte ikke kendt, hverken for mange ukrudsarter eller for plantesygdommene, og uheldige erfaringer med systemerne skyldes i nogle tilfælde manglende biologisk kendskab til skadevolderens reaktioner på unormale klimatiske betingelser. Det kan derfor konkluderes, at det biologiske grundlag for nogle skadevoldere ikke er tilstrækkeligt.

Der findes ingen undersøgelser af, om MVB-systemer har været i stand til at nedbringe pesticidanvendelsen, og det er ikke muligt at fastslå, hvorvidt det i Danmark anvendte PVO har medvirket hertil. Det kan dog heller ikke afvises. Gennemgangen af MVB-systemerne viste da også, at der er ikke ret mange af dem (næsten ingen), der er blevet konstrueret til at tage miljø- og naturfaktorer med i betragtning, selvom danske PVO er blevet udviklet bl.a. med det formål netop at reducere pesticidanvendelsen og giver output angående reducerede doser. Det kan derfor konkluderes, at MVB-systemer generelt ikke er konstruerede til at tage natur- og miljøfaktorer med i beslutningsgrundlaget og derfor ikke kan forventes at forbedre natur og miljø i deres nuværende form.

Det har vist sig svært at undersøge det videnskabelige grundlag for mange af systemerne, da de som hovedregel ikke er angivet på f.eks. systemernes internetsider. Grundlaget var som regel solidt nok i forhold til det systemerne faktisk udfører, men hvis baggrunden ikke er kendt, er det principielt også svært at vide, om man kan stole på resultatet under f.eks. unormale klimatiske forhold. Det kan derfor konkluderes, at den videnskabelige baggrund bør være tilgængelig for alle brugere.

En vurdering af de kombinationer af afgrøde og pesticidtyper, der giver ophav til de største pesticidbelastninger, viste i prioriteret rækkefølge: 1) herbicider i vintersæd, 2) insekticider i raps, 3) fungicider i vintersæd, 4) insekticider i vårsæd og 5) insekticider i vintersæd, der tilsammen udgør 60 % af den samlede pesticidbelastning, når der ses på det samlede areal. Hvis man ser på belastning pr. arealenhed, er rækkefølgen: 1) insekticider i frugt og bær, 2) fungicider i frugt og bær, 3) insekticider i ærter, 4) herbicider i frugt og bær, 5) fungicider i kartofler, og 6) insekticider i kartofler. Der er således god grund til at undersøge om MVB-systemer kan bidrage til at opnå en reducere pesticidanvendelse for disse kombinationer af afgrøde og pesticidtype.

Baseret på disse kombinationer, agronomiske overvejelser, skadevolderens MVB-egnethed og vurderinger af, hvor der kan spares sprøjtninger, er det blevet konkluderet at:

1. PVO allerede har et veletableret modul, der inkluderer ukrudt i vinter- og vårsæd, og dette modul kan muligvis udvides med muligheden for at anvende mekanisk bekæmpelse samt valg af mindre belastende midler.
2. De skadedyr, der giver anledning til størst insekticidbelastning i raps (glimmerbøsser, skulpegalmg, og rapsjordlopper), vintersæd og vårsæd (bladlus), er særdeles egnede som mål for varslings- og beslutningsstøttesystemer, og der vil især for bladlus kunne opnås betydelig reduktion i insekticidbelastningen. Det vurderes også, at der vil være

- gode muligheder for at reducere belastningen fra bekæmpelse af meldug og især gråplet i vinterhvede, der dog mangler udvikling mht. monitoringsmetoder og biologisk viden for at være helt MVB-egnet.
3. Skadedyr i frugt og bær samt skadedyr i ærter synes at være egnede som mål for MVB-systemer, og der er gode chancer for, at frugtavlere rent faktisk vil bruge MVB-systemer, da de fleste allerede anvender varslingsystemet RIMpro. Hvorvidt MVB-systemer kan medvirke til en betydelig reduktion i pesticidbelastningen er uvist, men en behovsvurdering må dog antages at kunne reducere antallet af unødvendige bekæmpelser. Da ærter er en meget lille afgrøde i landbruget, bør skadedyr i denne afgrøde nok have lav prioritet.
 4. Sygdomme i frugt og bær mangler en del udvikling i monteringsmetoder og biologisk viden for at blive rigtigt MVB-egnet, så det konkluderes, at dette grundlag skal være på plads som første led i en udvikling af et MVB-system rettet imod sygdomme i frugt og bær.
 5. For ukrudt i frugt og bær er der gode muligheder for mekanisk bekæmpelse, og MVB-systemer rettet herimod synes overflødige.
 6. Der bør udvikles et MVB-system for sygdomme i majs, hvilket evt. kunne ligge i PVO-sygdomme.
 7. For de mindre havebrugssygdomme såsom løg, jordbær og salat mangler der MVB-systemer. De angribes bl.a. af forskellige skimmelarter, og man kunne med fordel udvikle klimabaserede systemer udviklet og baseret på de samme modeller og tilpasset de enkelte afgrødepato-gen kombinationer.

De fleste MVB-systemer er tilgængelige via internettet. Nogle stilles gratis til rådighed, mens andre koster en licens, der dog i de fleste tilfælde ikke er så høj, at den bør forhindre anvendelsen.

Planteværn Online, der er det dominerende beslutningsstøttesystem i dansk landbrug, er blevet udviklet for offentlige midler af Aarhus Universitet, Institut for Agrarøkologi. De offentlige midler til PVO hørte op i 2010, og udvikling og vedligeholdelse har siden været finansieret af Aarhus Universitet og brugerbetalingen på i alt ca. 1 million kr.

9 Perspektivering

I regeringens plan 'Grøn vækst' afsnit 2 står der, at et af initiativerne med henblik på at reducere pesticiders skadevirkninger på mennesker, dyr og natur er at "Skabe rammerne for dyrkning efter retningslinjerne for integreret plantebeskyttelse, herunder udvikling af afgrødespecifikke vejledninger, monitorerings- og varslingssystemer". Nærværende udredning viser, at der for mange skadevoldere er et godt videnskabeligt grundlag for videreudvikling af de eksisterende MVB-systemer i Danmark og/eller udvikling af nye systemer. Der er givet forslag til indsatsområder, hvor der er potentiale for en opnå en reduktion i pesticidbelastningen til gavn for jordbruget, miljøet og sundhed, ligesom der er identificeret barrierer for anvendelsen af MVB-systemer.

Den manglende lyst og incitament hos landmændene til at anvende MVB-systemer er en af de største barrierer, men kan muligvis løses ved at udvikle mere brugervenlige systemer, som er informative og interessante at bruge – systemer, som man har lyst til at anvende. For eksempel kan man tænke i ny teknologi indenfor GPS, GIS, sensorteknik og bearbejdning af spektre for at give et estimat for eventuel behov for bekæmpelse. Sådanne programmer bør indeholde et modul til evaluering af, hvad brugeren fik ud af at bruge systemet, og bruge tid på at foretage en god evaluering. Det anbefales derfor at undersøge, hvorvidt det kan lade sig gøre at udvikle systemer (på PC, iPad, Smartphones, mm), der er så attraktive for landmændene/avlerne, at de rent faktisk vil blive brugt af en bred skare.

Der er påpeget en række mulige forhold, der kan bidrage til forbedring/optimering af eksisterende MVB-systemer. Landmændenes manglende prioritering af tiden til at foretage en korrekt monitoring af skadevoldere på markniveau er et særdeles alvorligt problem for en pålidelig anvendelse af varslings- og beslutningsstøttesystemer, da kvaliteten af output er direkte afhængigt af kvaliteten af input. Det anbefales derfor, at der startes et udviklingsarbejde med henblik på at udvikle hurtige og pålidelige monitoringsmetoder.

Registreringsnettet bruges meget af både konsulenter og landmænd, og der er en reel fare for, at der tages beslutninger om bekæmpelse udelukkende på dette system, hvilket giver risiko for forkerte beslutninger. Det vides dog ikke, om dette er tilfældet, så det anbefales derfor, at det undersøges, om registreringsnettet giver basis for unødvendige bekæmpelser, da det ikke foretager markspecifikke monitoringer.

Varslings- og beslutningsstøttesystemer uden monitoring af skadevolderen er uhensigtsmæssigt, hvis disse systemer skal have muligheden for at bidrage til at reducere pesticidanvendelsen. Hvis de skal kunne det, er det absolut nødvendigt at kunne foretage en behovsvurdering. Det anbefales derfor, at der investeres i at udvide den biologiske baggrundsviden om skadevolderne med det formål at skabe grundlaget for monitoringsmetoder og varslingsmodeller for de arter, hvor det mangler i dag. Dette gælder især for plantesygdomme, hvor der også mangler metoder til tidlig vurdering af et angreb inden udbruddet kan erkendes visuelt.

Det er teknologisk muligt at udnytte detaljerede klimadata i moderne beslutningsstøttesystemer vha. moderne telekommunikation og lokale klimastationer, private klimastationer eller klimaloggere. Private klimastationer eller lignende er dog ganske dyre at anskaffe, men meget elektronisk udstyr er faldet stærkt i pris de sidste år. Det anbefales derfor, at der iværksættes et udviklingsarbejde, evt. i samarbejde med relevante firmaer, af prismæssigt overkommelige private klimastationer.

I andre lande, hvor man af geografisk årsager har langt større klimatisk variation, er man godt i gang med at udvikle brugen af detaljerede klimadata, og det anbefales, at en udvikling af brug af klimadata på et finere geografisk og tidsmæssigt niveau foretages i samarbejde med relevante europæiske institutioner.

Mulighederne for at indhente geografisk og tidsmæssigt detaljerede klimadata går hånd i hånd med potentialet for at gøre varslings- og beslutningsstøttesystemer mere robuste overfor klimatiske svingninger, der ifølge FNs klimapanel (IPCC) fremtidsscenarioer ikke bliver mindre i fremtiden. Dette kræver udvikling af biologisk – klimatisk baserede simuleringmodeller, som kan foretage en fremskrivning af sygdoms- eller populationsudvikling i marken, beregne skaden på afgrøden og det økonomiske tab. Det anbefales, at sådanne modeller bliver udviklet, samt at det biologiske grundlag for sådanne modeller tilvejebringes. Der findes inspiration at hente i udlande i f.eks. ProPlant fra Tyskland og SOPRA fra Schweiz.

Der er dog ingen sikkerhed for, at et system baseret på klimatiske-biologiske simuleringmodeller giver bedre beslutninger under normale klimatiske omstændigheder end systemer baseret på et stort materiale af dosis-responsdata, som f.eks. PVO-ukrudt. Det anbefales derfor at undersøge, hvorvidt biologisk-klimatisk baserede modeller giver bedre beslutninger end dosis-respons baserede systemer, eller om der kan udvikles en frugtbar kombination af de to metoder.

De fleste systemer i Danmark er udviklet i offentligt regi, mens nogle få er udviklet i privat regi. Det kan være svært at stille krav til videnskabelig dokumentation til systemer udviklet i privat regi, da bagvedliggende modeller kan være "firmahemmeligheder". I dag må man konstatere, at dokumentationen i det offentlige system, PVO, lader meget tilbage at ønske med hensyn til dokumentation, som ofte er sporadisk, og meget er aldrig blevet offentliggjort i internationale tidsskrifter. Det anbefales, at de bevilgende myndigheder kræver, at alle monitoringsystemer udviklet i offentligt regi dokumenteres grundigt på Internettet eller på det medie, hvor de distribueres samt i den internationale videnskabelige litteratur.

Da de eksisterende MVB-systemer generelt ikke tager natur- og miljøfaktorer med i det beslutningsgrundlag, som de giver for at vurdere, om man vil bekæmpe eller ej, bør sådanne faktorer indgå i beslutningsstøttesystemer i fremtiden. Et af de første skridt til at nå dette mål er at beslutningsstøttesystemerne skal give estimater af de økonomiske gevinster ved en bekæmpelse, så brugeren kan afveje dette resultat imod de ulemper en bekæmpelse har for natur, miljø og human sundhed. Det anbefales derfor at fremtidens beslutningsstøttesystemer medtager følgende muligheder for at tage hensyn til natur, miljø og human sundhed:

1. Anvendelse af pesticidbelastning til prioritering af midler i beslutningsstøttesystemer gives høj prioritet, da det må anses for en relativt let vej til en positiv miljøeffekt.
2. Mulighed for at se på effekten af mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Gives dog relativt lav prioritet, da der mangler et betydeligt arbejde for at kvantificere effekten af denne metode, der også har negative effekter på faunen i jorden og på jordoverfladen.
3. Mulighed for at tage biologisk bekæmpelse i betragtning i MVB, herunder at justere bekæmpelsesbehov baseret på tilstedeværelse af naturlige fjender. Kendte biologiske bekæmpelsesmetoder bør løbende indarbejdes i MVB systemer, men udvikling af nye biologiske bekæmpelsesmetoder vil ske i et andet regi end udvikling af MVB.
4. Vurdering af risikoen for udvaskning til grundvand og vandløb. Der mangler en del viden, men en hurtig løsning kan dog ret let implementeres i eksisterende eller kommende beslutningsstøttesystemer i form af belastningsindikatoren for *skæbne* (se kap 5) for de foreslåede pesticider. Der bør dog udarbejdes en vurdering af, om der findes et bedre grundlag for at implementere dette i beslutningsstøttesystemer, da vidensgrundlaget herfor er uklart, men rundvandsbeskyttelse har stor bevågenhed i Danmark.
5. Den nuværende viden om effekten af nogle af stofferne på non-target organismer (heriblandt arter, der yder "ecosystem services") indbygges i nuværende eller fremtidige systemer, mens der tages initiativer til undersøgelser af effekten af de øvrige bekæmpelsesmidler. Derudover kan der relativt let startes med at indbygge belastningsindikatoren for *ikke-målorganismer* (se kap. 5).
6. Det gives høj prioritet at indføre muligheden for at beregne den økonomiske gevinst ved at foretage en bekæmpelse, da det antagelig vil være muligt at indføre i eksisterende systemer og vil gøre det muligt for brugeren at afveje denne gevinst imod ulemper og risici.
7. Der tages initiativ til undersøgelser, der muliggør integration af risici for human sundhed i eksisterende og kommende beslutningsstøttesystemer, samtidig med at belastningsindikatoren for sundhed kan benyttes i udvidelse af eksisterende systemer meget hurtigt.
8. Der udvikles langsigtede strategiske beslutningsstøttesystemer til at styre pesticidforbruget i sædskifter og på bedriftsniveau. Dette bør have høj prioritet, da megen viden allerede findes, og mange af tiltagene i et sådant system allerede er en del af Videncentret for Landbrugs arbejde med implementering af IPM. En udvikling af strategiske beslutningsstøttesystemer vil derfor kunne supplere og forstærke denne indsats.

Af de pesticidtype-afgrødekombinationer, der giver anledning til størst pesticidbelastning, må det vurderes at danske MVB-systemer imod skadedyr i korn og raps vil være relativt hurtige at udvikle, og at der samtidig bør startes et udviklingsarbejde angående metoder til monitorering af de mindste skadevoldere (de tre bladlusarter på korn, og skulpegalmyg) på artsniveau. Da disse skadedyr giver anledning til en betydelig pesticidbelastning, og især et MVB-system til bladlus i korn vurderes at kunne spare mange sprøjtninger, anbefales det at give udviklingen af disse systemer høj prioritet.

Udviklingen af MVB-systemer mod sygdomme i de vigtigste land- og havebrugsafgrøder bør også adresseres, da der er betydelige sygdomssvingninger fra år til år, og det vurderes, at i det mindste i forhold til nogle sygdomme er der gode muligheder for at reducere antallet af behandlinger. Da der dog

mangler både gode metoder til tidlig monitoring af et angreb, og det biologiske grundlag ikke synes at være på plads for alle de vigtigste sygdomme, anbefales det, at en udvikling/udbygning af MVB-systemer tager udgangspunkt i biologiske studier, hvis forventede resultater er tilpasset vidensbehovet til udvikling af monitoringsmetoder og beregningsmodeller til beslutningsstøttesystemer. Europæisk samarbejde bør prioriteres højt, da der er store udfordringer, der er fælles for landene.

De fleste varslings- og beslutningsstøttesystemer er tilgængelige via Internettet, men da mange landmænd ikke tilbringer så meget tid bag computerne, anbefales det, at udvikle versioner, som er let anvendelige på Smartphones. Det giver den fordel, at man kan anvende dem ude i marken, hvor man måske netop har iagttaget et problem, uden at skulle tilbage til kontoret.

Der findes ingen videnskabelige undersøgelser af hvilken betydning monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer har for pesticidforbruget og miljøet, og en af årsagerne hertil er, at der ikke findes gode "base-line" studier at sammenligne med. Det anbefales derfor at udføre sådanne studier før implementeringen af større systemer i fremtiden.

10 Referencer

Abrahamsen P. og Hansen S. 2000. Daisy: an open soil-crop-atmosphere system model *Environmental Modeling & Software* 15: 313-330.

Andrivon D., Evenhuis B., Schepers H., Gaucher D., Kapsa J., Lebecka R., Nielsen B., Ruocco M. 2008. Using Decision Support Systems to Combat Late Blight. ENDURE Potato Case Study – Guide Number 2. 4 sider.

Agrios G. N. 2005. *Plant Pathology* 5th ed. Elsevier Academic Press. 922 sider.

Andreasen C. og Streibig J. C. 2011. Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries – based on Danish long-term surveys. *Weed Research* (in press).

Axelsen J. 1990. Parasitoidernes betydning for værtspopulationen i et landbrugsøkosystem, belyst ved feltundersøgelser, laboratorieforsøg og computer-simuleringer. Licentiatafhandling, Institut for Zoologi og Zoofysiologi, Århus Universitet.

Axelsen J. 1992. The developmental time of the pod gall midge, *Dasyneura brassicae* Winn (Dipt, Cecidomyiidae) *Journal of Applied Entomology* 114(3): 263-267.

Axelsen J. A. 1993. Analysis of the population dynamics of the pod gall midge (*Dasyneura brassicae* Winn) in winter rape and spring rape by computer-simulation. *Ecological Modelling* 69(1-2): 43-55.

Axelsen J. A. 2009. Simulation studies of the Senegalese grasshopper ecosystem interactions i: The ecosystem model. *International Journal of Pest Management* 55(2): 85–97.

Axelsen J. A., Bruus-Pedersen M. and Tybirk, K. (submitted). Food chains in cereal fields.

Baarts, L., Jørgensen, G.H., Nielsen, M., 2011. GartneriRådgivningen og Grøn Plantebeskyttelse ApS i forbindelse med et udredningsarbejde til Miljøstyrelsen november/december 2011.

Baker J. V. 1961. A method of assessment of apple powdery mildew. *Plant Pathology* 10: 32–37.

Been, T.H.; Schomaker, C.H.; Molendijk, L.P.G. 2005, NemaDecide: a decision support system for the management of potato cyst nematodes. In: *Potato in progress : science meets practice / Haverkort, A.J., Struik, P.C. - Wageningen : Wageningen Academic Publishers, ISBN 9076998841*

Berti A., Bravin F., Zanin G. 2003. Application of decision-support software for postemergence weed control. *Weed Science* 51: 618-627.

- Berti A., Zanin G. 1997. GESTINF: a decision model for post-emergence weed management in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Crop Protection*, 16: 109-116.
- Blackshaw, R. P. 2009. A comparison of management options for leather-jacket populations in organic crop rotations using mathematical models. *Agricultural and Forest Entomology* 11 : 197-203
- Bligaard J. 1996. The use of simulation modelling and sampling techniques in pest management of cabbage root fly *Delia radicum*. PhD thesis, KVL.
- Bruce T. J., Hooper A. M., Ireland L., Jones O.T., Martin J. L., Smart L. E., Oakley J. and Wadhams L. J. 2007. Development of a pheromone trap monitoring system for orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana*. **UK**. *Pest Management Science* 63: 49–56. doi: 10.1002/ps.1307.
- Buijse, A.D., Pet, J.S., van Densen, W.L.T.; Machiels, M.A.M., Rabbinge, R. 1992. A size- and age-structured simulation model for evaluating management strategies in a multispecies gill net fishery. *Fisheries Research*, 13, 95 – 117.
- Burke J. J. and Dunne B. 2008. Field testing of six decision support systems for scheduling fungicide applications to control *Mycosphaerella graminicola* on winter wheat crops in Ireland. *Journal of Agricultural Science* 146: 415-428.
- Campbell C. L. and Madden L. V. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Wiley & Sons, USA. 532 sider.
- Chabert A., Gripon L., Boulin P., Fonlupt S. 2003. Development of a decision-aid system for the assessment of slug attack risk in arable crops. *BCPC, Slugs & snails: agricultural, veterinary & environmental perspectives* 80: 229-234.
- Christiansen, J.S., Mette Thorsen, M., Clausen, T., Hansen, S., Refsgaard, J.C., 2004. Modelling of macropore flow and transport processes at catchment scale. *Journal of Hydrology*, 299, (1-2), 136-158.
- Collier R. 2007. The use of computer-based decision support systems in horticulture. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 2007 2, No. 015. doi: 10.1079/PAVSNNR20072015.
- Collings, LV (2003). "WMSS: Improving the precision and prediction of weed management strategies in winter dominant rotations" in *BCPC International Congress Crop Science & Technology 2003*, vol 1 and 2, congress proceedings (1-901396-63-0, 978-1-901396-63-8), (p. 329). farnham: british crop protection council.
- Cooke B. M. 2006. Disease Assessment and yield loss. In: *The epidemiology of plant diseases* (Eds. BM. Cooke, D. Gareth Jones og B. Kaye,) Springer, The Netherlands. 2.ed., 43-80.

- Cousens R., 1985. A simple-model relating yield loss to weed density, *Annals of Applied Biology* 107: 239-252.
- Croxall H. E., Gwynne D. C. and Jenkins J. E. E. 1952. The rapid assessment of apple scab on fruit. *Plant Pathology* 1: 89-92.
- Dammer K. H., Thöle H., Volk T. and Hau B. 2009. Variable-rate fungicide spraying in real time by combining a plant cover sensor and a decision support system. *Precision agriculture* 10: 431-442.
- Danmarks Statistik. 2010. Økonomien i landbrugets produktionsgrene - 2009. <http://www.dst.dk/pukora/epub/upload/15009/oko.pdf>.
- Delos, M., Hervieu, F., Folcher, L., Micoud, A., Eychenne, N. 2006. Biological surveillance programme for the monitoring of crop pests and indicators in France. *J. Verbr. Lebensm.* 1, Supplement 1: 30-36
- De Visser C. L. M. 1998. Development of a advisory model based on downcast. *European Journal of Plant Pathology* 104: 933-943.
- Dixon G. R. 2007. *Vegetable Brassicas and Related Crucifers*. CABI, 327 sider.
- DLBR Landbrugsinfo, 2011. www.landbrugsinfo.dk
- Doumerge. 2002 kilde: <http://www.phytoma-ldv.com/article-23069-De-la-Lorraine-a-l-8217-Alsace-une-tournee-limaces-Histoire-d-8217-un-granule-tres-attirant-pour-elles>.
- Dubois L., Szilvasie S. and Duvauchelle S. 2010. Evolution of work on the fight against late blight in France within the ministry of agriculture. http://www.euroblight.net/Workshop/2010Arras/PPT/05_02E_Dubois.pdf.
- ENDURE report. 2009. Review of new technologies critical to effective implementation of Decision Support Systems (DSS's) and Farm Management Systems (FMS's). Aarhus University, Denmark, 6th March 2009. 128 sider.
- Esbjerg P. 1990. The significance of shelter for young cutworms (*Agrotis segetum*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 54: 97-100. doi: 10.1111/j.1570-7458.1990.tb01317.x
- Esbjerg P. 1983. Fangst af agerugler (*Agrotis segetum*) og nedbørsmåling som baggrund for knopormevarsling. *Satens Planetavlfsforsøg Beretn.* 1661. 87. bd. s. 371-378.
- Esbjerg P. og Petersen B. S. (eds.). 2002 Effects of reduced pesticide use on flora and fauna in agricultural fields. *Pesticides Research* No. 58, Danish Environmental Protection Agency.
- EU-direktiv. 2009. Directive 2009/128/EC of the European parliament and of the council of 21 October 2009 establishing a framework for community action to achieve the sustainable use of pesticides. *Official Journal of the European Union*, 24.11.2009, L 309/71 – 86.

- Ferguson, A. W., Johnen, A., Bardsley, E., Richthofen, J-S v., Skellern, M.P., Watts, N.P., Cook, S.M., 2011. Comparing the performance of two decision support systems for management of pollen beetles in oilseed rape in UK. IOBC-COC Working group meeting 2011, p 26.
- Fox R. T. V. and Narra H. P. 2006. Plant disease diagnosis. In: B.M. Cooke, D. Gareth Jones & B. Kaye (eds), *The epidemiology of plant diseases*, 2. edition. s. 1-42.
- Fievet, V. , Dedryver, C-A. , Plantegenest , M., Simon, J-C., Outreman, Y. 2007. Aphid colony turn-over influences the spatial distribution of the grain aphid *Sitobion avenae* over the wheat growing season. *Agricultural and Forest Entomology* (2007), 9, 125–134
- Foster A. J., Kora C., McDonald M. R. and Boland G. J. 2011. Development and validation of a disease forecast model for *Sclerotinia* rot of carrot. *Canadian Journal of Plant Pathology* 33(2): 187-201.
- Frahm J., Volk T. and Johnen A. 1996. Development of the PRO_PLANT decision-support system for plant protection in cereals, sugarbeet and rape. *EPPO Bulletin* 26: 609–622.
- Friedrich S., Leinhos G. M. E. and Löpmeier F. J. 2003. Development of ZWIPERO, A Model Forecasting Sporulation and Infection Periods of Onion Downy Mildew based on Meteorological Data. *European Journal of Plant Pathology* 109: 35-45.
- Gabriel D. and Tschardt T. 2007. Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agriculture, -ecosystem and Environment* 118: 43 – 48.
- Gadoury D. M. and MacHardy W. E. 1982. A model to estimate the maturity of ascospores of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology* 72: 901-904.
- Gent D. H., Wolf E. D. and Pethybridge S. J. 2010. Perceptions of Risk, Risk Aversion, and Barriers to Adoption of Decision support systems and IPM: An introduction. *Phytopatology* doi: 10.1094/PHYTO-04-10-0124.
- Gilles T., Phelps K., Clarkson J. and Kennedy R. 2004. Development of MILIONCAST, an improved model for predicting downy mildew sporulation on onions. *Plant Disease* 88: 695-702.
- Gladders P., Ginsburg D. and Smith J. A. 2008. *Sclerotinia* in oilseed rape – a review of the 2007 epidemic in England. HGCAProject Report No. 433. 44 sider.
- Graf B., Höpli H. U., Höhn H. and Blaise P. H. 2002. SOPRA: A forecasting tool for insect pests in apple orchards. *Acta Hort.* (ISHS) 584:207-214
http://www.actahort.org/books/584/584_25.htm
- Gutierrez A. P. 1996. *Applied population ecology. A supply – demand approach.* John Wiley and Sons, Inc., 300 pp.
- Hagelskjær L., Jørgensen L. N. 2003. A web-based decision support system for integrated management of cereal pests. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 33: 467 – 471.

Hall D. C. and. Norgaard R. B. 1973. On the Timing and Application of Pesticides. *American Journal of Agricultural Economics* 55: 198-201.

Hansen L. M. 2006. Models for spring migration of two aphid species *Sitobion avenae* (F.) and *Rhopalosiphum padi* (L.) infesting cereals in areas where they are entirely holocyclic. *Agricultural and Forest Entomology* 8(2): 83-88.

Hansen J. G., Andersson B. and Hermansen A. 1995. NEGFY – A system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. In: (Eds. Dowley, L. J., Bannon E., Cooke L. R., Keane T. and O'Sullivan E.) *Proceedings from 'Phytophthora 150 Sesquicentennial Scientific Conference'*, Dublin, Ireland, 201-208.

Hansen J. G., Kleinhenz B., Jörg E., Wander J. G. N., Spits H. G., Dowley L. J., Rauscher E., Michelante D., Dubois L., and Steenblock T. 2002. Results of validation trials of Phytophthora DSSs in Europe, 2001. In: Schepers, HTAM. And CE Westerdijk, (eds.): *Proceedings of the workshop on the European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight*. Applied Plant Research, AGV Research Unit, Wageningen, PPO-Special Report no 8, April 2002, 231-242.

Hansen J. G., Thysen I., Nielsen B. J., Bødker L. og Hansen H. H. 2003. Udvikling af Skimmelstyring for bekæmpelse af kartoffelskimmel. 20. Danske Planteværnskonference. Korn, kartofler, skadedyr, miljø og postere. DJF rapport 89. s. 7-24.

Hansen J. G., Anderson B., Bain R., Lees A., Bugiano R., Ritchie F., Bucena L., Kildea S., Cooke L., Dubois L., Filippov A., Hannukkala A., Hausladen H., Hausvater E., Heldak J., Hermansen A., Nærstad R., Kapsa J., Koppel M., Musa T., Ronis A., Schepers H., Vogelaar K., Vanhaverbeke P. 2010. The development and control of Late Blight (*Phytophthora infestans*) in Europe in 2009. I: PPO-Special Report, Nr. 14, 2010, s. 17-34.

Hansen J. G., Kessel G., Nærstad R., Schepers H., Nielsen B. J. and Lassen P. 2010. EuroBlight tool for the comparison of late blight sub-models - Status and perspectives. *Proceedings from Twelfth EuroBlight workshop*, Arras, France, 3-6 May 2010. PPO-Special Report no. 14 (2010), 67 – 74.

Hardwick N. V. 2006. Disease forecasting. In: *The epidemiology of plant diseases* (Eds. BM. Cooke, D. Gareth Jones og B. Kaye,) Springer, The Netherlands. 2.ed., s. 239-267.

Heltoft Jensen P. 2010. Forecasting Sclerotinia stem rot in oilseed rape. *Speciale fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet*. 103 sider.

Heltoft Jensen P., Nielsen G. C. og Munk L. 2011. Kan vi varsle for knoldbægervamp i vinterraps? *Plantekongres 2011*, s 290-291.

Holst N., Axelsen J. A., Olesen J. E. and Ruggle P. 1997: Object-Oriented Implementation of the Metabolic Pool Model. - *Ecological Modelling* 104: 175-187.

International Standards for Phytosanitary Measures no5, 2010.

- James W. C. 1974. Assessment of plant diseases and losses. *Annu.Rev. Phytopath* 12: 27-48.
- Jensen A. M. M. and Johnsen I. 2002 Wild flora. Effects of Reduced Pesticide Use on Flora and Fauna in Agricultural Fields (ed. by P. Esbjerg and B.S. Petersen), pp. 30-66. Danish Environmental Protection Agency. Danish Ministry of the Environment, Copenhagen, DK.
- Jepsen J. U., Topping C. J., Odderskaer P., Andersen P. N. 2005. Evaluating consequences of land-use strategies on wildlife populations using multiple-species predictive scenarios. *Agriculture Ecosystems & Environment* 105: 81-594.
- Jimbo U., Kato T. and Ito M. 2011. Current progress in DNA barcoding and future implications for entomology. *Entomological Science* 14: 107-124.
- Johnen, A., Williams, I. H., Nielsson, C., Klukowski, Z., Luik, A. & Ulber, B. (2010). The proPlant decision support system: Phenological models for the major pests of oilseed rape and their key parasitoids in Europe. In *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests* (Ed. Williams, I. H.), pp. 381-403. Dordrecht, The Netherlands: Springer
- Jörg, E., Bartels, M., 2008. Ökonomischer und gezielter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. In: Tiedemann A. v., Heitefuss R., Feldmann F. *Pflanzenproduktion im Wandel – Wandel im Pflanzenschutz*, ISBN 978-3-941261-00-6; 150-164. © Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig, Germany
- Jørgensen L. N., Noe E., Langvad A. M., Rydahl P., Jensen J. E., Ørum J. E., Pinnschmidt H. og Bøjer O. Q. 2007a. Vurdering af Planteværn Onlines økonomiske og miljømæssige effekt. *Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen*, Nr.115. 246 sider.
- Jørgensen L. N, Noe E., Nielsen G. C., Jensen J. E., Ørum J. E., Pinnschmidt H. 2007b. Problems with disseminating information on disease control in wheat and barley to farmers. *Euro. J. Plant Pathol.* Doi: 10.1007/s10658-007-9259-9.
- Jørgensen L. N., Nielsen G. C., Ørum J. E., Jensen J. E., Pinneschmidt H. O., 2008a. Integrating disease control in winter wheat – optimizing fungicide input. *Outlooks on Pest Management*: 206 – 213.
- Jørgensen L. N., Jensen J. E., Noe E., Ørum J. E., Rydahl P. 2008. Growers' attitudes to crop protection issues. *Proceedings Crop Protection in Northern Britain 2008*.
- Jørgensen L. N. anf Hagelskjær L. 2003. Comparative field trials of various Decision Support Systems for cereal disease control. in: Wolffhechel H. (ed.): *Proceedings of the Crop Protection Conference for the Baltic Sea Region*, 28-29 April 2003, Poznan. DIAS report Plant Production no. 96.
- Jørgensen L. N., Secher B. J., Nielsen G. C. 1996. Monitoring diseases of winter wheat on both a field and a national level. *Crop Protection* 13: 383-390.

Jørgensen L. N., Hovmøller M. S., Hansen J. G., Lassen P., Clark B., Bayles R., Rodemann B., Jahn M., Flath K., Goral T., Czembor J., du Cheyron P., Maumene C., de Pope C., Nielsen G. C. 2010. EuroWheat.org - A Support to Integrated Disease Management in Wheat. *Outlooks on Pest Management* 21(4): 173-176.

Kempenaar C & van den Boogaard R (2004). MLHD, a decision support system for rational use of herbicides: developments in potatoes. Pages 1986 – 1996 in *Decision support systems in potato production*. Eds. MacKerron, D.K.L. & Haverkort, A.J. Wageningen Academic Publishers, Wageningen

Klueken, A, Hau, B. , Freier, B., Friesland, H, Kleinhenz, B. ,Poehling, M. H., 2009. Comparison and validation of population models for cereal aphids. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 116 (3), 129–140.

Knight J. D. and Thackray D. J. 2007. *Decision Support Systems. I: Aphids as crop pests* (eds. H van Emden og R Harington). CAB International 2007. S 677- 688.

Koch S., Dunker S., Kleinhenz B., Röhrig M., Tiedemann Av. 2007. A crop Loss-related Forecasting model for *Sclerotinia* Stem roo in Winter Oilseed Rape. *Phytopathology* 97: 1186-1194.

Kropff, M.J., Lotz, L.A.P., Weaver, S.E., Bos, H.J., Wallinga, J., Migo, T., 1995. A two parameter model for prediction of crop loss by weed competition from early observations of relative leaf area of the weeds. *Ann. Appl. Biol.* 126, 329-346

Kuckenbergh J., Tartachnyk I. and Noga G. 2009. Temporal and spatial changes of chlorophyll fluorescence as a basis for early and precise detection of leaf rust and powdery mildew infections in wheat leaves. *Precision Agriculture* 10(1): 34–44.

Lamb B. J., Gerber G. H. and Atkinson G. R. 1984. Comparison of developmental rate curves applied to egg hatching data of *Entomoscelis ameriana* Brown (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* 13: 868 – 872.

Lancashire P. D., Bleiholder H., Van den Boom T., Langelüddeke P., Stauss R., Weber E., Witzemberger A. 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology* 119: 561-601.

Lentz W. 1998. Model applications in horticulture: a review. *Scientia Horticulturae* 74: 151-174.

Lindblad M; Sigvald R., 1996. A degree-day model for regional prediction of first occurrence of frit flies in oats in Sweden . *Crop Protection*, 15, 559-565

Lindhard Pedersen H. 2003. Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i Frugt og Bær. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 38. 131 sider.

Lindhard Pedersen H., Jensen B., Munk L., Bengtsson M. og Trapman M. 2011. Reduction in the use of fungicides in apple and sour cherry production

- by preventative methods and warning systems. Rapport til Miljøstyrelsen 2011 (upubl).
- Logan J. A. 1976. An Analytic Model for Description of Temperature Dependent Rate Phenomena in Arthropods. *Environ. Entomol.* 5: 1133-1140.
- Logan J. A. 1988. Towards an Expert System for Development of Pest Simulation models. *Environ. Entomol.* 17: 359-376.
- Madden L. V., Hughes G., van den Bosch F. 2007. The Study of Plant Disease epidemics. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 421 sider.
- Matthews K. B., Schwarz G., Buchan K., Rivington M. and Miller D. 2008. Wither agricultural DSS?. *Computers and electronics in agriculture* 61: 149-159.
- Magarey R. D., Travis J. W., Russo J. M., Seem R. C., Magarey P. A. 2002. Decision Support Systems: Quenching the Thirst. *Plant Disease* 86: 4-14.
- Maude R. B., 2005. Onion diseases. In: The epidemiology of plant diseases, eds B. M. Cooke, D. Gareth Jones, B. Kaye side 491-520.
- McCown R. L. 2001. Learning to bridge the gap between science-based decision support and the practice of farming: Evolution in paradigms of model-based research and intervention from design to dialogue. *Aust. J. Agric. Res.* 52: 549-571.
- Miljøstyrelsen 2011. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2010. Orientering fra Miljøstyrelsen Nr. 5 2011. <http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2011/10/978-87-92779-45-8.pdf>
- Miljøstyrelsen (in prep). Pesticidbelastningen 2007-2010. Orientering fra Miljøstyrelsen Nr. xxx.
- Mills W. D. 1944. Efficient use of sulphur dusts and sprays during rain to control apple scab. *Cornell Ext. Bull.* 630. 4 pp.
- Miller S. A., Beed F. D. and Harmon C. L. 2009. Plant Disease Diagnostic Capabilities and Networks. *Annu. Rev. Phytopathol* 47: 15-38.
- Mir S. A. and Quadri S. M. K. 2009. Decision support systems: Concepts, progress and issues – A review. In: Climate change, intercropping, pest control and beneficial microorganisms (ed. E. Lichtfouse). *Sustainable Agriculture Reviews* 2, DOI 10.1007/978-90-481-2716-0_13.
- Mumford R., Boonham N., Tomlinson J., and Barker I. 2006. Advances in molecular phytodiagnostics – new solutions for old problems. *European Journal of Plant Pathology* 116:1-19.
- Navntoft S., Esbjerg P., Jensen A. M. M., Johnsen I. and Petersen B. S. 2003. Flora and fauna changes during conversion from conventional to organic farming. *Pesticides Research* No. 74, Danish Environmental Protection Agency.

Navntoft S., Petersen B. S., Esbjerg P., Jensen, A. M., Johnsen I., Kristensen K., Petersen P.H. and Ørum J.J.E. 2007. Effects of mechanical weed control in spring cereals - flora, fauna and economy. *Pesticides Research* 114: 90-95. Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, Denmark.

Navntoft S., Kristensen K., Andresen L. C., Sigsgaard L., Nimgaard R., Johnsen I. and Esbjerg. P. 2009. Buffer zones for biodiversity of plants and arthropods: is there a compromise on width? *Pesticides Research* 127, Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Navntoft S., Strandberg B., Nimgaard, R., Esbjerg P., Axelsen J. 2011 Effects of herbicide-free field margins on bumblebee and butterfly diversity in and along hedgerows. *Pesticides Research* 131, Danish Environmental Protection Agency.

Newe M., Meier H., Johnsen A. and Volk T. 2003. proPlant expert.com The online consultation system on crop protection in cereals, rapeseed, potatoes and sugar beet: A concept that meets the requirements of farmers and consultants in both Germany and Europe. *OECP/EPPO Bulletin* 33: 443-449.

Newton S., Lynch T. and Plummer A. A. 2000. Success and failure of decision support systems: Learning as we go. *American Society of Animal Science* 1-11.

Newton A., McRoberts N. and Hughes G. 2006. Information technology in plant disease epidemiology. In: B.M. Cooke, D. Gareth Jones & B. Kaye (eds), *The epidemiology of plant diseases*, 2 edition. S. 335-356.

Nielsen, G. C. 2008. Forecast and monitoring systems in agricultural crops in Denmark. *ENDURE rapport* 39 sider.

Nielsen S. F. 2003. Vejrbaseret model til varsling for salatskimmel. *Frugt og Grønt*, nr 6: 264-266.

Nielsen P. S., Axelsen J. 1988. Developmental time and mortality of the immature stages of the pollen beetle (*Meligethes aeneus* F) under natural conditions. *Journal of Applied Entomology* 105(2): 198-204.

Nielsen G. C., Hansen L. M. 2008. Bekæmpelsestærskler for bladlus i korn revideret, *Planteavl/orientering* nr. 09-846, Landscentret, Planteproduktion.

Nielsen B. J., Hansen J. G., Thyssen I., Pinnschmidt H., Plauborg F., Broge N. H., Bødker L., Møller L. og Woetmann Nielsen N. 2008. Forbedret mulighed for reduktion af fungicidforbruget i kartofler. *Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen*, Nr. 117 2008. 128 sider.

Nilsson H. E. 1995. Remote sensing and image analysis in plant pathology. *Ann. Rev. Phytopath.* 33: 489-527.

Odderskær P., Topping C., Rasmussen J., Petersen M. B., Dalgaard T. og Erlandsen M. 2006. Ukrudtsstriglingens effekter på dyr, planter og ressourceforbrug. *Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen* nr. 105. Miljøstyrelsen.

Olesen J. E., Berntsen J., Hansen E. M., Petersen B. M. and Petersen J. 2002. Crop nitrogen demand and canopy area expansion in winter wheat during vegetative growth. *European Journal of Agronomy* 16: 279-296.

Olesen, J. E., Pedersen, L., Christensen, S., Seche, B. J.M., Petersen, J. 1997. an integrated decision support system for management of winter wheat. First European Conference for Information Technology in Agriculture, Copenhagen, 15–18 June, 1997

Olesen, J.E., Hansen, P.K., Berntsen, J. & Christensen, S., 2004. Simulation of above-ground suppression of competing species and competition tolerance in winter wheat varieties. *Field Crops Research* 89: 263-280.

Olesen J. E., Olsen P. and Pedersen, L., 1996. Simulating nutrient balances in crop rotations. *Aspects of Applied Biology* 47: 85-92.

Östman Ö., Ekbom B., Bengtsson J. 2003 Yield increase attributable to aphid predation by ground-living polyphagous natural enemies in spring barley in Sweden. *Ecological Economics*: 149-158.

Pavan W., Fraisse C. W. and Peres N. A. 2009. A Web-based Decision Support Tool for Timing Fungicide Applications in Strawberry. AE450 from a series of the Agricultural and Biological Engineering Department, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida. 5 sider.

Petersen B. S., Navntoft S. 2002. Combined analyses. In: *Effects of Reduced Pesticide Use on Flora and Fauna in Agricultural Fields* (ed. by P. Esbjerg and B.S. Petersen), pp. 137-149. Danish Environmental Protection Agency. Danish Ministry of the Environment, Copenhagen, DK.

Philipsen H. 1983. Brug af gule limplader til vurdering af risiko for angreb af gulerodsfluen (*Psila rosae* F.). *Statens Planteavlsvforsøg Beretning* 1663. 87. bd., s. 389-398.

Plantegenest, M., Pierre, J.S., Van Waetermeulen, X., Astruc, E., 1999, Colibri. Les bases scientifiques d'un modele de prevision des populations du Puceron des epis *Sitobion avenae* *Phytoma* 516, 45-47.

Power E. F., Stout J. C. 2011. Organic dairy farming: impacts on insect-flower interaction networks and pollination. *Journal of Applied Ecology*, 48, 561 - 569

Projektworkshoppen. 2011. Referat fra workshop organiseret i Middelfart 28-29. april 2011 i forbindelse med indsamling af viden til denne udredning. Referat fra workshoppen findes som appendiks C i denne udredning.

Pruess K. P. 1983. Day-degree methods for pest management. *Environmental Entomology* 12: 613 – 619.

Rabbinge R, SA Ward and HH van Laar.1989. Simulation and systems management in crop protection. PUDOC, Wageningen, 420 pp.

Rabbinge R. and Mantel W. P. 1981. Monitoring for cereal aphids in winter wheat. *Neth. J. Pl. Path.* 87: 25-29.

- Racca P. and Jörg E. 2007. CERBET 3 – a forecaster for epidemic development of *Cercospora beticola*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 37: 344-349.
- Rasmussen J et al (2004) Tolerance of competitive spring barley cultivars to weed harrowing, Weed Research, 44, 446-452.
- Reddersen J., Elmholt S. and Holm S. 1998. Indirect effects of fungicides and herbicides on arthropods. Response to treatment-induced variations in leaf fungi and weeds in winter wheat 1994-1995. Pesticides Research 44. Danish Environmental Protection Agency.
- Reinink, K. 1986, Experimental verification and development of EPIPPE, a supervised disease and pest management system for wheat. Neth. J. P1. Path. 92 (1986) 3-14
- Ritz C (2010) Towards a unified approach to dose-response modeling in ecotoxicology, Environmental toxicology and chemistry, 29, 220-229
- Roubal, C. and Rouzet, J. 2003, Development and use of a forecasting model for *Cydia pomonella*. EPPO Bulletin, 33: 403-405. doi: 10.1111/j.1365-2338.2003.00664.x
- Roux, D. J., Rogers K. H., Biggs H. C., Ashton P. J. and Sergeant A. 2006. Bridging the science-management divide: moving from unidirectional knowledge transfer to knowledge interfacing and sharing. Ecology and Society 11(1): 4. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art4/>.
- Rydahl, P. 2003. A web-based decision support system for integrated management of weeds in cereals and sugarbeet. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 33: 455 – 460. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2338.2003.00679.x/pdf>.
- Rydahl P. 2005. Hvordan planlægges og gennemføres planteværn på 500 ha? Bilag til Plantekongres 2005. http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantekongres/Sider/PLK05_01_5_2_P_Rydahl.pdf?List=%7B872da5b4-2926-40fc-902f-96416f83b885%7D&download=true
- Rydahl P., Hagelskjær L., Bøjer O. Q., Jørgensen L. N., Bligaard J., Pedersen L. og Jørgensen M. 2002. PVO - et internetbaseret beslutningsstøttesystem. DJFrapport 64: 59-74.
- Samietz J., Graf B., Höhn H., Höpli H. U. and Schaub L. 2008. SOPRA: phenology modeling of major orchard pests – from biological basics to decision support. Acta Hort. (ISHS) 803:35-42 http://www.actahort.org/books/803/803_3.htm.
- Samietz J., Graf B., Höhn H., Schaub L. and Höpli H. U. 2008. Forecasting tree fruit pests. Agrarforschung, 15, 208-213.
- Secher B. J. M. 1991. The Danish plant protection recommendation models for cereals. Danish Journal of Plant and Soil Science 85: 127-133.

- Secher B.J., Jørgensen L. N., Murali N. S. and Boll P. S. 1995. Field Validation of a Decision Support System for Control of Pests and Diseases in Cereals in Denmark. *Pesticide Science* 45: 195-199.
- Sengonca C.; Hoffmann A.; Kleinhenz B. 1994. Investigations on development, survival and fertility of the cereal aphids *Sitobion-avenae* (F) and *Rhopalosiphum-padi* (L) (hom, aphididae) at different low-temperatures. *Journal of Applied Entomology* 117(3): 224-233.
- Sigvald R. 2011. Risk Assessments for Pests and Diseases of Field Crops, especially Forecasting and Warning Systems. I: Reducing the Risks Associated with the Use of Plant Protection Products. Side 165-182 (in press).
- Southwood, T. R. E. 1978. *Ecological Methods*. London, UK: Chapman and Hall
- Stensvand A., Gadoury D. M., Amundsen T., Semb L. og Seem R. C. 1997. Ascospore release and infection of apple leaves by conidia and ascospores of *Venturia inaequalis* at low temperatures. *Phytopathology* 87: 1046-1053.
- Stensvand A., Eikimo H., Gadoury D. M. and Seem R. C. 2005. Use of a rainfall frequency threshold to adjust a degree-day model of ascospore maturity of *Venturia inaequalis*. *Plant Disease* 89: 198-202.
- Strandberg, B. ; Pedersen, Marianne Bruus ; Elmegaard, N. 2005. Weed and arthropod populations in conventional and genetically modified herbicide tolerant fodder beet fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 105, 2005, s. 243-253.
- Sønderskov M., Axelsen J. A., Bruus M. and Tybirk K. 2006. Assessment of the effects of reduced herbicide applications on selected arable weeds by a simulation model. - *Agriculture, Ecosystem & Environment* 116(3-4): 216-224.
Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.008>.
- Streibig J. C., Jensen J. E. 2000. Action of herbicide mixtures, in *Herbicides and their Mechanism of Action* (ed AH Cobb and RC Kirkwood) Chapter 7, pp 153-180, CRC Press.
- Storkey J., Cussans J. W., Lutman P. J. W, Blair A. M. 2003 The combination of a simulation and an empirical model of crop/weed competition to estimate yield loss from *Alopecurus myosuroides* in winter wheat. *Field Crops Research* 84: 291-301.
- Taverne M., Dupeuble F., Penaud A. 2003. Evaluation of a diagnostic test for *Sclerotinia* on oilseed rape at flowering. 11th International Rapeseed Congress, Copenhagen 4: 1115-1117.
- Taylor, F.1981. Ecology and evolution of physiological time in insects. *The American naturalist* 117 (1): 1- 23.
- Trapman M. C. 1993. Control of scab on the basis of RIM. *De Fruitteelt* 5: 31-34.

- Trapman M. C 1994. Development and evaluation of a simulation model for ascospore infections of *Venturia inaequalis*. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 17: 5-67.
- Trapman M. C. and Polfliet M. 1997. Management of primary infections of apple scab with the simulation program RIMpro: review of four years field trials. IOBC Bulletin 20: 241-250.
- Tschöpe B., Kleinhenz B., Keil S. and Zellner M. 2010. Öko-SIMPHYT (= Organic-SIMPHYT): A forecasting system for specific scheduling of copper fungicides against late blight. Twelfth EuroBlight workshop, Arras France, 3-6 May 2010. PPO-Special Report no. 14: 153 – 158.
- Twengström E. and Sigvald R. 1993. Forecasting sclerotinia stem rot using meteorological and field specific data. Proceedings of the Workshop on Computer-based DSS on Crop Protection. Parma, Italy, 23–26 November.
- Twengström E., Sigvald R., Svensson C. and Yuen J. 1998. Forecasting Sclerotinia stem rot in spring sown oilseed rape. Crop Protection 17: 405-411.
- Van Laer S., Hauke K., Meesters P. and Creemers P. 2005. Botrytis infection warnings in strawberry: reduced enhanced chemical control. Commun Agric Appl Biol Sci 70: 61-71.
- Vejledning i Planteværn 2011 (ed: A-C Bjerg), Videncentret for Landbrug, Landbrugsforlaget. 415 sider.
- Verreet J. A, Klink H. and Hoffmann G. M. 2000. Regional Monitoring for Disease Prediction and Optimization of Plant Protection Measures: The IPM Wheat Model. Plant Disease 84: 816-826.
- Widmark A. K. 2010. The late blight pathogen, Phytophthora infestans. Diss. (sammanfattning/summary) Uppsala : Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis agriculturae Sueciae 2010:2.
- Zadoks J. C. 1984. A quarter Century of Disease warning 1958-1983. Plant Disease 68: 352-355.
- Zadoks J. C. 1985. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. Annu. Rev. Phytopathol. 23: 455-473.
- Zadoks J. C., Chang T. T. and Konzak C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Eucarpia Bull. No. 7. 10 sider.
- Zadoks J. C. and Schein R. D. 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. New York, Oxford University Press. 427 sider.
- Ørum, J.E. and Christensen J. 2001. Produktionsøkonomiske analyser af mulighederne for en reduceret pesticidanvendelse i dansk gartneri. Rapport fra Fødevareøkonomisk Institut.
- Ørum J. E., Boesen M. V., Jørgensen L. N., Kudsk P. 2008. Opdateret analyse af de driftsøkonomiske muligheder for en reduceret pesticidanvendelse i dansk landbrug - en beskrivelse af udviklingen fra 2003 – 2008. Fødevareøkonomisk Institut. Rapport nr. 197.

http://www.foi.life.ku.dk/Publikationer/FOI_serier/~-/media/Foi/docs/Publikationer/Rapporter/Nummererede%20rapporter/2008/Rapport_197.pdf.ashx

Links:

<http://www.landbrugsinfo.dk/planteavl/plantevaern/varslingsregistreringsnet/sider/startside.aspx> 1.9.2011

<http://www.cropmonitor.co.uk/index.cfm> 25.10.2011

<http://pdsorter.pdir.dk/obs2011.html>

http://pvo.planteinfo.dk/cp/graphics/namelist.asp?pi=1&language=da&taskid=5&namegroupid=2&sortingid=4&id=djf&pi_menu=1&pi=1&fuzz=9788&fuzz=9788

http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/Plantesygdomme/Sider/pl_11_516.aspx

http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/IPM/demobrug/Sider/pl_11_660.aspx og

http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/IPM/demobrug/Sider/pl_11_541.aspx (26.10.2011)

http://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantevaern/Varslingsregistreringsnet/Sider/pl_11_299.aspx 1.8.2011)

http://www.vips-landbruk.no/index_kultur_korn.jsp

<http://www.sortinfo.dk/Oversigt.asp>

<http://www.ffe.slu.se/PV/svensk/aktuellt/aktuellt.html> , 13.10.2011.

<http://www.agf.gov.bc.ca/cropprot/sclerot.htm> 5.10.2011

<http://www.proplantexpert.com/expert/index.jsp> 1.10.2011

<http://www.euroblight.net/EuroBlight.asp> 28.5.2011

http://www.fruitweb.info/prog_scab.php den 25.8.2011

<http://www.pocketdiagnostic.com/> 1.12.2011)

<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/00-045.html#monitoring>, 12.10.2011

<http://www.landbrugsinfo.dk/planteavl/havebrug/frilandsgroensager/sider/startside.aspx> 28.8.2011

Appendiks A

En grundig gennemgang af Planteværn Online

PVO-ukrudt

Monitering

Der kræves input til systemet angående afgrødens vækststadie, identifikation af ukrudtsarterne, samt disse arters tætheder og vækststadier. Ukrudtsarternes tætheder vurderes på en skala bestående af grove trin som f.eks.: ½ – 1, 2 – 10, 11-40, 41 – 150, over 150 planter pr kvadratmeter, og udviklingstrinnet vurderes efter antallet af blade, også på en grov skala som f.eks. 0-2 blade, 2-3 blade, 4-6 blade eller over 6 blade. Disse vurderinger skal foretages for alle relevante ukrudtsarter og tages ind i systemet.

Varsling

Der indgår ikke nogen decideret varsling i PVO-ukrudt, da der ikke foretages nogen fremskrivning af hverken ukrudtets – eller afgrødens udvikling, og der foretages heller ikke nogen risikovurdering i forhold til evt. udbyttetab. Udbyttetabet ligger implicit i udløsningen af et bekæmpelsesbehov.

Beslutningsstøtte

Ukrudtsdelen af Planteværn online omfatter en lang række muligheder for at bestemme bekæmpelsesbehov og anviser behandlingsmuligheder. Det kan på baggrund af en markrapport anviser behandlinger med lavest mulige brug af herbicider (pris eller BI). Andre faciliteter viser, hvornår forskelligt ukrudt skal overvåges og måske bekæmpes i løbet af en hel vækstsæson og giver overblik over herbiciders effektmæssige styrker og svagheder under forskellige forhold. Der er også nøgler, som kan hjælpe med at bestemme ukrudtsarter, og hjælp til at vælge sprøjteteknik, som kan fastholde effektpotentialer og undgå afdrift under forskellige forhold.

Foruden den korte gennemgang nedenfor er der en lang række faciliteter, der ikke vil blive berørt. Det er for eksempel detaljeret information af valgte midler ved at linke middeldatabasen og PVO og muligheder for at tjekke betimeligheden af at brugeren har valgt en herbicidblanding som er accepteret af firmaerne.

Som tidligere nævnt bygger anbefalingerne for bekæmpelse på eksisterende doseringskurver, der ligger som et bibliotek in programmet. I "Problemløser" faciliteten kan man få beregnet et givet bekæmpelsesbehov på grundlag af en række input fra brugeren, som vist i figur A.1. En vigtig faktor er bekæmpelsesbehovet, som giver den procent virkning på ukrudtet man ønsker for at få det man kalder en tilfredsstillende bekæmpelse. I figur A.2 er bekæmpelsesbehovet vist som 85 %, og kurven viser, hvilken dosering der skal bruges for at opnå netop dette bekæmpelsesbehov. Bekæmpelsesbehovet kan variere, især når vi har med problematiske ukrudtsarter at gøre, men det kan defineres ge-

nerelt. Det er indlysende fra figur A.2, at jo lavere effekt man ønsker, jo lavere dosis skal man bruge.

Planteværn Online 8. maj 2011
 Agro-region: Danmark

Ukrudt > Problemløsning > Behandlingsforslag

Bekæmpelsesmuligheder, sorteret efter Pris < Tilbage Udskriv Effekt

Nr.	Produkter	Dosis (enhed/ha)		Pris (kr./ha)	BI
		Aktuel	Normal		
1	Hussar OD	0,03 l	0,03 l	102,0	0,86
	Renol	0,5 l		25,0	
	<i>I alt</i>			127,0	0,86

Hussar OD må anvendes højst en gang pr. år. Hvis Hussar OD blandes med andre herbicider end 'minimidler', erstattes tilsætningen af olie med 0,4 l/ha Isoblette eller et tilsvarende additiv. Hussar OD skal ifm. fremavl anvendes efter Plantedirektoratets instruks.

Effekt mål

85% effekt på *Pileurt, snerle* 75% effekt på *Rapgræs, enårig*

! = Max. Dosis har lav effekt!
 * = Anerkendt blanding/Anerkendt splitbehandling
 🌿 = Overfør til Bruger's blanding. Herved vises løsningens effekt på flere ukrudtsarter

Forudsætninger for beregning

Variabel	Værdi
Afgrøde	Byg, vår
Udlæg	Ingen
Forventet udbytte	45-60 hkg/ha
Udviklingstrin	23. 3. sideskud synligt
Min. Temp.	8°C
Max. temp.	14°C
Tørkestress	Ingen
Blandinger optimeret efter	Pris

Planteværn Online 1. maj 2011
 Agro-region: Danmark

Ukrudt > Problemløsning > Markrapport

Forudsætninger for beregning Strategi for en vækstsæson

Afgrøde

Afgrøde: Byg, vår Udlæg: Ingen
 Forventet udbytte: 45-60 hkg/ha
 Vækststadiet: 23. 3. sideskud synligt

Vækstbetingelser

Min. Temp. 8°C Max. temp. 14°C

Ukrudt, fundet ved markinspektion

Ukrudtsarter	Udviklingstrin	Tæthed	Behov	Slet markerede arter
Pileurt, snerle	3-4 blade	41 - 150 pl./m ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rapgræs, enårig	5-6 blade	41 - 150 pl./m ²	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
----- Vælg -----	----- Vælg -----	----- Vælg -----	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tørkestress: Ingen

Grundlag for beregning

Find bedste bekæmpelsesmuligheder m.h.t. Pris

Behandlingsmuligheder >>

Figur A.1 Problemløsningspanel for beregning af behandling i Vårbyg med løsningsforslag. Input til bestemmelse af bekæmpelsesbehovet (A) og resultatet i (B) hvor et! tegn viser at bekæmpelsen ikke er tilfredsstillende

136

På grundlag af afgrøden, det forventede udbytte og udviklingstrin, samt vækstbetingelser i form af temperatur og eventuel tørkestress kan man ved at sætte ukrudtsarter ind med deres udviklingstrin og tæthed få en vurdering af behov for bekæmpelse og ofte en række af behandlingsmuligheder (figur A.1). Bekæmpelsesbehovet fastlægges ved brug af beslutningsalgoritmer, som baseres på ekspertviden, som desværre objektivt set er ret vagt defineret. Heri indgår hensyn til: a) kvantitet og kvalitet af udbytte, b) ukrudtets opformering (frøproduktion og vegetativ formering), c) høstbesvær, d) kosmetik.

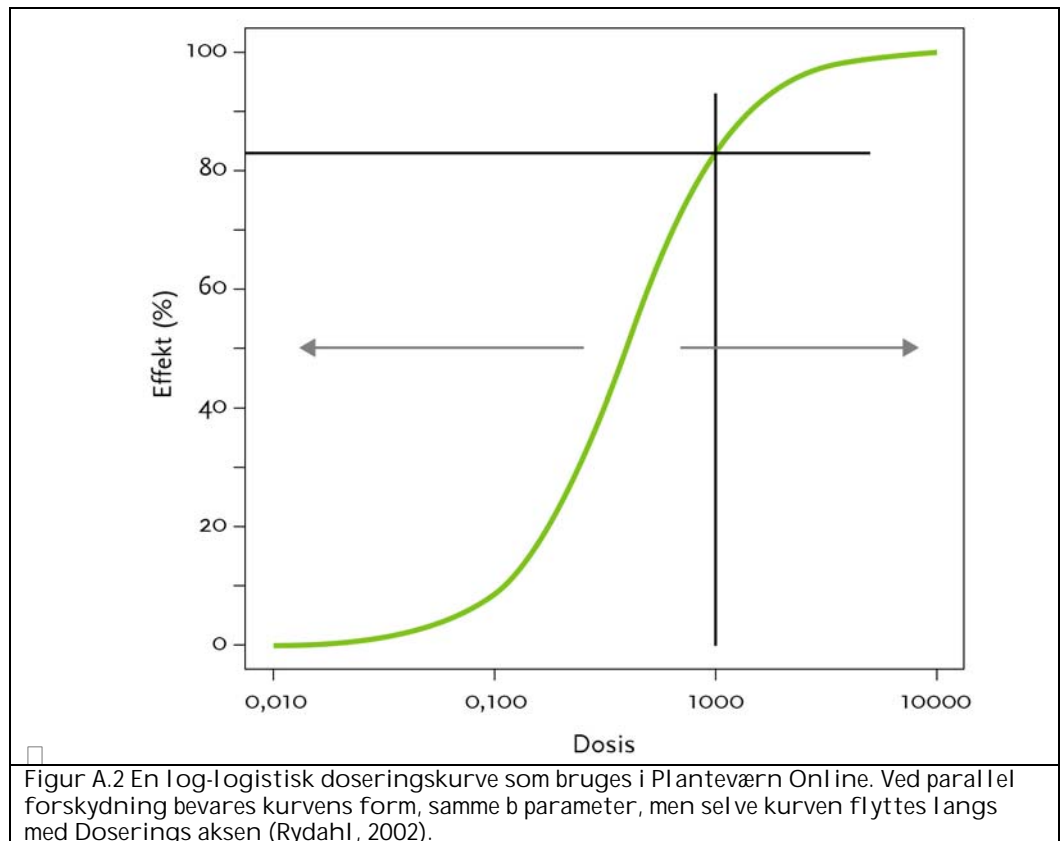
Disse hensyn vægtes sammen med henblik på at undgå forringelser i sammenligning med de bedste referencebehandlinger. Det sammenvægtede bekæmpelsesbehov udtrykkes som et "effektkrav" mod de enkelte ukrudtsarter.

Med henblik på at finde behandlingsmuligheder, som kan indfri effektkravene, anvendes lagrede prædikterede doseringskurver beregnet med den sigmoide log-logistiske dosis-respons-model

$$E_n = \frac{100}{1 + \exp(-2(a + b \log(x)))} \quad (1)$$

hvor E_n er prædikterede procent virkning ved dosering, x , og 100 i tælleren svarer til fuldstændig bekæmpelse; b angiver den relative hældning om ED50 som er defineret ved $10^{-a/b}$.

På grundlag af denne grundmodel genereres horisontale parallelforskydninger af grundkurven ved forskellige scenarier for kurveplaceringen på dosisaksen, fordi hældningen b ikke ændrer sig (Figur A.2)



Det matematiske udtryk er vist i ligning (2)

$$E_n = \frac{100}{1 + \exp(-2(a_n + b_n \log(x/(r_s \times r_t \times r_v))))} \quad (2)$$

hvor

a_n er den horisontale forskydning af doseringskurven for ukrudtsart n .

b_h er et udtryk for stejlegheden af kurven ved 50 % effekt for herbicid h .

x er den aktuelle dosering (enhed/ha).

r_s er en korrektionsfaktor for ukrudtsstørrelse, klasse s .

r_t er en korrektionsfaktor for temperatur, klasse t .

r_v er en korrektionsfaktor for tørkestress, klasse v .

Ovenstående benyttes til alle kombinationer af ukrudt, afgrøde og herbicid, men med forskellige størrelse af alle r -parametrene, som involverer en såvel kvantitativ som kvalitativ størrelse. Beregningen af disse parametre er blevet foretaget på baggrund af et stort antal dosis-respons. Det bemærkes, at hældning b_n og parameteren a_n ikke ændres.

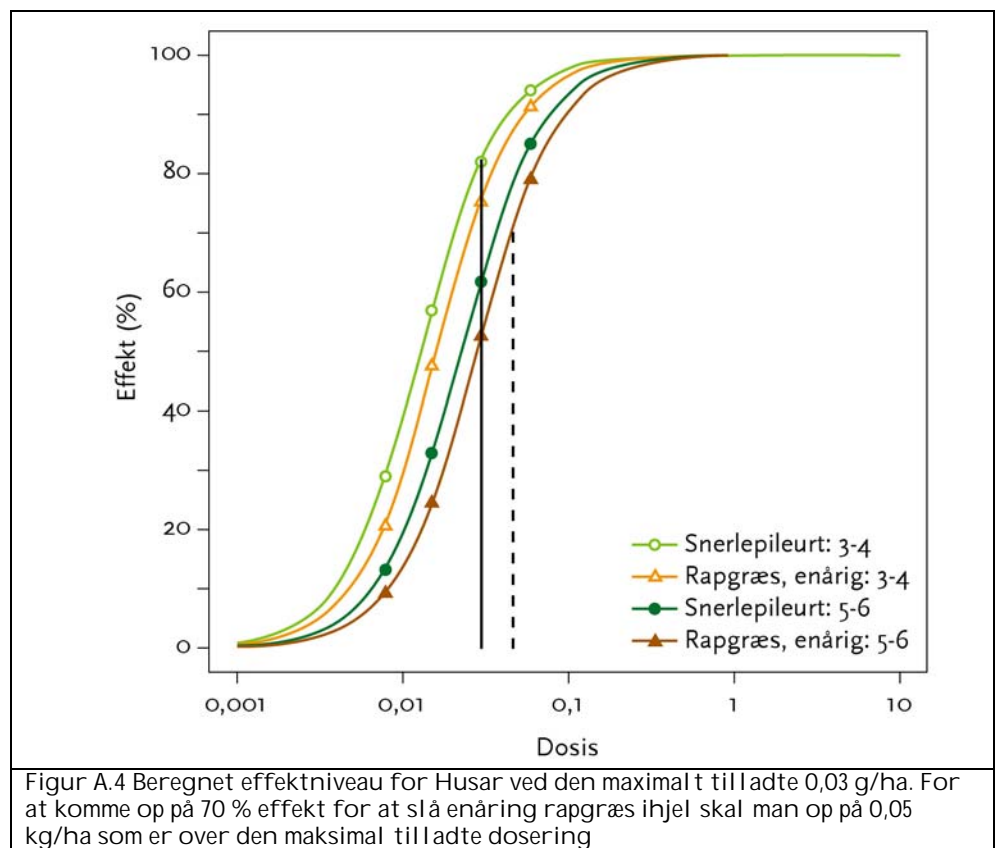
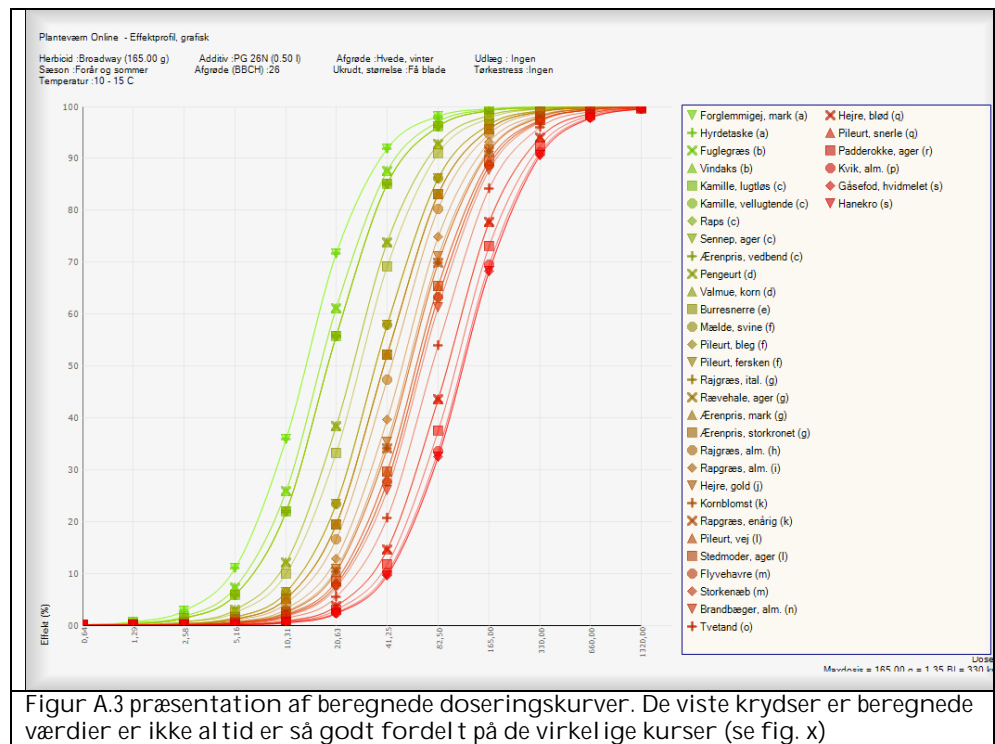
Ifølge Per Rydal:

"Estimater for parameteren a_n opnås fra resultater fra markforsøg med naturlige ukrudtsbestande, hvor enkeltherbicer er anvendt i mindst 2 doser. De fleste datasæt stammer fra forsøg fra forskellige leverandører, lande, år, produktformuleringer og forsøgsmetodik.

Estimater for parametrene b_h , r_s , r_t og r_v opnås fra resultater fra pottforsøg, hvor enkeltherbicer anvendes i 4-8 doser mod udvalgte, udsåede ukrudtsarter. Data stammer i helt overvejende grad fra forsøg i AU semi-field anlæg.

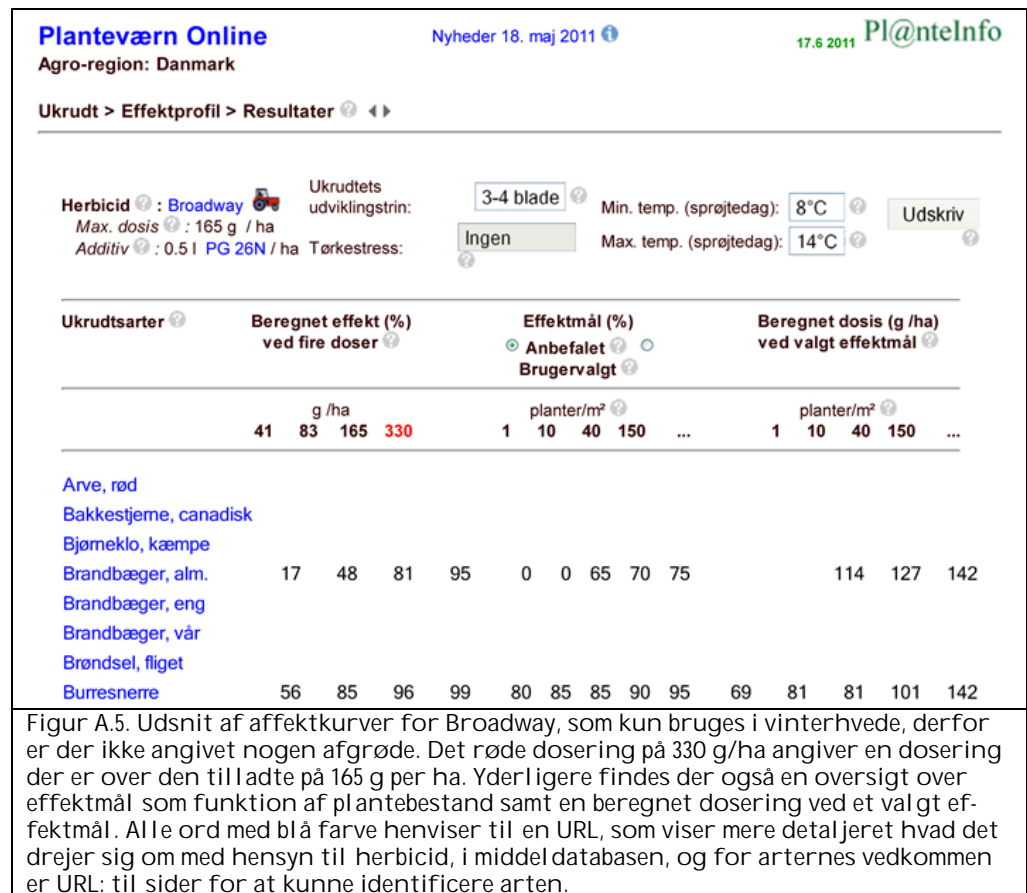
Data, som kan være meget forskellige i omfang og kvalitet, omsættes til estimater ved brug af en subjektiv metode, hvor estimater bevidst gøres 'skæve' (biased), så der forventes højere effekt i gennemsnit end beregnet. Disse systematiske skævheder gradueres efter ukrudtsarterne tabsvoldende egenskaber og under hensyntagen til, at der kan forekomme vekselvirkninger mellem parametre, som ikke på anden måde indregnes. Det samlede koncept, hvor bekæmpelsesbehov fastlægges og bekæmpelsesmuligheder for enkelt-herbicer beregnes ved brug af subjektive metoder, kan således karakteriseres som et 'ekspertsystem', der tilstræber at udnytte reduktionsmuligheder for herbicidforbrug ved at 'plukke lavt hængende frugter', hvilket har været et vigtigt fokus under de seneste årtiers danske pesticidplaner. Beregningen af bekæmpelsesbehovet foretages ud fra eksisterende doseringskurver eller afledte heraf se ligning (2). I effektprofilen kan brugeren selv "bestemme" den ønskede bekæmpelse ved at anføre en ønsket reduktion i ukrudtsbiomasse i procent 4 – 6 uger efter en herbicidbehandling i forhold til biomassen på et ubehandlet referenceareal".

Nedenstående figur A.3 viser effektkurver af Broadway på en række arter. Det eftertragtede effektniveau ligger over 70 % men afhænger også af, om en ukrudtsart kan tolereres eller ikke. De viste punkter på kurverne er ikke rigtige punkter men beregnede punkter, ligesom selve kurverne, som bruges til at identificere de enkelte ukrudtsarter.

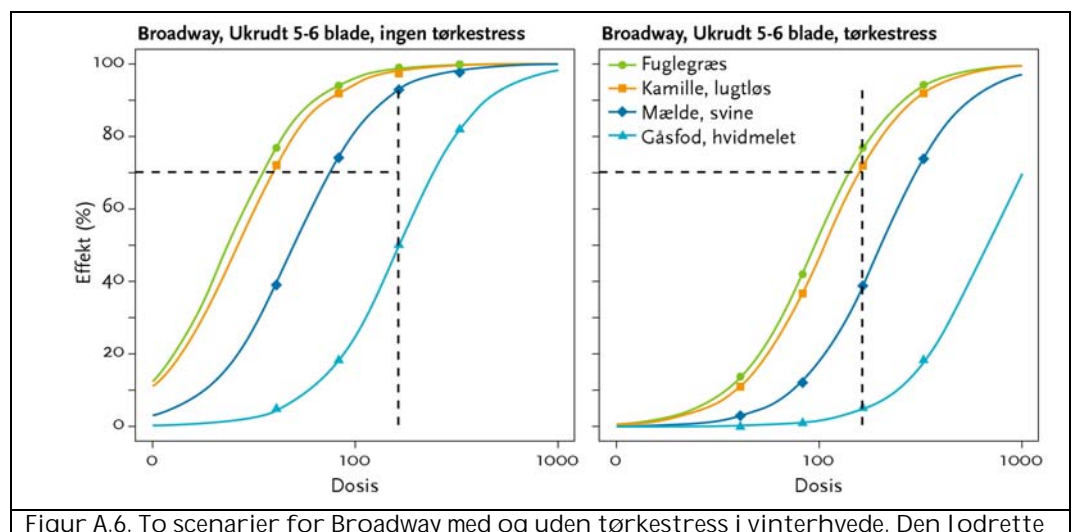


Bekæmpelsesbehovet beregnes ud fra effektmål. Som det fremgår af figur A.4 opnås der en 85 % bekæmpelse af snerlepileurt men ikke for Enårig rapgræs, hvor bekæmpelsen kun er ca. 50 % ved 0,03 (Figur A.4 – lodrette fuldt optrukne linje), men ikke for Snerlepileurt hvor der er tilfredsstillende bekæmpelse uanset udviklingstrin. For enårigt rapgræs kan man nå den ønskede 75 % bekæmpelse ved 0,05 kg/ha, hvilket er over den tilladte dosering (Figur A.4 – lodrette stiplede linje). Forklaringen på at det forholder sig sådan kan ses i

figur A.1 A, hvor der er et udråbstegn,!, for rapgræs, fordi bekæmpelsen ved den højst tilladte dosis ikke er tilfredsstillende. I tilfælde af at der overhovedet ikke er nogle løsningsmuligheder, vil brugeren få besked om dette. Kurverne i figur A.4 er rigtigt godt bestemt ud fra effekterne taget fra effektarket for Broadway, hvoraf en lille del er vist i Figur A.5



Et eksempel på doseringskurver fra Broadway er vist i fig. A.6, hvor der sprøjtes med og uden tørkestress. Det kan tydelig ses, at ved tørkestress er ukrudtsarterne langt mindre følsomme, idet kurverne er parallelforskydet til højre. Yderligere ses det, at mens hvidmelet gåsefod ikke kan bekæmpes med den maksimale tilladte dosering uanset tørkestress eller ej, kan lugtløs kamille ikke bekæmpes under tørkestress.



røde streg angiver maksimal tilladte dosering og den stiplede røde streg angiver 70 % effektniveau. Hældningen b er ca. -2 når kurverne fittes med en log-logistisk kurve defineret af Ritz (2010). For den log-logistisk model i ligning 1 vil hældningen være ca. 1.

Efter at have kørt en lang række doseringskurver inden for forskellige herbicider er det iøjnefaldende, at i langt de fleste tilfælde ligger hældninger næsten på samme niveau omkring 2,0. Det fremgår ikke af den litteratur, der beskriver udviklingen af doseringskurverne i PVO-ukrudt, hvorledes man har "valgt" hældningerne. For Husars vedkommende i figur 5 er hældningerne omkring 1,8. Ifølge Per Rydahl har man for: Ioxynil, Bromoxynil, Flyroxypryr = 3 og for SU-midler = 1. Disse værdier baseres på konservative tolkninger af resultater fra potteforsøg, hvor 4-6 doser er afprøvet.

I gennemgangen ovenfor beskrives, hvordan PVO beregner bekæmpelsesbehov (effektkrav) og beregner de nødvendige doser af enkelherbicider for at indfri effektkravet. I mange marker vil det imidlertid være fordelagtigt at blande flere herbicider i sprøjtetanken, eksempelvis hvis der forekommer mange ukrudtsarter, som ikke kan bekæmpes tilfredsstillende med et herbicid, eller hvis forbruget af herbicider herved kan reduceres (pris eller BI).

Herbicidblandingers effekt beregnes med den såkaldte additionmodel for doseringer af forskellige midler (ADM) (Streibig & Jensen, 2000). Vi vil ikke gå nærmere ind i regnemodellen bag denne men lige nævne, at man kan beregne, hvilken effekt en given blanding har, under forudsætning af at man kender doseringskurverne for herbiciderne doseret hver for sig. Det korte og det lange er, at man forudsætter, at herbiciderne i en given blanding ikke påvirker hinandens virkning i planten. En rimelig antagelse al den stund at det er yderst sjældent, man har målt statistisk sikre antagonistisk eller synergistisk virkning mellem herbiciderne i en blanding

ADM anvendes til at sammensætte relevante 2-, 3- og 4-vejs herbicidblandinger, beregnes og rangordnes efter pris eller BI sammen med løsningsforslag med enkelt-herbicider. Konkrete blandinger sammensættes sådan, at pris eller BI minimeres. ADM anvendes også "Brugers blanding", hvor brugeren kan få beregnet en blandings virkning mod flest mulige ukrudtsarter. Herved kan PVO ukrudt tilbyde uafhængige vurderinger af herbicidblandinger, som anbefales af planteavlskonsulenter og sælgere.

I kraft af ADM kan PVO ukrudt anviser løsninger, som spænder vidt i herbicidindsats, fra $BI=0,05$ (f.eks. 5 % af et enkelt herbicid) til $BI=4,0$ (4 herbicider i fuld dosis). Hermed kan PVO bidrage både til optimering og til genoprette nødvendig kontrol, når ukrudtsbekæmpelsen af forskellige grunde er slået fejl.

I figur A.7 er der givet et eksempel på en brugerblanding og dens virkning på de ukrudtsarter, som indgår i begge herbiciders effekttabeller. Brugeren har mulighed for at tjekke, om firmaerne står inde for blandingen (som er nævnt på etiketten eller på anden vis sagt god for af firmaet eller af firmaet bag blandingspartneren) eller om blandingen, som erfaringsmæssig ikke har voldt problemer, blandes på eget ansvar, når generelle forholdsregler følges, dvs. at firmaet ikke står inde for blandingens virkning.

Forudsætninger for beregning Strategi for en vækstsæson ?

Afgrøde

Afgrøde: Byg, vår Udlæg: Ingen

Forventet udbytte: 45-60 hkg/ha

Vækststadiet: 23. 3. sideskud synligt

Vækstbetingelser

Min. Temp.: 8°C Max. temp.: 14°C

Ukrudt

Udviklingsstrin: 5-6 blade Tørkestress: Ingen

Blanding

Herbicide (Max. dosis/ha)	Dosering
Tomahawk 180 EC (0.70 l)	0.35
Hussar OD (0.030 l)	0.02
----- Vælg -----	0
----- Vælg -----	0

Vis alle ukrudtsarter

Gem mine valg på denne side i URL-adressen ?

Figur A.7 Brugerens valg af blanding og effektorventning for de ukrudtsarter som, som indgår i programmet for begge herbicider

Planteværn Online – sygdomme

Planteværn Online er et internetbaseret beslutningsstøttesystem til brug i korn (Rydahl, 2003; Jørgensen *et al.*, 2007a). Planteværn Online udvikles af Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, og udbydes af Videncentret for Landbrug via LandbrugsInfo. I det følgende beskrives sygdomsdelene af PVO. Det nuværende system er en videreudvikling af det computerbaserede PC-Planteværn, der blev taget i brug i 1991 (Secher, 1991), og virkede indtil Planteværn Online blev tilgængeligt i 2002 (Rydahl *et al.*, 2002).

Monitering

For at bruge Planteværn Online – sygdomme skal systemet have information om hvilken sygdom, der er til stede og angrebsgraden. I PVO indgår følgende sygdomme.

Vinterhvede: Gråplet (*Septoria tritici*, *Mycosphaerella graminicola*), meldug (*Blumeria graminis*) og gulrust (*Puccinia striiformis*), brunrust (*Puccinia tritici-na*), hvedebladplet (*Pyrenophora tritici-repentis*) og knækkefodsyge (*Oculimacula* spp).

Vinter- og vårbyg: Meldug (*Blumeria graminis*), skoldplet (*Rhynchosporium secalis*), bygbladplet (*Drechslera teres*, *Pyrenophora teres*) og byggrust (*Puccinia hordei*).

Sygdommen skal således diagnosticeres og angrebsgraden vurderes i marken og efterfølgende indtastes via systemets hjemmeside. Angrebsgraden angives ligesom ved ukrudt på en grov skala som f.eks. 0 – 10 %, 11-25, 26 – 50, 51 – 75, og 76 – 100 % angrebne blade.

Varsling

Planteværn Online – sygdomme er baseret på skadetærskler (Rydahl, 2003). Overskrides en vis tærskel, udløses en varsel. Tærsklen er afhængig af værtspatogen-systemet og bygger på viden om de enkelte sygdommes biologi (sygdomsangreb-udbyttetabsrelationer) og på viden om de enkelte sygdommes følsomhed over for fungicider. Videncentret for Landbrug har udarbejdet en vejledning, der angiver vejledende skadetærskler for bekæmpelse af svampesygdomme i korn, som de anvendes i Planteværn Online i 2011 (Vejledning i Planteværn, 2011), se tabel i appendiks 2. Det fremgår af tabellen, at varslingen i de fleste tilfælde bygger på angrebsgraden, men i enkelte tilfælde, gråplet i vinterhvede og skoldplet i byg, inddrages nedbør i et antal dage. Vigtigt er også afgrødens udviklingstrin og sortens modtagelighed for sygdommen. Sorternes resistens/modtagelighed inddeles i 5 grupper og bygger på bedømmelser i observationsparceller (se under Monitering, afsnit 5.2.4).

Beslutningsstøtte

Der er udviklet en række hjælpeværktøjer, der anvendes i beslutningsforløbet: En strategi for vækstsæsonen, der giver en oversigt over opgaver vedrørende plantebeskyttelse i løbet af en vækstsæson. For sygdomme er der ikke indbygget 'problemløsning' som der er for ukrudt.

En sygdomsoversigt giver en kort beskrivelse af sygdommenes biologi med illustrative fotografier.

Middeldatabasen indeholder oplysninger om de plantebeskyttelsesmidler, der bliver eller har været anvendt i Danmark. Her kan søges oplysninger om midler til bestemte formål, aktuelle priser, blandingstabeller, off-label godkendelser og afstandskrav til vandmiljø.

Beregningstabeller, der angiver hvilken handling, der skal foretages. "Beregningerne" om, hvorvidt der bør bekæmpes eller ej, foretages ved tabelopslag for hver kombination afgrøde og sygdom. Tabelopslaget giver direkte anvisning om bekæmpelse eller ej. Tabellerne er baseret på en stor mængde empiriske data, der hele tiden udbygges. Derudover indgår der en del tommelfingerregler og ekspertvurderinger, så systemet kan siges at være stærkt erfaringsbaseret.

Tabellerne har en struktur som tabel A.1, hvor et evt. behov for behandling vurderes ud fra kombinationer af afgrødens vækststadium og procent angrebne planter eller blade.

Tabel A.1. Eksempel på hvordan tabel Ierne, der ligger til grund for anbefalingerne i PVO-sygdomme og skadedyr ser ud. Tabellen er fiktiv, og viser ikke nogen bestemt afgrøde.

Vækst- stadie	infektionsgrad (% officered planter)					
	0	1-10	11-25	26-50	51-75	76-100
	Vurdering på hele planter					
29-30	0	1	2	3	3	3
31	0	2	2	3	3	3
	Vurdering på de tre øverste blade på hovedstrået					
32-40	0	1	2	2	3	3
41-60	0	0	0	0	0	0
61-65	0	0	0	0	0	0

Anbefalede behandlinger: 0 = ingen behandling, 1 = behandling hvis der alligevel skal behandles imod andre sygdomme, skadedyr eller sygdomme, 2 = behandling hvis der skal behandles mod andre sygdomme eller skadedyr, eller hvis en anden sygdom får 2, eller hvis der skal behandles mod ukrudt, 3 = der bør behandles.

Hvis PVO-sygdomme anbefaler behandling, er næste trin at vælge middel, blanding af midler og dosering. Doseringen er faktorkorrigeret og baseret på følgende 5 faktorer 1) Hvilken sygdom, der skal behandles, 2) Angrebsgraden eller risikofaktorens størrelse, 3) Afgrødens vækststadium, 4) Effekten af det valgte middel og 5) Sortens resistenskarakter (Jørgensen et al, 2007).

SortInfo <http://www.sortinfo.dk/Oversigt.asp> formidler opdateret information om sorters resistens mod de vigtigste sygdomme, forudsiger behov for kemisk bekæmpelse og viser effekten af kemiske bekæmpelse på udbytte.

Antallet af brugere af PVO-sygdomme angives til 850 (Nielsen, 2008) til 1000 landmænd (ENDURE rapporten, 2009), - sidstnævnte tal vurderes at være højt sat. Mulige hindringer i brugen af PVO-sygdomme er belyst af Jørgensen et al. (2007a og 2008b), og indbefatter landmandens holdning til beslutningsstøttesystemer, manglende tid til at udføre sygdomsbedømmelserne og manglende økonomisk incitament.

PVO- Skadedyr

I Danmark findes derimod for nærværende kun et beslutningsstøttesystemer for skadedyr. Det er PVO for bladlus og kornbladbiller i korn (Olesen et al. 1997; Hagelskjær og Jørgensen, 2003). I PVO samles kornbladlus, havrebladlus og græsbladlus under et med fælles skadetærskel. Tærsklen er opdateret i 2008 (Nielsen og Hansen, 2008) og i den forbindelse sænket. Der findes binomiale modeller for, hvordan antal angrebne aks relaterer sig til antal bladlus af en given art (ref.), og én for kornbladlus i vinterhvede er specifikt udviklet til at kunne anvendes af landmænd (Rabbinge, 1981). Den danske model er modificeret til at kunne bruges i alle kornarter over summen af bladlusarter. Systemet behøver to informationer fra brugeren (konsulenten/ landmanden): vækststadie og antal angrebne aks. I modsætning til varslingsmodellen for kornbladbillen anvender PVO for kornbladbillen en binomial opgørelse baseret på andel strå med biller.

Det er almindeligt at anvende insekticid i tankblanding med fungicid. Herved spares en udbringning. Således anbefales insekticidbehandling frem til vækststadie 73 ved 40 % strå med bladlus, men ved samtidig fungicidbehandling allerede ved 25 % strå. På senere vækststadier er der først anbefalet behandling ved 100 % angrebne strå.

Modellen for doseringsberegningerne er justeret, sådan at doser af pesticider reduceres med 25 %, hvis brugeren angiver en forventet hvedepris på < 90 kr./hkg, og vækststadiet er 32 eller senere.

Bladlus modeller blev justeret, så de standser ved vækststadiet 75 i alle kornafgrøder. I vækststadiet 75 udløses kun behandling, hvis angrebet er 100 %.

Modellen for kornbladbillens larve er justeret, så de standser ved kornets vækststadiet 59.

Mens skadetærskler for bladlus i korn og kornbladbillen i PVO skulle være velunderbyggede, angives at skadetærskler for andre skadedyr i korn og skadedyr i andre afgrøder at være skønsmæssige (Hagelskjær og Jørgensen, 2003).

Tabel 5.5 sammenfatter PVO og en række europæiske eksisterende beslutningsstøttesystemer for skadedyr i korn. Som for Danmark ligger fokus på bladlus i korn, især kornbladlusen.

Appendiks B

Skadetærskler anvendt i Danmark 2011

Videncentret for Landbrug, Skejby, har udarbejdet vejledninger, der angiver de vejledende skadetærskler for sygdomme og skadedyr. I tabel B.1. og B.2 er vist, hvilke afgrøde- skadevolderkombinationer, der bedømmes, opgørelsesmetode og skadetærsklerne anvendt i 2011.

Tabel B.1. Vejledende bekæmpelsestærskler for plantesygdomme i korn 2011
V.s.= vækststadium

Afgrøde	Sygdom	Opgørelsesmetode og skadetærskler
Vinterhvede	Meldug	Modtagelig sort: V.s. 29-31: Over 10 % angrebne planter. V.s. 32-40: Over 25 % Ikke modt./delvist modtagelig sort: V.s. 29-31: Over 25 % V.s. 32-40: Over 50 %.
	Gulrust	Modtagelig sort: V.s. 29-60: Over 1 % angrebne planter V.s. 61-71: Over 10 % Deltvist modtagelig sort: V.s. 29-60: Over 1 % angrebne planter V.s. 61-71: Over 50 % Ikke modtagelig sort: V.s. 29-60: Over 10 % angrebne planter V.s. 61-71: Over 75 %
	Brunrust	Modtagelig sort: V.s. 30-31: Over 25 % angrebne planter V.s. 32-50: Over 10 % V.s. 51-71: Over 25 % Ikke eller delvist modtagelig sort: V.s. 32-71: Over 75 % angrebne planter
	Hvedebladplet	Modtagelig sort: V.s. 31-32: Over 75 % angrebne planter V.s. 33-60: Over 25 % V.s. 61-71: Over 50 % Mindre modtagelige sorter: V.s. 37-60: Over 50 % V.s. 61-71: Over 75 % Bemærk: Kun ved frugt hvede og samtidig reduceret jordbehandling.
	Knækkefodsyge	Over 35 % angrebne planter (v.s. 30-32) Skal kunne ses på 2.yderste bladskede
	Gråplet	Modtagelig sort: Fra v.s.: Mindst 4 dage med nedbør over 1 mm. Hvis behandlet før v.s. 52 starter tællingen efter 10 dage. V.s 45-59: over 10 % med angreb på 3. øverste blad Deltvist modtagelig sort: Fra v.s. mindst 5 dage med nedbør over 1 mm.
Vårbyg	Meldug	Modtagelig sort: V.s. 26-31: Over 1 % angrebne planter. V.s. 32-36: Over 10 % V.s. 37-50: Over 25 % V.s. 51-59: Over 50 %

Afgrøde	Sygdom	Opgørelsesmetode og skadestærskler
		Ikke eller delvist modtagelig sort: V.s. 26-36: Over 25 % angrebne planter V.s. 37-50: Over 50 % V.s. 51-59: Over 75 %
	Skoldplet	Modtagelig sort: V.s. 31-65: Mindst 5 dage med nedbør over 1mm fra v.s. 31*. Ikke eller delvist modtagelig sort V.s. 31-65: Mindst 7 dage med nedbør over 1mm fra v.s. 32*. * ændres hvis netop behandlet.
	Bygbladplet	Meget modtagelig sort: V.s. 30-50: Over 10 % angrebne planter. V.s. 51-65: Over 25 % Modtagelig eller delvis modtagelig sort V.s. 30-31: Over 50 % angrebne planter. V.s. 32-60: Over 25 % Ikke modtagelig sort: V.s. 30-31: Over 75 % angrebne planter. V.s. 32-60: Over 50 %
	Bygrust	Modtagelig sort: V.s.30-65: Over 10 % angrebne planter. Ikke eller delvist modtagelig sort: V.s. 30-31: Over 75 % V.s. 32-60: Over 50 %
Vinterbyg	Meldug	Modtagelig sort: V.s. 32-36: Over 25 % angrebne planter. V.s. 37-50: Over 50 % V.s. 51-59: Over 75 % Ikke eller delvist modtagelig sort: V.s. 32-50: Over 75 % angrebne planter.
	Skoldplet	Modtagelig sort og 10 % angreb: V.s. 32-65: Mindst 5 dage med nedbør over 1mm fra v.s. 31.* Ikke eller delvist modtagelig sort og 10 % angreb: V.s. 32-65: Mindst 6 dage med nedbør over 1mm fra v.s. 32.* * ændres hvis netop behandlet.
	Bygbladplet	Modtagelig sort: V.s. 32-60: Over 50 % angrebne planter. V.s. 61-65: Over 75 % Ikke eller delvist modtagelig sort: V.s. 32-60: Over 75 % angrebne planter.
	Bygrust	Modtagelig sort: V.s. 32-65: Over 10 % angrebne planter. Ikke eller delvist modtagelig sort: V.s. 32-60: Over 50 % angrebne planter.

”Beregningerne” om, hvorvidt der bør bekæmpes eller ej, foretages ved tabelopslag for hver kombination afgrøde og sygdom. Tabelopslaget giver direkte anvisning om bekæmpelse eller ej. Tabellerne er baseret på en stor mængde empiriske data, der hele tiden udbygges. Derudover indgår der en del tommelfingerregler og ekspertvurderinger, så systemet kan siges at være stærkt erfaringsbaseret.

Tabellerne har en struktur som tabel B.2, hvor et evt. behov for behandling vurderes ud fra kombinationer af afgrødens vækststadium og procent angrebne planter eller blade.

Tabel B.2. eksempel på hvordan tabellerne, der ligger til grund for anbefalingerne i PVO-sygdomme og skadedyr ser ud. Tabellen er fiktiv, og viser ikke nogen bestemt afgrøde.

Vækststadie	Infektionsgrad (% inficerede planter)					
	0	1-10	11-25	26-50	51-75	76-100
	Vurdering på hele planter					
29-30	0	1	2	3	3	3
31	0	2	2	3	3	3
	Vurdering på de tre øverste blade på hovedstrået					
32-40	0	1	2	2	3	3
41-60	0	0	0	0	0	0
61-65	0	0	0	0	0	0

Anbefalede behandlinger: 0 = ingen behandling, 1 = behandling, hvis der alligevel skal behandles imod andre sygdomme, skadedyr eller sygdomme, 2 = behandling, hvis der skal behandles mod andre sygdomme eller skadedyr, eller hvis en anden sygdom får 2, eller hvis der skal behandles mod ukrudt, 3 = der bør behandles.

Tabel B.3. Vejledende bekæmpelsestærskler for skadedyr efter DLBR Landbrugsinfo, 2011

Afgrøde	Skadedyr	Start for opgørelse	Opgørelsesmetode og skadetærskler
Skadedyr i vinter- og vårsæd	Bladlus	Vintersæd medio april Vårsæd primo maj ≤ vækststadie 73 Vækststadie 74-75	Antal angrebne strå 40 % angrebne strå, Med fungicid 25 % 100 % angrebne strå
	Kornbladbiller	Do	Optælling. 0.5-1 biller/aksebærende strå
	Hvedegalmyg i hvede	Ultimo maj, modtagelige vækststadium: begyndende skridning til begyndende blomstring	Feromonfælder. > 120 hvedegalmyg/ dag
Rug og triticale	Trips	lige før begyndende skridning i v.s. 45.	Optælling. 1 mørk trips/bladskede
Vinterraps	Skulpegalmyg	Fra blomstring (Ved erfaring for kraftige angreb)	Temperatursum summeres fra 1. april Fangster følges via gule fangbakker og begyndende flyvning registreres
	Rapsjordlopper	Primo september	Voksne: > 10 % bortgnavet bladareal frem tom 4 løvbladstadiet Larver: ≥ 25 indenfor 3 uger i hovedflyvningsperioden. 2 gule fangbakker/ 10 ha (fangbakker radius 11 cm, areal ca. 380 cm ²).
	Glimmerbøsser	Tidligt knopstadium Sent knopstadium Begyndende blomstring:	3,0 biller pr. plante. 5,0-6,0 biller/ plante. >20 biller / plante.
Vårraps	Glimmerbøsser	Tidligt knopstadium: Sent knopstadium:	1,0 bille/plante 3,0 biller /plante.
Bederoer	Ferskenbladlus		Ved konstateret fore-

Afgrøde	Skadedyr	Start for opgørelse	Opgørelsesmetode og skadetærskler
			komst
	Bedebladlus		> 15 % angrebne planter og begyndende kolonidannelse
	Uglelarver		4-5 larver pr. plante
Ærter	Skyggevikler	Før blomstring	5-10 % sammenviklede topkud
	Ærtebladlus	Før blomstring Ablomstring og fuld bælg længde	15-20 % angrebne planter > 50 % angrebne planter.
	Bladrandbiller	Tidlige vækststadier	>1 gnav/ plante
Kløverudlæg	Bladrandbiller	Svagt udviklet kløver	20 % angrebne planter.

(Modificeret efter DLBR Landbrugsinfo, 2011)

Appendiks C

Referat af workshop angående monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer i landbrug, gartneri og frugtavl i Danmark

Tid og sted: 27 – 28. april på Byggecentrum Kursuscenter, Hindsgavl Alle 2, Middelfart

Program:

Onsdag d. 27. april - formiddag:- evaluering af nuværende MVB-systemer
Kl 10-12.30

10.00 – 10.15 Velkomst og uddybning af workshoppens formål, arbejdsmetoder og ønskede udbytte af workshopen, Jørgen Axelsen

10.15 – 10.30 Baggrund for udredningsarbejdet v. Jørn Kirkegaard, Miljøstyrelsen

10.30 – 11.00 Oplæg angående eksisterende systemer v. arbejdsgruppen
Ukrudt – Jens Carl Streibig (udsættes til senere på eftermiddagen)
Sygdomme i landbruget – Lisa Munk/
Skadedyr i landbruget - Lene Sigsgaard
Sygdomme og skadedyr i havebruget - Maren Korsgaard

11.00 – 12.30 Evalueringsværksted (gruppearbejde) - afdækning af problemer i eksisterende danske MVB-systemer

- a. Der etableres 3 cafeer – en med landmænd, en med konsulenter, og en med forskere. De øvrige interessenter afgør, hvor de hører mest hjemme eller skifter lidt mellem grupperne. 3værter fra konsortiet (en er ordstyrer, en noterer i databasen, en tager øvrige noter)
- b. De 3 grupper arbejder sig igennem systemerne fra en ende af – Planteværn Online deles op i passende delelementer.

12.30 – 13.30 Frokost

Onsdag d. 27. april – eftermiddag: Problemer som muligvis kan afhjælpes med MVB-systemer
Kl.13.30 – 18.00

13.30 – 14.15 Hvor er problemerne med skadevoldere og bekæmpelsen af dem i dag

Korte indledende oplæg angående:

- Miljøbeskyttelse, Peter Borgen
- Økonomiforbedring, v. Jens Erik Ørum

14.15 – 16.00 Gruppearbejde - identifikation af problemfelter (afgrøde – skadevolder) som muligvis kan afhjælpes vha. MVB-systemer, og hvad skal systemerne kunne

Gruppearbejde i 3 cafeer, hvor deltagerne cirkulerer: (50 min)

- a. ukrudt
- b. sygdomme
- c. skadedyr

16.00 – 16.20 Kaffepause

16.20 – 18.20 Indlæg til inspiration til fremtidsværkstedet i morgen

- a. Ukrudt Danmark, v. Jens Carl Streibig
- b. SOPRA fra Schweiz, v. Lene Sigsgaard
- c. Græshopper i Vestafrika, v. Jørgen Axelsen
- d. Hvad kunne beslutningsstøttesystemer også indeholde, v. Jørgen Axelsen

18.30 - Workshop middag og socialt samvær

Torsdag d. 28. april - formiddag kl. 8.30-12.30 Fremtidsværksted – hvad skal vi vide for at videreudvikle MVB-systemer i fremtiden

8.30 – 8.45 Kort opsummering på resultaterne fra Evalueringsværkstedet

8.45 – 10.45 Gruppearbejde - identifikation af behov for viden for at imødegå de identificerede problemer med skadevoldere

Gruppearbejdets strukturering afhænger af de identificerede problemfelter fra i går.

10.45 – 11.00 Kaffepause

11.00 – 11.30 Præsentation af resultaterne fra gruppernes arbejde

11.30 – 12.15 Afsluttende diskussion i plenum

12.15 – 12.30 Hvad har vi fået ud af det hele? Hvordan arbejder vi videre?
V. Jørgen Axelsen

12.30 Frokost før afrejsen

Deltagerliste:

Jens Erik Jensen	Videncentret for Landbrug
Carl Åge Pedersen	Videncentret for Landbrug
Bent J. Nielsen	DJF-Flakkebjerg
Per Rydahl Nielsen	DJF-Flakkebjerg
Karsten Folmer	Datalogisk A/S
Klaus D. Johansen	LRØ-rådgivning
Jens Lund Pedersen	DLA Agro
Stig F. Nielsen	GartneriRådgivningen
Svend Ramborg	GartneriRådgivningen
Marianne Bruus Pedersen	DMU

Delvist med

kun onsdag

Peter Wiberg	DMU	kun onsdag
Niels Lindemark	Dansk Planteværn	
Ghita Cordsen Nielsen	Videncentret for Landbrug	
Jens Bligaard	Videncentret for Landbrug	
Lise Nistrup Jørgensen	DJF-Flakkebjerg	
Henrik Frølich Brøds- gaard	Miljøstyrelsen	
Jørn Kirkegaard	Miljøstyrelsen	
Jørgen Axelsen	DMU	
Peter Borgen Sørensen	DMU	
Anders Branth Pedersen	DMU	
Jens Carl Streibig	Institut for Jordbrug og Økologi, KU_LIFE	
Søren Navntoft	Institut for Jordbrug og Økologi, KU-LIFE	
Lisa Munk	Institut for Jordbrug og Økologi, KU	
Lene Sigsgaard	Institut for Jordbrug og Økologi, KU-LIFE	
Jens Erik Ørum	Fødevarerøkonomisk Institut, KU	
Tove Christensen	Fødevarerøkonomisk Institut, KU	
Maren Korsgaard	Landboforeningen Gefion	
Kirsten Elkjær	Landboforeningen Gefion	

Referat af gruppediskussioner:

Diskussionerne er refereret, således at fremkomne synspunkter er refereret uden vurdering. Udsagnene afspejler dermed spændevidden i reaktionerne. Der er ikke fra projektgruppen forsøgt at samle op og rangordne indspil i nærværende referat.

Session 1: Evaluering af nuværende MVB-systemer

Der etableredes 3 cafeer – to med en blanding af konsulenter og interessenter, og en udelukkende med forskere. Der var 3 værter fra konsortiet ved hver café.

Opgaven var at gennemdiskutere de eksisterende systemer og evaluere dem.

Det meste af tiden blev brugt på at diskutere de to beslutningsstøttesystemer, der er i anvendelse i planteproduktionen i Danmark, Planteværn Online (PVO) og Skimmelstyring, men der blev også diskuteret registreringsnet samt monitorings- og varslingssystemer i havebruget.

Skimmelstyring *Anvendelighed*

- Systemet skimmelstyring angiver høj/lav risiko. Anvendes af konsulenter. Skimmelstyringssystemet anvendes af stivelsesfabrikkerne.
- Generelt er kartoffelavlere gode til at udnytte MVB til at opnå viden.

Prognose ud fra relativ fugtighed og temperatur.

Brugbarhed

- Forudsætter at der er skimmelsporer til stede, men det er svært at bestemme, og de kan overleve i jorden.
- Giver god prognose for angreb. God til advarsler. Et værktøj både for konsulent og landmand.
- For skimmelvarslingsystemet er vedligeholdelse af systemet en stor udfordring.
- Inddragelse af bladfugtighed kan være nyttigt, men er svært at bestemme. Adgang til specialdata fra DMI med bladfugt ville kunne forbedre brugbarhed.
- Inddragelse af bladfugtighed kan være nyttigt, men er svært at bestemme. Adgang til specialdata fra DMI med bladfugt ville kunne forbedre brugbarhed.

Nytte

- Risikotal kan reducere dosis, da en lille mængde middel (halv til kvart dosis pesticid sprøjtet tidligt i et angreb) kan forebygge i en uges tid) –dvs. man har ikke kunnet bryde landmændenes plansprøjtning, men man har haft held til at indføre nedsat dosis –dette alene kan reducere fungicidforbrug med 30%.
- Næste store barriere er at opnå at sprøjtninger først påbegyndes ved behov. Konklusionen er, at der er et stort potentiale i at reducere fungicidforbruget, da det er stort.
- Der kommer mere og mere skimmelsvamp fra år til år.

Planteværn Online

Indledningsvis blev følgende spørgsmål rejst: Hvorfor er der så få brugere af **Planteværn Online** og andre beslutningsstøttesystemer? PVO Ukrudt anvendes af flest og konsulenttjenesten bruger det. Hvad angår sygdomme og skadedyr har der desværre været dyre eksempler (f.eks. storknoldet knoldbægersvamp i 2007). Det har måske virket afskrækkende. Storknoldet knoldbægersvamp bør være indsatsområde. Brugere har fokus på produktion og økonomi og måske mindre på pesticidreduktion, miljøbelastning og sundhed. De har en vis risikoaversion.

PVO-Sygdom/skadedyr

Anvendelighed

Det er svært at bevise at PVO reducerer dosis i forhold til ”god praksis”, men det er uklart, i hvor stor grad viden fra PVOs udvikling og brug indirekte har påvirket god praksis og dermed alligevel haft betydning. Dette gælder især for problemer med skadedyr/sygdom, mens bekæmpelse af ukrudt er så komplekse at PVO er mere nødvendig som direkte beslutningsstøtte.

Konsulenter bruger PVO en del, især ukrudtsdelen, der er mere komplekse og derfor ikke så let kan erstattes.

Brugbarhed

God sikkerhed, evalueres og opdateres hvert år, bl.a. i forhold til:

- Sorter
- Nye midler
- Skadetærskler
- Merudbytte
- Nye sygdomme

Det svært at validere PVO pga. støj i data, men der er foretaget 2000 afprøvninger i marken.

For en sygdom som bladplet kan man ikke mere alene gå efter nedbørstal.

I sammenlignende tests har PVO svært ved at konkurrere med de bedste standardsystemer, dog skal man huske, at de bygger på samme viden OG – der er rigtig meget støj i data.

PVO puljer de tre bladlusarter i korn ved varsling (opdeling for svært) - der er ikke meget beslutningsstøtte, da man selv skal se hvor meget der er angrebet, og selv se vækststadiet.

PVO-ukrudt

Dosis drives af ukrudtsarter, ukrudtets størrelse og klima.

Diskussion vedr. muligheder for reduktion vha. sprøjteteknik – ”chemical fine tuning”. Udbyder af model bør ikke forsikre sig ved at overgeare systemet mht. pesticider på landmandens – og miljøets bekostning.

Registreringsnettet

Registreringsnettet tager tid, og man får ikke noget (løn) ud af det, hvilket bringer det i fare, men det er meget populært og anvendes af alle. Registreringsnettet er mere brugt end PVO.

I korn er der for skadedyr kun registreringsnet for bladlus og kornbladbiller.

Havebrugsområdet

Pladerne til fangst af gulerodsfluer virker godt, og der er en veldefineret skadestærskel. Udfordringen er, at biologien ikke er helt klarlagt, og at der kun er pyrethroider på markedet, og de virker ikke optimalt. Der ønskes varsling der evt. retter sig mod randbehandling.

Model ”kritisk høst” i forhold til gulerodsflueangreb

(<http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-900-2/pdf/87-7972-901-0.pdf>) kommer ikke til at indgå i Landbrugsinfo, som den gjorde i Planteinfo, fordi erfaringen er, at den ikke bliver brugt.

Knoporme/agerugler: Varslingen bygger på fælder, der skal tjekkes 2 gange ugentligt, hvilket er et irritationsmoment. Et incitament er dog, at for at opnå stemplet ’Dansk IP’ skal man deltage i varslingen. En deltager fremførte, at jordtype og nedbør og vanding er væsentlige faktorer.

Storknoldet knoldbægersvamp i salat er et problem, hvortil der ikke findes varslingssystemer.

Avlere og konsulenter meget glade for RIMpro, som fungerer rigtig godt. Også for økologerne mht. skurv.

Æble/pære-nyt er et nyhedsbrev, der udsendes i æble/pæresæsonen. RIMpro varsling for skurv og æblevikler kan ikke sendes via nyhedsbrevet, idet den i praksis vil komme for sent. Sprøjtevinduet for skurv er meget lille. Avleren med egen klimastation og egen RIMpro har en fordel. En kombination af RIMpro og feromonfælder er et meget populært værktøj, som anvendes af konsulenter, men hvis der anvendes feromonforvirring, forsvinder muligheden for at varsle med feromoner, hvorved RIMpro bliver endnu mere vigtig.

Diverse synspunkter

- Kartoffelskimmelsmodellen kunne måske bruges overfor andre skimmelsvampe.
- Udviklingen går mod større marker og større brug, og måske vil det give et bedre grundlag for brugen af MVB-systemer, men den modsatte konsekvens af de større brug blev også nævnt som en mulighed.
- Generiske aftaler om dataindsamling ville være godt.
- Meldug er meget geografisk fordelt, hvilket kan udnyttes som varsling, hvor "naboer" til angrebne områder bliver varslet.
- Det er meget risikabelt for konsulents renommé at give dårligt råd.
- Flytte sprøjtetidspunkt for at skåne grundvand.
- Se mere på miljøeffekt af midler.
- Forbruget af pyrethroider varierer meget, fordi bladlusangreb typisk forekommer hvert 4-5 år.
- Gule fangbakker for rapsjordlopper virker godt.
- Kålfluer – fravær af bekæmpelsesmidler, derfor benyttes model på Landbrugsinfo ikke.
- MVB-systemers brugervenlighed er afgørende.
- Vigtigst er en ordentlig økonomi og reduktion af pesticidbelastningen.

Som en start på Fremtidsværkstedet (Session 3) kom der en diskussion, som mest var en afrunding af evalueringssessionen. Derfor refereres denne diskussion kort under evalueringssessionen. Fremtidsværkstedet blev indledt af Jørgen Axelsen med en præsentation af, hvad gruppearbejdet omkring fremtidsværkstedet gerne skulle give nogle svar på. Herunder præsenterede Jørgen en mulig konklusion på noget af den første dags arbejde, som gav anledning til en del diskussion. Konklusionen var at "Intet tyder på at eksisterende MVB-systemer har bidraget til at reducere pesticidforbruget", hvilket mange deltagere var uenige i. Det blev fremført, at det er meget svært (eller nærmere umuligt) at adskille Planteværn Online fra godt landmandskab, da disse to har udviklet sig side om side igennem de sidste 20 år. Dette vil sige, at mange deltagere var af den opfattelse, at indholdet og brugen af Planteværn Online havde været med til at udvikle godt landmandskab mht. plantebeskyttelse igennem de sidste 20 år, og at Planteværn Online dermed havde en meget stor del af æren for at Danmark har et lavt behandlingsindeks sammenlignet med andre europæiske lande.

Denne konklusion betyder, at det vil være nærmest umuligt at demonstrere, at brugen af Planteværn Online er bedre end almindeligt godt land-

mandskab, som det praktiseres af en meget stor del af de danske landmænd.

Planteværn Online foreslår ofte reducerede doser i stedet for de anbefalede doser fra producenterne, og må derfor antages af have bidraget til det i forhold til udlandet relativt lave behandlingsindeks.

Session 2: Problemer som muligvis kan afhjælpes med MVB-systemer og
Session 3: Fremtidsværksted – hvad skal vi vide for at videreudvikle MVB-systemer i fremtiden

Det viste sig i praksis umuligt at holde diskussionerne om emnerne i de to sessioner adskilte, hvorfor de to sessioner refereres samlet.

Gruppearbejde blev gennemført i to omgange à 3 cafeer omhandlende hhv. ukrudt, sygdomme og skadedyr. Deltagerne cirkulerede imellem cafeerne.

Ukrudt

Planteværn Online

Diskussionen drejede sig primært om ukrudtsmodulet i PVO (PVO – ukrudt). Generelt fremstår PVO-ukrudt som et godt værktøj. Der var følgende konkrete ønsker til PVO-ukrudt:

- Behov for beslutningsstøtte til mekanisk ukrudtsbekæmpelse i korn, raps og andre rækkeafgrøder, hvor mekanisk bekæmpelse og blandet kemisk/mechanisk bekæmpelse kan supplere de rent kemiske løsninger alt efter ukrudtsfloraens sammensætning. Den nødvendige viden er til dels til rådighed allerede – men skal implementeres i et beslutningssystem som et værktøj med høj brugervenlighed hos slutbrugeren. Herunder nævntes:
 - Udvikling af metoder til effektberegning for kombinerede kemiske og mekaniske løsninger. Strategiske udfordringer: Mekanisk bekæmpelse før eller efter kemisk bekæmpelse? Det vurderes, at den nødvendige viden er til stede. Udfordringen er at lave et brugbart MVB-system eller udvikle rådgivning, der tager hensyn til komplekse faktorer som timing, logistik, vejrlig, jordtype, sædskifte etc.
 - Forstærk gerne systemet med jordtype data og klimadata.
- Tidskrævende monitoring og behovet for "at gå rundt i marken" før valg af løsning i PVO er en væsentlig barriere for systemets anvendelse. Ønske om nye hurtige eller automatiske metoder til monitoring af ukrudt i marken. Så kan monitoring gennemføres billigt inden den efterfølgende ukrudtsbekæmpelse (to-trins løsning).
 - Kan der evt. bruges smartphone, som mange landmænd alligevel har med sig?
 - Automatisk monitoring skal sikre viden om tæthed af ukrudt og identificere arter.
 - Manglende faktisk viden om arter, deres udbredelse og placering i marken er en væsentlig flaskehals for at reducere dosis.
- Ønske om at "motoren" i PVO ukrudt kan anvendes i andre systemer. Giver mulighed for at den omfattende, systematiserede viden kan anvendes i nye sammenhænge. F.eks. kunne motoren kobles til et billedbehandlingssystem, og anviser løsninger for hver ukrudtsart (ét-trins løsning).
- Kornsorternes konkurrenceevne over for ukrudt undersøges ikke længere, selvom der er brug for denne viden til anvendelse i IPM. Viden forsvinder. Ønsker et vedligeholdet konkurrence-indeks for kornsorter (vinterbyg, vin-

terhvede og vårbyg). Trussel: Sortsforskellen er i dag betragtelig mindre end den var tidligere. Skønsmæssigt max. 10 % point forskel i konkurrenceevne. Blandt andet Nordic Seed forædler efter konkurrenceevne (vårbyg, vinterbyg og vinterhvede).

- Ukrudtsarter skal kunne registreres mere specifikt, så man kan identificere, om det er den pesticidresistente eller følsomme biotype. PVO-ukrudt skal komme med forslag til bekæmpelse tilpasset de enkelte biotyper. Kan mekanisk bekæmpelse strategisk bruges til at forhale resistensudvikling eller til at mindske pesticidforbrug i resistente ukrudtsbiotyper?
- Vedligeholdelse af den viden, der er grundlag for de eksisterende beslutningssystemer. Primært et spørgsmål om ressourcer. Der skal således sørges for ressourcer til at skaffe viden om sammenhæng mellem dosis og respons på nye midler. Vigtigt at teste herbicider på alle ukrudtsarter – og særligt ved små doser. Behov for ny/forbedret metode til dette formål. Det er vigtigt at tænke mål for miljøbelastning ind i et nyt system. Evt. mål for miljøbelastning bør også indgå som en vigtig parameter i beslutningsstøtten. Det er gruppens opfattelse, at mange landmænd gerne vil tage hensyn til miljøbelastningen, hvis hensynet kan kvantificeres, og der kan skønnes på økonomiske konsekvenser i beslutningsprocessen.
- Ønske om at et nyt miljøindeks skal understøttes i PVO-ukrudt. Formål er at kunne anbefale løsninger med lav belastning (ikke længere BH). Europæisk eller nationalt opgave.
- PVO indeholder allerede i dag information om sprøjteteknik, men det er umiddelbart ikke synligt for brugerne og bør kunne gøres mere synligt. Kendskabet til sprøjteteknik og dysevalg blandt slutbrugerne er en kritisk forudsætning for at opnå sikker anvendelse af anvisninger fra PVO, idet disse ofte ikke vil indeholde et 'doseringsoverskud', som kan kompensere for evt. ikke-optimal sprøjteteknik. På visse områder kan forbedret sprøjteteknik også være med til at reducere pesticidmængden noget, men det største potentiale ligger i, at det kan reducere miljøbelastningen (særligt af sårbar natur som søer/vandhuller og levende hegn etc.). Måske er det en idé med en lovmæssig regulering eller et "belønningssystem", der fremmer hensigtsmæssig anvendelse af sprøjteteknik. En anden idé er en slutbrugeranalyse for at vide, hvad slutbrugerne tror, vil påvirke deres beslutning og adfærd. Viden findes, men skal formidles med fokus på miljøeffekten af hensigtsmæssig sprøjteteknik.
- PVO kunne udvides med flere afgrøder: Sukkermajs, kernemajs, gulerødder, løg, havebrugskulturer, golfbaner og skovbrugskulturer.
- Der er ønske om forsøg, der kan understøtte håndtering af usikkerhed – dvs. angive med hvilken sikkerhed en given behandling har den ønskede effekt.
- Herbicidresistens: Forebyggelse af resistens bør bedres – når ukrudtsarter først er resistente, skal der bruges meget aktivstof og ofte midler, med dårligere miljøprofil. Evt. behov for et "risikoindeks", der kan synliggøre vigtigheden af sædskifte, herbicidernes "mode of action", jordtype og andre forhold, før landmanden træffer sin beslutning. Indeks for hvad den nuværende praksis hos landmanden betyder for faren eller hastigheden for resistensudvikling. Og hvad betyder en evt. resistens for landmandens økonomi. Altså behov for et risikoindeks med økonomiske konsekvensberegninger.
 - Bedre rådgivning om hvad slutbruger kan anbefales at gøre, når resistens er opstået. Her kan mekaniske løsninger være særligt lønsomme.

- En stor udfordring for at reducere pesticidmængden og/eller miljøbelastningen er, at nuværende og fremtidige landbrug er meget store, og her er rationalisering og logistik en stor udfordring. Der er behov for beslutningsstøtte og værktøjer til overblik til landmænd, hvor logistikken er den største udfordring.

Udover PVO-ukrudt blev der også diskuteret flg. emner:

- Der var ønsker om en fortsat udvikling af en intelligent sprøjtebom, altså et sprøjtesystem, der visuelt kan genkende ukrudtsplanterne ved overkørsel og sprøjte med en egnet middel i en præcis dosis specifikt målrettet den individuelle ukrudtsplante.
- Om forsøg generelt:
 - Anerkendelsesforsøg gennemføres ikke længere. Hermed er der risiko for, at et væsentligt grundlag for vedligeholdelse af vores viden om anvendelse af reducerede doser og deres effekt på ukrudtsarterne mistes. Systematiske og uvildige forsøg med reducerede doser bør genoptages. En væsentlig national opgave. (Tilføjelse fra en deltager efter workshoppen: Anerkendelsesforsøgene var baseret på en aftale mellem Dansk Planteværn (tidligere Dansk Agrokemisk Forening) og Danmarks JordbrugsForskning (og deres forgængere). Da direktiv 91/414/eof blev gennemført, blev dette forsøgsarbejde hævet til et kvalitetsniveau, som overflødiggjorde anerkendelsessystemet og aftalen blev ophævet. I stedet blev der indgået en rammeaftale mellem parterne om afprøvning af pesticider ved DJF.
 - Det, som efterlyses i ovennævnte punkt A), er formentlig forsøg med flere punkter på doseringskurven, end det der kræves efter direktivet (og nu forordning 1107/2009), typisk flere lave doseringer, for at kunne udnytte doseringsberegningerne i Planteværn Online.)
 - Flere forsøgskombinationer af ukrudt og herbicider - herunder effekter på arter og størrelser af ukrudt ved forskellige temperaturer og ved tørkestress. Firmaer gennemfører mange effektforsøg, hvorfra resultater i vid udstrækning stilles til rådighed for PVO, men disse forsøg omfatter kun få reducerede doser, og det er relevant at supplere med forsøgsled omfattende reducerede doser for fortsat at kunne parametrisere de doseringskurver, som udgør en kritisk 'rygrad' i PVO. Det bør også overvejes, om PVOs nuværende afhængighed af sådanne firma-data bør mindskes. I sådanne forsøg er det vigtigt, at de ukrudtsarter, som et herbicid er rettet imod, er godt repræsenteret.
 - Udvikling af ny forsøgsmetodik – væsentlig at metoden er reproducerbar og billig og dermed kan gennemføres på forskellige lokaliteter i Danmark. Er logaritme-sprøjtning (logaritmisk aftagende dosis igennem sprøjtningen) en mulighed?

Tilløb til prioritering af forskning og udvikling

Ønsker til mest effektiv udvikling/forbedring af MVB systemer:

1. Fremme viden om sprøjteteknik.
2. Flere forsøg for at opretholde grundlag for nuværende PVO-ukrudt (anerkendelsesforsøg med reducerede doser gennemføres ikke længere). Udvikling af ny forsøgsmetodik.
3. Tage IPM-direktivet alvorligt: 1) Inddrage mekaniske og blandede kemiske og mekaniske løsninger i rækkeafgrøder i løsningsforslag; 2) forskning i hvordan resistensproblemer undgås.
4. Automatiseret monitorering.

Husk ved prioritering:

Der skal skelnes mellem små og store afgrøder.

Forventet potentiale og tidshorisont skal også indgå som vigtige parametre ved prioritering.

Sygdomme

Efter en generel indledende diskussion gennemgik gruppen først de vigtigste problemer opdelt på afgrøde. Derefter fulgte en runde (gruppearbejde 3), hvor gruppen prioriterede de fem vigtigste problemer for landbrug og de fire vigtigste for havebrug. I referatet er gennemgangen af de vigtigste problemer integreret med gennemgangen af, hvilken information der savnes.

Afgrøde – problemfelter, hvor der mangler MVB-systemer

Hvede

Vi har et stort hvedeareal i Danmark, med adskillige vigtige udbyttereducerende sygdomme

- Prognose/varsling for meldug i hvede om foråret efterlyses. Problemet er at vide, hvornår melduggen kommer sent/tidligt/slet ikke? En varsling skal være mindst 90 % sikker.
- Udvikling af "negativ prognose" for *Septoria* sp. foreslås, så sene behandlinger kan undgås.
- Spørgsmålet blev rejst: Hvor tidligt kan man give prognoser/varslinger, og hvad skal de baseres på? Sporemålinger? Bedre bladfugtighedsmålinger?

Vinterbyg

- Skoldplet. Klimadata-kobling med sort og sædskifte efterlyses til udvikling af varslingsystemer.
- Ellers er der meget godt styr på de vigtigste sygdomme i byg: Rust, meldug og bygbladplet.
- Ramulariabladplet er en forholdsvis ny sygdom, og der ønskes bedre estimering af udbyttetab og varsling af angreb.

Raps

- Storknoldet knoldbægersvamp er største indsatsområde i raps. Det vil være ønskeligt at kunne definere risiko ud fra klimaforhold, sædskifte og prisforhold - evt. med udgangspunkt i SkleroPro.
- Kronbladstest for knoldbægersvamp anvendes med succes i Frankrig – hvorfor kan den ikke bruges i Danmark? Problem – den tager for lang tid med indsamling osv.
- Skulpesvamp. Klimadata til belysning af indflydelsen på angreb efterlyses.
- Rodhalsråd. Man ved for lidt om betydningen af klima, såtidspunkt og resistens (prioriteret rækkefølge).
- Der findes ingen varslingsystemer i dag, men der sprøjtes mod rodhalsbrand.

Sukkerroer

- Ramularia – pletsimmelse er den vigtigste. Klimadata, sædskifte og sorter ønskes belyst.
- Meldug og rust er langt fra så vigtige.

Majs

- Ingen viden om sygdomme i majs i Danmark.
- Vigtigste sygdom er majsbladplet. Viden om betydningen af klimadata, sædskifte og sorter ønskes.

Kartofler

- Det blev nævnt, at varslingsmodellen for kartoffelskimmel skal forbedres.
- Og at en model for Alternariabladplet bør overvejes.

Jordbær

- Gråskimmel er et stort problem. Der mangler viden om betydningen af klimadata og sortsvariation. Eventuelt vidensoverførsel fra Norge blev foreslået?
- Meldug. Ditto

Salat

- Salatskimmel er et stort problem. Der mangler viden om betydningen af klimadata og sortsvariation.
- Storknoldet knoldbægersvamp ligeså. Klima og sædskifte.

Løg

- Løgskimmel er et stort problem. Der mangler viden om betydningen af klimadata og resistens.

Solbær/Ribs

- Filtrust: Der mangler viden om betydningen af klima og sort for angreb.
- Skivesvamp. Ditto.

Æbler

- Meldug stort problem. Klima og sort har betydning. Kan evt. bygges ind i RIMpro?

Kirsebær

- Kirsebærbladplet (projekt undervejs). Klima, sort.

Gulerødder

- Alternaria og Cercosporabladplet er problemer.

De fire vigtigste sygdomsproblemer i havebrug (prioriteret)

- Gråskimmel i jordbær. Den er så almindelig, men det ser slet ikke ud til, at der er nogen, som har undersøgt noget? Klimadata og sortsvariation bør inddrages i varslingsmodel. Bør undersøge, om det norske program VIPS (www.vips.landbruk.no) med klimadata kan overføres til danske forhold.
- Salatskimmel: Klimadata og sortsvariation er relevant at inddrage i model. Godt med pakkeløsning sammen med kartoffelskimmel – de minder meget om hinanden. ENDURE - modeller findes.
- Løgskimmel. Se salatskimmel. Klimadata og resistente sorter ind i modellen. Problem med sorter og skimmel: Hvem udfører systematiske tests for skimmel? Danske data skal synliggøres. (ifølge Gitte Bjørn, Årlev, der blev kontaktet efterfølgende, er der sortsafprøvning inklusive skimmelbedømmelser i DK til og med 2011, og der findes enkelte skimmelresistente sorter).
- Meldug i frugt er også vigtigt. Det er vigtigt at starte kemisk bekæmpelse på det rigtige tidspunkt. Der er ingen enkel måde at bryde sygdoms cyklens på, men sikkert er, at luftfugtigheden om natten har stor betydning. Videnshul: Hvad skal vi gøre og hvornår? Klimamodel efterlyses?

De fem (seks) vigtigste sygdomsproblemer i landbrug (uprioriteret)

- Gråplet (*Septoria tritici*) i hvede. Videnshul: Vi ved ikke, hvornår sidste sprøjtning kan undlades. Meget stor reduktion, hvis man kunne spare den. Vurdering af, om der kan nå at komme en ny svampegeneration eller ej, er nødvendig, men forsøgmæssige resultater mangler. Det blev nævnt, at sprøjtningen skal ske inden for et meget specifikt tidsrum. Klimadata – bedre vejrudsigter efterlyses. System, der kan vise, om det er Septoriavejr her og nu, er også ønskeligt. Varslingerne må gerne være så lokale om muligt.
- Kartoffelskimmel. Varslingsmodellen for kartoffelskimmel skal forbedres. Menigmand skal kunne betjene modellen – i dag er det nogle ganske få personer, som kan betjene den, dvs. den skal 'oversættes', - IT-løsning? Grundlaget for modellen skal også forbedres – f.eks. kunne bladfugt og UV-lys inddrages. Forsøgsgrundlaget til nye skimmelmidler er ikke altid så godt, og der mangler beredskab til at følge evt. opståen og udvikling af fungicidresistens. Oosporer vurderes ikke at være et større problem i praksis i Danmark.
- Storknoldet knoldbægersvamp i raps. Risikoen for angreb skal defineres på grundlag af klimaforhold, sædskifte og prisforhold. Klimamodellen i SkleroPro skal revideres kritisk, hvorved den måske kan bruges i beslutningsstøtten. Hvad betyder sædskifte og smittestof i jorden? Ønskeligt med forsøg med udlægning af sklerotier.
- Majsbladplet kan forårsage store udbyttenedgange. Man ved i dag intet om klimaets betydning, svampens biologi og epidemiologi, udbredelse, sygdomsudvikling, sortsforskelle og sammenhæng mellem angreb og udbyttetab (skadestærsker).
- Hvedemeldug. Varslingssystem for meldug i hvede om foråret bør udvikles. Hvornår kommer melduggen sent/tidligt/ikke, og hvad er betydningen af tidspunktet for første angreb? Meldug er vanskelig at bekæmpe, hvis man kommer for sent – derfor forsikrer man sig i dag med en tidlig sprøjtning. Meget lavteknologisk i dag og metoder til registrering og varsling er nødvendige. Klimas betydning for tidlig smitte skal indgå.
- Endelig efterlyses muligheden for at konstruere noget generisk på skimmel: Løgskimmel, salatskimmel og kartoffelskimmel. Anvendelse af fugtighedsmålere i varslingen skal belyses. Bedre prognoser for bladfugt fra DMI, f. eks prognoser for 7 dage kunne være godt. Den menneskelige faktor betyder også noget (selve det at placere måleren) samt betydning af UV-lys. Det er ret forskelligt at måle bladfugtighed i forskellige afgrødetyper. Projekt om måling af bladfugtighed i forskellige afgrøder og sammenhængen med skimmeludvikling vil være et 'fremadrettet' projekt, hvor man måske kan bruge viden fra et værtpatogen system til et andet. Det kan godt lade sig gøre rent teknisk.

Generelt

Konsulenter: Brugervenlighed et stort ønske

Et lokalt system til de store kunder kunne spare meget – udvikling af relativt billig landmandsmodel (og fantastisk hvis den kunne vurdere andre problemer relateret til bladfugtighed).

Fremtiden:

- Fotografering: Droner?
- Sensorer til måling af hvad der i luften.
- Registreringsnet: Hurtigt mobiltelefonsystem – mobil indberetning.
- Indtast postnummer og du får en varsling. Ville give mange flere indberetninger. Mangler teknisk løsning p.t.

Klimadata

Et gennemgående tema i diskussionerne har været, at der mangler sikre klimamålinger samt viden om betydningen af klimaet for sygdomsudvikling.

Skadedyr

Korn

- "Tank"-blandinger med fungicid og insekticid er en stor udfordring for målet om at reducere brugen af insekticider:
 - Prisen for at tilsætte insekticid til sprøjtetanken, når man alligevel skal ud og behandle mod svamp, er meget lille, og man sparer den ekstra udbringning af insekticid, der senere kan vise sig at blive nødvendig - ofte rene forsikrings/psykologi-sprøjtninger.
 - Det er et problem, at ingen tæller bladlusene, men store bønder vil gerne have billigere løsninger.
 - Prognoser, der kan forudsige luseangreb to-tre uger ud i fremtiden, er et stort ønske. Grunden er den logistik, der kræves på de store effektive bedrifter, hvor man er nødt til at sprøjte efter en på forhånd fastlagt plan, da der er alt for omkostningsfyldt af "flakse" rundt mellem de forskellige marker, alt efter hvor behovet er størst lige her og nu. Pålidelige prognoser kan muliggøre en mere hensigtsmæssig "plan-sprøjtning", der potentielt kan medføre mindre pesticidforbrug. Vil i negativt fald kunne gøre pesticider i tankblandinger med fungicider unødvendige. Men nogen skal ud og kigge i markerne.
- Der bør bruges skadetærskler. Der er et ønske om udvikling af mere retvisende og "dynamiske" skadetærskler, altså skadetærskler, der tilpasser tærskelværdien til forventede priser på afgrøder og priser på f.eks. pesticid og dieselolie? F.eks. vil skadetærsklen være anderledes lav for maltbyg sammenlignet med alm. foderbyg.
 - Hvedegalmyg: Der mangler viden om sammenhæng mellem fangster og udbyttetab - tærskler er taget fra England.
- Varsling for snegle i efteråret i vintersæd (der bruges jernfosfat til bekæmpelse).

Raps

- Rapsjordlopper: Den hidtil anvendte skadetærskel/bekæmpelsestærskel er fejlbehæftet, og ukritisk brug kan medføre udbyttetab. Der er et behov for udvikling af nye og bedre monitoringsmetoder og tærskler.
- Glimmerbøsser i vinterraps - er tærsklerne gode nok? Behov for bedre varsling.
- Varsling for snegle i efteråret i vinterraps (der bruges jernfosfat til bekæmpelse).

Frugtavl

Der blev fremsat følgende forslag og tanker:

- Der kom forslag om at anvende erstatning for skade som et forsikringsprincip (svarende til haglskadeforsikringer) for små afgrøder i stedet for "forsikrings-sprøjtninger" - eksempel æblesnudebille. Pesticidafgiftsmidler kunne bruges til det.

- Det er et problem, at midler skal være godkendt for skadevoldere, hvilket er et stort problem i havebruget, f.eks. mospilan, der først kun var godkendt til bladlus og kirsebærflue.
- Kombinere varsling med feromonforvirring. Der er et kompleks af viklere, og feromonforvirring virker ikke ens overfor alle arter. Med brug af feromonforvirring i en plantage kan man ikke bruge feromonfælder til varsling og bliver hermed mere afhængig af at kunne varsle med RIMpro.
- Nogle få bankeprøver for at fastslå smittetrykket - overvintrende viklerlarver i træerne.
- Lysfælder om efterår for flyvende frostmålerhanner som varsel for æglægning.
- Mod kirsebærfluen (et meget ødelæggende skadedyr) findes der kun ét middel, som kun må bruges én gang. Limfælder parret med intuition bruges til varsling. Der er potentiale for mekanisk bekæmpelse af kirsebærfluen vha. dug under afgrøden, der forhindrer klækkede individer i at komme op. Det bliver endnu mere vigtigt, hvis den Amerikanske kirsebærflue kommer fra Tyskland op i DK (den går også i den meget større afgrøde surkirsebær). Nord for Svendborg har alle kirsebærflue!
- Æblehveps kan evt. også bekæmpes vha. dug under træerne.
- Nye (gamle) skadedyr - hvad stiller vi op mod:
 - æblesnudebillen?
 - Solbærknopgalmiden
 - Viklere i solbær
 - Bladlus i solbær også
 - Hindbærnsnudebille
 - Jordbærvikler
 - Kirsebærmøl, måske er et pesticidskabt problem
- Kombinere klimalogger med et simuleringsprogram til et varslingssystem. Trække på systemer fra udlandet, men der skal bruges data, der er anvendelige under danske forhold. De skal afprøves og dokumenteres at virke under danske forhold. Det Schweiziske SOPRA kunne være en mulighed for mange skadedyr på frugttræer.

Grønsagsavl

Gulerodsfluer – der mangler basis viden og effektive midler.

Et skadedyr der optræder indimellem og kan blive mere almindeligt med varmere somre: Kålmøl – her kan anvendes feromonfælder til at bestemme flyvetidspunkt.

Kløverfrø og græsfrø

Kløversnudebillen

- Hvornår skal man sætte ind og hvornår skal man stoppe?
- Er halv dosis nok?

Diverse betragtninger/spørgsmål/ønsker

Kan man koble biotopplaner sammen med skadedyr. Påvirker de behovet for bekæmpelse?

Kommende skadevoldere og ændringer

- I takt med at klimaet ændrer sig, ændrer afgrødefordelingen sig også, og der kommer nye skadedyr til (f.eks. skadedyr som majsboreren). Allerede kendte skadevoldere kan også få mulighed for at gennemføre flere generationer om året som følge af varmere klima (f.eks. bladlus i korn om efter-

året). Der er et behov for at være på forkant med udviklingen i forskning og udvikling af MVB-systemer.

Varsling mod resistensproblemer

- Der var et ønske om, at MVB-systemer i fremtiden automatisk varsler brugeren mod resistensproblemer ved gentagne sprøjtninger med specifikke midler. Hvis der f.eks. er sprøjtet fem gange med et bestemt middel, som højst bør bruges seks gange på en sæson, skal systemet automatisk varsle brugeren om potentielle resistensproblemer ved fortsat brug.

Ønsker om forbedring af eksisterende MVB- systemer

Registreringsnet

- Hvordan kan registreringsnettet få flere data på en billig måde?
- Kunne konsulenten indberette elektronisk fra marken - mobiltelefon - gips - alle observationer skulle (UTM koordinater) - ville bedre muligheder for analyse også.
- Bedømmelsesmetoder skal tilpasses, så de kan bruges til analyse - datakvalitet.

Valg af beslutningsstøtte system

- Vigtigt at det er sikkert, mere end om det er en samlet platform.
- Kan insektvolde og sprøjtefrie randzoner inddrages i MVB-system, påvirker de skadetærskler?
- Brugervenlighed er essentiel.

Tekniske muligheder til at reducere miljøpåvirkningen:

- Reducere afdrift ved hjælp af afskærmning af sprøjte. Der findes erfaringer fra Tyskland.
- GPS styring af marksprøjte.
- Hegn til opfangning af midler.

Appendiks D

Rapportbidrag vedrørende fokusgruppeinterviews om MVB systemer

Tove Christensen, Jens Erik Ørum, Anders Branth Pedersen, Maren Korsgaard og Kirsten Elkjær

1. Introduktion
 2. Frugtavl
 3. Planteavl
 4. Diskussion
- Bilag A, B, C og D

1. Introduktion

Som en del af MVB projektet, gennemførtes fokusgruppeinterview 7. juni på Forsøgscenter Årslev med frugtavlere og konsulenter og 8. juni hos Landboforeningen Gefion, Sorø, med planteavlere og konsulenter. Begge steder deltog 4 konsulenter, 4 avlere og 4 projektdeltagere.

Formålet med de kvalitative interviews har været at få indblik i bredden i konsulenter og avleres **praktiske** kendskab til MVB (moniterings-, varslings-, og beslutningsstøtte-) systemer samt **praktiske** barrierer og muligheder for udbredelse af systemernes anvendelse.

Udvælgelsen af konsulenter og avlere blev foretaget strategisk:

- Det tilstræbtes at interviewe konsulenter, der dækker forskellige geografiske områder og har forskellige kundeprofiler.
- Det tilstræbtes at interviewe avlere, der repræsenterer forskellige produktionstyper.
- Det var IKKE hensigten, at udvælgelsen skulle være repræsentativ for hverken frugtavlere eller planteavlere.
- Det tilstræbes at interviewe avlere, der ikke er kunder hos de deltagende konsulenter – for frugtavlgruppen endte det dog, som følge af et afbud og det lille erhverv, med at to af de deltagende frugtavlere er kunder hos to af de deltagende konsulenter.
- Avlerne blev udvalgt, så de forventedes at kende lidt til varslingsystemer. Begrundelsen herfor var, at spændet fra konsulenter til avler ellers risikerede at blive for stort til at kunne understøtte en god diskussion.

Fokusgruppeformen blev valgt for dels at få indblik i, hvordan emnerne diskuteres ude hos MVB-brugerne, og dels hvilke begrundelser der anvendes for at vælge/fravælge forskellige systemer. **Der anvendtes en semistruktureret interviewform**, hvor et emne ad gangen blev kastet på bordet, og i videst muligt omfang blev det overladt til deltagerne at diskutere internt uden forskernes indblanding. Derved var det deltageres sprogbrug og forståelse omkring MVB, der

kom frem. Mødelederen (en projektdeltager) sikrede, at man kom omkring alle planlagte emner.

Information i forbindelse med rekruttering Deltagerne fik at vide, at forskningsprojektet undersøger brugen af varslings- og beslutningssystemer, at forskerne er interesserede i både hvorfor og hvorfor ikke man bruger systemerne og begrundelser herfor, at brugernes input og at deres indsats er meget påskønnet, og at de ville blive inviteret sammen med et par andre avlere og konsulenter til at diskutere emnet sammen med et par af projektets deltagere.

Arbejdsfordeling på møderne

Ordstyrer: Tove Christensen

Referenter: Jens Erik Ørum og Anders Branth Pedersen

Tavleskrivere: Maren (frugt) og Kirsten (planteavl)

Mødestrukturen er yderligere detaljeret dokumenteret i en interviewguide (bilag A).

2. Fokusgruppeinterview om frugtavl

2.1 Deltagere - frugtavl

- 38 år, Kernefrugtkonsulent (æbler, pærer) i Gartnerirådgivningen. Konventionel drift. Arbejdet med varslingsværktøjer siden 2002. Fyn, Sydjylland. Arbejder selv med et projekt vedr. varslingsværktøjer.
- 45 år, Kernefrugtkonsulent (æbler, pærer) i Gartnerirådgivningen. Har arbejdet med RIMpro i snart 10 år. Arbejder meget med varslingsystemer. Kører lidt over hele landet.
- 39 år, Buskfrugt- og stenfrugt-konsulent (surkirsebær, ribs, solbær, stikkelsbær) i Gartnerirådgivningen i 10 år. Har ingen varslingsværktøjer, men kunne godt tænke sig det. Rådgiver om industrifrugt.
- 51 år, plantedoktor i Garta. Har tidligere arbejdet som rådgiver og som selvstændig. 24 års erfaring. Har tidligere arbejdet som ekspert i sygdomme og skadedyr i Gartnerirådgivningen.
- Frugtavl, 54 år, kirsebær siden 1981, fra 2007 æbler, pærer, ribs. Kun brugt varslingsystem de sidste halvanden sæson.
- 52 år, frugtavl, æbler, pærer, kirsebær. Startede 1988, har været økolog siden 2005. Har anvendt IP fra begyndelsen og RIMpro fra begyndelsen.
- Godt 50 år, frugtavl siden 1984 æbler og pærer, har anvendt RIMpro længe. Varslingsystemer og IP siden midt-'80'erne.
- Godt 70 år, frugtavl, startede konventionelt 2000, Ca. 4 ha blandet frugt og bær (æbler, pærer, blommer, kirsebær, hindbær, hasselnødder, ribs, solbær). Under omlægning til økologi (skiftede for to år siden – klar om ét år), har anvendt varslingsværktøjer længe og det er mindst lige så vigtigt i økologisk drift. RIMpro fra i år.
- 52 år, konsulent, Landboforeningen Gefion, Sorø. Deltog i mødet som projektrepræsentant.

2.2 Fremgangsmåde - frugtavl

Mødet blev indledt med en kort præsentation af formålet med mødet, hvorefter alle deltagere blev bedt om at præsentere sig selv. Herefter blev deltagerne bedt om at bruge 5-10 minutter på at skrive tre ord ned, som de umiddelbart

forbinder med monitoring og varsling (opg1), tre ord, som de umiddelbart forbinder med beslutningsstøttesystemer (opg2), og endelig hvilke metoder/værktøjer til monitoring, varsling og beslutningsstøtte de kender (opg3). De blev opfordret til at sætte +/- ud for hvert værktøj som tegn på, om de bruger/anbefaler pågældende system eller ej. Hensigten med opgaven var dels at fungere som opvarmning til at spore tankerne ind på deres forhold til varslingssystemer og dels at få deltagerne til at formulere deres umiddelbare egne indtryk af systemerne, inden de hører andres indtryk.

Opgaverne 1 og 2 blev ikke 'gennemgået', men var ment som tankeigangsættere. Derfor forventes disse svar at være rent individuelle. Alle forslag i opgave 3 blev listet på tavlen. Det kan derfor være, at nogle har skrevet de gode ideer fra andre ned. Hvis en metode er nævnt mange steder, er det derfor ikke nødvendigvis et udtryk for at alle nævnte metoden, men måske blot at flere er blevet inspirerede af diskussionen.

2.3 Kendte og anvendte MVB systemer - frugtavl

Følgende ord blev anvendt om varslingssystemer for frugtavl (**Opg1** Skriv 3 ord ned som du umiddelbart forbinder med monitoring og varsling). Ordene er forsøgt grupperet i meningsfyldte klumper (tabel D.1):

Tabel D.1 Varslingssystem gløser - frugtavl

Kategori (ikke prioriteret rækkefølge)	Ord anvendt (ikke omskrevet)
Systemer til varsling om angreb	Fælder og limplader (gule, hvide), optælling, rådgiver/konsulent
Klimavarsling	Klimadata, vejrdata, vejrstation
Effekt af varsling	Sprøjte efter behov, behandlingsindeks, mindre ressourceforbrug, målrettet bekæmpelse, præcis bekæmpelse, forebyggelse, skade, orientering, må tænke selv, vejledende, kræver indsigt og dybere forståelse, styring, økonomi
Miljø	Miljø

Følgende ord blev anvendt om beslutningsstøttesystemer for frugtavl (**Opg2** Skriv 3 ord ned som du umiddelbart forbinder med beslutningsstøttesystemer). Ordene er forsøgt grupperet i meningsfyldte klumper (tabel D.2):

Tabel D.2 Beslutningsstøttesystem gløser - frugtavl

Kategori	Ord anvendt
Systemer til varsling om angreb	Fælder, Varsling, skurv varsling, vinklervarslingssystem RIMpro, pc modeller, software, Excel
Klimavarsling	Klimadata, vejrudsigt
Effekt af beslutningsstøtte	Sprøjte efter behov, forebyggelse, observation, overblik, skelne mellem vigtige og mindre vigtige angreb, målrettet bekæmpelse, viden, følge udvikling i skadedyr, hjælp i produktionen, økonomi

Der er stort sammenfald mellem de ord, der blev anvendt om varslingssystemer og om beslutningsstøttesystemer. På trods af akademisk definerede forskelle mellem de forskellige typer af systemer kan der sagtens argumenteres for, at systemer, der kan varsle om angreb og smittetryk, faktisk er systemer, der støtter beslutningstagningen, og at alle systemer dermed er 'beslutningsstøttesystemer'.

Dog er der en tydelig tendens til at RIMpro opfattes som et beslutningsstøttesystem – ikke et varslingssystem – idet RIMpro udelukkende nævnes i forbindelse med beslutningsstøttesystemer. En anden væsentlig detalje er, at der ved

beslutningsstøttesystemer nævnes 'skelne mellem vigtige og mindre vigtige angreb', hvilket nok i virkeligheden er en meget fin og nyttig formulering af forskellen på et varslingsystem og et beslutningsstøttesystem. At f. eks. konsulenter, som eksempel på et MVB system, kun nævnes ved varslings, men ikke beslutningsstøtte, tyder på at opdelingen ikke har været helt meningsfyldt. I den efterfølgende analyse vil begreber knyttet til varslingsystemer og beslutningsstøttesystemer derfor blive behandlet samlet.

Opstilling af listen (opdelt i 3 tabeller fordi listen er så lang, tabel 3a-3c) med kendte og anvendte MVB systemer i frugtavl (hele resultatet af opgave 3 er vist i appendiks B) viste sig at være en god metode til at kunne foretage en mere detaljeret gennemgang af de enkelte systemer. I listen er også behandlingsmetoder nævnt i det omfang, fokusgruppemedlemmerne nævnte dem.

Tabel D.3 Kort oversigt med varslings- og beslutningsstøttesystemer i frugtavl (del 1)

System: V = varslings, B = beslutning, BH behandling	Kommentarer
RIMpro*	
RIMpro æbleskurv B	god, nok den del af RIMPRO som flest bruger (+++) Skurv er så farlig at man sprøjter ved varslings.
RIMpro æbleviklere B	God, men lidt negativ fordi den skulle have været geografisk opdelt (- +)
RIMpro sodplet B	Ikke så nødvendig da sodplet normalt ikke er et problem (-)
RIMpro Ildsot B	Er under udvikling – det ses der frem til
www.fruitweb.info B	
Andre programmer	
Skurvprogram B	
Mills skurv tabel	Ved sekundær infektion bruges den. Ligger også i RIMpro.
LIMPLADER	
hvide limplader (æble, pære, blomme, (æble)bladhveps) V	
gule limplader (kirsebærfluen) V	+
Hvide limplader anvendt som fælder BH	
eget excelark til æbleviklere B	
FÆLDER BH	
Feromonfælder/diverse viklerfælder	
Feromonforvirring BH	
spandfælder pæregalmug	Der er netop kommet en video om IPM i frugtavl på www.vfl.dk hvor spandfælden kan ses
Feromon fælder til hindbærbiller V og BH	Først lige kommet på markedet i DK

Tabel D.4 Kort oversigt med varslings- og beslutningsstøttesystemer i frugtavl (del 2)

KLIMA	
DMI egen klimastation Weatherlink (hjemmeside hvor vejrdata fra egen vejrstation kan ses)	Vigtigt med flere forskellige udsigter. Svenske/norske/tyske vejrudsigter på nettet – i visse dele af landet er de bedre end de danske. Nogle tjekker vejrudsigt på nettet. Radarudsigter. Mest nødvendigt til at forudsige nedbør, men også vigtigt at forudsige temperatur. Ønsker info om bladfugtighed og detaljeret regnforudsigelser
Temperatursum til knopgalmider	Ikke tilpasset DK klima
Watermarks (måler jordfugtighed)	
Døgngradsberegning (æbleviklere)	Del af RIMpro
ANDET	
Håndpilning af frugter med pæregalmider BH	Alle skal findes for at det virker
Konsulenter V og B	
Madex (virus der virker specifikt mod æblevikler) BH	
Visuel kontrol, LUP V	
Optælling af ascosporer V	Udføres kun af Aarslev – og er i fare for at blive sparet væk

Tabel D.5 Kort oversigt med varslings- og beslutningsstøttesystemer i frugtavl

System	Kommentarer
Knopormevarsling (skadedyr i grønsager)	Indgår i varsling nu i DK. Udbydes af VfL.
Varsling mod kirsebærbladplet	Ikke færdigudviklet! Forsøgt inkorporeret i RIMpro i Årslev-projekt.
Varsling mod ribsglassværmer	Ingen varsling – men heller ikke behov p.t.. I DK
Varsling mod viklere	Ingen varsling p.t.. – måske ville det alligevel være svært at nå at sprøjte indenfor sprøjtefrist
Varsling mod galmyg	Udviklet i UK – men varsles p.t.. ikke DK
Varsling mod monilia	Ingen varsling p.t.. – måske muligt RIMpro eller klimamålinger i fremtiden?

Note * Man kan både abonnere på en netversion og en pc baseret version af RIMpro. Man kan abonnere på en netversion uden at bidrage med egne vejrdata. Det er selvfølgelig ikke så nøjagtigt. Så kan man abonnere på en netversion med egne vejrdata, og det giver en nøjagtig varsling/beslutning på egen bedrift, og giver også mulighed for, at din konsulent og andre abonnenter kan følge udviklingen. Desuden kan man købe en PC-version til egne vejrdata, hvor man også kan indtaste sine fungicid-behandlinger og få oplyst, hvor længe de har effekt på bladene.

2.4 Vurdering af MVB systemerne - frugtavl

Der var en del diskussion om midler og varsling på mødet. På den ene side kan varsling mindske risikoen for, at man sprøjter forgæves. På den anden side øger varsling også sandsynligheden for, at man får sprøjtet, når der er risiko for angreb. Midlerne i dag menes at have så lille et virkefelt, at man skal sprøjte meget præcist (virkefelt på 3 dage blev nævnt flere gange). På den ene side mindsker varsling derfor risikoen for, at man sprøjter forgæves (når der varsles regn skal man skynde sig ud ...), på den anden side ville lidt skrappere midler gøre os lidt mindre afhængige af, om varslingen er rigtig.

Der var også en del diskussion omkring brugen af klimaoplysninger. Sammenlignet med planteavlere synes frugtavlere og deres konsulenter det er vigtigere for frugtavlere at have adgang til gode klimadata. Som et kvalificeret bud blev det vurderet, at ca. 10 % af frugtavlere har en klimastation, men at det sandsynligvis primært er de største avlere.

Der var desuden lidt diskussion af, om limplader kan bruges til fælder eller kun til varsling. En frugtavl, der er under omlægning til økologi nævnte, at han bl.a. har fanget op mod 10.000 bladhvepse på én ha og 'det må være en del af bestanden'. Diskussionen kan egentlig ses som en mere overordnet diskussion af, om man har nok viden om, hvad værktøjerne kan bruges til, når man som avler modtager information fra forskellige sider, bl.a. fra dem der sælger produkterne.

En økologisk frugtavl udtrykte tilfredshed med, at han nu har mulighed for at bruge feromonforvirring. Denne bekæmpelsesmetode blev godkendt i Danmark i 2010 og kan også anvendes af økologer. En konsulent nævnte, at de formentlig kunne udvikles til buskfrugt. Der blev specifikt nævnt Exosect som er en særlig form for feromonforvirring, som kun virker mod æblevikler og tilsyneladende med en ret dårlig effekt. Den dispensortype, der hedder Isomate, blev godkendt i 2011. Isomate virker mod flere viklearter og er mere effektiv end Exosect.

For økologer er især skurv slemt, men der blev også nævnt et eksempel på, at æblebladhevpsen tog alle æbler på 12 ha. Når æblebladhevpsen først er der, slipper man ikke af med dem. Det blev nævnt, at Quassia er eneste middel (økologisk), der virker på æblebladhevpsen.

Det blev nævnt, at et varslingssystem er et godt system, hvis man kan nå at reagere, når der varsles handling. I f.eks. kirsebær varsles der så sent, at man alligevel ikke kan nå at sprøjte inden høst. Det blev vurderet, at man med bedre (MVB) systemer måske kan sprøjte mindre – og man kan i hvert fald sprøjte mere effektivt.

Opsamling og flere bemærkninger i stikordsform:

- Varslingssystemer bruges i vidt omfang. Især RIMpro og feromonfælder m.fl. Holdningen er, at de begrænser brugen af pesticider – tidligere ryddede man mere op fra en kant af.
- Jo bedre varslingværktøjerne er, desto mere kan man overtale nogen, som har oplevet et problem for ti år siden, til at lade være med at være på forkant. Det tager lang tid at opdrage sig selv som avler, for man risikerer at miste hele høsten. Det nytter ikke at være stolt af varen, hvis der ikke er en vare, fordi den er gået til.
- Er der økonomi i at bruge varslingen, så bruges den.
- Viden skal kunne betale sig. Koster det at indkøbe viden, så står de små avlere i højere grad af.
- Ved nogle angrebstyper er man nødt til at have nultolerance, mens man kan tage mere afslappet på andre typer af problemer.
- Der kan være nogle praktiske problemer med at bruge nogle typer af varsling (f.eks. bankenet).
- Egen erfaring spiller også en meget væsentlig rolle for beslutningerne ude hos avleren.
- Utilfredshed med at tyske avlere – både konventionelle og økologiske – har meget bedre rammevilkår end danske. F.eks. problemet omkring klimazoner.

- Utilfredshed med at der er for få midler i Danmark. Giver hurtigt resistensproblemer.
- Der bruges for meget svovl i økologisk jordbrug, men det er et valg mellem pest og kolera (skurv vs. slå alle rovmidlerne ihjel).
- Ikke alle har RIMpro liggende lokalt på computeren, men bruger nettet i stedet. Giver nogle begrænsninger.
- RIMpro er meget afhængig af en enkelt person - Marc Trapman (der udvikler og vedligeholder systemet).
- Vejrudsigter fra nabolande bruges også i vidt omfang i Danmark, for de er i nogle dele af landet mere præcise end de danske.
- Limfælder – bruges primært til varsling, men en enkelt bruger dem også som bekæmpelse. Nogle firmaer vil gerne sælge fælder og giver derfor måske forkert information.
- Spandfælder vs. håndsortering af pærer for pæregalmyg. Forskellige erfaringer.
- IP fungerer fint med de 2 øre ekstra, det giver for æblerne.
- Der mangler forskning om industrifrugt både i Danmark og udlandet.
- Der er et vist element af sikkerhedssprøjtninger for nogle skadevoldere for at være på den sikre side, selvom varslingen siger noget andet. Problematisk – varslingen burde være så sikker, at man ikke behøver sikkerhedssprøjte.

2.5 Ønsker til MVB systemer - frugtavl

De to højest prioriterede/hyppigst nævnte ønsker vedrørte midler og klima:

- Bedre, mere effektive og mere holdbare pesticider (det vil bl.a. reducere risikoen ved at benytte MVB systemer, da der dels ville kunne repareres, dels ikke skal besluttes og sprøjtes så ofte).
- Kunne være rigtig godt, hvis man kunne ændre på lovgivningen, så man fik lov til at sprøjte med nogle andre midler, hvis man brugte bestemt teknologi.
- Problem når vejrudsigten siger regn, og det så ikke kommer. Bedre vejrudsigter ville være fantastisk.
- Klimastationer bruges af flere af de deltagende avlerne og deres konsulenter, men generelt er der ikke så mange, som bruger dem. De er ikke helt enkle at betjene. En avler siger, at det kunne være godt med et skema sammen med klimastationen til at se, om det nu nødvendigt at sprøjte eller ikke. Burde måske være nemmere at få adgang til data fra klimastationerne.
- Mere detaljerede vejrudsigter

Øvrige ønsker i ikke prioriteret rækkefølge:

- Nemmere optælling af ascosporer.
- Det skal være på avlerniveau (fra egen bedrift og naboer).
- Meldugvarslingssystem ville være dejligt. Der mangler meldugvarsling. Ikke kun en fordel med effektive systemer, så der kan sprøjtes mindre. Meldug kommer f.eks., når der ikke sprøjtes mod de andre sygdomme, og så skal der sprøjtes alligevel.
- Opfordring til at få lavet en resistensstrategi som i Tyskland. Der er brug for en resistensstrategi, så der hele tiden er flere midler, man kan vælge mellem. Hvis der kun er et brugbart middel, udvikles der hurtigere resistens.
- Der mangler varslingssystemer for industrifrugt.
- Der mangler alternativer til svovl mod æbleskurv i økologisk avl.

- RIMpro for æbleviklere burde være geografisk justeret. RIMpro passer ikke altid på æbleviklerne. "RIMproog fælder er to systemer, der skal kobles via ens egen hjerne".
- Kunne være godt, hvis ildsot kom ind i RIMpro igen.
- Kirsebærbladplet bliver der måske sprøjtet alt for meget mod – kunne være godt med varslingsystem.
- Dejligt hvis den enkelte avler selv kunne tælle ascosporer, men det er for kompliceret nu.

Økonomiske overvejelser vedrørende MVB systemer i frugtavl:

- Det skal være nemt og ikke for dyrt (især relevant for mindre plantager).
- Skadestærskler i frugt anvendes ikke så meget – det anføres, at det måske er fordi det ved nogle angrebstyper er nødvendigt med nultolerance. Det kunne måske betale sig at se nærmere på, om der faktisk kunne være noget at hente (i forhold til reduceret pesticidforbrug), hvis man går efter økonomiske skadestærskler.

2.6 Udvalgte citater - opsummering frugtavl

(Model for kirsebærbladplet) skal gøres færdig, før den kan bruges. Vi sprøjter alt for meget. Med et godt system kunne vi holde fri hele sommeren.

Det nytter ikke at være stolt af varen, hvis der ikke er en vare, fordi den er gået til (økologisk frugtavl).

Paradoks at en konventionel avler i Danmark ikke må bruge de samme midler som en økologisk avler i Tyskland, det ville være rart med fælles regelsæt (frugtavl).

Jo bedre varslingsværktøjerne er, desto mere kan man overtale nogen, som har oplevet et problem for ti år siden til at lade være med at være på forkant. Det er en kamp op ad bakke at få dem til at slippe angsten (konsulent).

Vi bruger alt for meget svovl (mod skurv i økologisk frugtavl). Problemet er, at det også slår rovmiderne ihjel. Valg mellem pest og kolera (økologisk frugtavl).

Da jeg nu ikke kan sprøjte mine hindbær længere, så fandt jeg bankenettet frem for at se, om der var nogle hindbærbiller. Det er rart, hvis man skal i gang med noget nyt.

Vi har i frugtavl svært ved at lave de samme økonomiske skadestærskler som landbruget.

Vi har ikke flere forskellige kvalitetsklasser – det er enten klasse 1 eller industrifrugt (frugt konsulent).

Vi sprøjter ikke mere med flere systemer, men med bedre systemer kan vi ramme plet og sprøjte mere effektivt.

I Sydeuropa kan man sprøjte på dispensation, når man bruger konsulent og monitorering.

3. Fokusgruppeinterviews planteavl

3.1 Deltagere - planteavl

- Planteavlskonsulent i Gefion, 54 år, mange års rådgivningserfaring og har selv landbrug.
- Maskinkonsulent i Gefion og tidligere landbrugsskolelærer, 43 år, Landmand i sin "fritid" med både traditionelle afgrøder og frø/havefrø. Konen er landmand.
- Planteavlskonsulent i DLS (Dansk Landbrug Sydhavsøerne), 36 år. Laver meget markrådgivning.
- Planteavlskonsulent ved Østdansk LandbrugsRådgivning i Rønnede, 37 år. Har rådgivet i marken i 2-3 år, men har tidligere arbejdet som landbrugsskole lærer.
- Landmand, 54 år, ca. 100 ha plus en del han passer (heraf 35 ha økologisk), ingen medhjælp, specialproduktion af pil.
- Landmand, 49 år, godt 200 hektar, 8000 slagtesvin. Dyrker byg, hvede, raps, sukkerroer, hvidkløver og engrapgræs. Byg og hvede anvendes som foder til grisene – resten af afgrøderne sælges. Reduceret jordbearbejdning.
- Landmand, 36 år, udannet agronom. Deltager i IPM-demonstrationslandbrug. Har 470 ha med korn og frø. Får rådgivning fra Østdansk Landbrugsrådgivning i Rønnede. 2-3 medarbejdere.
- Landmand, 60 år. Dyrker spinat, havefrø osv.

3.2 Fremgangsmåde - planteavl

Der er i store træk benyttet samme fremgangsmåde ved fokusgruppeinterview for planteavlere som beskrevet for frugtavlere (2.2). Mødet blev således indledt med en kort præsentation af formålet med mødet, hvorefter alle deltagere blev bedt om at præsentere sig selv. Herefter blev deltagerne bedt om at bruge 5-10 minutter på at skrive tre ord ned, som de umiddelbart forbinder med monitoring og varsling (opg1), tre ord, som de umiddelbart forbinder med beslutningsstøttesystemer (opg2), og endelig hvilke metoder/værktøjer til monitoring, varsling og beslutningsstøtte de kender (opg3). De blev opfordrede til at sætte +/- ud for hvert værktøj som tegn på, om de bruger/anbefaler pågældende system eller ej. Hensigten med opgaven var dels at fungere som opvarmning til at spore tankerne ind på deres forhold til varslingssystemer og dels at få deltagerne til at formulere deres umiddelbare egne indtryk af systemerne, inden de hører andres indtryk.

Opgaverne 1 og 2 var ment som tanke-igangsættere, mens alle forslag i opgave 3 blev listet på tavlen.

3.3 Kendte og anvendte MVB systemer - planteavl

Følgende ord blev anvendt om **varslingssystemer** for planteavl. Ordene er forsøgt indpasset i meningsfulde grupper (tabel D6):

Tabel D.6 Varslingssystem gløser - planteavl

Kategori	Ord anvendt
Systemer til varsling af angreb	Planteavlsnyt, nyhedsbreve, pc Planteværn, landmand.dk, registreringsnet, fangbakker, feromonfælder, flyvning af skadedyr, skadevoldere konsulenter, prof. baggrund/særlig uddannelse
Effekt af varsling	Rettidighed, sammenligning af egns, sorts, forskelle, undgå tab, undgå udbyttetab

Følgende ord blev anvendt om **beslutningsstøttesystemer** for planteavl. Ordene er forsøgt indpasset i meningsfyldte (uprioriterede) grupper (tabel D7):

Tabel D.7 Beslutningsstøttesystem gløser - planteavl

Kategori	Ord anvendt
Systemer til varsling af angreb	Planteavlsnyt, pc Planteværn, Planteværn online, sortsinfo sortvalg, registreringsnet konsulenter skadestærskler
Effekt af beslutningsstøtte	Hjælp til behandlingsbehov, sikkerhed for korrekt beslutning, undgå tab, viden grundlag, håndtering og systematisering af viden, erfaringsdatabase, undgå uønsket sprøjtning, økonomi
Klima	Vejrdata

Som ved frugtavl er der tilsyneladende ingen meningsfyldt forskel i de ord, der er knyttet til varsling og dem, der er knyttet til beslutningsstøttesystemer, så vi vil i høj grad betragte begreberne som værende knyttet til varslings- og beslutningsstøttesystemer. Som et interessant resultat anvendes ordet **rettidighed** af hele tre deltagere i forbindelse med varsling. Registreringsnet nævnes af planteavlere, men ikke af frugtavlere.

I tabellen nedenfor (tabel D8) ses en kort oversigt over de systemer som deltagerne skrev ned (udspringer af opgave 3, appendiks C).

Table D.8 Overview of MVB systems - Planting

System	Anv.	Afgrøde/skadevolder	Udbyder/kilde
Registreringsnettet	X	Aktuelle afgrøder og skadevoldere	
Fangbakker	X	Jordlopper	
Feromonfælder	(x)(x)	Hvedgalmyg	
Planteværn Online		Ukrudt	
Nyhedsbreve		Aktuelle afgrøder og skadevoldere	Lokale landboforening
Nyhedsbreve		Aktuelle afgrøder og skadevoldere	DLBR - Hele landet
Sneglefælder	(x)	Agersnegle	
Faste skadestærskler	X	?	?
Klimadata	X	?	Landbrugsinfo
Vejrudsigt			Landbrugsinfo og DMI
Sortsinfo	X	Resistens og udbyttepotentiale	Landbrugsinfo eller mere korrekt Videncentret for Landbrug.
Luseprognose	X	Bladlus i korn og andre bredbladet højeværdiafgrøder (f.eks. roer/raps)	Landbrugsinfo
Kartoffelskimmel varsling	x/-	Kender men bruger ikke!	Registreringsnettet
Engrapgræs-galmyg-flyvning varsling	X	Engrapgræs-galmyg-flyvning	Lars Monrad DJF
Lokal monitoring og varslings system		?	Lokale landboforening – Stevns
Varsling i sukkerroer		Svampesygdomme	Registreringsnettet
Varsling for ærteviklere		Ærteviklere i ærter	Varsling sparet væk
Landmand.dk		Status og varsler for mine afgrøder!	Landbrugs Info
Jordværn Online	?	styre trykskader i marken	?
ERFA grupper	Xx	Aktuelle afgrøder og skadevoldere	Lokale landboforening
Planteavlskonsulent	Xx	Aktuelle afgrøder og skadevoldere	Lokale landboforening

3.4 Evaluation of MVB systems - planting

Shortly summarized, there was a high level of satisfaction with the registration network and variety information. It was mentioned that the importance of regional differences is taken into account when variety information is used.

In connection with the registration network, there was an expression of dissatisfaction – and criticism – that it is difficult to maintain the data basis, i.e. consultants' reports. And the same applies to the problems with financing the collection of data for Planting online.

Compared with the fruit growers, there was a slightly lower focus on climate and weather data, although these data are still considered to be important input. Weather is very important, but other factors also play a role. Pests should be present, or the crop should be in a certain growth stage.

Afgrøder i landbrug er ikke så udsatte. Ikke den store værdi af lokale klimastationer. For landmænd er gode prognoser meget vigtigere. Normalt antages det, at professionelle landmænd skal sprøjte så store arealer, at det kan være for sent at sprøjte, når der er udsigt til nedbør, men landmænd med specialafgrøder kan ofte nå at sprøjte hele afgrøden med kort varsel, da der trods alt ofte er tale om overkommelige arealer. Kartoffler er et eksempel på en afgrøde, der ofte dyrkes på så store arealer, at hele afgrøden ikke kan sprøjtes på grundlag af nutidens vejrudsigter.

Anvendelse af fangbakker er tilsyneladende ikke særlig udbredt. En fortæller for fangbakker fremhævede, at fangbakker giver en klar indikation af, om der er rapsjordløpper i egen mark. Det blev fremhævet, at det kun koster 22 kr. plus sæbevand. Ulempen ved fangbakker er dog nok, at de skal aflæses to gange om ugen, og at det nok kræver et stort areal eller en stor faglig interesse, før landmænd gider udsætte bakkerne. Der er ligeledes eksempler på, at det kræver mange fangbakker, hvis man skal være helt sikker, fordi angreb ikke altid er lige kraftige i alle ender af marken. Fangbakker fortæller én, om der er en risiko, men fangsten siger ikke, om og hvor meget det kan betale sig at sprøjte.

Det blev nævnt, at konsulenten ikke kun bruger Planteværn Online (PVO) ukruddt til generelle løsninger, men også Planteværn Online faciliteten "Brugers blanding" til hjælp for landmænd, der har midler på lageret. Ikke alle deltagerne var i øvrigt bekendt med "Brugers blanding".

Det blev nævnt, at der for roer er færre forsøg, og derfor ikke så godt grundlag for gode løsninger i PVO.

Nogle var meget tilfredse med PVO, mens andre mente, at nyhedsbreve er en dejlig, nemt tilgængelig fortolkning af PVOs informationer.

Skadestærskler blev nævnt, og de anvendes – men der blev ikke udtrykt fuldstændig sikkerhed omkring, hvad de fortæller noget om. Eksempelvis blev det nævnt, at det kunne undre, at der ikke ved fastsættelse af den økonomiske skadestærskel tages hensyn til, at afgrødepris varierer, og at der er regionale forskelle i udbyttetab.

Varslingssystemer er en væsentlig del af IPM. Økologiske varer kan give en merpris, men der er ikke den store markedsmæssige mulighed for at få merpris for IPM og tilsvarende "grønne løsninger". Kan man få et højere udbytte med IP? Det kan man nok ikke, men dokumenteret sprøjtning, konceptavl, og sporbarhed kan give lidt merpris (ved at undlade f.eks. vækstoffremmer i brødrug og fremavl).

Det blev nævnt som et problem, at der ikke længere varsles for galmygflyvning i engrapgræs. En af avlerne har plansprøjtet i år, fordi der ikke længere varsles af DJF. Lars Monrad (DJF) har man stor tillid til, derfor sprøjtes meget mere, når Lars Monrad ikke længere varsler.

Det blev diskuteret, at frøfirmaer (bl.a. Hunsballe) ofte rådgiver og varsler forskelligt i forhold til konsulenter under DLBR, og at frøfirmaerne på en måde også har egen indsamling af data i form af deres eget registreringsnetværk.

Der var enighed om, at konsulenter og VFL har ansvar for at ny viden, løsninger og systemer kommer ud til landmændene.

Ikke alle landmænd abonnerer på Planteavlsnyt, og det koster penge at benytte konsulenterne. Grovvaren udsender derimod information og rådgiver gratis. Det generelle indtryk er, at landmænd ved at følge grovvarens rådgivning i sidste ende kommer til at betale for nogle dyrere løsninger (for høje doser eller dyrere midler) fra grovvaren.

Den uvildige rådgivning er nok også medvirkende årsag til, at der sprøjtes mindre i Danmark end i vore nabolande, hvor firmarådgivninger er mere udbredt.

(Udsagn fra deltager) Mange planteavlere har husdyr. De landmænd, der har deltaget i mødet, er især planteavlere – med interesse for beslutningsstøtte og varsling - så de udgør ikke en repræsentativ del af planteavlerne i Danmark. Tidligere havde husdyrproducenter en anden holdning til brug af monitorings- varslings og beslutningsstøttesystemer og IP end planteavlere. Mange svineproducenter har imidlertid ændret opfattelse, men kvægbrug har vist fortsat meget arbejde i stalden og med dyrene, så de bruger nok ikke PVO og MVB ret meget.

3.5 Ønsker til MVB systemer - planteavl

Spinat må meget gerne indgå i registreringsnet – det er en afgrøde, hvor der potentielt sprøjtes meget og dermed potentielt kan spares meget. Mere regionale/lokale varslinger, bedre vejrudsigter. Det blev ytret, at det er vigtigt at fagligheden i systemerne bevares – forstæet således, at den ikke rammes af nedskæringer og derfor spares væk.

4. Diskussion og konklusion på fokusgruppeinterviews

4.1 Struktur

Det primære **formål** med de kvalitative interviews har som nævnt været at få indblik i bredden i konsulenter og avleres **praktiske** kendskab til MVB systemer samt i de **praktiske** barrierer og muligheder for udbredelse af systemernes anvendelse i såvel frugtavl som planteavl.

I det følgende sammenholdes resultaterne fra de to fokusgruppeinterviews med de forventninger og hypoteser, der var fremsat for systemernes anvendelse baseret på bl.a. tidligere, lignende studier samt projektets definitioner og begreber anvendt til beskrivelse af MVB systemer, projektets kortlægning af eksisterende og tidligere anvendte MVB systemer samt diskussioner vedrørende MVB systemernes økonomiske eller miljømæssige relevans på projektets workshop i Middelfart samt brainstorm i projektgruppen forud for interviewene.

4.2 Tidligere studier af landmænds beslutning om pesticidanvendelse

I et studie (Pedersen et al., 2011) af danske landmænds holdninger til hvordan beslutninger i forhold til deres optimeringsværdier (faglige vs. økonomiske værdier) blev der stillet skarpt på landmændenes beslutninger omkring pesticidanvendelsen. I studiet har i alt 1.164 landmænd – 67 % af de adspurgte – besvaret, at de i 2009 gennemførte spørgeskemaundersøgelser. To tabeller af særlig relevans for nærværende projekt er gengivet nedenfor (tabel D.9 og D.10).

Tabellerne viser, hvilke typer information, der ligger til grund for landmændenes beslutninger om pesticidanvendelse. I studiet blev der spurgt, hvilke informationskilder, der havde dannet grundlag for behandling af ukrudt, svampe og insekter. Det blev fundet, at de fleste landmænd anvender information fra egne observationer og egen erfaring, efterfulgt af konsulentrådgivning og erfaringsudveksling med andre landmænd – og endelig anvendes også Planteværn online, grovvarerelskaberne og kemikaliefirmaerne. Resultaterne ses nedenfor i tabel D.9.

Tabel D.9. Informationskilder, der har dannet grundlag for behandling af ukrudt, svampe og insekter, gennemsnit. 1= slet ikke, 5= i meget høj grad.

Informationskilde	Ukrudt Gns. score (n)	Svampe og insekter Gns. score (n)
Egne observationer i marken	4,2 (1108)	4,1 (1105)
Generelt kendskab til ukrudts- eller smitetryk	4,2 (1108)	3,6 (1101)
Løbende udmeldinger fra rådgivningstjenesten	3,6 (1108)	3,7 (1102)
Markbesøg af konsulent	3,3 (1104)	3,3 (1104)
Information fra grovvarerelskaber	2,1 (1104)	2,0 (1103)
Information fra kemikaliefirmaer	1,9 (1103)	1,9 (1103)
Erfaringsudveksling med andre landmænd	2,9 (1100)	2,9 (1102)
Planteværn Online	2,1 (1086)	2,1 (1087)

Note: ved ikke-svar indgår ikke i tabellen.

Endvidere blev landmændene spurgt om hvilke informationskilder, de havde anvendt i forhold til valg af midler. Hertil var topscoren blandt landmændene at anvende information fra rådgivningstjenesten, mens eget kendskab var den information, som scorede næsthøjest. Også andre landmænds erfaringer samt information fra deres private konsulent eller kemikalieleverandør. At langt flere angiver information fra rådgivningstjenesten som kilde end information fra privat konsulent, tyder på, at de bruger generelle informationer såsom nyhedsbreve og oplysninger på hjemmesiden i højere grad end personlig rådgivning. Svarfordelingen er vist i tabel D.10.

Tabel D.10. Informationskilder for valg af plantebeskyttelsesmidler, gennemsnit 1=slet ikke; 5=i meget høj grad.

	Gns. score	Antal
Eget kendskab til midler	3,6	1158
Andre landmænds erfaringer med midler	2,8	1154
Information fra rådgivningstjenesten	4,0	1153
Information fra privat konsulent	2,5	1114
Information fra kemikalieleverandør	2,2	1154

Disse resultater støttes af resultaterne fra fokusgruppeinterviewene, hvor registreringsnet, sortsinfo, nyhedsbreve osv. var de hyppigst nævnte metoder.

4.3 Projektets oversigter, definitioner og begreber

Det kan konstateres, at de interviewede landmænd og konsulenter har et godt kendskab til MVB systemer. Stort set alle de i projektet kortlagte systemer, der er eller har været anvendt i dansk frugt- og planteavl, blev således nævnt af avlere og konsulenter.

Der er konstateret en inkonsistent brug af begreber og definitioner vedrørende MVB systemer. Begreber som monitoring, varsling, prognoser og beslutningsstøtte benyttes flittigt, i flæng og med forskellig betydning af de deltagende konsulenter og avlere. Der er således store afvigelser mellem de i projektet kanoniserede definitioner og begreber og de tilsvarende definitioner og begreber benyttet af avlere og konsulenter.

Ved opremsning af kendte MVB systemer smuttede der ligeledes en del systemer med, der ikke er egentlige MVB systemer, men snarere er en behandling eller en teknik. Det drejer sig f.eks. om feromonforvirring, feromonfælder, manuel fjernelse af frugter med pæregalmider samt virus, der virker specifikt mod æblevikler. Disse behandlinger og teknikker opfattes nok i virkeligheden heller ikke af avlere og konsulenter som MVB systemer. At disse teknikker og behandlinger er smuttet med, indikerer snarere, at de forskellige MVB-systemer, på lige fod med f.eks. mekanisk ukrudtsbekæmpelse, pletsprøjtning, feromonforvirring osv., opfattes som et af mange værktøjer til løsning af Plan-teværnsproblemer. I dagligdagen er der behov for effektive løsninger, og disse løsninger er ikke begrænset til MVB systemer, men udvælges fra den store værktøjskasse.

Den liberale anvendelse af de uklare begreber og definitioner var imidlertid ingen hæmsko for avlernes og konsulenternes kortlægning og vurdering af MVB-systemerne. Når begreberne blot anvendes i en konkret sammenhæng, dvs. i forhold til en konkret skadevolder og et konkret MVB eller behandlingssystem, giver begrebsforvirringen ingen grund til forvirring. F.eks. kan planteavlskonsulenten meget overraskende, men i sammenhængen relevant, omtales som et beslutningsstøttesystem, og problemet med at fremskaffe pålidelige, regionale vejrdata kan, naturligvis, diskuteres uden tanke for, om det at fremskaffe regionale vejrdata rettelig bør omtales som en dataindsamling eller en monitoring, eller formidlingen af sådanne data rettelig er et registrerings- eller varslingssystem.

Som en konsekvens af den konstaterede mulige begrebsforvirring er det valgt ikke at korrigere eller tilpasse deltagernes sprogbrug hverken i referater fra møderne eller i nærværende diskussion.

Det giver ikke mening at udlede eller basere generelle konklusioner fra fokusgruppe-interviewene på udsagn vedrørende monitoring, varsling eller beslutningsstøtte. Ønske om f.eks. automatisk monitoring eller forbedret varsling osv. må nødvendigvis adresseres til en konkret skadevolder, før den giver mening.

Som konkrete, men tænkte eksempler på adressering af forsknings og udviklingsbehov, kan der f.eks. peges på ukrudtsbekæmpelse i vintersæd, hvor der f.eks. kan være behov for udvikling af automatiseret monitoring af ukrudt, bekæmpelse af lus i vårsæd, hvor der bør udvikles en økonomisk skadestærskel eller økologiske æbler, hvor der er behov en forbedret varsling for skurv.

Et ønske til forbedring eller udvikling af et MVB-system kræver naturligvis en god diskussion af formål, hvilke og hvor store ressourcer, hvad er problemet, hvor er der manglende viden, hvor er der manglende teknik, og hvad er løsningen. Fokusgruppeinterviewene har vist, at en sådan diskussion kan gennemføres på trods af manglende klare definitioner og begreber.

Klare og veldefinerede begreber har imidlertid deres berettigelse som en huskeliste og guide ved beskrivelsen af de konkrete systemer. Kræver det f.eks. en forudgående monitoring af skadevolder at anvende feromonforvirring? Giver feromonfælder basis for et regionalt varslingsystem baseret på fangster i feromonfælder hos de enkelte avlere? Kan der fastsættes en økonomisk skadestærskel?

4.4 Vurdering og forslag til forbedringer

På projektets workshop i Middelfart blev der fremsat en række ønsker til udvikling og forbedring af MVB systemer fra såvel avlere og konsulenter som forskere. Der er ikke konstateret store eller principielle afvigelser mellem de ønsker avlerne på workshoppen fremkom med, og de ønsker der fremkom i fokusgruppeinterviewene. Meget overordnet kan ønskerne sammenfattes således:

I de store afgrøder og i de afgrøder, hvor man ikke kan nå at sprøjte hele afgrøden med de nuværende varslingsystemer, er der et generelt ønske om forbedret varsling og midler med store holdbarhed og/eller midler med kurativ effekt.

Registreringsnettet er et veletableret begreb og en værdsat løsning, som ønskes udvidet til flere afgrøder og skadevoldere, men der er usikkerhed om finansieringen.

I de små specialafgrøder, som f.eks. græs-, kløver- og spinatfrø, er der dels udtrykt bekymring for, at eksisterende MVB systemer ikke længere vedligeholdes, dels fremsat ønsker om etablering af regionale registreringsnet og MVB-løsninger på tværs af firmaer.

I mange af specialafgrøderne er der behov for resistensstrategier og MVB systemer, der kan understøtte disse.

I mange af de små frugtkulturer, særligt for industrifrugt, er der et uudnyttet potentiale for MVB-systemer.

Der er også behov for udvikling af MVB-systemer til økologisk frugtavl, hvor anvendelsen af svovl mod skurv er problematisk og gerne må reduceres.

Af konkrete løsninger og forslag, der har potentiale på tværs af afgrøder og skadevoldere, kan nævnes automatiseret monitoring af ukrudt samt etablering af klimastationer på de enkelte ejendomme.

Det er indtrykket at vejrudsigter måske er af mere afgørende vigtighed for frugtavlere end for planteavlere – selvom gode vejrudsigter også er vigtige for planteavlere.

4.5 Økonomi eller miljø

Baseret på tidligere studier og erfaringer med landbrugets og gartneriets pesticidanvendelse er der på projektets workshop i Middelfart fremsat en række hypoteser for MVB-systemernes økonomiske og miljømæssige betydning og berettigelse. I det følgende opsummeres disse hypoteser (fremhævet kursiv), og det diskuteres, i hvilket omfang de er blevet bekræftet ved fokusgruppeinterviewene.

Hypotese, at MVB systemerne anvendes, vedligeholdes og udvikles af driftsøkonomiske hensyn. MVB systemer gør det muligt at udnytte pesticiderne økonomisk effektivt. Ingen af systemerne anvendes for at reducere pesticidanvendelsen, men mange af systemerne har bidraget til en reduceret pesticidanvendelse.

Fokusgruppeinterviewene har bekræftet, at MVB systemerne anvendes og ønskes forbedret af driftsøkonomiske hensyn. Citat fra planteavlere: "Og så gør det ikke noget, at man også sprøjter mindre!". Det er i øvrigt ikke kun den direkte økonomiske gevinst i form af sparede pesticidomkostninger eller et øget, mere sikkert udbytte, der er fokus på. Også arbejdslettelse og mindre stress når MVB systemerne giver færre, mere effektive behandlinger, tæller med på den økonomiske plusside. Citat fra frugtavlere: "Med et bedre MVB system kunne vi holde fri hele sommeren".

Hypotese, at rentabilitet ikke altid går forud for sikkerhed. I nogle afgrøder vurderes MVB systemerne på deres rentabilitet, i andre afgrøder vurderes de på deres sikkerhed for en effektiv bekæmpelse. Denne forskel skal holdes for øje dels ved udvikling og forbedring af systemerne, dels ved overvejelser vedrørende systemernes mulige bidrag til en reduceret miljøbelastning.

Fokusgruppeinterviewene har bekræftet, at der er en stor forskel på frugt- og planteavlernes holdning til sikkerhed for effekt eller rentabilitet. For f.eks. frugt- og kartoffelavlere er det særligt vigtigt, at Planteværn og MVB systemerne fungerer hvert år. De er dels økonomisk afhængige af en enkelt afgrøde, dels er der tale om store udbyttetab, hvis systemerne i denne afgrøde svigter. Her er sikkerhed lig rentabilitet (likviditet vigtigere end rentabilitet). Sammenlignet hermed er der en mere udbredt "gyngerne og karrusellerne" holdning til systemernes effektivitet hos planteavlerne med et mere alsidigt sædskifte, hvor det er for dyrt at have fuld effekt i alle afgrøder hvert år. Her kommer rentabilitet før sikkerhed.

Hypotese, at MVB systemernes relevans ikke kun skal måles på antal direkte brugere. Det er tidligere beskrevet, at f.eks. PVOs ukrudtsmodul benyttes af meget få landmænd, men at systemet til gengæld benyttes flittigt af rådgivningstjenesten og planteavlskonsulenterne til udledning af såvel generelle som specifikke løsninger. Systemet er dermed indlejret i de løsninger, der anvendes til ukrudtsbekæmpelse på en meget stor del af landbruksarealet, og dermed broderparten af landbrugets samlede pesticidforbrug.

Fokusgruppeinterviewene bekræftede, at PVO ukrudtsmodul kun anvendes af særligt dedikerede planteavlere, men at det er et vigtigt værktøj for konsulenterne. Derfor er det vigtigt, at dette system vedligeholdes og holdes skarpt med skyldigt hensyn til såvel landmandes økonomi som landbrugets miljøbelastning.

Hypotese, at en reduceret pesticidanvendelse medfører et økonomisk tab.

På begge fokusgruppemøder var der en yderst beskeden diskussion af mulighederne for, at eksisterende, nye eller forbedrede MVB-systemer kan medvirke til en reduceret miljøbelastning. Med den faglighed og erfaring, der var samlet på møderne, var der ubetinget fokus på effektive løsninger. I dag sættes der lighedstegn mellem belastning og antal behandlinger eller behandlingshyppighed. Det var formentligt underforstået, at når blot pesticiderne anvendes effektivt, har man samtidigt opnået den mindst mulige pesticidanvendelse

og dermed også den mindst mulige miljøbelastning. Så er der ikke (økonomisk) behov for en yderligere reduktion i pesticidforbruget, og det blev flere gange understreget, at det er meget kostbart at sprøjte for lidt, særligt i specialafgrøder som f.eks. frugt og frø.

4.6 Konklusion

Fokusgruppeinterviews har givet et godt indblik i, hvorledes en udvalgt gruppe af planteavlere og frugtavlere samt deres konsulenter benytter MVB systemer samt et godt indblik i deres kendskab til eksisterende systemer og deres ønsker til disse. Det er indtrykket, at de deltagende planteavlskonsulenter, men ikke nødvendigvis de deltagende frugt- og planteavlere, er repræsentative for deres respektive kollegaer med hensyn til erfaringer med MVB systemer.

En række hypoteser vedrørende MVB systemernes økonomiske og miljømæssige relevans er blevet bekræftet ved fokusgruppeinterviewene. Det er f.eks. blevet bekræftet, at MVB systemerne anvendes af økonomiske årsager, ikke for at sprøjte mindre. Der er stor forskel på de forskellige avleres krav til systemernes sikkerhed og rentabilitet. Og der er ikke behov for MVB systemer, der anviser reducerede pesticidanvendelser på bekostning af udbytte og sikkerhed.

Der er konstateret en del begrebsforvirring vedrørende definitioner og begreber knyttet til beskrivelsen af MVB systemer. Denne forvirring syntes dog at være uden praktisk betydning, når det f.eks. gælder diskussion og formidling af systemernes anvendelsesmuligheder og udviklingspotentialer.

Det er vanskeligt at sige noget meget generelt om behov for forskning og udvikling i MVB systemer. Der er tale om meget forskellige behov i mange forskellige afgrøder og mange forskelligartede, komplekse sammenhænge. Man kan derfor ikke på en skitsetegning for MVB systemer udpege det eller de elementer i systemerne, hvor der er et særligt behov for forskning og udvikling på tværs af afgrøder og skadevoldere.

Appendiks D.1 Interviewguide

Interview guide for fokusgruppemøde (i alt 2 timer)

1. Time

Kort præsentation (10 min)

..af projektet

Velkommen til dette møde om brug af varslings- monitorings- og beslutningsstøttesystemer i frugtavl. Mange tak fordi I har taget jer tid til at komme - jeres input vil blive påskønnet meget. Mødet afholdes, fordi vi gerne hører brugerens syn på brugen af varslings- og beslutningsstøtte-systemer - både hvorfor og hvorfor ikke I bruger dem. Mødet er arrangeret som en del af et forskningsprojekt, der er nedsat under Miljøstyrelsen. Resultaterne skal bl.a. bruges til at vurdere, i hvilken retning man skal gå i forhold til varslings- og beslutningsstøttesystemer.

.. af projektgruppen/forskerne

(Jens Erik, Anders, Tove og Maren/Kirsten): navn, ansættelsesforhold, alder.

.. af deltagerne

AVLERE: navn, område, bedriftsstørrelse, hovedafgrøde/frugt, alene/ansatte, har du en konsulent tilknyttet, alder.

KONSULENTER: navn, kundeprofil, speciale, ansættelsesforhold, alder.

.. dagsorden

Interviewet varer ca. 2 timer (kort pause midtvejs). Mødet optages på bånd, men bruges kun som back up for der tages også noter. I er velkomne til at se referatet igennem hvis I har lyst. Jeres bidrag bliver anonymiseret. Projektgruppen er her for at lære noget – det er jer, der har erfaring med brug/ikke-brug fra jeres hverdag. Der er ingen rigtige svar – eller forkerte. Mødet foregår ved, at vi fra projektet egentlig blander os så lidt som muligt, og at det er jer, der taler sammen og diskuterer emnerne indbyrdes.

1 Deltagernes kendskab og anvendelse – opgave (10 min)

Hensigten med opgaven: Opvarmings spørgsmål og at formulere umiddelbare egne indtryk af systemerne, inden man hører andres indtryk.

Opgave: Alle deltagere får udleveret et stykke papir med følgende tekst:

Opg1 Skriv 3 ord ned som du umiddelbart forbinder med monitoring og varslings.

Opg2 Skriv 3 ord som du umiddelbart forbinder med beslutningsstøttesystemer.

Opg3 Hvilke metoder/værktøjer til monitorering, varsling og beslutningsstøtte kender du? Sæt gerne +/- ud for hvert værktøj som tegn på om du bruger/anbefaler det eller ej.

2 Gennemgang af kendte MVB systemer (40 min)

Deltageres svar skrives op på tavlen. For hvert spørgsmål skal vi diskutere 'Hvilke metoder bruger I selv/anbefaler I til andre, og hvilke systemer bruger/anbefaler I bestemt ikke? Hvorfor/hvorfor ikke?' Vi tager det trinvist...

2.1 Først skrives de systemer op, I har noteret – måske kommer I på flere undervejs, så skriver vi dem op bagefter. Vi skriver -/+ ud for hver.

2.2 Kender I andre, der bruger/anbefaler systemerne? Jeres naboer/kunder? Hensigten med dette spørgsmål er, at få en ide om brugerens vurdering af udbredelse.

2.3 Emner, som vi skal omkring ved vurdering af, om hver enkelt metode hjælper brugeren til at træffe de rette beslutninger. Hensigten er at få information om hver enkelt metode:

2.3.1 Hvad betyder sikkerhed for effekt på udbytte?

2.3.2 Hvad betyder det hvor meget systemet kan forbedre økonomien - er der penge at spare?

2.3.3 Hvad betyder hvordan brugen passer med arbejdstilrettelæggelse?

2.3.4 Hvad betyder tidsforbrug?

2.3.5 Hvad betyder kravene til faglige viden og kunnen?

2.3.6 Hvad betyder det om effekten er dokumenteret – og hvad er 'dokumenteret'?

2. TIME

3 Alternative metoder (10 min)

3.1 Hvad ville I gøre, hvis I ikke havde de nuværende systemer til rådighed?

Igangsætterspørgsmål

Vil der blive sprøjtet mere eller mindre og hvad er de økonomiske konsekvenser?

Vil systemerne udkonkurrere konsulenterne eller er konsulenterne den primære bruger af systemerne? Systemerne er begrænset mens konsulenter har mulighed for fleksibel inddragelse af andre faktorer (Maren)

4 IPM og varslingssystemer (10 min)

4.1 Hænger MVB systemer og integreret plantebeskyttelse (IPM) sammen?

4.2 Er obligatorisk varsling vejen frem? Eksempelvis: For æbleavlere, der producerer under regelsættet for Dansk I.P., må bekæmpelse af æbleviklere kun ske efter varsling ved hjælp af feromonfælder. Kunne det udvides til andre produktioner?

Hjælpekommentar (IPM og varsling bliver måske obligatorisk engang...)

Som en del af grøn vækst ønskes at 'For alle de skadevoldere, for hvilke der er udviklet pålidelige varslingsystemer, der er tilpasset det danske klima, skal der rådgives om anvendelse af disse og om, at der med passende intervaller skal foretages observationer i marken. Endvidere rådgives om anvendelse af skadetærskler og beslutningsstøttesystemer, herunder Planteværn online'.

Dansk I.P. (integreret produktion) er udviklet for [bær på friland](#), [kernefrugt](#), [frilands-](#) og [væksthusgrøntsager](#) samt [pakkerier](#). Kontrolleres af Plantedirektoratet.

5 Ny viden om MVB systemer (10 min)

5.1 Hvordan synes du dine muligheder er for at følge med i nyeste viden om MVB systemer?

5.2 Hvad er dine væsentligste kilder til ny viden om MVB systemer?

5.3 Kun til konsulenter: Hvordan formidler du viden til landmanden? Er der evt. vanskeligheder i at formidle resultater fra forskningsverdenen?

6. Forbedringer af MVB systemer? (10 min)

6.1 Er der nye systemer eller forbedringer til eksisterende systemerne som I særligt savner?

6.2 Hvorfor?

Hjælpe spørgsmål

Et af formålene med projektet er, at få afklaret for hvilke skadevoldere og afgrøder, der bør udvikles monitoring og varslingsystemer for med de midler, der er afsat med Grøn Vækst aftalen – dvs. hvilken prioritering anbefaler I?

7. Varslingsystemer og miljø (10 min)

7.1 Tror I at MVB systemer kan bruges til at reducere pesticidforbrug?

7.2 Har I ideer til systemer der kan understøtte en mere miljøvenlig pesticid-anvendelse?

Ideer til hvordan økonomi og miljø kan afvejes og indgå i beslutningsgrundlag. Hvilke ekstra krav til brugeren? Ekstra tid til monitoring, interesse for skadevolders biologi, øget økonomisk risikovillighed, lækker brugerflade, ..?

Afslutning (5 min)

Tak for i dag. I har været en stor hjælp. Udfyldelse af kørselsgodtgørelse. Et par flasker vin. Hvis I har lyst må I gerne se referatet igennem. Projektrapport udgives i 2012.

Appendiks D.2

- Kendte MVB systemer i frugtavl (opgave 3)

Tabel D.2.1 Kendte MVB systemer i frugtavl (del 1)

Nr.	System	Antal svar	Kommentarer
1	RIMpro	111	
2	RIMpro (pc vejrstation) til æbleskurv	1	
2	RIMpro Skurv	111	++
3	RIMpro Æbleviklere	111	-+
4	RIMpro Sodplet	111	-Normalt ikke et problem
5	RIMpro Ildsot	1	-Endnu ikke tilgængelig
6	hvide limplader (æble, pære, blomme bladhveps)	11	+
6,7	Limplader	1	
8	æbleviklere – eget excelark	1	+
6	Limplader æblebladhveps	11	
7	gule limplader for kirsebærfluen	1111	
9	Feromonfælder	111	
	Feromonforvirring	1	
9	diverse viklerfælder	111	+
6,7,9	Limplader/fælder	11	
10	Fælder pæregalmyg	1	
11	Feromon fælder til hindbærbiller	1	Først lige kommet på marked i DK
(1)	www.fruitweb.info	1	
12	DMI	1	
12	Vejrudsigt	1	
13	Vejrstation	11	
13	Klimastation	1	
13	Klimadata/temperaturer	1	
14	Temperatursum til knopgalmider	1	Ikke tilpasset DK klima
15	bankenet	11	+
16	visuel LUP	1	
17	skadetærskler (IP)	11	behov for udvikling
17	Skadestærskler	1	
	Watermarks	1	
18	Knopormevarsling	1	
	Madex/virus	1	
19	Varsling mod kirsebærbladplet	1	Ikke færdigudviklet
20	Varsling mod ribsglassværmer	1	Ikke behov p.t.. I DK
21	Varsling mod viklere	111	Problem at nå at sprøjte indenfor sprøjtefrist
22	Varsling mod galmyg	1	Udviklet i UK
23	Varsling mod monilia	1	Måske sammen med RIMpro/klimamålinger
24	Mills skurv tabel	11	
	Håndpille pæregalmider på frugterne	1	Alle skal findes for at det virker
25	Konsulenter	1	
13	Weatherlink	1	
8	Døgngradsberegning (æbleviklere)	1	
16	Visuel kontrol	1	
16	Lup	1	
12	Yono ? Yr.no	1	
2	Skurv program?	1	
10	Spandfælde (pæregalmyg)	1	

Appendiks D.3

– kendte MVB systemer i planteavl (opgave 3)

Tabel D.3.1 Kendte MVB systemer i planteavl

System	Antal svar	Kommentar
Pc Planteværn, Planteværn online	111	+-
Plantenyt, nyhedsbreve fra landboforening mm,	11	+
Konsulenter	1	+
Registreringsnet, sygdomme i korn og andet	111	
Fangbakker jordlopper		+
Feromon fælder gulmyg		-(+)
Sneglefælder		+
skadestærskler		+
Klimadata på Landbrugsinfo (nedbørsdøgn), vejrdata radar/billeder		+
Prognose for lus		
Galmyg hvede, kartoffelskimmel sortsifo	1	
Flyvekurver galmyg i engrapgræs septoriavarsel		
Middeldatabase		(+)
ERFA grupper (hver 14. dag)		
Ærteviklere		Desværre udgået
Gulrust, septoria, bygrust, lus,rust mv. i græsfrø		
Knoldbægersvamp – i parentes?		
Havrerødsot/bladslus efterår hvede, hvedegalmyg, rapsjordlopper vinterraps, engrapgræsgalmyg, knoldbægersvamp, svampesygdomme i sukkerroer		

Resumé

Med udgangspunkt i en gennemgang af eksisterende danske og udenlandske monitorings-, varslings- og beslutningsstøttesystemer (MVB-systemer) konstateres det at: 1) Få landmænd, men mange konsulenter, anvender MVB-systemer, 2) Tidsforbruget til monitoring er meget medvirkende til, at landmænd ikke prioriterer at anvende MVB-systemer, 3) MVB-systemer er generelt ikke konstrueret til at tage miljø og sundhed i betragtning. Der gives anbefalinger til hvordan MVB-systemer kan bringes til at tage natur og miljø med i betragtning, og der gives prioriteringer til hvilke afgrøde-skadevolderkombinationer, der har størst potentiale for at reducere pesticidbelastningen.



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Strandgade 29
DK - 1401 København K
Tlf.: (+45) 72 54 40 00

www.mst.dk